

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE PESQUERÍA**



**“ELABORACIÓN DE AROS EMPANIZADOS A PARTIR DE  
MANTO DE POTA (*Dosidicus gigas*) CON INCLUSIÓN DE  
GRANOS ANDINOS”**

**Presentada por:**

**KARINA PALOMINO MANCILLA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

**INGENIERO PESQUERO**

**Lima-Perú**

**2018**

## DEDICATORIA

*A mi mamá Benilda Mancilla Barros ejemplo de perseverancia y espíritu luchadora, por su muestra de amor, confianza y sacrificio. A mi papa y hermanos por su apoyo moral, en especial a Jaqueline Milagros Palomino Mancilla por su optimismo y muestra de afecto.*

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a mis asesores, M.Sc. Tito Llerena Daza y PhD. Ritva Repo de Carrasco, por su enseñanza, confianza, compromiso y paciencia, las cuales fueron valiosas durante todo el proceso de desarrollo del presente trabajo.

A mis jurados Mg. Sc. David Roldán Acero, Ing. Nancy Martínez Ordinola y al Ing. Andrés Molleda Ordoñez, por su confianza y compromiso.

Quiero agradecer al ministerio de educación (MINEDU) y a la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) por el financiamiento MINEDU-UNALM brindado en el periodo 2016-2017.

A los técnicos de laboratorio: Yelena (laboratorio de investigación de alimentos-FIAL), Ernesto Apéstegui (laboratorio de ingeniería de la facultad de pesquería) y Maritza Ramírez (laboratorio de microbiología-FAPE) por su apoyo y compañía durante la ejecución.

A los profesores: Ing. Domingo Sánchez y Dra. Fabiola Olivares, por su apoyo en la disponibilidad de los laboratorios de la facultad de pesquería.

Quiero agradecer al panel de evaluadores capacitados por su disponibilidad y compromiso durante la ejecución del presente trabajo: Diana Ramos, Belén Valenzuela, José Vicencio, Yanira Venegas, Rosalía Arroyo y Francesca Duran.

A todas las personas que de alguna u otra forma apoyaron a la culminación de este trabajo y, lo más valioso agradecer por su amistad sincera, ánimos y compañía, durante todo el proceso de desarrollo de la tesis: Delicia Ramos, Roxana Pillaca, Carlita Salas, Joel Ajalcuña, Marco Flores, Jairo Zare, Joyce Mamani, Juanita Gariza, Tatiana Llaro, Enrique Talavera y Ericka Morga.

A mi amiga y compañera de laboratorio, Norma Navarro, por su ejemplo de perseverancia y muestra de optimismo en los momentos más desalentadores, gracias por tu amistad sincera.

# ÍNDICE GENERAL

## RESUMEN

## SUMMARY

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1.	POTA ( <i>Dosidicus gigas</i> ).....	4
2.1.1.	Generalidades .....	4
2.1.2.	Clasificación taxonómica .....	5
2.1.3.	Distribución y captura .....	5
2.1.4.	Composición química del manto de pota .....	7
2.1.5.	Eliminación del sabor ácido amargo en el manto de pota .....	8
2.2.	QUINUA ( <i>Chenopodium quinoa</i> ).....	9
2.2.1.	Características generales .....	9
2.2.2.	Valor nutricional .....	9
2.2.3.	Fibra dietaria.....	10
2.2.4.	Anti nutrientes de la semilla de quinua.....	11
2.2.5.	Propiedades funcionales .....	11
2.2.6.	Uso de la quinua .....	11
2.3.	KIWICHA ( <i>Amaranthus caudatus</i> ) .....	12
2.3.1.	Características generales .....	12
2.3.2.	Valor nutricional .....	12
2.3.3.	Propiedades funcionales .....	13
2.3.4.	Uso de la kiwicha.....	13
2.4.	PRODUCTOS REBOZADOS EMPANIZADOS Y FRITOS.....	13
2.4.1.	Ingredientes en la formulación de la masa de rebozado (batter).....	14
2.4.2.	Pan rallado empleado en el empanizado.....	15
2.4.3.	Proceso de elaboración de productos rebozados empanizados y fritos.....	16
2.5.	PARÁMETROS DE CALIDAD PARA PRODUCTOS REBOZADOS EMPANIZADOS FRITOS.....	17
2.5.1.	Viscosidad .....	17
2.5.2.	Índice de recubrimiento (IR).....	18
2.5.3.	Grosor de la corteza .....	18
2.5.4.	Pick-up .....	19

2.5.5. Análisis de textura de la corteza .....	20
2.5.6. Contenido de grasa.....	20
2.5.7. Contenido de humedad .....	22
2.5.8. Color de la corteza.....	25
2.5.9. pH del producto.....	25
2.5.10. Contenido de proteína en el producto .....	25
2.5.11. Contenido de fibra dietaria en el producto .....	25
<b>2.6. PRUEBAS SENSORIALES .....</b>	<b>26</b>
2.6.1. Pruebas analíticas.....	26
2.6.2. Pruebas afectivas .....	27
<b>2.7. EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL PRODUCTO FINAL ALMACENADO EN CONGELACIÓN .....</b>	<b>28</b>
2.7.1. Evaluación sensorial.....	29
2.7.2. Evaluación microbiológica .....	29
2.7.3. Evaluación del valor de peróxido (PV).....	30
2.7.4. Evaluación del pH .....	31
2.7.5. Evaluación del contenido de humedad .....	31
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>32</b>
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	32
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS .....	32
3.2.1. Materias primas.....	32
3.2.2. Ingredientes, insumos y aditivos .....	33
3.2.3. Materiales de laboratorio y reactivos .....	34
3.2.4. Equipos e instrumentos de laboratorio .....	34
3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN .....	35
3.3.1. Materias primas.....	35
3.3.2. Parte experimental .....	37
3.3.3. Producto final .....	38
3.3.4. Estabilidad del producto en almacenamiento en congelación a -30°C .....	39
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....	39
3.4.1. Acondicionamiento de granos andinos .....	40
3.4.2. Descripción y flujo de operaciones para la obtención de aros empanizados a partir de manto de pota con inclusión de granos andinos.....	41
3.4.3. Prueba de aceptabilidad del producto final .....	46

3.4.4. Evaluación de la estabilidad del producto final en almacenamiento en congelación .....	46
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	47
3.5.1. Experimento I: Remoción de nitrógeno amoniacal (sabor ácido amargo) del manto de pota en forma de anillas .....	49
3.5.2. Experimento II: Sustitución parcial de harina de trigo por harina de granos andinos en la masa de rebozado.....	51
3.5.3. Experimento III: Sustitución de migas de pan comercial por migas de pan con granos andinos .....	53
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	55
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>56</b>
4.1. ANÁLISIS MATERIA PRIMA .....	56
4.1.1. Pota .....	56
4.1.2. Quinoa.....	57
4.1.3. Kiwicha.....	59
4.2. EXPERIMENTO I: REMOCIÓN DE NITRÓGENO AMONIACAL (SABOR ÁCIDO AMARGO) DEL MANTO DE POTA EN FORMA DE ANILLAS.....	60
4.2.1. Nitrógeno amoniacal .....	60
4.2.2. pH del músculo de manto de pota.....	64
4.3. EXPERIMENTO II: SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE GRANOS ANDINOS EN LA MASA DE REBOZADO .....	67
4.3.1. Viscosidad de la masa de rebozado (batter).....	68
4.3.2. Humedad de la corteza tras la fritura .....	69
4.3.3. Pérdida de peso tras la fritura (g).....	71
4.3.4. Grasa de la corteza tras la fritura (%).....	72
4.3.5. Índice de recubrimiento (IR).....	74
4.3.6. Pick-up .....	75
4.3.7. Grosor de la corteza (mm).....	76
4.4. EXPERIMENTO III: SUSTITUCIÓN DE MIGAS DE PAN COMERCIAL POR MIGAS DE PAN CON GRANOS ANDINOS.....	78
4.4.1. Humedad de la corteza tras la fritura .....	79
4.4.2. Pérdida de peso tras la fritura (g).....	80
4.4.3. Grasa de la corteza tras la fritura.....	82
4.4.4. Índice de recubrimiento (IR).....	84
4.4.5. Pick-up .....	85
4.4.6. Grosor de la corteza (mm).....	87
4.4.7. Prueba sensorial: Prueba de preferencia.....	88

<b>4.5. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL</b> .....	90
<b>4.5.1. Composición química</b> .....	90
<b>4.5.2. Análisis microbiológico</b> .....	93
<b>4.5.3. Rendimiento</b> .....	94
<b>4.5.4. Aceptabilidad general</b> .....	94
<b>4.6. EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL PRODUCTO FINAL DURANTE EL PERIODO DE ALMACENAMIENTO EN CONGELACIÓN</b> .....	95
<b>4.6.1. Evaluación sensorial</b> .....	95
<b>4.6.2. Evaluación microbiológica</b> .....	96
<b>4.6.3. Evaluación del valor peróxido (PV)</b> .....	98
<b>4.6.4. Evaluación del contenido de humedad</b> .....	100
<b>4.6.5. Evaluación de pH</b> .....	101
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>104</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>106</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>107</b>
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	<b>116</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Composición química del manto de pota.....	8
<b>Tabla 2:</b> Composición química de la quinua en 100g de muestra.....	10
<b>Tabla 3:</b> Contenido de fibra insoluble, soluble y fibra dietaria total (FDT) en granos andinos g/100g de materia seca .....	10
<b>Tabla 4:</b> Composición química del grano de kiwicha (amaranto).....	12
<b>Tabla 5:</b> Nitrógeno amoniacal y pH del músculo de manto de pota según tamaño sometidos a Experimento I .....	42
<b>Tabla 6:</b> Formulación del batter con incorporación de harinas de quinua y kiwicha.....	44
<b>Tabla 7:</b> Tratamientos experimentales para la remoción de nitrógeno amoniacal.....	49
<b>Tabla 8:</b> Tratamientos experimentales para la incorporación de granos andinos en el batter.....	51
<b>Tabla 9:</b> Tratamientos experimentales para la inclusión de migas de pan con granos andinos en el empanizado.....	53
<b>Tabla 10:</b> Composición química del manto de pota.....	56
<b>Tabla 11:</b> Composición química de la quinua.....	57
<b>Tabla 12:</b> Análisis granulométrico de la harina integral de quinua.....	58
<b>Tabla 13:</b> Composición química de la kiwicha.....	59
<b>Tabla 14:</b> Análisis granulométrico de la harina integral de kiwicha.....	60
<b>Tabla 15:</b> Parámetros físicos y químicos de los aros prefritos con inclusión de granos andinos en el batter.....	67
<b>Tabla16:</b> Parámetros físicos y químicos de los aros prefritos con inclusión de granos andinos en el empanizado.....	78
<b>Tabla 17:</b> Composición química del producto final por 100 g de muestra.....	91
<b>Tabla18:</b> Criterio microbiológico determinado para el producto final aros de pota con inclusión de granos andinos.....	93
<b>Tabla 19:</b> Variación del recuento microbiológico en aros de pota durante almacenamiento en congelación.....	96



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Anatomía de la papa ( <i>Dosidicus gigas</i> ).....	3
<b>Figura 2:</b> Distribución geográfica de la papa.....	6
<b>Figura 3:</b> Captura nacional y mundial de la papa ( <i>Dosidicus gigas</i> ) 2010 al 2016.....	7
<b>Figura 4:</b> Flujograma para el acondicionamiento de granos andinos.....	38
<b>Figura 5:</b> Flujo de operaciones para la obtención de aros de papa empanizados.....	45
<b>Figura 6:</b> Diseño experimental para la elaboración de aros de papa rebozados empanizados y prefritos.....	48
<b>Figura 7:</b> Diseño experimental para la remoción de nitrógeno amoniacal en manto de papa en forma de anillas.....	50
<b>Figura 8:</b> Diseño experimental para la obtención de aros de papa con incorporación de granos andinos en el rebozado.....	52
<b>Figura 9:</b> Diseño experimental para la inclusión de granos andinos en el empanizado de aros de papa.....	54
<b>Figura 10:</b> Efectos de las medias $\pm$ E.E. para la concentración final de N-NH <sub>4</sub> respecto al espesor.....	61
<b>Figura 11:</b> Efectos de las medias $\pm$ E.E. para la concentración final de N-NH <sub>4</sub> respecto al tiempo.....	62
<b>Figura 12:</b> Concentración final de nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>4</sub> ) en anillas tratadas mediante lixiviación.....	63
<b>Figura 13:</b> Efectos de las medias $\pm$ E.E. para el pH final de las anillas tratadas respecto al espesor.....	64
<b>Figura 14:</b> Efectos de las medias $\pm$ E.E. para el pH final de las anillas tratadas respecto al tiempo.....	65
<b>Figura 15:</b> pH final del músculo de manto de papa sometidos a tratamiento de lixiviación.....	66
<b>Figura 16:</b> Efectos de las medias $\pm$ E.E. para la viscosidad del batter.....	68
<b>Figura 17:</b> Variación de la viscosidad a diferentes niveles de sustitución por harinas de quinua y kiwicha.....	69
<b>Figura 18:</b> Efectos de las medias $\pm$ E.E. para la humedad de la corteza-rebozado.....	70

<b>Figura 19:</b> Efectos de las medias $\pm$ E.E. para la variable pérdida de peso-rebozado.....	72
<b>Figura 20:</b> Efectos de las medias $\pm$ E.E. para la variable grasa de la corteza-rebozado.....	73
<b>Figura21:</b> Efectos de las medias $\pm$ E.E. para la variable Índice de recubrimiento rebozado.....	74
<b>Figura 22:</b> Efectos de las medias $\pm$ E.E. para la variable pick-up-rebozado.....	75
<b>Figura 23:</b> Efectos de las medias $\pm$ E.E. para la variable grosor de la corteza-rebozado....	77
<b>Figura 24:</b> Efectos de las medias $\pm$ E.E. para la variable humedad de la corteza-empanizado.....	79
<b>Figura 25:</b> Efectos de las medias $\pm$ E.E. para la variable pérdida de peso-empanizado....	81
<b>Figura26:</b> Efectos de las medias $\pm$ E.E. para la variable grasa de la corteza-empanizado.....	82
<b>Figura27:</b> Efectos de las medias $\pm$ E.E. para la variable índice de recubrimiento de la corteza-empanizado.....	85
<b>Figura28:</b> Efectos de las medias $\pm$ E.E. para la variable pick-up-empanizado.....	86
<b>Figura29:</b> Efectos de las medias $\pm$ E.E. para la variable grosor de la corteza-empanizado.....	88
<b>Figura 30:</b> Prueba de preferencia para los atributos color y textura.....	89
<b>Figura 31:</b> Aros empanizados con inclusión de quinua y kiwicha en el empanizado: 0%, 25%, 50%, 75% y 100% respectivamente.....	90
<b>Figura 32:</b> Aceptabilidad general del producto final aplicando la Escala hedónica verbal de nueve puntos.....	94
<b>Figura 33:</b> Cambio de la intensidad de atributos sensoriales del producto final durante el periodo de almacenamiento en congelación.....	95
<b>Figura 34:</b> Comportamiento de aerobios mesófilos en el producto final durante almacenamiento en congelación.....	98
<b>Figura 35:</b> Variación del valor peróxido (meq O <sub>2</sub> /kg grasa) en el producto final, durante almacenamiento en congelación.....	99
<b>Figura 36:</b> Variación de la humedad en aros de papa empanizado con inclusión de granos andinos y prefritos, durante almacenamiento en congelación.....	100
<b>Figura 37:</b> Variación de pH en aros de papa empanizado con inclusión de granos andinos y prefritos, durante almacenamiento en congelación a -30°C.....	102

## INDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1:</b> Tabla de índice de calidad para pota ( <i>Dosidicus gigas</i> ).....	118
<b>ANEXO 2:</b> Molino de rotor para molienda de granos andinos.....	119
<b>ANEXO 3:</b> Secadora de bandejas.....	119
<b>ANEXO 4:</b> Formulación para la obtención de pan con granos andinos.....	120
<b>ANEXO 5:</b> Flujograma para la obtención de pan rallado enriquecido con quinua y kiwicha aplicando el método de esponja y masa.....	120
<b>ANEXO 6:</b> Selección de evaluadores de un universo de 40 alumnos.....	121
<b>ANEXO 7:</b> Soluciones y respectivas concentraciones en la selección de evaluadores.....	121
<b>ANEXO 8:</b> Lista de sustancia que fueron utilizados para prueba de olor en la selección de evaluadores.....	122
<b>ANEXO 9:</b> Evaluación sensorial en muestras de manto de pota tratada mediante lixiviación y cocidos para su evaluación.....	122
<b>ANEXO10:</b> Tabla de evaluación sensorial para pota cocida.....	123
<b>ANEXO11:</b> Ficha para la prueba de reconocimiento de sabores básicos.....	124
<b>ANEXO 12:</b> Ficha para la prueba de reconocimiento de olores básicos.....	125
<b>ANEXO 13:</b> Descriptores empleado en la capacitación de evaluadores.....	126
<b>ANEXO14:</b> Ficha de respuesta test pareado direccional para capacitación de evaluadores.....	126
<b>ANEXO15:</b> Corte transversal de aros rebozados con inclusión de quinua y kiwicha en rebozado.....	127
<b>ANEXO16:</b> Aros empanizados con 50 porciento de migas con quinua y kiwicha.....	127
<b>ANEXO17:</b> Envasado del producto final en bolsa bilaminada para estudio de almacenamiento en congelación.....	128
<b>ANEXO18:</b> Determinación de nitrógeno amoniacal en músculo de pota: método espectrofotométrico modificado de Nessler.....	128
<b>ANEXO19:</b> Tabla de parámetros y criterios microbiológicos según NTS para la categoría Productos hidrobiológicos empanizados precocidos y cocidos congelados...	129

<b>ANEXO 20:</b> Pruebas afectivas para prueba de preferencia – experimento III.....	130
<b>ANEXO 21:</b> Prueba sensorial - Escala de intensidad.....	131
<b>ANEXO 22:</b> Promedio de la Intensidad de Atributos durante el periodo de almacenamiento.....	132
<b>ANEXO 23:</b> Análisis estadístico - Experimento I.....	132
<b>ANEXO 24:</b> Análisis Estadístico - Experimento II.....	138
<b>ANEXO 25:</b> Análisis de coeficiente de correlación-Experimento II.....	142
<b>ANEXO 26:</b> Análisis estadístico - Experimento III.....	143
<b>ANEXO 27:</b> Análisis de coeficiente de correlación-Experimento III.....	148
<b>ANEXO 28:</b> Ficha de respuesta de escala hedónica para aceptabilidad.....	149

## RESUMEN

Se elaboró aros empanizados a partir de manto de pota o calamar gigante (*Dosidicus gigas*) con incorporación de quinua (*Chenopodium quinoa*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en el rebozado y empanizado. Los parámetros de calidad evaluados fueron: viscosidad, índice de recubrimiento (IR), grosor de la corteza, absorción de aceite, contenido de humedad y grasa de la corteza tras la fritura. El manto de pota fue sometido a lixiviación con soluciones ácida y alcalina con la finalidad de eliminar el sabor ácido amargo y olor amoniacal, lo cual se consiguió eliminar entre 90-93 por ciento de nitrógeno amoniacal y la concentración final fue de 7,6-21,5 mg N-HN4/100g de músculo. Se determinó la viscosidad aparente (cP) de la masa de rebozado mediante un Reómetro programable RVDV-III Ultra RY82670, EE UU. El producto final fue caracterizado de forma física, química, microbiológica y sensorialmente, también se evaluó la estabilidad del producto en almacenamiento en congelación a -30°C durante dos meses. Los aros de pota rebozados empanizados y prefrito, presentó un contenido de proteína, humedad, grasa, ceniza y carbohidratos, valores de 11,8; 61,1; 7,8; 2,0 y 17,30 por ciento, respectivamente y fibra dietaria total de 0,67 por ciento en base seca. Se obtuvo una calificación “*Me gusta muchísimo*” para los atributos evaluados: apariencia general, sabor y textura, mediante la prueba afectiva de aceptabilidad general y empleando la escala hedónica verbal de nueve puntos. El rendimiento del proceso de elaboración fue del 79,1 por ciento. Durante la evaluación de la estabilidad del producto final, se observó una disminución del valor de recuento de aerobios mesófilos y, una ligera disminución del valor de pH y contenido de humedad. Se encontró que la harina integral de granos andinos mejora los parámetros de calidad de la masa de rebozado: viscosidad aparente, índice de recubrimiento, pick-up, grosor de la cobertura, contenido de humedad y contenido de grasa de la corteza tras la fritura.

**Palabras clave:** Calamar gigante (*Dosidicus gigas*), masa de rebozado, empanizado, quinua (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*), estabilidad almacenamiento en congelación.

## SUMMARY

Was developed breaded rings on the basis of mantle of giant squid or giant squid (*Dosidicus gigas*) with incorporation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) and amaranth (*Amaranthus caudatus* L.) in the batter and breaded. The quality parameters evaluated were: viscosity, rate of coating (RC), thickness of the cortex, absorption of oil, moisture and fat content of the bark after frying. The mantle of giant squid was subjected to leaching with acid and alkaline solutions with the purpose of eliminating the acid taste bitter and ammoniacal odor, which managed to eliminate between 90-93 percent of ammoniacal nitrogen and a final concentration of 7.6-21,5 mg N-HN<sub>4</sub>/100g of muscle. It was determined the Apparent Viscosity (cP) of the mass of batter through a RVDV programmable Rheometer-III Ultra RY82670, USA. The final product was characterized in a physical, chemical, microbiological and sensory, as well was also evaluated the stability of the product in storage frozen at -30°C for two months. Of giant squid rings fried breaded and prefrito, introduced a content of protein, moisture, fat, ash and carbohydrate values of 11.8; 7.8; 2.0; 61.1 and 17.30 percent, respectively, and a total dietary fiber of 0.67 percent on a dry basis. We obtained a grade of "I love it" for the attributes evaluated: general appearance, taste and texture, through an affective test of general acceptability and employing a verbal hedonic scale of nine points; in addition, the performance of the development process was 79.1 percent. During the evaluation of the stability of the final product, there was a decrease in the value of the count of aerobic mesophiles, and a slight decrease in the value of pH and moisture content. It was found that the andean grains flour improves the quality parameters of the mass of batter: apparent viscosity, coating, pick-up, thickness of the coverage, moisture content and fat content of the bark after frying.

**Keywords:** giant squid (*Dosidicus gigas*), mass of batter, breaded, quinoa (*Chenopodium quinoa*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*), freezing storage stability

## I. INTRODUCCIÓN

En general, los productos empanizados prefritos y congelados son elaborados a partir de músculo cárnico como: pollo, pescado y mariscos. Son de fácil almacenamiento doméstico en congelación, además son de rápida cocción para su consumo inmediato y presentan una buena aceptación (Llorca 2003, Llorca *et al.* 2005). Su consumo es cada vez más popular por sus cualidades únicas de apariencia, sabor y textura.

En el Perú, la pesquería de la pota es el segundo más importante después de la anchoveta, en términos de volúmenes de captura y valor exportado. Para el año 2014 la pota congelada en sus diversas presentaciones, se consolidó como el producto pesquero de exportación más importante para el consumo humano directo (CHD) con un 35 por ciento de participación (PROMPERU 2016). Respecto al valor nutricional, la pota presenta una buena calidad de proteínas y bajo contenido en grasa (IMARPE 1996, García-Sánchez *et al.* 2015), cabe resaltar que el manto de esta especie puede presentar entre 60-80 por ciento de la parte comestible, además de ser apreciado por su color blanco característico (García-Sánchez *et al.* 2015, Cortes-Ruiz *et al.* 2016).

Por otro lado, el Perú es el mayor productor de granos andinos como la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*), y son considerados alimentos con alto valor nutricional, debido a su alto contenido y buena calidad en proteína y aminoácidos, en comparación con los cereales tradicionales (Abugoch 2009, Allegri *et al.* 2011, FAO 2013), además contienen fibra alimentaria y son ricos en antioxidantes como los polifenoles (FAO 2015), caso de la quinua con alto contenido de flavonoides (Repo-Carrasco *et al.* 2010).

Los alimentos rebozados empanizados y fritos, están constituidos por una parte interna llamada substrato o matriz alimentaria y una segunda parte externa conocida como capa, cobertura o corteza. En general, la formulación de la masa de rebozado consta de ingredientes tales como: harinas, almidón, hidrocoloide, sal, condimentos y leudante (Fizman y Salvador 2003), incluso algunos incorporan concentrado proteico (Sanz *et al.* 2005). El empanado puede constar de pan rallado o extruido comercial.

La harina de trigo es el ingrediente típico de la cobertura; sin embargo, un excedente del nivel de proteína o amilopectina podría llevar a un alimento con mayor absorción de aceite, por otro lado también se habla del daño que pueden sufrir los almidones tras la fritura. Por ello Fizman y Salvador (2003) mencionan sobre el efecto de la sustitución de la harina de trigo por harina de otros cereales en la composición y contenido de proteínas y almidón.

Especies recién engendradas, como los pseudocereales de *amaranthus* y *chenopodio quinoa* se han hecho cada vez más interesantes, ya que se espera que funcione bien en cualidades tales como: la solubilidad, comportamiento retrograda, potencial para formación de película o gel, resistencia a tensión mecánica y química, y estabilidad de congelación/descongelación (Praznik, *et al.* 1999). Los nuevos tipos de almidones de quinua y kiwicha pueden sustituir a los almidones modificados químicamente (Ahamed *et al.* 1998, Yangzhou y Stuttgart 1999), al respecto Steffolani *et al.* (2013) afirma que pueden ser usados en la industria alimentaria.

Los alimentos rebozados empanizados prefritos y congelados, carecen de fibra dietaria, además de ser propensas a sufrir oxidación de la grasa durante el almacenamiento en congelación. El músculo de la papa presenta un alto contenido de compuestos nitrogenados (nitrógeno amoniacal) relacionado con el olor amoniacal y sabor ácido amargo. La aceptabilidad de los aros empanizados a partir de manto de papa dependerá en buena medida de la efectividad de la eliminación del nitrógeno amoniacal del músculo de papa. Para remover el sabor ácido amargo del manto de papa, existen soluciones comerciales o técnicas de lixiviación propuesto por Maza *et al.* (2003) y Maza *et al.* (2007-2008), pero todos presentan un requerimiento de tratamiento largo de remoción de 10 a 24 horas.



Se tiene como objetivo general elaborar aros empanizados a partir de manto de pota con inclusión de quinua (*Chenopodium quinoa*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en el rebozado y empanizado.

Los objetivos específicos son:

- Eliminar el olor amoniacal y sabor ácido amargo del músculo de manto de la pota aplicando la técnica de lixiviación.
- Incluir quinua y kiwicha en la masa de rebozado (batter) considerando los parámetros de calidad físicos y químicos.
- Incluir quinua y kiwicha en el empanado considerando los parámetros físicos, químicos y sensoriales.
- Caracterizar los aros empanizados a partir de manto de pota con quinua y kiwicha desde el punto de vista físico, químico y microbiológico.
- Evaluar el grado de aceptabilidad general del producto final, empleando una prueba afectiva de escala hedónica verbal de nueve puntos.
- Evaluar la estabilidad del producto final en almacenamiento en congelación a  $-30^{\circ}\text{C}$  durante 2 meses.

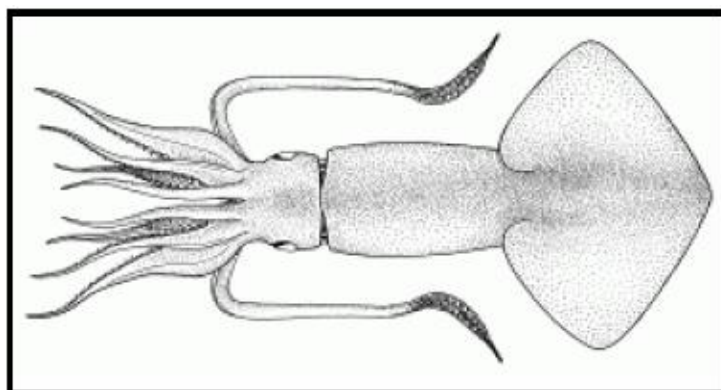
## II. REVISIÓN DE LITERARURA

### 2.1. POTA (*Dosidicus gigas*)

#### 2.1.1. Generalidades

La pota es un molusco cefalópodo con simetría bilateral, no segmentado, de cuerpo blando y desnudo, sus principales porciones anatómicas se constituyen de una aleta, un manto, cabeza, tentáculos y una pluma quitinosa. Siendo el manto el constituyente principal y mayoritario de las porciones anatómicas del calamar.

En la Figura 1, se muestra la anatomía de la pota, mostrando así el tentáculo, cabeza, manto y aleta, de izquierda a derecha respectivamente.



**Figura 1: Anatomía de la pota (*Dosidicus gigas*).**

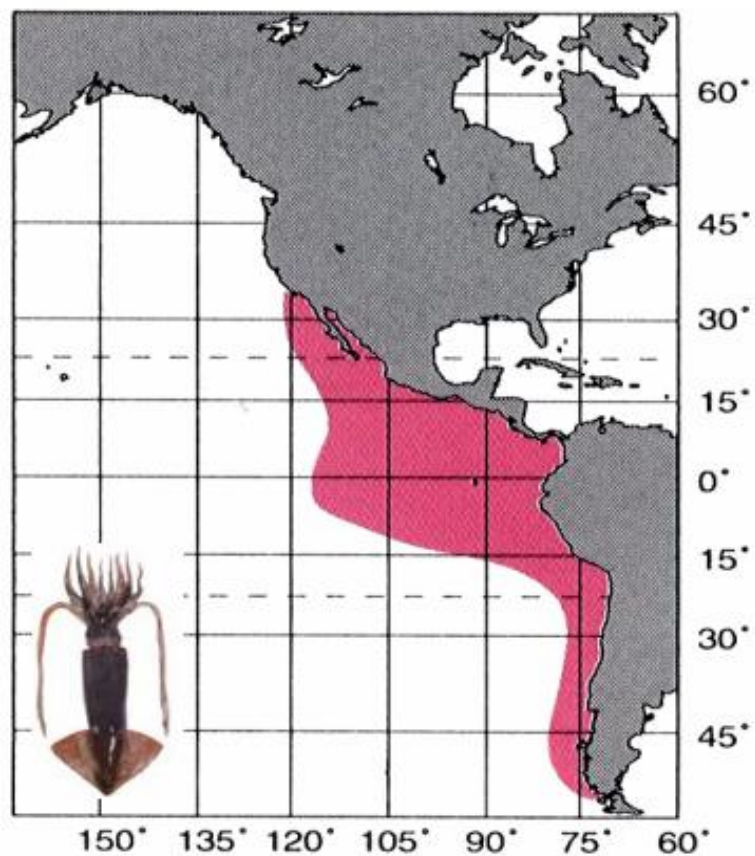
**FUENTE:** FAO, 2003

### 2.1.2. Clasificación taxonómica

- \_ Clase: Cephalopoda
- \_ Orden: Teuthida
- \_ Familia: Ommastrephidae
- \_ Subfamilia: Ommastrephinae
- \_ Género: *Dosidicus*
- \_ Especie: *Dosidicus gigas*
- \_ Nombre común: Calamar gigante, pota, jibia, jumbo, flying squid, jumbo squid, giant squid y Humboldt current squid.

### 2.1.3. Distribución y captura

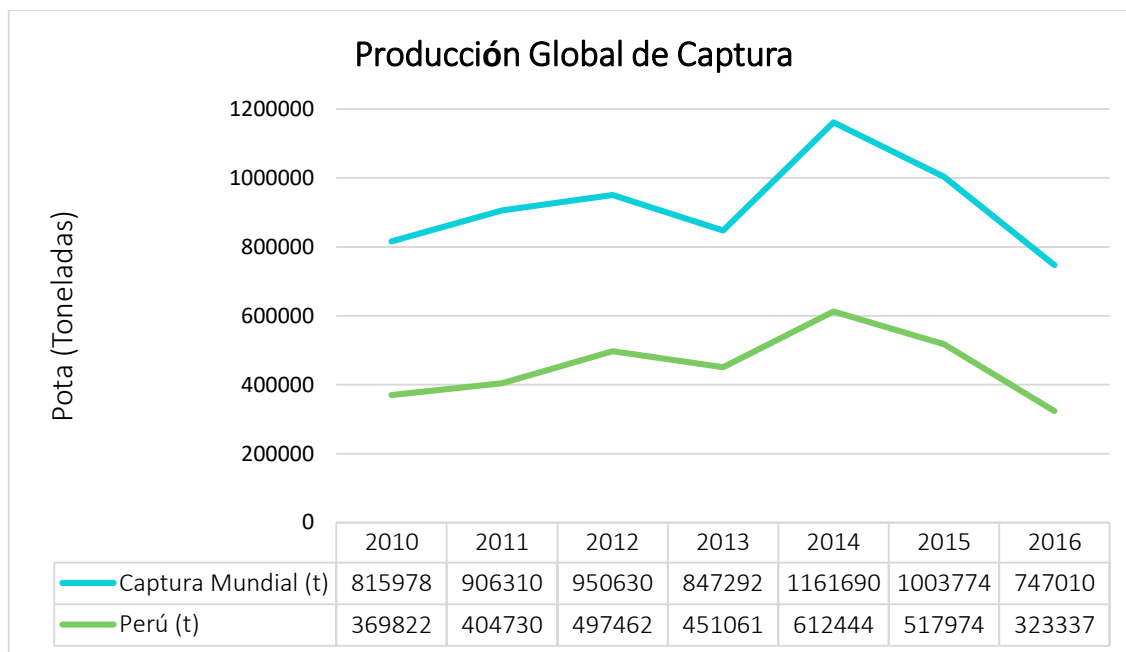
Se distribuye desde el Golfo de California (36° LN) hasta el sur de Chile (26° LS) y por el Oeste hasta los 125° W. En el Perú, se localiza tanto en aguas jurisdiccionales como en la zona adyacente, y se distribuye a lo largo de la costa y a grandes distancias mar afuera. El comportamiento fluctúa según las condiciones ambientales, observándose migraciones de alta y menor abundancia, así como variaciones en su distribución geográfica. En la Figura 2, se muestra la distribución geográfica de la pota.



**Figura 2: Distribución geográfica de la pota**

**FUENTE:** IMARPE, 2009

En la figura 3, se muestra la captura de la pota en toneladas métricas para los años 2010 al 2016, donde se observa una tendencia en el incremento de las capturas, mostrando su mayor valor para el año 2014 con un valor de 556 156 toneladas métricas.



**Figura 3: Captura nacional y mundial de la pota (*Dosidicus gigas*) 2010 al 2016**

**FUENTE:** Elaborado con base en FAO, 2018 (Fisheries and Aquaculture Department)

#### 2.1.4. Composición química del manto de pota

La composición química presenta muchas variaciones debido a factores tales como: sexo, talla, alimentación, temporada y localización de la captura; a su vez esta variación intrínseca puede producir cambios de sabor, color, textura y apariencia (Sikorski 1994).

Para Dublán (2001) la cantidad de proteína varía con la época de captura; así las especies capturadas en verano contienen más agua y menos proteína cruda, que el capturado en otoño. En la Tabla 1, se presenta la composición química del manto de pota.

**Tabla 1: Composición química del manto de pota**

<b>Componente (%)</b>	<b>IMARPE -ITP 1996</b>	<b>Abugoch <i>et al.</i> 1999</b>	<b>FAO 2002</b>	<b>Ramírez-Suarez <i>et al.</i> 2008</b>	<b>Guerrero y Rosmini 2009</b>	<b>Promedio</b>
Humedad	81,10	82,23	81,00	85,30	83,00	82,53
Proteína	16,00	15,32	16,40	11,50	16,00	15,04
Grasa	1,10	0,87	1,10	0,50	1,00	0,91
Ceniza	1,70	1,31	1,50	0,90	1,10	1,30
Carbohidratos	0,10	0,27	0,0	1,80	0,0	0,43
Calorías (100g)	101,10	70,00	76,00	-		82,37
NNP	-	0,27	-	-	0,27	0,27

### 2.1.5. Eliminación del sabor ácido amargo en el manto de pota

El sabor ácido amargo característico del músculo de pota está relacionado con los componentes hidrosolubles, constituidos por compuestos nitrógeno no proteico, principalmente cloruro de amonio (NH<sub>4</sub>Cl) además de trimetilamina (TMA), péptidos y aminoácidos.

Maza *et al.* (2003) indican que existen dos métodos de remoción del sabor ácido amargo, (1) remoción por cocción y (2) remoción por lixiviación. Ésta última requiere una mayor superficie de contacto, por ello recomienda cortar el manto en láminas delgadas de unos 10 mm de espesor. Al respecto, el mismo autor afirma que el mejor método para remover el sabor ácido amargo es a través de lavados sucesivos, es decir el método de lixiviación.

Mientras Maza *et al.* (2007-2008), en su estudio emplearon manto de pota en forma de anillas para reducir la intensidad del sabor ácido amargo, mediante lavados con soluciones ácida (ácido cítrico)/alcalina (bicarbonato) y neutralizantes (solución tampón citrato/ tampón fosfato), donde consiguieron eliminar una gran proporción de compuestos amoniacales luego de 10 horas y reducción del sabor ácido amargo.

El mismo autor encontró una relación directa entre la concentración inicial de nitrógeno amoniacal, el tamaño y peso del espécimen. Por otro lado, Maza *et al.* (2007-2008) obtuvo una reducción de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>4</sub>) al valor promedio más bajo 10,2 mg de N-NH<sub>4</sub>/100 de muestra, empleando ácido cítrico 0,0065M; pH 3 y bicarbonato de sodio 0,015M; pH 8, durante un tratamiento de 24 horas en refrigeración aplicada a láminas de 10 mm de espesor.

## **2.2. QUINUA (*Chenopodium quinoa*)**

### **2.2.1. Características generales**

La quinua es un pseudocereal originario de los Andes de Sudamérica (Allegrí *et al.* 2011, FAO 2013). Crece en muchas diferentes altitudes, desde el nivel del mar hasta la altura del Altiplano y meseta boliviano, así como en diversas condiciones climáticas como tierras altas y heladas (Jacobsen 2003). Perú es el productor más grande de quinua en el mundo, seguido de Bolivia, los Estados Unidos, Canadá, y Ecuador (Steffolani *et al.* 2013).

La quinua presenta una gran variabilidad genética, que se basa principalmente en las características físicas como el color y tamaño (Repo-Carrasco *et al.* 2010). La quinua es un recurso alimenticio natural de alto valor nutritivo cuya importancia es cada vez más reconocida en la seguridad alimentaria (FAO 2013).

### **2.2.2. Valor nutricional**

Es considerado un pseudocereal de buen valor nutricional y de alta calidad proteica y aminoácidos (Abugoch 2009, Allegrí *et al.* 2011), incluso algunos autores lo comparan una similitud con la calidad proteica de la leche (Allegrí *et al.* 2011). Presenta mayor contenido total de aminoácidos esenciales, siendo rico en los aminoácidos lisina y azufrados en comparación con la harina de los cereales: trigo, arroz, avena, maíz, cebada y centeno (Abugoch 2009, Allegrí *et al.* 2011, FAO 2013). Además, la quinua es rica en antioxidantes como los polifenoles (FAO 2015). En la Tabla 3, se presenta la composición química de la quinua, expresados en base seca y base húmeda respectivamente.

**Tabla 2: Composición química de la quinua en 100g de muestra**

<b>Componente</b>	<b>*Kent 1983 y Repo-Carrasco 1992</b>	<b>MINSA- INS 2009</b>	<b>Repo-Carrasco <i>et al.</i> 2010</b>	<b>Stikic <i>et al.</i> 2012</b>
Proteína	14,4	11,7	12,61	15,16
Grasa	6,0	6,3	5,66	5,79
Fibra cruda	4,0	5,2	3,04	5,69
Ceniza	2,9	2,8	2,66	2,22
Carbohidratos	72,6	68,0	67,30	59,71
Humedad	-	11,13	9,34	11,43

\*Materia seca

### **2.2.3. Fibra dietaria**

Posee un alto porcentaje de fibra dietética total (FDT), lo cual la convierte en un alimento ideal para lograr eliminar toxinas y otros residuos del cuerpo (Repo-Carrasco 1992). En la Tabla 4, se muestra el contenido de fibra, tanto soluble, insoluble y fibra dietaria total en granos andinos.

**Tabla 3: Contenido de fibra insoluble, soluble y fibra dietética total (FDT) en los granos andinos g/100g de materia seca**

<b>Muestra</b>	<b>Fibra insoluble</b>	<b>Fibra soluble</b>	<b>Fibra dietética total, FDT</b>
Amaranto	5,76	3,19	8,95
Kañiwa	12,92	4,49	16,41
Quinua	5,31	2,49	7,80

FUENTE: Repo-Carrasco (1992)



#### **2.2.4. Anti nutrientes de la semilla de quinua**

La saponina se encuentra en el pericarpio (capa exterior) del grano de quinua y es el principal factor anti nutricional en el grano, lo que le da un sabor amargo y debe ser eliminado para que el grano pueda ser consumido o continuar en la línea de procesamiento de productos alimenticios (Abugoch 2009). Existen muchos métodos para la desaponificación de la quinua, según la FAO (2015): lavado por agitación y turbulencia, fricción o rozamiento (escarificado o pulido), termomecánico en seco, químico y lavado, y combinado; donde en todos los métodos se busca la separación o eliminación de la cascara de la semilla de quinua, por lo que en esta operación se pierde parte de fibra cruda.

#### **2.2.5. Propiedades funcionales**

Propiedades que pegan de una pasta de quinua se demuestra por aumento de la viscosidad en refrigeración lo cual es una medida de retrogradación, y es debido a la nueva asociación de moléculas de almidón (Steffolani *et al.* 2013).

Respecto a propiedades de gelatinización del almidón, la primera transición térmica da la temperatura de gelatinización ha sido reportado entre 62.6°C y 67°C (Tang, citado por Abugoch 2009). Los almidones de quinua mostraron un mayor poder de espesamiento en alta temperatura (Steffolani *et al.* 2013).

#### **2.2.6. Uso de la quinua**

Se utiliza todo desde el polvillo desaponificado, tallos, hojas y granos (Mujica y Jacobsen 2006). Su uso es diverso: preparación de desayunos, industria alimentaria (fideos, panes, galletas y sopas), industria cervecera, medicinal y uso animal (después que el grano ha sido trillado como follaje).

## 2.3. KIWICHA (*Amaranthus caudatus*)

### 2.3.1. Características generales

Es un pseudocereal llamado también amaranto. Después que el grano se ha trillado, el residuo de amaranto puede ser quechua, en el idioma local se llama "kiwicha" (Repo-Carrasco *et al.* 2009). En América se conocen las variedades *Amaranthus caudatus* y *Amaranthus cruentus*, la más importante especie andina es *Amaranthus caudatus* Linnaeus.

### 2.3.2. Valor nutricional

La kiwicha es una buena fuente de proteína, fibra dietética y buena calidad de grasa, además puede ser considerado como una buena fuente de otros compuestos bioactivos, tales como los fenólicos (Repo-Carrasco *et al.* 2009, Steffolani *et al.* 2013). En la Tabla 4, se muestra la composición química del grano de kiwicha, expresados en base seca y base húmeda respectivamente.

**Tabla 4: Composición química del grano se kiwicha (amaranto)**

<b>Componentes</b>	<b>*Kent 1983 y Repo-Carrasco 1992</b>	<b>MINSA- INS 2009</b>	<b><sup>1</sup>Repo- Carrasco <i>et al</i> 2009</b>	<b><sup>2</sup>Repo- Carrasco <i>et</i> <i>al</i> 2009</b>	<b>Repo- Carrasco <i>et al</i> 2010</b>
Proteína	14,5	12,8	14,55	14,70	14,23
Grasa	6,4	6,6	10,08	10,15	6,79
Fibra cruda	5,0	9,3	7,43	7,27	4,99
Ceniza	2,6	2,5	2,39	2,61	2,42
Carbohidratos	71,5	69,1	65,55	65,27	60,06
Humedad	-	9,2	9,80	9,44	11,52

\*Materia seca

1 y 2 Variedad de *Amaranthus caudatus* Centenario y Oscar Blanco respectivamente

### **2.3.3. Propiedades funcionales**

Una propiedad importante es la gelatinización del almidón, Abugoch (2009) encontró que el almidón de kiwicha tiene una temperatura de gelatinización similar al de almidón de quinua. Al respecto, Yangzhou y Stuttgart (1999) encontraron un amplio rango de temperatura de gelatinización del almidón de amaranto (20,6 °C) que para el almidón de quinua (11.1 °C).

### **2.3.4. Uso de la kiwicha**

Se utiliza toda la planta desde las flores, tallos, hojas y granos. Su uso es muy diverso: preparación de desayunos, industria alimentaria (panes, sopas y galletas), industria de tintes, uso medicinal y uso animal como follaje.

## **2.4. PRODUCTOS REBOZADOS EMPANIZADOS Y FRITOS**

Son productos constituidos por una matriz alimentaria y una corteza, donde ésta última es formada durante la fritura. La utilización de la capa es beneficiosa en la protección de la carne (matriz) y así obtener productos suaves y húmedos por dentro, con un color externo marrón de oro deseado debido a la presencia de hidratos de carbono en la masa para rebozar y empanado (Barbut 2013).

Durante la fritura de alimentos rebozados y empanados ocurren varias reacciones físicas y químicas que incluyen gelatinización de almidones, desnaturalización de proteínas, vaporización de agua y formación de corteza (Sharma *et al.* 2003, Jamshidi y Shabanpour 2013, Pérez-Palacios *et al.* 2013), además se generan propiedades sensoriales únicas tales como color, olor, sabor y textura, muy apreciados por el consumidor (Brannan *et al.* 2013, Pérez-Palacios *et al.* 2013).

### **2.4.1. Ingredientes en la formulación de la masa de rebozado (batter)**

Jamshidi y Shabanpour (2013) en su estudio sobre el efecto de hidrocoloides en el enharinado y rebozado de nugget de pescado en calidad y tiempo de durabilidad antes de la venta en almacenamiento en congelación (-18°C), emplearon como ingredientes en la formulación del batter: harina, almidón de maíz, gluten, leudante, hidrocoloide y sal.

Por otro lado, Sanz *et al.* (2004) emplearon la siguiente formulación : harina de trigo 79,4-80,4 por ciento, almidón de trigo 10 por ciento, sal 5,5 por ciento, leudante ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7/\text{NaHCO}_3$ ) 3,1 por ciento y metilcelulosa (MC) 1-2 por ciento. Mezclados con agua fría a temperatura de 15°C a una velocidad dos durante 2 minutos y una relación materia seca: agua = 1:1,2.

A continuación se describen los ingredientes más usados en la formulación de la masa de rebozado.

#### **a. Harina**

Es el componente mayoritario y más comúnmente empleado en la formulación del batter, diversos autores han reportado el uso de este ingrediente (Antonova 2001, Fiszman y Salvador 2003, Llorca 2003, Sanz, *et al.* 2004, Llorca *et al.* 2005, Brannan *et al.* 2013, Paniagua 2014-2015). Pudiendo variar de 40 al 90 por ciento de materia seca. Su principal función es de tipo estructural y textural aportando crujencia después de la fritura. La harina típicamente usada, es el trigo.

#### **a. Almidón**

Es usado en muchas preparaciones de comida, porque contribuye enormemente a la propiedad textural y tiene muchas aplicaciones industriales como un espesador, coloidal estabilizador, retención acuática, y agente adhesivo. Es empleado menor a 5 por ciento (Fiszman y Salvador 2003) o casos como Guerrero y Rosmini (2009) que emplearon del 1,5 – 77,5 por ciento de materia seca.

#### **b. Ingrediente proteico**

La proteína tanto de origen animal o vegetal es empleado como ingrediente en la formulación de la masa de rebozado o post empanado, debido a su propiedad de formación

de película y gelatinización térmica, esta propiedad explica por qué la liberación de humedad y la absorción de aceite subsecuente son reducidas (Brannan *et al.* 2013).

### **c. Hidrocoloides**

Es un ingrediente funcional que puede ser incorporado en la masa para rebosar y/o empanar, aplicados para retardar la absorción de aceite (Brannan *et al.* 2013). Dentro de los más comunes se encuentran: Goma de Xanthan, Goma de Guar, Carboximetilcelulosa (CMC) e Hidroxi propil metilcelulosa (Fizman y Salvador 2003). Mientras Jamshidi y Shabanpour (2013), emplearon hidroxi propil metil celulosa (HPMC) al 2 por ciento de la materia seca del rebozado; mientras Fizman y Salvador (2003) reportaron sobre el uso de CMC en el nivel de 0,25 al 2 por ciento. Por otro lado, Sanz *et al.* (2005) emplearon metilcelulosa (MC) al 2 por ciento.

### **d. Condimentos**

Su principal función es realzar el sabor, generando así un gusto aceptable (Fizman y Salvador 2003). Dentro de los más comunes podemos mencionar al glutamato mono sódico (GMS), ajo deshidratado, pimienta blanca, y otros. Guerrero y Rosmini (2009), propone que puede variar de 0,5 al 1,5 por ciento. Aunque Fizman y Salvador (2003) deja abierto al criterio de quien lo utiliza.

### **e. Sal**

Ingrediente esencial cuya función es realzar el sabor y estabilizar la masa del rebozado. Puede participar del 3 al 8 por ciento (Guerrero y Rosmini 2009).

## **2.4.2. Pan rallado empleado en el empanizado**

Las migas de pan son usados para proporcionar textura, sabor, color, y apariencia general (Brannan *et al.* 2013) y, son procedentes de una masa horneada y seca (Guerrero y Rosmini 2009). Clasificado según el tipo de pan que se utilice: (1) Empanado con pan rallado normal y (2) empanado con pan japonés. En el presente trabajo se empleó pan rallado normal.

Investigadores como Maskat y Kerr (2002) en su estudio características de la capa de pechuga de pollo empanizado y frito, emplearon migas de pan con partículas de diferentes

tamaños: fino, mediano y grande, con humedades de 7,6; 7,0 y 7,7 respectivamente. Por otro lado, Zeng *et al.* (2016) empleó migas de pan de un tamaño de partícula < 2 mm, para el empanado de bolitas de pescado.

### **2.4.3. Proceso de elaboración de productos rebozados empanizados y fritos**

La matriz alimentaria es sumergida en una masa de rebozado, en seguida es empaniza y finalmente es sometido al proceso de fritura.

#### **a. Masa del rebozado (batter)**

Son suspensiones viscosas de sólidos, por lo general mezcla de harinas en agua, que frecuentemente son aplicados sumergiendo el substrato o por otro método como rociar (Brannan *et al.* 2013). Uno de las características claves de todos los batter es que asegura la adherencia a la matriz alimentaria durante su elaboración y proceso de cocción (Albert *et al.* 2009).

Llorca (2003), en su estudio realizado sobre modificaciones químicas y microestructurales en la elaboración de calamares rebozados congelados, divide el rebozado en dos tipos: (1) Rebozado de adhesión o interfacial y (2) Rebozado tipo tempura, donde el primer tipo es utilizado en los empanizados y actúan principalmente como una capa de adhesión entre la superficie y las migas de pan, y el segundo tipo hace referencia a la capa externa del producto, empleando un agente leudante (bicarbonato). Para el presente trabajo se empleó el primer caso, es decir rebozado de adhesión.

#### **b. Empanizado**

Es llevado a cabo después de haber aplicado una masa de rebozado con la finalidad de facilitar la adherencia del empanado (pan rallado o extruido comercial). Se aplica con la finalidad de dotar al producto empanizado frito, cualidades únicas como textura, crujibilidad y apariencia.

#### **c. Fritura**

Es un proceso complejo, donde se lleva en simultaneo una transferencia de masa y transferencia de calor (Dana y Saguy 2006, Ngadi *et al.* 2007). Los productos experimentan

un intercambio de componentes, el alimento tiende a perder agua y a su vez absorbe aceite del medio de fritura.

Por otro lado, el método de cocción por fritura en aceite, da como resultado características sensoriales preferidas, en comparación con otros métodos de cocción en horno o microondas (Pérez-Palacios *et al.* 2013).

- **Prefritura**

En esta etapa se coagula la pasta de rebozado sobre el alimento substrato, con el objetivo de darles color a la corteza y sabor al producto, consiguiendo además la correcta fijación del empanizado, con la cual adquiere la consistencia adecuada para una posterior manipulación industrial (Llorca 2003, Guerrero y Rosmini 2009).

Para el caso del calamar, normalmente el alimento se sumerge en aceite a 180°C durante un periodo de tiempo corto, de unos 30 s (Llorca 2003). Mientras Sanz *et al.* (2004), emplearon un tiempo de prefritura de 30 s para el caso de mariscos.

- **Fritura final**

En general para consumir los productos rebozados empanizados y prefritos, es necesario freírlos durante unos minutos en aceite a 170/195°C (Guerrero y Rosmini, 2009). En cuanto a los productos calamares, deberá someterse a una fritura final doméstica en aceite a 180°C de entre 2 y 3 minutos antes de su consumo (Llorca 2003).

## **2.5. PARÁMETROS DE CALIDAD PARA PRODUCTOS REBOZADOS EMPANIZADOS FRITOS**

### **2.5.1. Viscosidad**

La viscosidad de la masa para rebozar es una variable clave que afecta la cantidad y la calidad de la recogida por el substrato, la cobertura del sistema de capa, y la textura final del producto (Fizman y Salvador 2003, Brannan *et al.* 2013). Por ello, es importante el control de las propiedades reológicas del rebozado (Sanz *et al.* 2004).

Esta propiedad es afectada por la temperatura, proporción sólidos: agua, el tiempo y la velocidad de mezclado así como la formulación del batter (Fizman y Salvador 2003, Branna *et al.* 2013).

Por otro lado, una delgada capa de rebozado que recubre al sustrato, no muy viscoso es capaz de liberar una gran cantidad de agua y producir una capa porosa que absorbe una gran cantidad de aceite (Fizman y Salvador 2003).

Sanz *et al.* (2005), estudiaron La influencia de los ingredientes en el comportamiento termoreológico de batters que contienen MC, donde para una sustitución de 9 por ciento de harina de trigo por huevo deshidratado encontraron un valor de viscosidad de 25 (Pa s) a 15°C y una velocidad de cizallamiento de 2,62 (rad/s).

### **2.5.2. Índice de recubrimiento (IR)**

Estudiado y conocido como la recogida de la masa para rebozar (Salvador *et al.* 2004, Gamonpilas *et al.* 2013). Es una medida de la cantidad de rebozado y empanado que se adhiere a la matriz alimentaria previo a la fritura.

Paniagua (2014-2015) manifiesta que mientras mayor es la viscosidad del batter (masa para rebozar), mayor será la adherencia, por tanto mayor será el índice de recubrimiento y, se espera que también incrementen los valores de *pick-up* y grosor de la corteza.

Por otro lado, Gamonpilas *et al.* (2013) encontraron para tiras de pollo empanizados, un valor de IR= 26,47 por ciento, donde aplicó una proporción materia seca: agua =1:1,5 para la masa de rebozado.

### **2.5.3. Grosor de la corteza**

Definida como la distancia entre el interfaz carne y capa, y la superficie externa del empanado (Mah *et al.* 2008). Se determinó el grosor de la corteza de tres aros para cada formulación y cada corteza fue medida tres veces, se realizó tres repeticiones por cada formulación.



Paniagua (2014-2015) encontró valores de grosor de la corteza entre 1,52 – 1,79 mm. El mismo autor señala que mientras mayor sea el *pick-up*, es decir la cantidad de masa adherida al substrato tras la freidura, mayor será el grosor de la corteza.

#### **2.5.4. *Pick-up***

Es un parámetro de calidad en productos rebozados empanizados fritos, lo cual hace referencia a la cantidad de corteza (cobertura) adherida a la matriz alimentaria tras la fritura.

Paniagua (2014-2015) menciona, cuanto mayor sea la consistencia de la viscosidad del batter y el IR, mayor será la cantidad de cobertura final, es decir el *pick-up*. El mismo autor citado líneas arriba determinó valores de *pick-up* de entre 45-57 por ciento, para nuggets de pollo y empleando leudante (bicarbonato y pirofosfato sódico) en la formulación del rebozado, además sustituyó harina de trigo por harina extrusionada a diferentes porcentajes.

Por otro lado, Albert *et al.* (2009) estudiaron la adherencia de nugget de merluza rebozadas y fritas bajo el uso de diferentes hidrocoloides: HPMC y goma xanthan en el enharinado, donde encontraron valores de *pick-up* de 28,3 y 30,4 por ciento, respectivamente. Así como Chen *et al.* (2009) estudiaron el efecto de la fórmula de la masa para rebozar en calidades de fritura en aceite y microondas para nugget de pescado, hallando un *pick-up* de 22,40 y 23,75 por ciento, al sustituir harina de trigo por proteínas de trigo y soya respectivamente. Mientras Salvador *et al.* (2005), estudiaron sobre el efecto de la adición de diferentes ingredientes en las características de una capa de masa para rebozar en anillos de calamar fritos sin un paso de prefritura, encontraron para una sustitución de 7,5 por ciento de harina de trigo por almidón de dextrina, maicena modificada y huevo deshidratado valores de *pick-up* de 52,3; 53,2 y 55,4 respectivamente.

Estudio realizado por Dogan *et al.* (2015), encontraron valores de *pick-up* de 32 y 45 por ciento, sobre el efecto de la sustitución de harina de trigo por harinas de arroz y soya respectivamente, en las propiedades reológicas y calidad de nugget de pollo frito.

### **2.5.5. Análisis de textura de la corteza**

El parámetro de textura más apreciado en un producto empanizado frito es el crujiente (Fizman y Salvador 2003, Brannan *et al.* 2013). Por otro lado, Llorca (2003) recomienda que el producto final debe presentar una crujibilidad ideal tal que resista el primer mordisco pero que luego desaparezca en la boca.

### **2.5.6. Contenido de grasa**

El contenido de grasa de la corteza o del producto es afectado por la cantidad de aceite que ésta absorbe del medio de fritura. Existen tres mecanismos propuestos que explican la absorción de aceite en alimentos fritos: reemplazo acuático, efecto cooling-phase (efecto de fase de enfriamiento), y la teoría surfactante de la fritura (Dana y Saguy 2006, Brannan *et al.* 2013, Zeng *et al.* 2016).

Este parámetro depende de varios factores tales como: temperatura y tiempo de fritura, composición del rebozado y/o empanado, composición del alimento substrato y calidad del aceite (Llorca 2003, Sharma *et al.* 2003, Guerrero y Rosmini 2009). Cabe resaltar que la absorción de aceite sigue después de que el producto es retirados del aceite (Brannan *et al.* 2013).

Brannan *et al.* (2013), relataron que el aumento de contenido de grasa tras la fritura puede ser debido a la disminución del contenido de humedad en el producto final. También se conoce que uno de los factores principales que influye en la absorción de aceite son los ingredientes de la masa para rebozar (Jamshidi y Shabanpour 2013).

Por otro lado, Dana y Saguy (2006), menciona que la reducción de la absorción de aceite es debido a la mejor formación de la corteza desarrollada o a la reducción de la porosidad de la corteza, éste sirve de barrera física entre la matriz alimentaria y el medio circundante. Muchos investigadores han determinado el contenido de grasa tras la fritura en pescados y mariscos rebozados empanizados y fritos:

Jamshidi y Shabanpour (2013), encontraron para los palitos de atún con incorporación al 2 por ciento de HPMC, un contenido de grasa tras la prefritura igual a 6,74 por ciento.

Al respecto Pérez-Palacios *et al.* (2013), estudiaron las características sensoriales y nutricionales de la cobertura de empanado de los filetes de merluza cómo son afectados por condiciones de cocción, donde reportaron para una muestra de 30g en promedio sometido a fritura a 180°C durante 2 minutos, un contenido de grasa igual a  $12,78 \pm 3,74$  por ciento.

Salvador *et al.* (2008), evaluaron el efecto de metil celulosa MC en la capa de rebozado de productos fritos, donde hallaron un contenido de grasa tras la fritura de 8,9 por ciento para anillos de calamar sin el paso de prefritura y empleando 2 por ciento de MC.

Mientras Sanz *et al.* (2004), reportaron el efecto de concentración y temperatura en propiedades de la masa de rebozado añadiendo MC aplicados a mariscos rebozados y fritos, donde hallaron para una temperatura de batter 15°C y 2 por ciento de MC un contenido de grasa después de la prefritura igual a 6,7 por ciento. Así como Brannan *et al.* (2013), encontró para el camarón rebozado empanizado y frito un contenido de grasa igual a 12,28 por ciento.

Zeng *et al.* (2016), estudiaron la reducción de absorción de aceite en bolitas de pescado rebozado y empanizado, incorporando fibra alimentaria brote de bambú en el rebozado, donde determinó un contenido de grasa de la corteza de 17,65 - 20,53 por ciento.

Estudio realizado por Miranda *et al.* (2010) sobre el efecto de la cocción en la prefritura industrial y doméstico en la composición de pescado empanizado (empanadilla de atún) congelado, hallaron un contenido de grasa igual a 14,05 por ciento, donde empleo aceite de girasol.

Chen *et al.* (2009) evaluaron el efecto de la fórmula de masa para rebozar en calidades de fritura de nugget de pescado, hallando un contenido de grasa tras la fritura de 9,14 y 9,66 por ciento sustituyendo harina de trigo por proteína de trigo y soya respectivamente.

Estudio llevado a cabo por Salvador *et al.* (2005), reportaron sobre el efecto de la adición de ingredientes diferentes en las características de una capa de masa para rebozar en anillos de calamar fritos preparados sin un paso de prefritura, donde determinaron un contenido de

grasa de la corteza tras la fritura un valor de 13,7 por ciento, cuando se sustituyó 7,5 por ciento de harina de trigo por maicena modificada.

También se reportaron referente a otros productos, tal es el caso de Antonova (2001), donde determinó un contenido de grasa en la corteza de nugget de pollo empanizado frito, valores de entre 20,73 -34,36 por ciento. El mismo autor encontró para el mismo producto, un contenido de grasa, valores que comprendió entre 20,18–25,14 por ciento.

Maskat y Kerr (2002), estudiaron sobre la caracterización de la corteza de pechuga de pollo frito y empanizado con diferentes tamaños de partículas de migas de pan, donde obtuvieron como resultado un contenido de grasa de la corteza tras la fritura de 28,2; 18,7 y 17,6 por ciento para tamaños de miga: pequeño, mediano y grande respectivamente.

Así como Mah *et al.* (2008), estudiaron la reducción de absorción de aceite en empanadas de pollo rebozadas y empanadas usando proteína aislada de suero como un fluido post empanizado, hallando un contenido de grasa en el producto final empleando migas de pan japonés, valores que variaron entre 12,30 - 14,41 por ciento.

Cabe resaltar que cualquier ventaja alimenticia ganada disminuyendo la absorción de aceite en alimentos fritos rebozados y empanizados, será para nada si los productos no son fácilmente aceptables por los consumidores (Brannan *et al.* 2013).

### **2.5.7. Contenido de humedad**

Es uno de los parámetros de calidad más evaluado en alimentos rebozados empanizados y fritos. Diversas investigaciones fueron dirigidas a determinar el contenido de humedad tras la fritura en pescados y mariscos rebozados empanizados y fritos:

Jamshidi y Shabanpour (2013) encontraron en los palitos de atún, la muestra que presentó el contenido de grasa más alta, ésta a su vez presentó el menor contenido de humedad. Así la muestra con incorporación de hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) al 2 por ciento, mostró un contenido de humedad tras la prefritura igual a 60,15 por ciento.

Mientras Pérez-Palacios *et al.* (2013), estudiaron las características sensoriales y nutricionales de los filetes de merluza, cómo son afectados por condiciones de cocción de la cobertura de pan, donde reportaron un contenido de humedad de  $58,91 \pm 1,29$  por ciento, para una muestra de 30 g en promedio y sometido a fritura  $180^{\circ}\text{C}$  durante 2 minutos.

Salvador *et al.* (2008) evaluaron el efecto de metil celulosa MC en la capa de rebozado de productos fritos, donde hallaron un contenido de humedad tras la fritura de 59 por ciento para anillos de calamar sin el paso de prefritura y empleando 2 por ciento de MC.

Estudio llevado a cabo por de Sanz *et al.* (2004) sobre el efecto de concentración y temperatura en propiedades de masa de rebozado añadiendo 2 por ciento de MC y una temperatura de batter  $15^{\circ}\text{C}$ , aplicados a mariscos rebozados y fritos, determinó un contenido de humedad tras la prefritura igual a 51,2 por ciento. Así como Brannan *et al.* (2013) encontró un contenido de humedad igual a 52,86 por ciento, para el camarón rebozado empanizado y frito.

Chen *et al.* (2008), estudiaron la utilización de HPMC para mejorar la corteza crujiente en la cocción final por microonda de nugget de caballa rebozadas, donde el contenido de humedad de la corteza después de la fritura fue de 21 – 26 por ciento.

Estudio realizado por Zeng *et al.* (2016) sobre la reducción de absorción de aceite en bolitas de pescado rebozado y empanizado incorporando fibra alimentaria brote de bambú en el rebozado, donde encontró un contenido de humedad en la corteza de 35,62 - 36,27 por ciento. El mismo autor determinó que al aumentar la incorporación de fibra, incrementó la humedad y, a su vez disminuyó el contenido de grasa en la corteza y en la matriz alimentaria.

Miranda *et al.* (2010) evaluaron el efecto de la cocción de prefritura industrial y doméstico en la composición de pescado empanizado (empanadilla de atún) congelado, donde determinaron una composición de humedad, ceniza y proteína igual a 50,77; 2,21 y 5,15 por ciento respectivamente, en la cual utilizó aceite de girasol.

Chen *et al.* (2009), evaluaron el efecto de la fórmula de masa para rebozar en calidades de fritura de nugget de pescado, hallando una humedad tras la fritura de 48,61 y 48,81 por ciento, sustituyendo harina de trigo por proteína de trigo y soya respectivamente.

Mientras Salvador *et al.* (2005), estudiaron el efecto de la adición de diferentes ingredientes en las características de una capa de masa para rebozar en anillos de calamar fritos preparados sin un paso de prefritura, donde determinaron un contenido de humedad de la corteza tras la fritura un valor de 29,3 por ciento al sustituir 7,5 por ciento de harina de trigo por maicena modificada.

Se llevaron a cabo estudios referente a otros productos rebozados empanizados: Antonova (2001) determinó un contenido de humedad en la corteza de nugget de pollo empanizado y frito, valores de entre 30,73 – 39,25 por ciento. El mismo autor determinó para el mismo producto, un contenido de humedad valores de entre 58,22 – 64,92 por ciento.

Al igual que Maskat y Kerr (2002), en su estudio sobre la caracterización de la corteza de pechuga de pollo empanizado y frito con diferentes tamaños de partículas de migas de pan, obtuvieron como resultado un contenido de humedad de la corteza tras la fritura de 51,8; 51,6 y 42,7 por ciento para tamaños de miga: pequeño, mediano y grande respectivamente.

Mah *et al.* (2008) estudiaron la reducción de absorción de aceite en empanadas de pollo freídas en aceite, rebozadas y empanadas usando proteína aislada de suero como un fluido post empanizado, hallando un contenido de humedad en el producto final empleando migas de pan japonés, valores de entre 49,82 - 51,34 por ciento.

Mientras Dogan *et al.* (2015) evaluaron el efecto de la sustitución de harina de trigo por harinas de arroz y soya en las propiedades reológicas y calidad de nugget de pollo frito, donde encontraron valores de contenido de humedad de 55 y 54 por ciento respectivamente.

Por otro lado Ngadi *et al.* (2007) manifiesta que estudios anteriores demuestran que hay una correlación directa entre la pérdida de humedad y la absorción de aceite.

### **2.5.8. Color de la corteza**

Las reacciones de pardeamiento no enzimático es un factor responsable en la coloración de la corteza durante la fritura (Llorca 2003). La caramelización de la corteza es afectado principalmente por la presencia de azúcares reductores en el rebozado y empanado (Chen *et al.* 2008). Al respecto Zeng *et al.* (2016) manifiesta, el color de oro de la corteza frita es debido a la reacción de Maillard y caramelización del azúcar, a temperatura de fritura más alta de tratamiento (Jamshidi y Shabanpour 2013).

### **2.5.9. pH del producto**

Jamshidi y Shabanpour (2013) encontraron para los nuggets de atún tras la fritura, valor de pH de entre 6,73 - 6,80. Por otro lado, Teruel *et al.* (2015) encontró para nugget de pollo incorporando extracto de romero, un valor de pH 6,43.

### **2.5.10. Contenido de proteína en el producto**

Los porcentajes de proteína serán afectados ligeramente por la absorción de aceite, pérdida de humedad y la aplicación de una masa para rebozar y empanizar (Brannan *et al.* 2013). Así el mismo autor manifiesta que el camarón rebozado empanizado y frito presentó un contenido de proteína igual a 21,39 por ciento.

### **2.5.11. Contenido de fibra dietaria en el producto**

La presencia o aumento en contenido de fibra en productos fritos rebozados y empanizados dependerá de la composición de la corteza, que puede ser afectada por ingredientes usados para inhibir la absorción de aceite (Brannan *et al.* 2013).

Es importante mencionar que muchos ingredientes que son usados para inhibir la absorción de aceite en alimentos fritos son hidratos de carbono no digestible, es decir, fibra.

## **2.6. PRUEBAS SENSORIALES**

Para Hernández (2005) y Espinosa (2007), existen dos grandes grupos de pruebas sensoriales. Por un lado, están las pruebas analíticas, empleado generalmente en etapas durante la elaboración o antes de la obtención del producto final, también es usado en pruebas de estudio de vida útil. Por otro lado, se encuentran las pruebas afectivas, usado generalmente cuando el producto ya ha sido elaborado, es decir para el producto final.

### **2.6.1. Pruebas analíticas**

También conocido como pruebas orientadas al producto (Watts *et al.* 1992), debido a que una de las características principales es que en esta prueba participan evaluadores capacitados o entrenados, con un grado de desarrollo de agudeza sensorial para evaluar al producto sin considerar los gustos y preferencias personales.

Es así que previo a llevar a cabo este tipo de prueba, primero se procede a la capacitación de evaluadores de manera cronológica: pre selección de evaluadores, selección de evaluadores, capacitación de evaluadores y finalmente comprobación (CODEX CAC/GL 31-1999).

Dentro de las pruebas de este tipo se destacan las pruebas de ordenación, pruebas de diferenciación y pruebas de comparación. (Watts *et al.* 1992, Hernández 2005, Espinosa 2007). A continuación se describe algunas de las pruebas empleadas en el presente trabajo.

#### **a. Prueba de Ordenación (prueba de Friedman)**

Es un procedimiento de comparaciones múltiples que involucra la suma de rangos de Friedman para el análisis de datos ordinales (Pedrero y Pangborn 1996). Caso experimento I, donde los evaluadores capacitados dieron su dictamen correspondiente a las muestras presentadas, Anexo 10.



## **b. Escala de Intensidad de Atributo**

Fue empleado para el evaluar la vida útil del producto. Para el óptimo cumplimiento del procedimiento de esta prueba sensorial es necesario suministrar al evaluador una muestra de la referencia y una muestra del material problema para cada descriptor. Los evaluadores serán aquellos individuos capacitados/entrenados en la técnica sensorial y que manifiesta capacidad para reproducir sus dictámenes. La hoja de respuesta presenta un continuo de intensidad para cada descriptor, el cual va de menos a más respecto a la muestra referencia, ésta última ubicada en el centro de la escala, tal como se muestra Anexo 22.

### **2.6.2. Pruebas afectivas**

Son pruebas orientadas al consumidor (Watts *et al.* 1992), debido a que es realizado por consumidores, vale decir jueces no entrenados donde se le pide al evaluador que ordene las muestras presentadas según su gusto y preferencia. Generalmente, es realizado al producto final. A continuación, se describe las pruebas empleadas en el presente trabajo.

#### **a. Prueba de Preferencia**

El objetivo de esta prueba es ordenar, según las opiniones de un grupo de consumidores, un par o una serie de muestras de acuerdo con un aprecio personal o preferencia (Pedrero y Pangborn 1996). La oración que ejemplifica esta prueba es: Indique en secuencia numerada (del 1 al 4) el orden de mayor a menor preferencia, la ficha empleada se muestras en los Anexos 21.1 y 21.2.

#### **b. Escala hedónica verbal de nueve puntos para Aceptabilidad**

Consiste en pedir a los panelistas que den su opinión sobre el grado de satisfacción que tienen de un producto. La escala verbal va desde me gusta muchísimo hasta me disgusta muchísimo, por tanto la escala debe ser impar con un punto intermedio de ni me gusta ni me disgusta.

Acebedo (2004), uso la prueba afectiva de escala hedónica verbal para evaluar el grado de aceptabilidad de los nugget de pollo y consideró tres atributos sensoriales a evaluar: apariencia general o visual, sabor y textura.

Mientras Jamshidi y Shabanpour (2013), obtuvieron como resultado de la evaluación sensorial de palitos de atún empleando la escala hedónica verbal de nueve puntos, la siguiente calificación: apariencia general  $7,71 \pm 0,18$ ; sabor  $7 \pm 0,22$  y textura  $7,71 \pm 0,18$ .

Por otro lado, Khazaei *et al.* (2016), estudiaron referente al efecto de antioxidante de la goma de albahaca en consumo de aceite y oxidación en el camarón durante la fritura, donde reportaron para los atributos: apariencia general, sabor y textura en camarón frito recubierto, puntajes de  $8,1 \pm 0,23$ ;  $8,2 \pm 0,25$  y  $8,1 \pm 0,18$  respectivamente.

## **2.7. EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL PRODUCTO FINAL ALMACENADO EN CONGELACIÓN**

La congelación es uno de los métodos de conservación más importante para carnes, incluido los productos empanizados y prefritos, comparado con otros métodos. Este método lleva a una pérdida mínima de la calidad durante el almacenamiento (Soyer *et al.* 2010).

Durante la conservación en congelación, el hielo situado en la parte externa del producto sublima, produciéndose una deshidratación superficial (Hall 2001, Genot 2003). Además, las proteínas sufren una desnaturalización durante la congelación y conservación en frío, modificando así las propiedades funcionales de las mismas, como consecuencia es alterada la capacidad de retención de agua, solubilidad y actividad enzimática. Esta pérdida de agua se ve afectada por fluctuaciones de temperatura, envasado de los productos y durante la descongelación mediante la formación del exudado. Por tanto, los cambios que los productos pueden sufrir van desde la pérdida de humedad, pérdida de la calidad sensorial, oxidación de la grasa, incluso modificar la calidad sanitaria inicial del alimento. A continuación se muestra los parámetros evaluados durante el periodo de almacenamiento en congelación del producto final.

### **2.7.1. Evaluación sensorial**

Es uno de los indicadores más importantes en el estudio de estabilidad en productos alimentarios, pues indica el límite de aceptación referente a los atributos sensoriales. Para el presente trabajo se evaluó la intensidad de cambio de los atributos sensoriales (sabor, olor y jugosidad) en función al tiempo de almacenamiento en congelación.

Jamshidi y Shabanpour (2013), estudiaron el almacenamiento en congelación a  $-18^{\circ}\text{C}$  en nugget de atún prefritos usando HPMC en el enharinado y rebozado durante cuatro meses, donde encontraron que no mostró ninguna diferencia significativa en los atributos de color, textura y sabor.

Por otro lado, Teruel *et al.* (2015), evaluaron el efecto del extracto de romero (antioxidante natural) en la calidad físico, químico y sensorial de nuggets de pollo envasados en bolsa de polietileno y almacenado en congelación a  $-18^{\circ}\text{C}$  durante 9 meses, donde encontraron que los atributos sensoriales no mostraron cambios significativos, excepto la crujibilidad y jugosidad, posiblemente debido a la formación de cristales durante la congelación lo cual se vio afectada en la descongelación del producto como pérdida de agua.

### **2.7.2. Evaluación microbiológica**

Los cambios significativos en el recuento de microorganismos indicadores de alteración tal como el grupo de aerobios mesófilos, puede indicar el grado de aceptación durante el tiempo de almacenamiento de productos alimentarios, de acuerdo a la norma técnica sanitaria. García de Fernando *et al.* (2016) mencionan que la vida útil de productos marinos congelados no viene limitada por causa microbiológica sino típicamente se debe a cambios oxidativos durante almacenamiento en congelación.

Jamshidi y Shabanpour (2013) como parte de su estudio sobre el tiempo de durabilidad antes de la venta en almacenamiento en congelación ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) en palitos de atún, encontró que las bacterias mesófilos tienden a disminuir, así para el cuarto mes alcanzó 4 Log (UFC/g). Por otro lado, Hernández. (2005) estudió el almacenamiento en congelación a  $-18^{\circ}\text{C}$  de puré de palta, donde halló una disminución en el recuento (UFC/g) de aerobios mesófilos, pasando de  $1,1 \times 10^4$  (día cero) a  $4,6 \times 10^3$  día 60 (luego de 2 meses).

Mientras Acebedo (2004), estudió la vida útil en nugget de pollo durante un periodo de almacenamiento bajo condiciones de congelación a -25°C durante 4 meses, y encontró que del día cero hacia el día 60, las bacterias *Staphylococcus aureus* se mantuvieron menor a tres (< 3 NMP/g).

### **2.7.3. Evaluación del valor de peróxido (PV)**

La oxidación de lípidos es la forma principal del deterioro en alimentos cárnicos almacenados en congelación (Soyer *et al.* 2010), ya que es el factor más importante en la pérdida de calidad, evidenciándose así en cambios sensoriales (sabor, olor y color) del producto almacenado. Uno de los parámetros de calidad en la oxidación lipídica más usado, es el valor de peróxido (PV).

Es una medida de la concentración de peróxidos e hidroperóxidos formado en las etapas iniciales de la oxidación lipídica (Haghshenas *et al.* 2015). El mismo autor encontró un aumento en el PV de 0.47 a 1,73 meq peróxidos/kilogramo de lípido luego de 2 meses (día 60) para nugget de camarón precocido a vapor y almacenado a -18°C.

Por otro lado, Soyer *et al.* (2010), estudiaron el efecto de la temperatura de congelación y duración de almacenamiento en congelación sobre la oxidación de lípidos y oxidación de proteína en carne de pollo, donde encontraron un incremento en el PV pasando de día cero 2,7 meq O<sub>2</sub>/kg de grasa a día 60 (después de 2 meses) 5 meq O<sub>2</sub>/kg de grasa para pechuga de pollo almacenado a -18°C.

Mientras Ko-Eun *et al.* (2013), estudiaron la acción antioxidante de ganghwayakssuk (*Artemisia princeps* Pamp.) en combinación con ácido ascórbico para aumentar la vida útil de nuggets de pollo y almacenados a 4°C, donde reportaron un aumento del PV de 15,49 meq O<sub>2</sub>/kg (día cero) a 33,16 meq O<sub>2</sub>/kg (día 15).

El mismo autor líneas arriba afirma que el aumento de PV se sostiene en que la formación de hidroperóxidos se da a una mayor velocidad comparada con la degradación de hidroperóxidos en productos de oxidación en la etapa secundaria durante almacenamiento en refrigeración.

#### **2.7.4. Evaluación del pH**

El pH es un indicador serio en la estabilidad del alimento, porque está relacionado con la microbiología y reacciones químicas en el deterioro de alimentos (Ko-Eun *et al.* 2013).

El mismo autor líneas arriba, estudió la acción antioxidante de ganghwayakssuk (*Artemisia princeps* Pamp.) en combinación con ácido ascórbico para aumentar la vida útil de nuggets de pollo almacenados a 4°C, donde encontraron una disminución en el valor de pH de 6,54 (día cero) a 6,47 (día 15), incorporando la combinación de antioxidantes (ganghwayakssuk y ácido ascórbico).

Mientras Teruel *et al.* (2015), estudiaron el efecto del extracto de romero (antioxidante de la grasa) en la calidad de nugget de pollo almacenados en congelación a -18°C y envasadas en bolsas de polietileno, donde encontraron para el antioxidante más efectivo (acetona en polvo), el pH no presentó variación significativa, pues pasó de día cero 6,43 a 6,42 para el tercer mes (día 90).

Por otro lado, Ozer y Saricoban (2010), evaluaron el efecto de antioxidantes (BHA, ácido ascórbico y tocoferol) en algunas características de calidad en pollo deshuesada mecánicamente durante el almacenamiento en congelación a -20°C, donde reportaron para el ácido ascórbico una disminución del valor de pH de 6,23 (día cero) a 6,11 (día 60) para luego aumentar hasta el sexto mes a 6,18; esta disminución en el valor de pH también sucedió para el resto de antioxidantes usados.

#### **2.7.5. Evaluación del contenido de humedad**

Gennadios *et al.* (1997) estudió el almacenamiento en congelación a -20°C en anillos de cebolla empanizado y frito durante una semana en bolsa de polietileno, donde encontró que los anillos de cebolla perdieron jugosidad debido a la migración de humedad hacia la capa (corteza), por el contrario la corteza presentó un aumento en la humedad, en comparación con anillos fritos frescos.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

Fue realizado durante el periodo noviembre 2016-julio 2017 en las siguientes instalaciones:

- Laboratorio de procesos, laboratorio de ingeniería y laboratorio de química, todos pertenecientes a la facultad de pesquería de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).
- Laboratorio de tecnología de alimentos y productos agropecuarios (TAPA), y laboratorio de investigación de alimentos, ambos perteneciente a la facultad de industrias alimentarias de la UNALM.
- Laboratorio de calidad del programa de investigación y proyección social en cereales y granos nativos (PIPS) de la facultad de agronomía de la UNALM.

#### **3.2. MATERIALES Y EQUIPOS**

##### **3.2.1. Materias primas**

###### **a. Manto de pota**

Se adquirió manto de pota entero fresco eviscerado y conservado en hielo de tres tamaños diferentes, en el terminal pesquero de Villa María del Triunfo, donde fue transportado en cajas isotérmicas con hielo. La materia prima llegó al laboratorio a una temperatura central igual a  $1,4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2$  y fue procesado inmediatamente tras su llegada al laboratorio.

## **b. Granos Andinos**

Fueron adquiridos en los supermercados locales: quinua (*Chenopodium quinoa*) perlada de la marca Incasur ® y kiwicha (*Amaranthus caudatus*) en grano de la marca Mara cusco ®.

### **3.2.2. Ingredientes, insumos y aditivos**

- Aceite de girasol, Ideal premium ®
- Sal yodada, Emsal ®
- Especias y condimentos: pimienta blanca y ajo deshidratado, Montana ®
- Glutamato monosódico (GMS), aji-no-moto ®
- Harina de trigo, Molitalia ®
- Almidón de maíz, maizena ®
- Breeding krispy, Griffith foods ®
- Almidón de papa, Negrita ®
- Carboximetilcelulosa (CMC), Montana ®
- Goma Xanthan, Montana ®
- Polifosfato de sodio, Montana ®
- Proteína aislada de soya, Montana ®
- Ácido cítrico, Montana ®
- Azúcar rubia, Cartavio ®
- Manteca vegetal, Tropical ®
- Leche en polvo, Anchor ®
- Agua de mesa, La Molina ®
- Agua desionizada 0,3µS, Aguaplus ®

### **3.2.3. Materiales de laboratorio y reactivos**

- Mortero de porcelana
- Sistema Soxhlet
- Célula Conway
- Papel filtro
- Tamices Retsch AS 200 número de malla: 35, 60, 120 y menor a 120
- Materiales de vidrio (bureta, pipeta, baqueta, probeta, fiola, matraz erlenmeyer, tubos de ensayo y vaso precipitado).
- Ácido sulfúrico concentrado 98%, Merck ®
- Hidróxido de sodio: al 40% (p/v), 0.04 N, Merck ®
- Indicador de Tashiro Kjeldahl
- Éter de petróleo, J.T.Baker ®, Made in USA
- Sulfato de sodio anhidro, J.T. Baker ® Made in Mexico
- Soluciones buffer pH 7 y pH 4

### **3.2.4. Equipos e instrumentos de laboratorio**

- Molino de rotor de impacto para granos SR 300 Retsch, Germany
- Tamizadora vibratoria Retsch AS 200 control Retsch, Germany
- Reómetro programable RVDV-III Ultra RY82670, EE UU
- Estufa MEMMERT 854 Schwabach
- Mufla NABERTHERM 3000°C LE020K1RN 11002 2011
- Campana secador
- Cortadora de jamonada TYPE 829 AMPS 2 Número 37523 82-114



- Máquina de compresión INSTRON 3365 N°: S5401A PL4 MAX.LOA
- Termómetro portable TERMOFIX 436-5320 ATC de lectura directa
- Baño María MEMMERT TPO 22
- Baño María VWR 1150S
- Balanza analítica SARTORIUS/AG GOTTINGEN GERMANY precisión 0,001g
- Balanza electrónica capacidad de 25kg
- Agitador Vortex marca RKI PT SHAKER
- Campana extractora eléctrica de gases
- Congeladora marca LG-T403QC
- Congeladora marca INRESA ALASKA 200PBO 14081929E00220
- Selladora eléctrica de bolsas plásticas SAMWIN SF 300S
- Secador de bandejas RETER Modelo DRR-200
- Multiprocesadora de Alimentos Phillips 650W HR7632
- Freidora eléctrica practikapro 2K960 MPO39.05.11 700-800W
- Vernier digital UBERMANN precisión  $\pm 0.02$  mm, Germany

### **3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y EVALUACIÓN**

#### **3.3.1. Materias primas**

##### **a. Análisis físico-organoléptico:**

###### **Manto de pota**

- Según Bravo (2001) a través de la Tabla de evaluación físico-organoléptica para pota, Anexo 1.

**b. Análisis físico:**

**Quinua y kiwicha**

- Granulometría: Se empleó el tamizador Retsch, el ensayo fue realizado a partir de una muestra de 100 g sometidos a 10 minutos y una velocidad 60 rpm, al final de los cuales se pesaron las fracciones retenidas en cada malla (INDECOPI 1995).

**c. Análisis químico:**

**Manto de pota, quinua y kiwicha**

- Proteína (Método AOAC, 1995): Método micro Kjeldahl (N x 6,25)
- Grasa (Método AOAC, 1995): Método Soxhlet
- Ceniza (Método AOAC, 1995): Incineración en mufla a 550°C
- Humedad (Método AOAC, 1995): Desecación por estufa 102 ± 2°C
- Carbohidratos: por diferencia

**Quinua y kiwicha**

- Determinación de Fibra Cruda. Método AOAC, 1995 (Método enzimático-gravimétrico).

**Manto de pota**

- Determinación de trimetilamina N-TMA: Método, AOAC, 1995: Realizado únicamente al manto de pota.

### 3.3.2. Parte experimental

#### a. Análisis físico:

##### Experimento II y III

- Determinación de la viscosidad aparente de la masa de rebozado: Se llevó a cabo mediante un Reómetro programable RVDV-III Ultra RY82670, EE UU. Las muestras fueron ajustadas a una temperatura de 15°C y medidas usando un espín RV5 a una velocidad de penetración de 25 rpm. Equipado con un Software Rheocalc V3.2 Build 47-1: Reómetro # 1, versión para Windows.

- Determinación del índice de recubrimiento (IR): Paniagua (2014-2015)

$$IR = \frac{(\text{Peso del aro empanizado antes de su fritura} - \text{peso del substrato}) \times 100}{\text{Peso del aro empanizado antes de su fritura}}$$

- *Pick-up* (%): (Baixauli *et al.* 2003, Salvador *et al.* 2004)

$$\text{Pick-up} = \frac{\text{Peso de la cobertura tras la fritura} \times 100}{\text{Peso del producto tras la fritura}}$$

- Determinación del grosor de la corteza: Paniagua (2014-2015)

- Absorción de aceite (g): diferencia de peso (Yeyinli, 2008)

#### b. Análisis químico:

##### Experimento I

- Determinación de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>4</sub>) llevado a cabo para anillas tratadas mediante lixiviación: Método Sorensen 1980, método de espectrofotometría de Nessler modificado, leída a 425 nm y una curva estándar con cloruro de amonio, Anexo 18.

##### Experimento II y III

- Determinación del contenido de humedad y grasa, según el apartado 3.3.1 (c). Llevado a cabo para la corteza de aros rebozados empanizados y prefritos.

**c. Análisis sensorial:**

**Experimento I**

- Evaluación sensorial mediante una tabla adaptado a partir de FAO (1992) y Maza *et al.* (2003). Anexo 10. Llevadas a cabo con evaluadores capacitados (CODEX Alimentarius CAC/GL 31-1999). Las muestras fueron cocidas por inmersión en agua y protegidas por bolsas de polipropileno.

**Experimento III**

- Prueba de preferencia (prueba afectiva), según Pedrero y Pangborn 1996, Anexo 20.

**3.3.3. Producto final**

**a. Análisis fisicoquímico**

- pH: Método AOAC, 1995. Fueron homogenizados 5 g de muestra en 45 ml agua

**b. Análisis Químico**

Se determinó el contenido de proteína, humedad, ceniza, fibra dietaria total (FDT) y grasa, según los métodos descritos en el apartado 3.3.1 (c), método AOAC. (1995).

**c. Análisis Microbiológico**

- *Escherichia coli* NMP/g: Método ISO/TS 16649-3, 2005
- Aerobios mesófilos viables UFC/g: Método FDA/BAM On line 8th Ed. Rev. A/1998.
- *Staphylococcus aureus* NMP/g: Método ICMSF Vol. I Parte II Ed.2 Pág. 235-238

**d. Análisis Sensorial**

- Prueba de Aceptabilidad general, escala hedónica verbal de nueve puntos. Llevado a cabo con consumidores potenciales (Hernández 2005 y Espinosa 2007).

### **3.3.4. Estabilidad del producto en almacenamiento en congelación a -30°C**

- a. Análisis químico:** Valor de peróxido (PV), Método AOAC (2012)
- b. Análisis fisicoquímico:** Determinación de pH y humedad según metodología 3.3.3 (a)
- c. Análisis sensorial:** Evaluación sensorial, según Pedrero y Pangborn 1996 (Anexo 8), con evaluadores capacitados (CODEX Alimentarius CAC/GL 31-1999).
- d. Análisis Microbiológico**

Se realizó el recuento de *Escherichia coli* NMP/g, Aerobios mesófilos (30°C) UFC/g y *Staphylococcus aureus* NMP/g, según los métodos descritos en el apartado 3.3.3 (c). La elección de los grupo de microorganismos fue según requerimiento de la Norma técnica sanitaria para productos hidrobiológico empanizados precocidas y cocidos congelados, R°057-2016-SANIPES.

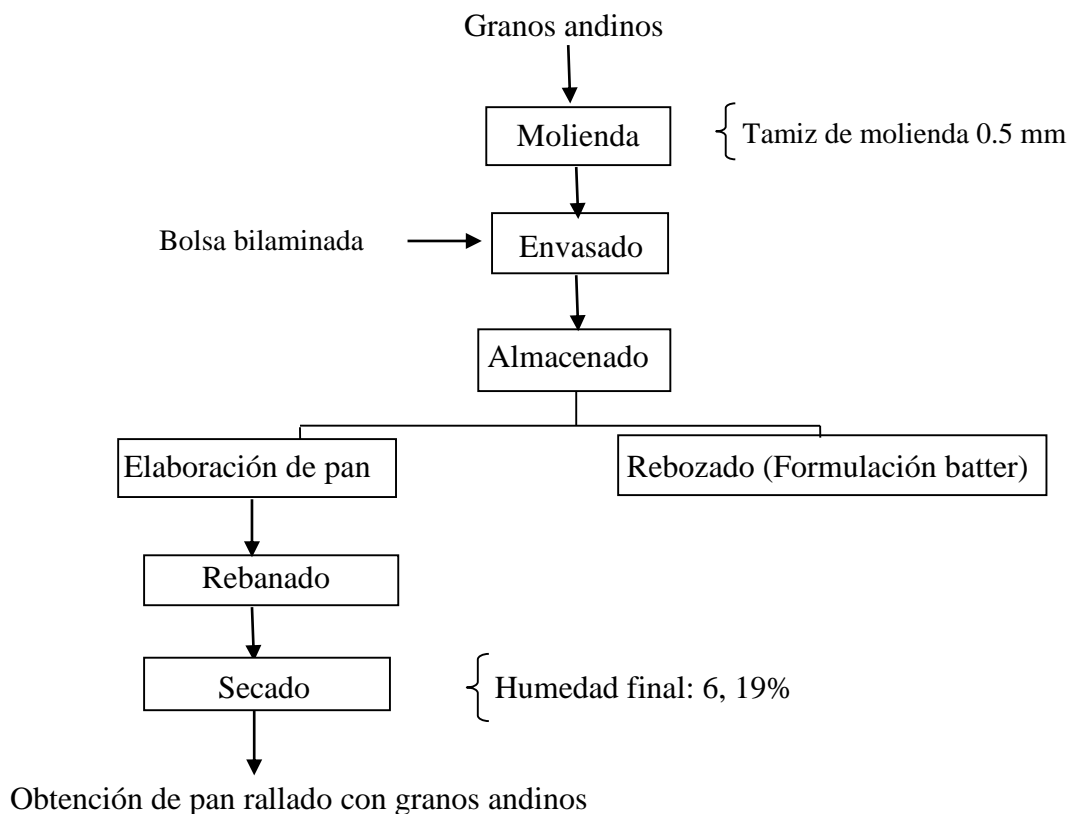
### **3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

Previo a la ejecución del experimento se procedió al acondicionamiento de granos andinos, Figura 4, además se procedió a la selección y capacitación de evaluadores para las pruebas sensoriales de los experimentos I, III y evaluación de la estabilidad. El presente estudio constó de tres experimentos, seguido de una caracterización del producto final y por último se evaluó la estabilidad del producto elaborado. Los experimentos fueron, Experimento I: Remoción del nitrógeno amoniacal del músculo de manto de pota; Experimento II: Efecto de la inclusión de granos andinos en el rebozado considerando los parámetros físicos y químicos; y Experimento III: Efecto de la Inclusión de migas de pan con granos andinos en el empanado, considerando los parámetros físico, químico y sensorial.

### 3.4.1. Acondicionamiento de granos andinos

#### a. Molienda de granos andinos

Los granos andinos, vale decir la quinua perlada y la kiwicha en grano, fueron sometidos a molienda para la obtención de harina integral respectivamente, realizado en el laboratorio del TAPA. Se separó una muestra representativa de cada una de las harinas con la finalidad de realizar el análisis de granulometría en el PIPS en cereales y granos nativos, y el resto de harina integral fue envasado en bolsas bilaminadas y almacenadas en un ambiente seco, hasta su posterior elaboración o proceso. Las harinas integrales obtenidas fueron empleadas: (1) usados como ingredientes en la formulación del batter, y (2) en la elaboración de pan en molde con granos andinos, usado en forma de pan rallado durante el empanizado del Experimento III. Tal como se muestra en la Figura 4 y Anexo 2.



**Figura 4: Flujograma para el acondicionamiento de granos andinos**

## **b. Elaboración de pan molde con granos andinos y obtención de migas**

Adaptado a partir Zapata (2010), donde se aplicó el método esponja y masa. Se utilizó el máximo porcentaje de inclusión de harina de granos andinos, 30 por ciento. La formulación y el flujo de operaciones para la elaboración de pan molde con granos andinos se muestra en los Anexos 4 y 5 respectivamente. Una vez obtenido el pan molde con granos andinos se procedió a la obtención de migas de pan con granos andinos. Se procedió a cortar transversalmente y retirar la corteza, para continuar únicamente con la hogaza y éstos fueron secados hasta peso constante (6,19 por ciento de humedad), Anexo 3.

### **3.4.2. Descripción y flujo de operaciones para la obtención de aros empanizados a partir de manto de pota con inclusión de granos andinos**

En la Figura 5 se muestra el flujograma de operaciones para la obtención de aros rebozados y empanizados con inclusión de quinua y kiwicha.

#### **a. Materia prima**

Fueron evaluados respecto al grado de frescura, mediante una tabla físico-organoléptico según Bravo (2001), Anexo 1. Se pesó y midió cada ejemplar, registrándose así peso, longitud y espesor de los mantos de pota, Tabla 6.

#### **b. Cortado**

Los mantos de pota fueron cortados en tiras de 20x7cm aproximadamente de manera manual, con la finalidad de mejorar la manipulación durante las siguientes operaciones.

#### **c. Lavado**

Las tiras de manto de pota fueron lavadas con agua fría a una temperatura no mayor a 2°C, con la finalidad de eliminar impurezas, material extraño y reducir la carga microbiana.

#### **d. Desollado**

Fueron separados la piel del músculo por ambos lados del manto de pota, de manera mecánica utilizando una cortadora de jamonada.

#### **e. Laminado**

Las tiras de manto de pota fueron laminadas considerando los diferentes espesores de láminas (7, 9 y 11 mm) y tamaño de manto de pota. Se realizó de manera mecánica mediante una cortadora de carne.

#### **f. Troquelado**

Las láminas de manto fueron troqueladas de forma manual, donde se mantuvo constante los valores de los diámetros exterior e interior, 6.7 y 5.6 cm respectivamente. Con la finalidad de obtener anillas de pota y, preparar las muestras que luego fueron sometidos a lixiviación.

#### **g. Lixiviación**

Las anillas fueron sometidas a lavados sucesivos con soluciones: ácido, salino y alcalino, y agitada cada 15 minutos en inmersión a temperatura menor a 10°C. El tratamiento control consistió en lavados únicamente con agua. Se trabajó con tres tamaños diferentes de manto de pota, Tabla 5, donde cada tamaño de manto fue sometido a todos los tratamientos (Tabla 7). En la Tabla 5 se muestran los tamaños (longitud, peso y espesor) de manto de pota y contenido inicial de nitrógeno amoniacal respectivamente, caso Experimento I.

**Tabla 5: Nitrógeno amoniacal y pH del músculo de manto de pota según tamaño, sometidos a Experimento I**

<b>Manto</b>	<b>Longitud (cm)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Espesor (cm)</b>	<b>N-NH<sub>4</sub> (mg/100g muestra)</b>	<b>pH</b>
1	82	12	4.5	279,3	6,19
2	62	4.21	2.3	98,9	6,36
3	57.3	3.43	1.9	76,8	6,25

Se aplicó una evaluación sensorial a muestras obtenidas luego del tratamiento, donde las anillas tratadas y cocidas fueron servidas a seis evaluadores capacitados. La ficha empleada para esta prueba se muestra en el Anexo 10.



#### **h. Precocido**

Se realizó por inmersión en agua, a temperatura de  $76\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$  por 4 minutos con agitación constante.

#### **i. Enfriado**

Fueron realizados a temperatura ambiente para luego ser enfriados en refrigeración a temperatura de  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 15 minutos.

#### **j. Rebozado**

El batter fue formulado tomando algunas consideraciones propuestas por Fiszman y Salvador (2003), Guerrero y Rosmini (2009). Los porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de granos andinos fueron 0, 10, 20 y 30 por ciento respecto al 100 por ciento de harina de trigo. Para una muestra de 100 g de materia seca, le corresponde 76,3 g de harina de trigo, Tabla 6. Manteniendo siempre la proporción quinua: kiwicha =1:1 y la relación de materia seca: agua fue de 1:1,6. El agua empleada fue agua desionizada a  $2^{\circ}\text{C}$ . La formulación de la materia seca para la preparación de la masa de rebozado se muestra en la Tabla 7.

#### **k. Empanizado**

Durante el experimento II se utilizó únicamente empanado comercial krusto breading con la finalidad de mantener constante el empanado y así evaluar el efecto de las harinas de quinua y kiwicha en la masa de rebozado. En cambio, caso experimento III, fue sustituido empanado comercial por 0, 25, 50, 75 y 100 por ciento de pan rallado con granos andinos, tal como se muestra en la Tabla 9.

#### **l. Prefritura**

Se procedió a freír individualmente cada unidad (Salvador *et al.* 2005, Albert *et al.* 2009) de aro de pota en aceite de girasol, a una temperatura de  $180^{\circ}\text{C}$  durante 30 s, fue llevado a cabo en una freidora eléctrica.

#### **m. Congelado**

Fue congelado a una temperatura de  $-30^{\circ}\text{C}$  por un tiempo de 12 horas y en bandejas metálicas, para su posterior envasado y almacenado.

## n. Envasado

Cada presentación estuvo conformada por cuatro unidades de aros empanizados. El envasado consto de dos bolsas, el primer envase primario correspondió a una bolsa de polietileno y el segundo envase constó de una bolsa bilaminada, Anexo 17.

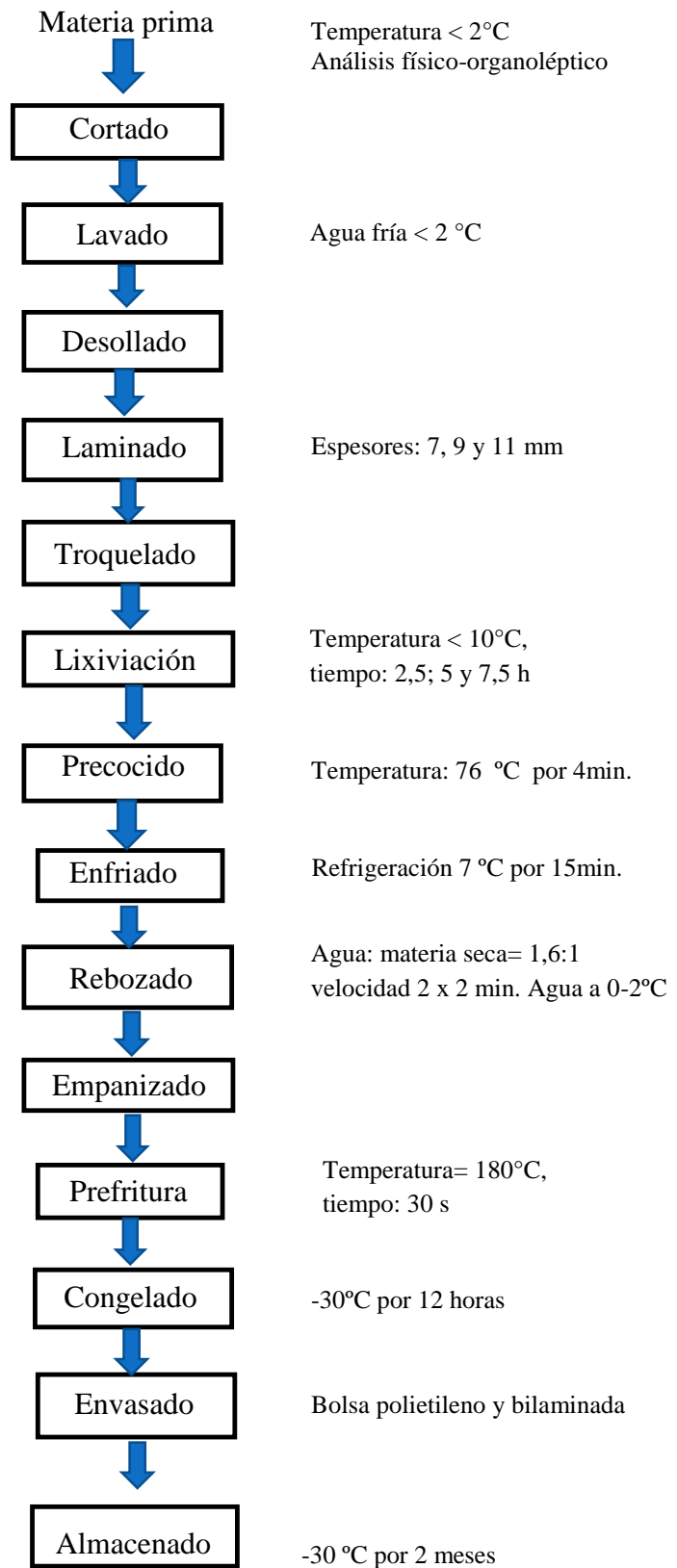
## o. Almacenamiento

Los productos aros empanizados y prefritos fueron almacenados a -30°C en una congeladora de uso exclusivo para el estudio de almacenamiento en congelación durante dos meses.

En la Tabla 7 se muestra la formulación de materia seca empleada para la masa de rebozado con incorporación de harina integral de granos andinos en los porcentajes 0, 10, 20 y 30 por ciento respectivamente.

**Tabla 6: Formulación del batter con incorporación de harinas de quinua y kiwicha**

Ingredientes	FORMULACIÓN			
	T0 (0%)	T1 (10%)	T2 (20%)	T3 (30%)
Harina de trigo	76,3	68,8	61,2	53,7
Harina de quinua	0,0	3,8	7,5	11,3
Harina de kiwicha	0,0	3,8	7,5	11,3
Almidón de maíz	17,0	17,0	17,0	17,0
Sal	3,4	3,4	3,4	3,4
Especias	0,5	0,5	0,5	0,5
CMC	2,5	2,5	2,5	2,5
GMS	0,3	0,3	0,3	0,3
Total (g)	100	100	100	100



**Figura 5: Flujo de operaciones para la obtención de aros empanizados a partir de manto de pota con inclusión de granos andinos**

### **3.4.3. Prueba de aceptabilidad del producto final**

Fue realizado a los aros a partir de manto de papa con inclusión de granos andinos, donde fueron evaluados tres atributos sensoriales: Apariencia general, textura y sabor (Mah y Brannan 2009). Para la presente prueba sensorial se contó con 50 consumidores potenciales, varones y mujeres, entre 18 y 50 años, los cuales no presentaron afecciones respiratorias ni eran alérgicos a los pescados y mariscos (Watts *et al.* 1992, Pedrero y Pangborn 1996). Se les entregó una ficha de respuesta y un vaso con agua carbonatada, Anexo 28.

Antes de iniciar la prueba sensorial, se procedió a explicar el formato de la ficha de respuesta y el orden cronológico a seguir, es decir, primero miran el producto y huelen, luego toman la primera mordedura y luego mastican el producto, finalmente identifican sensaciones después de tragar (Pérez- Palacios *et al.* 2013). Las muestras fueron servidas caliente ni bien se retiró del medio de fritura y servidas en plato de fondo blanco (Watts *et al.* 1992).

### **3.4.4. Evaluación de la estabilidad del producto final en almacenamiento en congelación**

El producto final obtenido fue sometido a evaluación de la estabilidad en almacenamiento en congelación a  $-30^{\circ}\text{C}$  por un periodo de 2 meses. Se preparó 256 aros empanizados prefritos y congelados, cada presentación contenía 4 unidades de aros prefritos, haciendo un total de 64 bolsas, Anexo 17. Las muestras fueron almacenados en una congeladora INRESA®, a una temperatura de  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Cada aro empanizado prefrito presentó un peso promedio de 30 gramos  $\pm$  5. Cabe destacar que para la prueba sensorial hubo una selección rigurosa de las muestras, con la finalidad de obtener muestras uniformes del mismo tamaño, de esta manera se consiguió reducir al máximo el error por estímulo (Watts *et al.* 1992). Los aros empanizados prefritos fueron envasados, donde cada muestra llevo consigo dos tipos de envases: (1) un envase primario (bolsa de polietileno) lo cual se caracteriza por estar en contacto directo con el alimento y (2) envase secundario (bolsa bilaminada), tal como se muestra en el Anexo 17, para luego ser almacenadas en congelación a  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Los análisis realizados fueron: análisis físico químico (pH, humedad y valor peróxido), microbiológico (aerobios mesofilos, *echerichia coli* y *stafilococcus aureus*) y sensorial correspondiente a tres atributos (olor, sabor y jugosidad). Todos los análisis fueron llevados a cabo cada siete días (una vez por semana) durante dos meses de estudio.

El panel sensorial estuvo conformada por seis evaluadores capacitados (CODEX Alimentarius CAC/GL 31-1999, Mah y Brannan 2009, Severiano *et al.* 2012). Las muestras fueron servidas a los evaluadores, una vez finalizada la fritura, caliente a una temperatura interna de 72°C (Ngadi *et al.* 2007, Mah y Brannan 2009, Barbut. 2013, Teruel *et al.* 2015), así mismo se les sirvió un vaso con agua carbonatada (50 mL) y se entregó la ficha de evaluación de Escala de Intensidad (Pedrero y Pangbor 1996), Anexo 21.

### **3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Como ya se explicó en el ítem 3.4, el trabajo constó de tres experimentos. De manera general y resumida se muestra en la Figura 6, y en seguida se pasa a desarrollar la ejecución de cada uno de los experimentos llevados a cabo de manera cronológica.

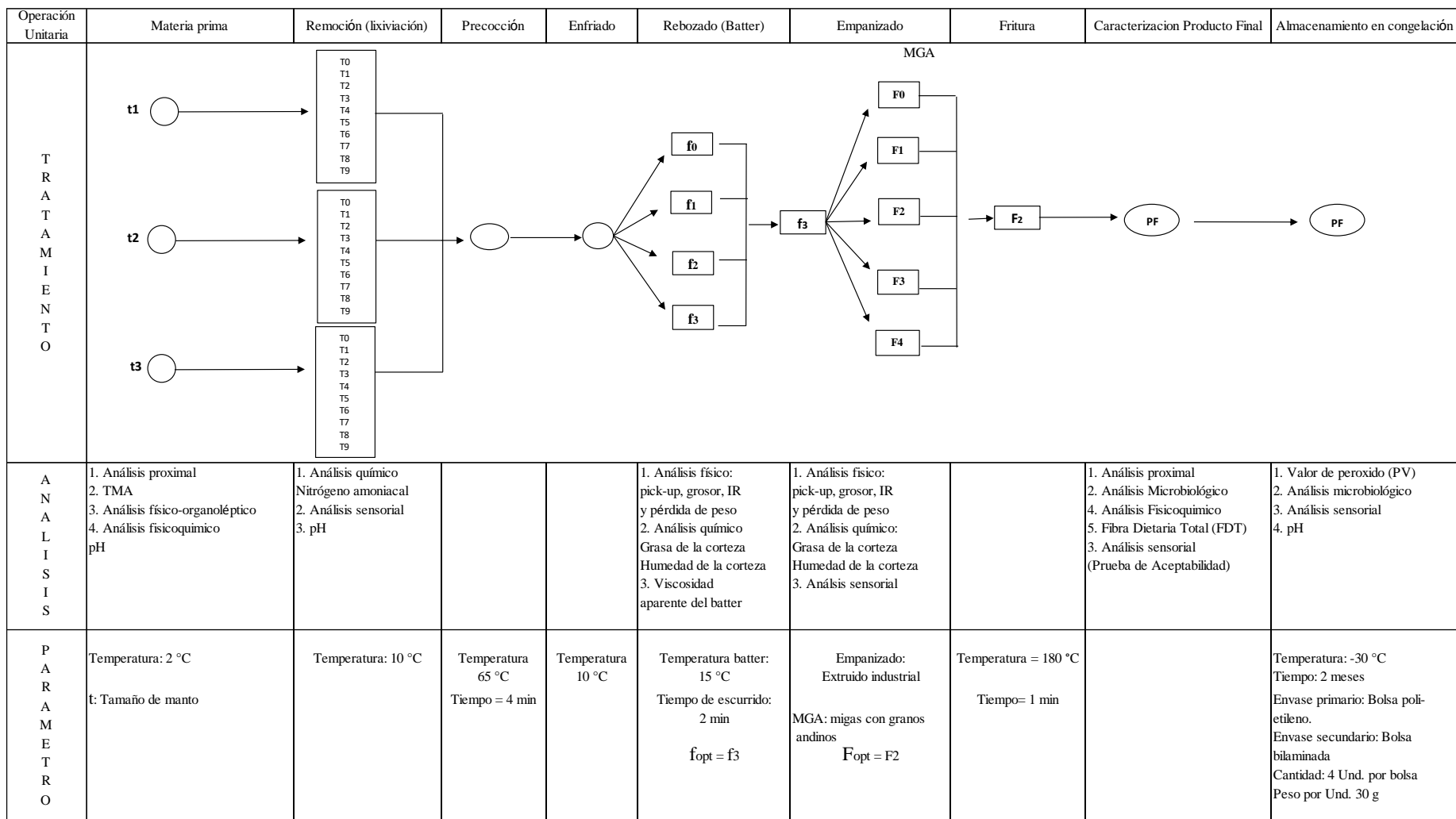


Figura 6: Diseño Experimental para la elaboración de aros de papa rebozados empanizados y prefrrito

Donde: t = tamaño de manto de papa; T = tratamiento; f = formulación del batter; F = formulación del empanado y PF = producto final

### 3.5.1. Experimento I: Remoción de nitrógeno amoniacal (sabor ácido amargo) del manto de pota en forma de anillas

Con la finalidad de remover los componentes responsables del sabor ácido amargo del músculo de manto de pota, se sometieron a estudio presentaciones en forma de anillas, donde los factores experimentales fueron: espesor de la anilla (mm) y tiempo de lavado (horas); y las variables respuesta fueron: concentración final de nitrógeno amoniacal (mg N-NH<sub>4</sub>/100g de muestra), pH final de anillas tratadas e intensidad de atributos sensoriales (sabor y olor) de anillas tratadas y cocidas, luego de ser sometidos a lavados sucesivos. Cada factor presentó tres niveles, por tanto corresponde a un diseño factorial 3<sup>K</sup>, donde K = número de factores = 2. Se contó con tres diferentes tamaños (peso, longitud y espesor) de manto de pota, tal como se muestra en la Tabla 5. De acuerdo al reportado por Maza *et al.* (2007-2008), el contenido de nitrógeno amoniacal del músculo de pota es proporcional al tamaño del espécimen. Por esta razón se eligió un diseño de bloques completos al azar (DBCA), donde a cada tamaño le correspondió un Bloque. En otras palabras, corresponde a un DBCA con arreglo factorial 3<sup>2</sup> (Kuehl 2001, Montgomery 2004). Las unidades experimentales (anillos de pota) fueron agrupadas y ordenadas considerando el tamaño de manto y, asignadas a los tratamientos de manera aleatoria (Sharma *et al.* 2003). En la Tabla 7 se presenta los tratamientos empleados para el Experimento I, con nueve tratamientos y un control. En la Figura 7 se presenta el diseño experimental para el Experimento I, donde cada Bloque contiene todos los tratamientos y, tienen en común la procedencia del tamaño de manto de pota.

**Tabla 7: Tratamientos experimentales para la remoción de nitrógeno amoniacal**

<b>Tratamientos</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Tiempo (horas)</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	11	2,5
<b>T<sub>2</sub></b>	11	5
<b>T<sub>3</sub></b>	11	7,5
<b>T<sub>4</sub></b>	9	2,5
<b>T<sub>5</sub></b>	9	5
<b>T<sub>6</sub></b>	9	7,5
<b>T<sub>7</sub></b>	7	2,5
<b>T<sub>8</sub></b>	7	5
<b>T<sub>9</sub></b>	7	7,5
<b>Control</b>	10	8

Operación Unitaria	Materia prima	Cortado	Lavado	Desollado	Laminado	Plaqueado	Congelado	Troquelado	Lixiviación
T R A T A M I E N T O									
A N A L I S I S	1. Análisis químico: Proteína, grasa, ceniza, humedad y Trimetilamina (TMA). 2. Análisis Físico-sensorial 3. pH								1. Análisis químico Nitrógeno amoniacal 2. Análisis fisicoquímico pH 3. Análisis sensorial: olor y sabor
P A R A M E T R O	Atributo sensorial: Color, olor y textura del manto de pota  Temperatura: 2 °C  Peso 1		Temperatura de lavado 5 °C		Espesor: e1= 7 mm e2= 9 mm e3= 11 mm  Tiempo (h): 2.5 5.0 7.5			$\Phi_i = 5,76 \text{ mm}$ $\Phi_e = 6,71 \text{ mm}$	Temperatura de lavado: 10 °C  Tiempo de lavado= 2.5, 5,0 y 7.5 horas Espesor = 7, 9 y 11 mm  Peso 2

**Figura 7: Diseño experimental para la remoción de nitrógeno amoniacal en musculo de manto de pota en forma de anillas**  
 Donde: t=tamaño de manto de pota; e=espesor de anillas y T=tratamiento de lixiviación



### 3.5.2. Experimento II: Sustitución parcial de harina de trigo por harina de granos andinos en la masa de rebozado

Con la finalidad de evaluar el efecto del porcentaje de sustitución por harinas de quinua y kiwicha en la formulación del rebozado sobre las variables respuesta: viscosidad aparente del batter (cP), Índice de recubrimiento (IR), pick-up, contenido de grasa de la corteza, pérdida de peso tras la fritura y contenido de humedad de la corteza; se planteó un Diseño Completo al Azar DCA (Kuehl 2001, Montgomery 2004). Los parámetros de calidad mencionados líneas arriba, son características típicas que describen a los productos rebozados empanizados y cocidos por inmersión en aceite (Paniagua 2014-2015, Fiszman y Salvador 2003).

La unidad experimental correspondió a seis aros (Pérez Palacios. *et al* 2013) a partir de manto de pota. La unidad experimental fue distribuida de manera aleatoria a los tratamientos, y de esta manera se procedió a realizar el experimento y finalmente medir cada variable respuesta; excepto la viscosidad, pues la unidad experimental fue 500 mL de masa de rebozado. Todos los ensayos fueron realizados por lo menos con tres repeticiones. En la Tabla 8 se muestran los tratamientos empleados en el Experimento II para la obtención de aros de pota con inclusión de granos andinos en la masa de rebozado.

**Tabla 8: Tratamientos experimentales para la incorporación de granos andinos en el batter**

Porcentaje de Sustitución	TRATAMIENTOS			
	T0 (0%)	T1 (10%)	T2 (20%)	T3 (30%)
Harina de trigo	100	90	80	70
Harina de Quinua	0	5	10	15
Harina de Kiwicha	0	5	10	15
Total	100	100	100	100

En la Figura 8 se presenta el diseño experimental para el Experimento II, obtención de aros de pota con inclusión de granos andinos en la masa de rebozado.

Operación Unitaria	Materia prima	Tratamiento	Precocción	Enfriado	Rebozado (Batter)	Empanizado	Prefritura
T R A T A M I E N T O							
A N A L I S I S	1. Análisis proximal 2. TMA 3. Análisis físico-sensorial 4. Análisis fisicoquímico pH	1. Análisis químico Nitrógeno amoniacal 2. Análisis sensorial 3. pH			Viscosidad aparente del Batter	Índice de Recubrimiento (IR)	1. Análisis físico pick-up, grosor y pérdida de peso 2. Análisis químico Grasa de la corteza Humedad de la corteza
P A R A M E T R O	Temperatura: 2 °C	Temperatura: 10 °C	Temperatura 65 °C Tiempo = 4 min	Temperatura 10°C	Temperatura batter 15 °C Tiempo de escurrido 2 min	Empanizado: Extruido industrial	Temperatura = 180 °C  Tiempo= 30 s

**Figura 8: Diseño experimental para la obtención de aros de pota con granos andinos en el rebozado; donde: f= formulación del batter**

### 3.5.3. Experimento III: Sustitución de migas de pan comercial por migas de pan con granos andinos

Con la finalidad de evaluar el efecto del factor porcentaje de sustitución por migas de pan con quinua y kiwicha sobre las variables respuesta: Índice de recubrimiento, *pick-up*, contenido de grasa de la corteza, pérdida de peso tras la fritura, contenido de humedad de la corteza, y análisis sensorial mediante la prueba de preferencia para los atributos textura y color; se planteó un diseño completo al azar DCA (Kuehl 2001, Montgomery 2004).

La unidad experimental para la presente etapa experimental, correspondió a seis aros (Pérez Palacios. *et al* 2013) a partir de manto de pota. La unidad experimental fue distribuida de manera aleatoria a los tratamientos, y de esta manera se procedió a realizar el experimento y finalmente medir cada variable respuesta. Todos los ensayos fueron realizados por lo menos por triplicado. En la Tabla 9 se muestran los tratamientos experimentales para la incorporación de migas de pan con granos andinos en el empanizado de aros de pota.

**Tabla 9: Tratamientos experimentales para la inclusión de migas con granos andinos**

	TRATAMIENTOS				
Porcentaje de sustitución	T0 (0%)	T1 (25%)	T2 (50%)	T3 (75%)	T4 (100%)
Pan tradicional: (%)	100	75	50	25	0
Pan rallado con quinua y kiwicha: (%)	0	25	50	75	100
<b>Total</b>	100	100	100	100	100

En las Figuras 9 se presenta el diseño experimental para el experimento III, obtención de aros de pota con granos andinos en el empanado, hasta la obtención del producto final.

Operación Unitaria	Materia prima	Tratamiento	Precocción	Enfriado	Rebozado (Batter)	Empanizado	Prefritura	Caracterización Producto Final
T R A T A M I E N T O								
A N A L I S I S	1. Análisis proximal 2. TMA 3. Análisis físico-organoléptico 4. Análisis fisicoquímico pH	1. Análisis químico Nitrógeno amoniacal 2. Análisis sensorial 3. pH			Viscosidad aparente del Batter  F3: Batter 30% sustitución	1. Análisis físico: pick-up, grosor, IR y pérdida de peso 2. Análisis químico Grasa de la corteza Humedad de la corteza	1. Análisis físico: pick-up, grosor, IR y pérdida de peso 2. Análisis químico: Grasa de la corteza Humedad de la corteza 3. Análisis sensorial	1. Análisis proximal 2. Análisis Microbiológico 4. Análisis Físicoquímico 5. Fibra Dietaria Total (FDT) 3. Análisis Sensorial (Prueba de Aceptabilidad)
P A R A M E T R O	Temperatura: 2 °C	Temperatura: 10 °C	Temperatura 65 °C Tiempo: 4 min	Temperatura 10 °C	Temperatura batter 15 °C Tiempo de escurrido 2 min	extruido industrial y migas de pan con granos andinos	Temperatura = 180 °C  Tiempo= 30 s	

**Figura 9: Diseño experimental para la inclusión de granos andinos en el empanizado de aros de papa**

**Donde: F= formulación del empanado y PF=producto final**

### **3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para todos los experimentos, se procedió a calcular los supuestos para las pruebas paramétricas de análisis de varianza (ANOVA), prueba de normalidad (Shapiro Francia) y homogeneidad (grafico de dispersión de residuos vs. predichos), para en seguida proceder con el ANOVA, para un  $p$ -valor  $< 0,05$ . Si el ANOVA presentó diferencia estadística significativa, se procedió a realizar la prueba de diferencia múltiples LSD-Fisher, para un  $\alpha = 0,05$ . Todos los experimentos fueron realizados por lo menos por triplicado. Para las pruebas no paramétricas, caso usado para las pruebas sensoriales (Experimento III), se empleó la prueba de Friedman. En todos los casos se usó el software estadístico InfoStat versión libre y en español.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. ANÁLISIS MATERIA PRIMA

#### 4.1.1. Pota

##### a. Evaluación sensorial

Fue realizado según Bravo (2011), tabla de Índice de calidad para manto de pota (*Dosidicus gigas*), Anexo 1. Se obtuvo como resultado un puntaje de uno, correspondiendo a la categoría aceptable, de textura elástica, flexible y firme; superficie de manto abierto y sin piel correspondió a olor neutral y color blanco translucido brillante.

##### b. Composición química

En la tabla 10 se muestra los valores hallados para la composición química del manto de pota.

**Tabla 10: Composición química del manto de pota por 100 g de muestra en base húmeda.**

Componente	Porcentaje (%)
Proteína (N x 6,25)	18,94
Grasa	0,39
Humedad	79,53
Ceniza	1,50
TMA (mg N-TMA/100g)	1,30

Como se observa en la Tabla 10, el contenido de proteína fue de 18,94 por ciento, valor que supera a los reportados por IMARPE-ITP 1996, Abugoch *et al.* (1999), FAO 2002, Ramírez-Suárez *et al.* (2008), Guerrero y Rosmini. (2009), mostrados en la Tabla 1. Mientras que la humedad (79,53) y la grasa (0,39) fueron menores a los hallados por los mismos autores citados líneas arriba. Estas variaciones en el contenido de proteína, humedad y grasa, pueden deberse a la época y lugar de captura (Sikorski 1994, Dublán 2001). Por otro lado, el contenido de ceniza fue de 1,50 por ciento, similar a los reportados por IMARPE-ITP 1996, Abugoch *et al.* 1999, FAO 2002.

Respecto al compuesto nitrogenado trimetilamina determinado en la Tabla 10, correspondió a 1,3 mg TMA-N/100g de músculo, éste valor es similar al reportado por Márquez-Ríos *et al.* (2007) donde encontró un valor de 1,5 mg TMA-N/100g de músculo, lo cual éste autor informó que la muestra correspondió a músculo de manto de pota bajo un manejo óptimo posterior a la captura. Con la información descrita y el valor determinado, se podría decir que la materia prima empleada correspondió a un manto de pota en estado de frescura bueno.

#### 4.1.2. Quinua

##### a. Análisis químico

A continuación se muestra en la tabla 11, la composición química para la quinua perlada.

**Tabla 11: Composición química de la quinua por 100g de muestra en base húmeda**

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Humedad</b>	9,20
<b>Proteína (N x 6,25)</b>	13,06
<b>Grasa</b>	5,20
<b>Ceniza</b>	2,08
<b>Carbohidratos</b>	70,46
<b>Fibra Cruda</b>	2,49

Respecto a la proteína, grasa y humedad, correspondieron a valores de 13,06; 5,2 y 9,2 por ciento respectivamente (Tabla 11), éstos son similares al hallado por MINSA-INS 2009; Repo-Carrasco *et al.* (2010) y Stikic *et al.* (2012), como se muestra en la Tabla 2. Por otro lado, el contenido de fibra cruda y ceniza fueron 2,49 y 2,08 por ciento respectivamente, los cuales son menores al reportado por Repo-Carrasco 1992, MINSA-INS 2009; Repo-Carrasco *et al.* 2010 y Stikic *et al.* 2012, Tabla 2, esta diferencia puede deberse a que las semillas de quinua perlada fueron sometidas a tratamientos mecánicos de desaponificación (descascarado), pues la saponina se encuentra en la capa exterior (pericarpio) del mismo grano (Abugoch 2009).

#### **b. Análisis de granulometría**

En la tabla 12 se muestra el porcentaje de retención, obteniéndose así un valor 73,72 por ciento de retención. El tamaño de partícula de la harina integral de quinua, corresponde al mayor porcentaje de retención, vale decir 250  $\mu\text{m}$  de tamaño de partícula

**Tabla 12: Análisis granulométrico de la harina integral de quinua**

<b>Número de Malla</b>	<b>Abertura (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Porcentaje retención (%)</b>
<b>35</b>	500	7,3	7,30
<b>60</b>	250	73,71	73,72
<b>120</b>	125	18,43	18,43
<b>menor a 120</b>	menor a 125 $\mu\text{m}$	0,55	0,55
		<b>100</b>	



### 4.1.3. Kiwicha

#### a. Análisis químico

En la tabla 13 se muestra la composición química para la kiwicha en grano.

**Tabla 13: Composición química de la kiwicha por 100 g de muestra en base húmeda**

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Humedad</b>	11,15
<b>Proteína (N x 6,25)</b>	11,74
<b>Grasa</b>	7,6
<b>Ceniza</b>	2,14
<b>Carbohidratos</b>	67,37
<b>Fibra Cruda</b>	3,52

De acuerdo a lo encontrado en el análisis químico mostrado en la Tabla 13, respecto al contenido de humedad 11,15 por ciento, es similar al reportado por Repo-Carrasco *et al.* (2010) 11,52 por ciento, pero a su vez es mayor al reportado por MINSA-Instituta Nacional de Salud (2009) y Repo-Carrasco *et al.* (2009), Tabla 4. La cantidad de proteína determinada 11,74 por ciento, Tabla 4, es cercano al registrado por MINSA-Instituta Nacional de Salud (2009), pero son menores al reportado por Repo-Carrasco *et al.* (2009) y Repo-Carrasco *et al.* (2010). Respecto al contenido de grasa encontrada, 7.6 por ciento, es similar al reportado por Repo-Carrasco *et al.* (2010), Tabla 4. La cantidad de fibra cruda y ceniza hallados fueron 3,52 y 2,14 por ciento respectivamente, los cuales son menores al encontrado por MINSA-Instituta Nacional de Salud (2009); Repo-Carrasco *et al.* (2009) y Repo-Carrasco *et al.* (2010). Para el caso de carbohidratos (67,37 por ciento) registrado en la Tabla 13, son similares al reportado por los mismos autores citados anteriormente.

## b. Análisis de granulometría

En la tabla 14 se muestra el porcentaje de retención, obteniéndose así un valor 73,52 por ciento de retención. El tamaño de partícula de la harina integral de kiwicha, corresponde al mayor porcentaje de retención, vale decir 250  $\mu\text{m}$  de tamaño de partícula.

**Tabla 14: Análisis granulométrico de la harina integral de kiwicha**

<b>Número de Malla</b>	<b>Abertura (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Porcentaje retención (%)</b>
<b>35</b>	500	5,80	5,80
<b>60</b>	250	73,51	73,52
<b>120</b>	125	20,42	20,42
<b>menor a 120</b>	menor a 125 $\mu\text{m}$	0,26	0,26
		<b>100</b>	

## 4.2. EXPERIMENTO I: REMOCIÓN DE NITRÓGENO AMONICAL (SABOR ÁCIDO AMARGO) DEL MANTO DE POTA EN FORMA DE ANILLAS

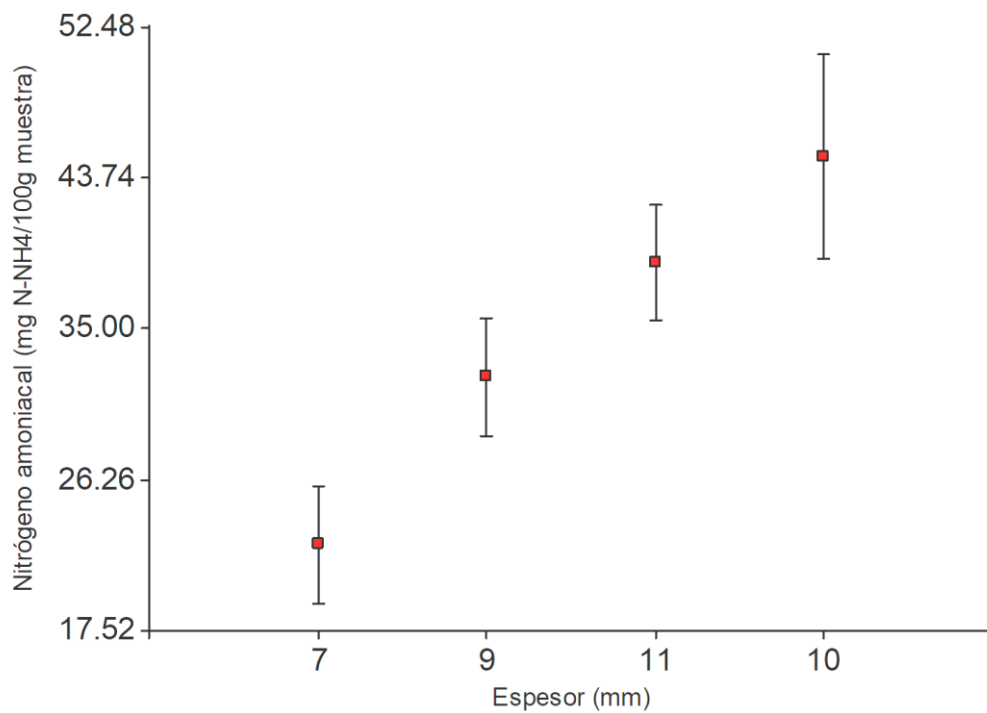
### 4.2.1. Nitrógeno amoniacal

Según el análisis estadístico Anexo 23, existe diferencia estadística significativa ( $p$ -valor=0,0001) para los Bloques para un  $p < 0,05$ , lo que se traduce a que valió la pena separar los mantos de pota según tamaño (Tabla 5) para remover el  $\text{N-NH}_4$  del músculo de pota. Lo cual coincide con estudios realizados por Maza *et al.* (2003) y Maza *et al.* (2007-2008), mientras mayor es el tamaño del espécimen, mayor será la concentración de  $\text{N-NH}_4$ .

Por otro lado, no existe interacción ( $p$ -valor=0,9463) entre las variables estudiadas espesor y tiempo, sobre la remoción de nitrógeno amoniacal, Anexo 23, por lo que se procedió a analizar cada variable por separado.

### a. Efecto espesor

Cuando se aplicó el tratamiento espesor 7 mm, se obtuvo la menor concentración 22,51 mg de N-NH<sub>4</sub>/100 g muestra y, con el tratamiento de espesor 11 mm se obtuvo la mayor concentración 38,86 mg N-NH<sub>4</sub>/100 g muestra, Figura 10. Por otro lado, el tratamiento control (espesor 10 mm) lavado únicamente con agua, remueve la menor cantidad de nitrógeno amoniacal respecto a los tratamientos que cuando se le aplicó lixiviación con soluciones ácida salina alcalina, obteniendo así una concentración final alta de 45 mg N-NH<sub>4</sub>/100g de manto, tal como se muestra en la Figura 10 y Anexo 23.1.

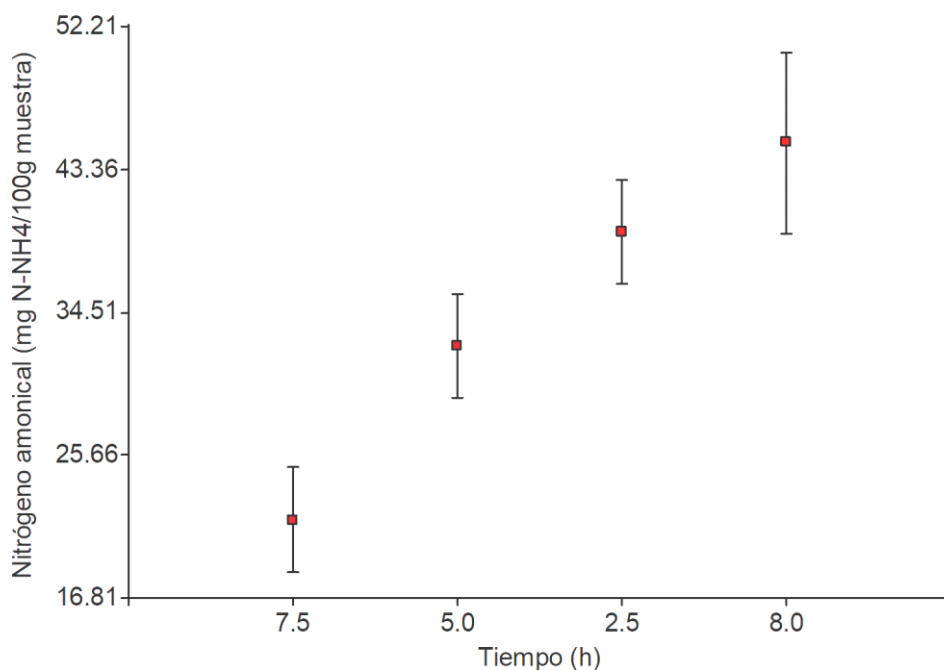


**Figura 10: Efectos de las medias  $\pm$  E.E. para la concentración final de N-NH<sub>4</sub> respecto al espesor**

### b. Efecto tiempo

Cuando se aplicó el tratamiento tiempo 7,5 horas se obtuvo el menor valor de nitrógeno amoniacal 21,66 mg N-NH<sub>4</sub>/100 g de muestra. No existe diferencia significativa entre los

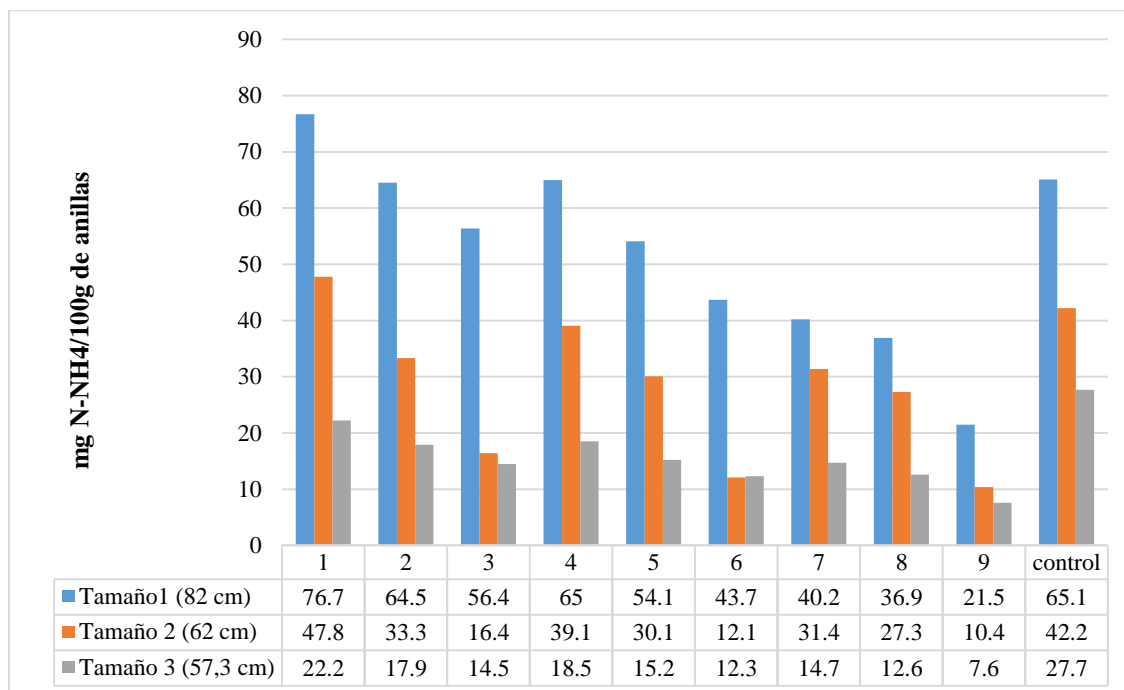
tratamientos que emplearon tiempos 5; 2,5 y 8 horas (control) correspondiendo a valores de 32,43; 39,51 y 45 mg de N-NH<sub>4</sub>/100g respectivamente, tal como se presenta en el Anexo 23.1. Por otro lado, el tratamiento control obtuvo la mayor concentración de nitrógeno amoniacal 45 mg N-NH<sub>4</sub>/100 g muestra, Figura 11. Al respecto Maza *et al.* 2007-2008 encontró un efecto dependiente entre el tiempo de lavado y la remoción de nitrógeno amoniacal.



**Figura 11: Efectos de las medias  $\pm$  E.E. para la concentración final de N-NH<sub>4</sub> respecto al tiempo**

En la figura 11 se observa que mientras el tratamiento es sometido a un mayor tiempo de lixiviación, se obtienen valores inferiores de nitrógeno amoniacal.

El efecto de la remoción de nitrógeno amoniacal fue debido a que las proteínas hidrosolubles de baja fuerza iónica, se solubilizan en los medios de lavado ácido, salino, alcalino y agua, durante valores de pH alejados al pH isoelectrico, y una vez que se encuentre en el rango de pH isoelectrico  $pI = <5-6>$  (Cheftel *et al.* 1989), la proteína se encuentra en su mínima solubilidad, es decir se incrementa las interacciones hidrofóbicas, facilitando así la remoción de compuestos responsables del sabor ácido amargo.



**Figura 12: Concentración final de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>4</sub>) en anillas tratadas mediante lixiviación**

En la figura 12 se muestra la concentración final de nitrógeno amoniacal (mg N-NH/100 g de muestra). Donde se observa que los tratamientos provenientes de manto de tamaño grande (Tamaño 1 = 82 cm) obtienen las mayores concentraciones de nitrógeno amoniacal (21,5 mg), seguido por el tamaño mediano (Tamaño 2 = 62 cm) una concentración de 10,4 mg y las muestras provenientes del tamaño pequeño (Tamaño 3 = 57,3 cm) obtuvieron los menores valores de nitrógeno amoniacal 7,6 mg N-NH<sub>4</sub>/100g de anillas tratadas. Al respecto Maza *et al.* (2007-2008) afirma que los especímenes de mayor tamaño presentan mayor contenido de nitrógeno amoniacal, sabor desagradable ácido amargo.

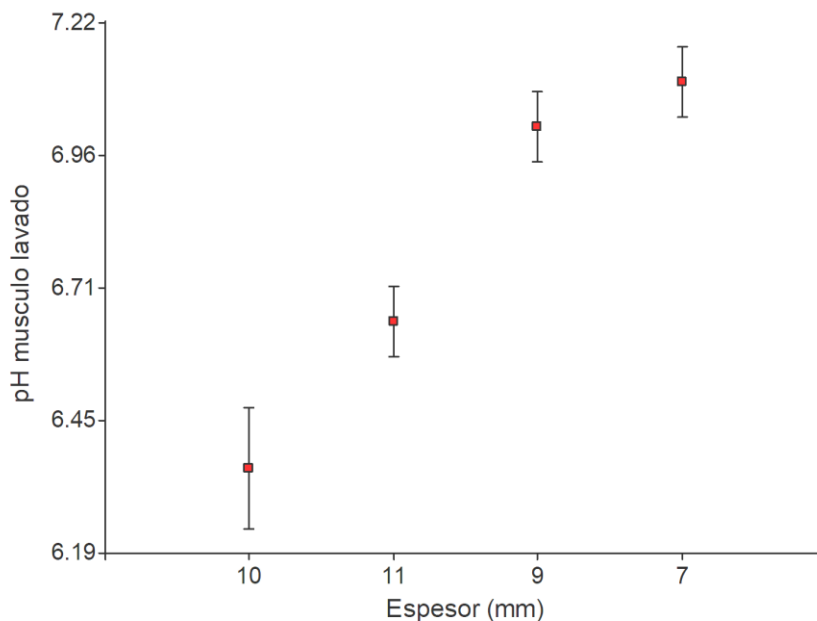
Por otro lado, se logró eliminar el nitrógeno amoniacal del músculo de pota en forma de anillas de manera efectiva (90-93%) durante un tiempo de tratamiento de 7,5 horas, además de eliminar el sabor ácido amargo característico de la pota, con una calificación de 9-10 puntos para los atributos sabor y olor según análisis de Friedman, Anexo 10. Resultados similares fueron encontrados por Maza *et al.* (2007-2008), donde reportaron una eliminación de nitrógeno amoniacal de 94-96 por ciento en anillas, aplicando lavados sucesivos con soluciones ácido/bicarbonato y tampón citrato/fosfato empleando un tiempo de 10 horas.

#### 4.2.2. pH del músculo de manto de pota

De acuerdo al análisis estadístico mostrado en el Anexo 23.2, no existe interacción ( $p$ -valor=0,8727) entre las variable espesor y tiempo, al evaluar el pH final en anillas tratadas aplicando el método de lixiviación. Por ello, se procedió a analizar por separado cada variable.

##### a. Efecto espesor

Al analizar la prueba de comparaciones múltiples Test LSD Fisher (Anexo 23.2) para  $\alpha=0,05$ ; existe diferencia significativa ( $p$ -valor = 0,0001). Obteniéndose para el tratamiento de espesor 10 mm (tratamiento control) el menor valor de pH 6,36; seguido del tratamiento 11 mm (pH=6,64) como se muestra en la Figura 13. Por otro lado, los tratamientos que emplearon espesores 7 mm y 9 mm no son significativamente diferentes, con valores de pH 7,02 y 7,11 respectivamente. Tal como se muestra en la Figura 13 y el Anexo 23.2.

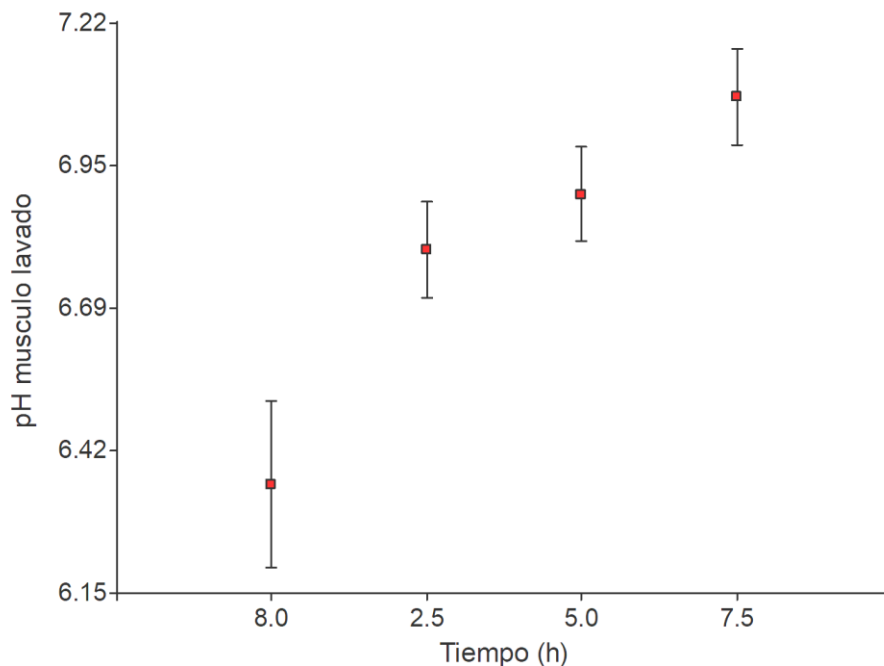


**Figura 13: Efectos de las medias  $\pm$  E.E. para el pH final de las anillas tratadas respecto al espesor**

## b. Efecto tiempo

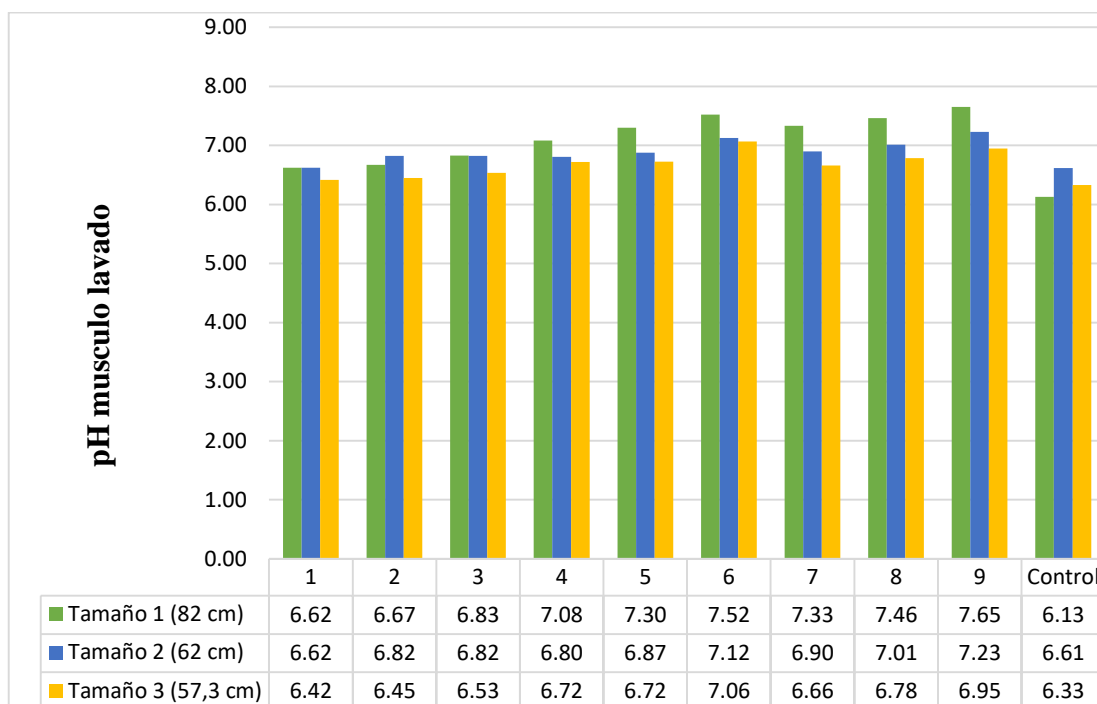
Al realizar la prueba de comparaciones múltiples LSD Fisher para  $\alpha=0,05$ ; se encontró que los tratamientos con tiempos 2,5 horas y 5 horas no son significativamente diferentes, con valores 6,79 y 6,90 respectivamente, Aneo 24.2; al igual que los tratamientos 5 y 7,5 horas. Mientras, el tratamiento de 7,5 horas obtuvo el valor más elevado pH 7,08. Figura 14, éste aumento del valor de pH se debió a que el tercer lavado fue con una solución alcalina de bicarbonato de sodio  $\text{Na}_2(\text{HCO}_3)$  cercano a pH 8.

Por otro lado, el tratamiento control, obtuvo el valor más bajo pH 6,36, debido a que fue lavado únicamente con agua (pH = 6, 52), por tanto no tuvo mayor efecto en la variación del valor final del pH en el músculo de manto de pota (Cheftel *et al.* 1989). En la figura 14, de izquierda a derecha, se observa que los tratamientos que fueron sometidos a tiempos mayores, resultaron con valores de pH más elevado, pero, este efecto no fue observado en la muestra control (lavado únicamente con agua).



**Figura 14: Efectos de las medias  $\pm$  E.E. para el pH final de las anillas tratadas respecto al tiempo**

La Figura 15 muestra los valores de pH de anillas luego ser sometidos a lixiviación proveniente de tres grupos diferentes de tamaños de manto de pota, Tamaño 1 (LM =82 cm), Tamaño 2 (LM = 62 cm) y Tamaño 3 (LM= 57,3cm), todos los tamaños de manto fueron conformados por todos tratamientos mostrados. Los tamaños de manto de pota son detallados en la Tabla 5.



Los valores mostrados son los promedios de pH  $\pm$  desviación estándar (SD) de tres repeticiones.

**Figura 15: pH final del músculo de manto de pota sometidos a tratamiento de lixiviación**

En la Figura 15 se observa que los tratamiento 1, 2 y 3 presentan los valores de pH más bajo, para anillas provenientes de los tres Tamaños (1, 2 y 3) de manto, los cuales correspondieron a los menores tiempos de lavados 2,5 horas. Estos valores de pH final de anillas fueron afectadas por el pH del medio (Cheftel *et al.* 1989) y tiempo de inmersión en dicha solución.



Por el contrario, los tratamientos 7, 8 y 9 mostraron valores de pH superiores al resto de tratamientos, este efecto se observó para anillas provenientes de los tres tamaños de manto, los cuales correspondieron a los mayores tiempos de lavado 7,5 horas.

### 4.3. EXPERIMENTO II: SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE GRANOS ANDINOS EN LA MASA DE REBOZADO

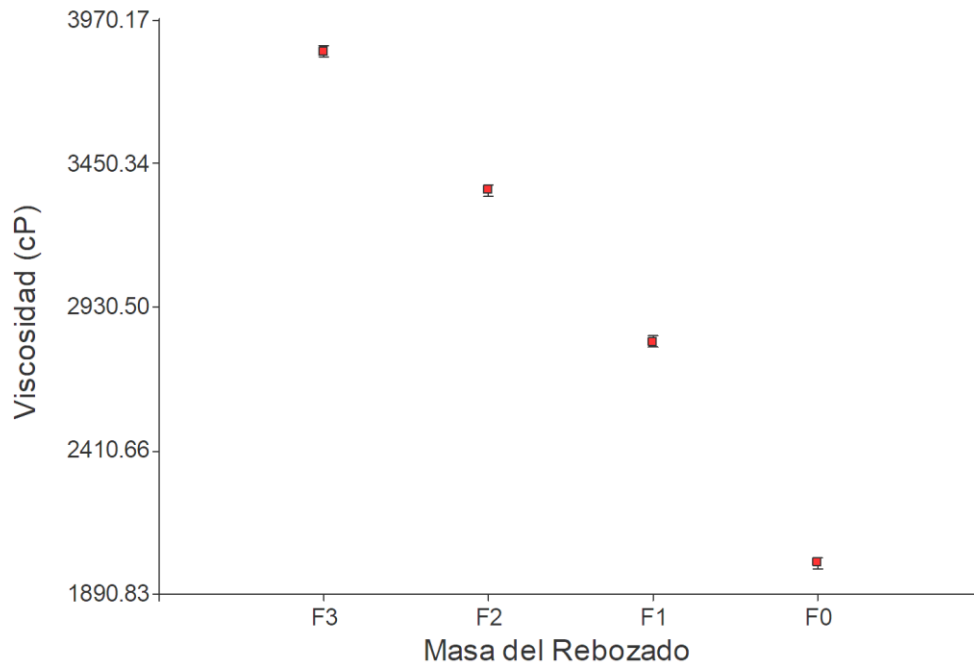
La tabla 15 muestra los parámetros físicos y químicos evaluados en el Experimento II: viscosidad del batter, índice de recubrimiento (IR), grosor de la corteza, pick-up, humedad de la corteza tras la fritura, grasa de la corteza tras la fritura y pérdida de peso tras la fritura.

**Tabla 15: Parámetros físicos y químicos de los aros prefritos con inclusión de granos andinos en el batter.**

Batter (% sustitución)	Viscosidad (cP)	IR (%)	Grosor corteza (mm)	Pick-up (%)	Humedad corteza (%)	Grasa corteza (%)	Pérdida de peso (g)
<b>T0 (0%)</b>	2005a ± 53,22	30,84a ± 0,60	1,57a ± 0,11	35,74a ± 0,41	24,50a ± 1,94	25,47a ± 0,58	0,94a ± 0,67
<b>T1 (10%)</b>	2806b ± 43,55	32,52a b ± 0,56	1,72ab ± 0,08	36,89b ± 0,33	27,50ab ± 1,91	24,33b ± 0,72	0,30b ± 0,43
<b>T2 (20%)</b>	3353c ± 57,16	33,91b c ± 0,89	1,79b ± 0,03	37,81b ± 0,68	28,24bc ± 1,97	22,90c ± 0,53	-0,01bc ± 0,37
<b>T3 (30%)</b>	3856d ± 71,32	35,38c ± 0,93	1,94c ± 0,08	39,24c ± 0,84	31,31c ± 1,88	21,90c ± 0,42	-0,37c ± 0,56

Valores promedios ± SD (desviación estándar) seguidas por una misma letra en cada columna significa que no existe diferencias significativas para un  $p < 0.05$ ; donde: IR= índice de recubrimiento

#### 4.3.1. Viscosidad de la masa de rebozado (batter)



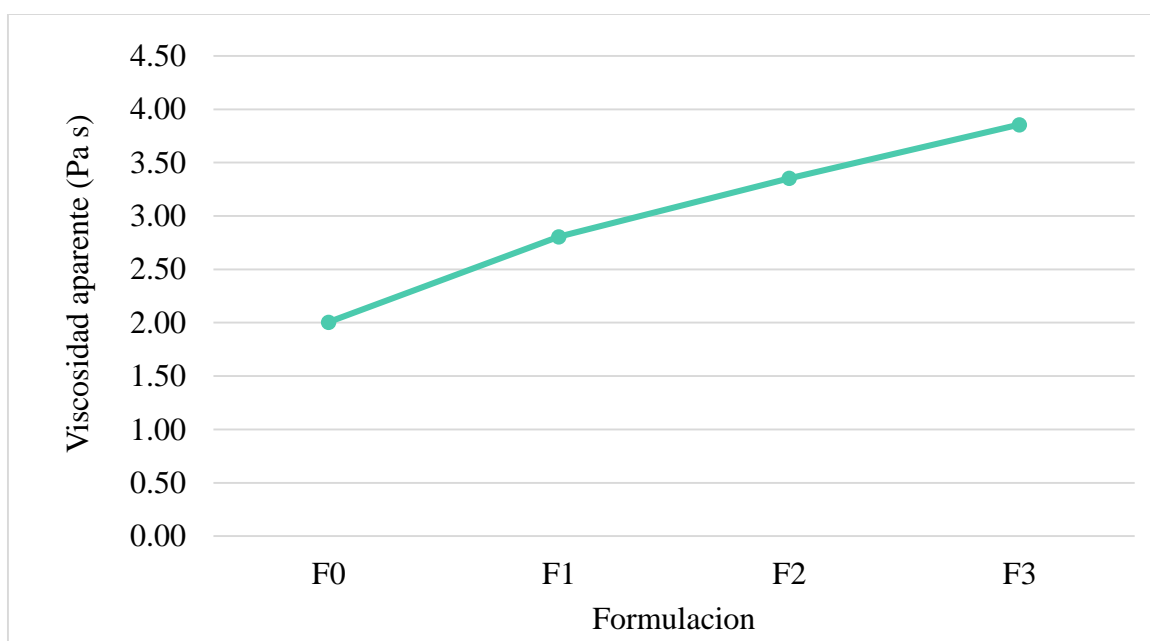
**Figura 16: Efectos de las medias  $\pm$  E.E. para la viscosidad del batter**

De acuerdo a los resultados mostrados en el Anexo 24.1 y Tabla 16 para la viscosidad aparente medido a 15°C, existe una diferencia estadística significativa para un  $p < 0.05$ . Es decir, la inclusión de harinas de quinua y kiwicha en la formulación del batter genera un efecto significativo en la viscosidad aparente. La Figura 16 muestra que la viscosidad aparente de todas las formulaciones del batter las cuales fueron sustituidos por 10, 20 y 30 por ciento de harinas de quinua y kiwicha, son mayores respecto a la muestra control T0 (cero sustitución). La viscosidad aparente se incrementó a medida que aumentó el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de granos andinos, obteniéndose así el valor más bajo 2005 cP (2 Pa s) para T0 y el valor más alto 3856 cP (3,9 Pa s) para T3 (30 por ciento de sustitución).

Este aumento en el valor de viscosidad de hasta 3,9 Pa s para T3, puede deberse a que la quinua y kiwicha contienen mayor porcentaje de proteína en su composición en comparación

con la harina de trigo, pues la proteína es el principal agente del desarrollo de la viscosidad del batter; así obteniéndose una mayor solubilidad (efecto hidrófilo) de las partículas que forman la masa de rebozado y mejorar la capacidad de formación de película. Estos resultados son menores al reportado por Sanz *et al.* (2005) en su estudio sobre sustitución de harina de trigo por huevo deshidratado, donde determinó un valor de viscosidad igual a 25 Pa s.

En la Figura 17, se observa los valores de viscosidad aparente en Pascal segundo (Pa s) a 15°C y 25rpm a diferentes niveles de sustitución de harina de trigo por harinas de quinua y kiwicha, 0, 10, 20 y 30 por ciento de izquierda a derecha respectivamente.



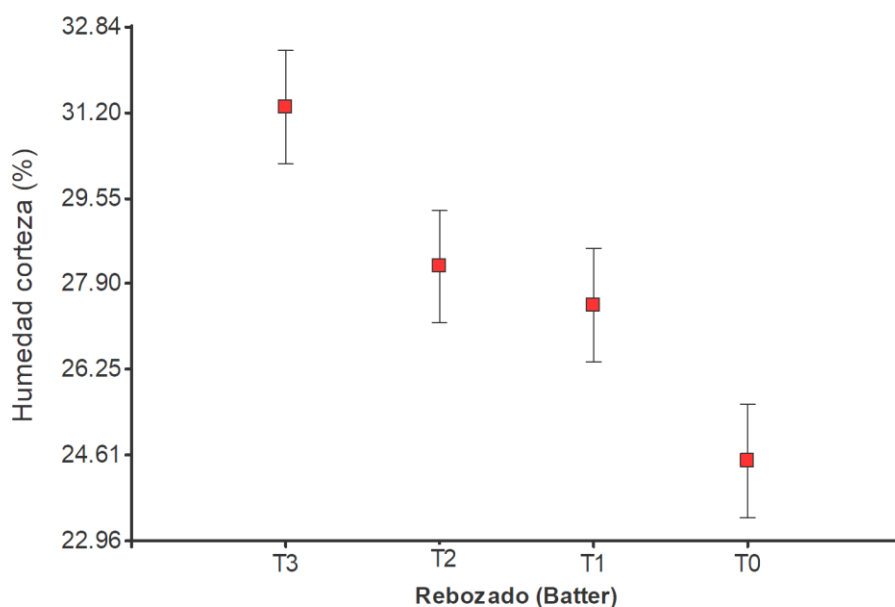
**Figura 17: Variación de la viscosidad a diferentes niveles de sustitución**

#### **4.3.2. Humedad de la corteza tras la fritura**

Se encontró diferencia significativa ( $p=0,02$ ) entre las formulaciones, para un  $p$ -valor  $<0,05$ , tal como se muestra en el Anexo 24.2. La formulación T3=30 por ciento presentó la corteza más húmeda (31,31 por ciento), y por el contrario la muestra control (T0=cero sustitución)

mostró el menor valor de humedad (24,5 por ciento). Como se muestra en la Figura 18. Las formulaciones T3 y T2 son estadísticamente diferentes al control, Tabla 15 y Anexo 24.2.

Se encontró un incremento en el contenido de humedad de la corteza tras la fritura conforme aumentó el porcentaje de harina de quinua y kiwicha en el rebozado (Figura 18). Resultado similar fue reportado por Zeng *et al.* (2016), lo cual estudiaron el efecto de la incorporación de fibra alimentaria de brote de bambú en el rebozado de bolitas de pescado, hallando así un incremento de la humedad de la corteza conforme aumentó el porcentaje de incorporación de dicha fibra alimentaria.



**Figura 18: Efectos de las medias  $\pm$  E.E. para la Humedad de la corteza- Rebozado**

Como se muestra en la Tabla 15, se halló valores de entre 24,50 – 31,31 por ciento de humedad de la corteza tras la fritura en aros de papa con granos andinos en el rebozado.

El contenido de humedad de la corteza para la formulación F3=31,31 por ciento, Tabla 15, es cercano al reportado por Antonova (2001) en su estudio sobre nugget de pollo con un valor de entre 30,73 - 39,25 por ciento, similar resultado reportó Zeng *et al.* (2016) un valor

de contenido de humedad entre 34,69-36,27 por ciento para bolitas de pescado. Al respecto, Chen *et al.* (2008), encontró valores de entre 21–26 por ciento de humedad de la corteza en nugget de caballa.

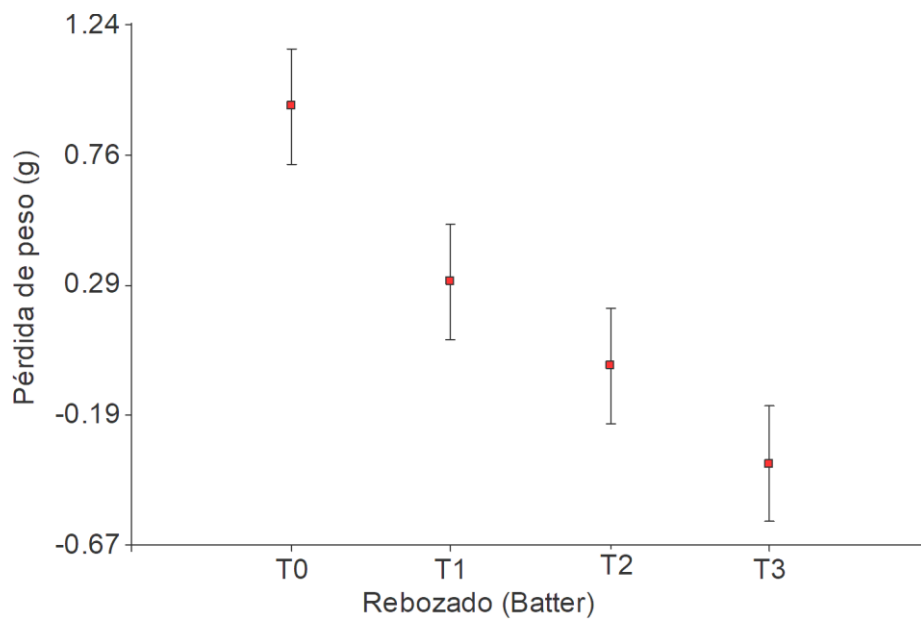
Esto quiere decir que las harinas de quinua y kiwicha pueden producir un efecto en la retención de la humedad de la matriz alimentaria tras la fritura, este efecto puede deberse a que las partículas de las harinas de quinua y kiwicha pueden mejorar la capacidad hidrófila y formación de la película de la masa para rebozar por la presencia de proteína y fibra alimentaria, consecuentemente mejorar la gelatinización del almidón tras la fritura. Existen reportes de la quinua y la kiwicha sobre la funcionalidad de cualidades como solubilidad, formación de película o gel, resistencia a tensión mecánica y química (Praznik, *et al.* 1999).

#### **4.3.3. Pérdida de peso tras la fritura (g)**

Se cuantifico el peso de aros rebozado empanizado antes y después de la fritura. Donde se halló diferencia estadística significativa  $p=0,0024$ , para un  $p\text{-valor}<0,05$ , Anexo 24.3. En la Figura 19 se observa que conforme se incrementa la sustitución de harinas de quinua y kiwicha hasta un 30 por ciento, se consigue un menor valor de pérdida de peso, haciéndose más negativo este parámetro, pues las formulaciones T0 y T1 presentan una ganancia en peso, 0,94 y 0,30 gramos respectivamente, Tabla 15 y Figura 19. En cambio, las formulaciones T2 y T3 mostraron una ligera pérdida de peso -0,01 y -0,37 respectivamente, Figura 19 y Tabla 15.

Esta pérdida de peso tras la fritura se debe a la transferencia de masa que ocurre durante la fritura, el alimento tiende a perder agua y ésta a su vez es reemplazada por la absorción de aceite del medio de freidura (Sharma *et al.* 2003, Varela y Fiszman 2011).

Lo que puede significar es que si bien es cierto todos pierden agua de la corteza y de la matriz alimentaria, unos pueden absorber una mayor cantidad de aceite como F0 y así mostrar un aumento en peso después de la fritura 0,94 gramos y; por el contrario otros pueden absorber la menor la cantidad de aceite como F3 mostrando un valor de -0.37gramos, observado en la Figura 19.

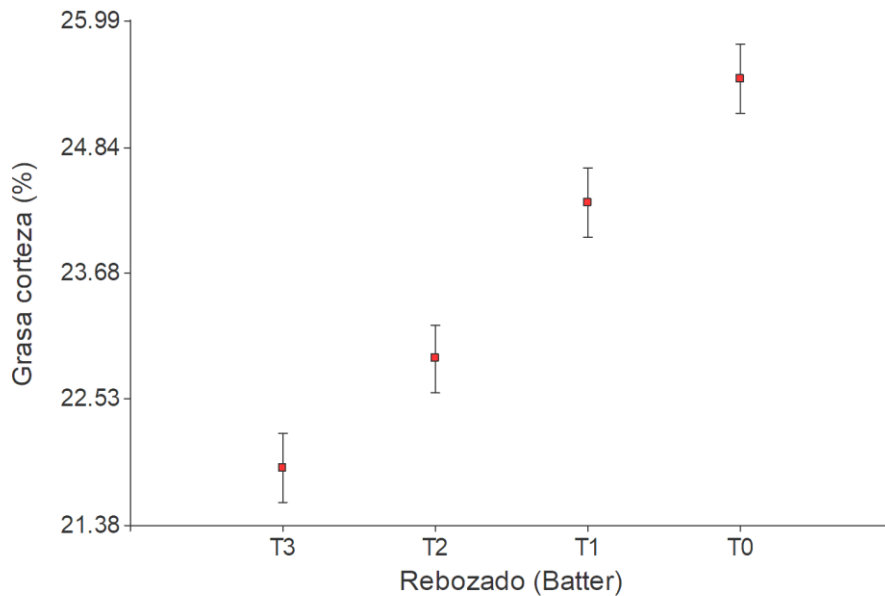


**Figura 19: Efectos de las medias  $\pm$  E.E. para la variable Pérdida de peso-Rebozado**

#### 4.3.4. Grasa de la corteza tras la fritura (%)

Se encontró diferencia estadística significativa  $p=0,002$ , para un  $p\text{-valor}<0,05$ , Anexo 24.4. Al realizar la prueba de diferencia múltiple LSD Fisher para un  $\alpha=0,05$  tal como se muestra en el Anexo 24.4, se observa que las muestras T1, T2 y T3 son diferentes estadísticamente frente a la formulación control (T0=cero sustitución) la cual no fue incorporada harina de granos andinos en el rebozado.

En la Figura 20, se observa que conforme se incrementa el porcentaje de sustitución de harina de trigo por harinas de quinua y kiwicha en el rebozado, vale indicar T0, T1, T2 y T3 de derecha a izquierda respectivamente, el contenido de grasa de la corteza disminuye, así mostrando el mayor contenido de grasa de la corteza para T0= 25,47 por ciento y, un menor contenido de grasa para T3=21,90 por ciento. Efecto similar fue reportado por Zeng *et al.* (2016), lo cual estudiaron el efecto de la incorporación de fibra alimentaria de brote de bambú en el rebozado de bolitas de pescado, hallando así una disminución del contenido de grasa en la corteza conforme se incrementó el porcentaje de incorporación de fibra alimentaria.



**Figura 20: Efectos de las medias  $\pm$  E.E. para la variable Grasa de la corteza-Rebozado**

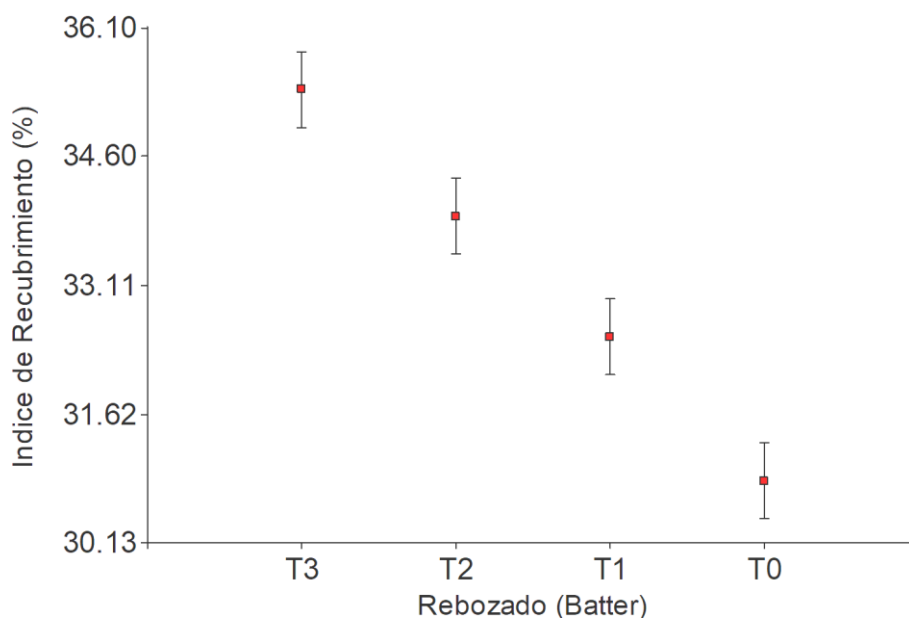
La absorción de aceite del medio de fritura es explicada por tres mecanismos: reemplazo acuático, efecto de la fase enfriamiento y la teoría surfactante de fritura (Brannan *et al.* 2013, Zeng *et al.* 2016).

En el presente trabajo, se halló un rango de valores de contenido de grasa de la corteza tras la fritura de entre 21,9 – 25,47 por ciento. Al respecto Antonova (2001) encontró para nugget de pollo un contenido de grasa de la corteza tras la fritura, valores de entre 20,73 – 34,36 por ciento. Similares valores fueron reportados por Maskat y Kerr (2002) donde encontró para pechuga de pollo rebozado empanizado y frito, valores de entre 17,6- 28,2 por ciento; al igual que Zeng *et al.* (2016) obtuvo para bolitas de pescado un contenido de grasa de entre 17,65- 25,48 por ciento luego de la fritura.

Podemos decir que al sustituir harina de trigo por harinas de quinua y kiwicha en el rebozado, puede tener un efecto en la disminución de la absorción de aceite tras la freidura. Esto puede deberse al mecanismo de formación de película, así aumentando la superficie hidrófilo (Zeng *et al.* 2016). Además Praznik, *et al.* (1999) reportó sobre la funcionalidad de cualidades de la quinua y kiwicha como solubilidad, formación de película, resistencia a tensión mecánica y química, lo cual puede afectar a la mejor formación de la corteza tras la fritura.

#### 4.3.5. Índice de recubrimiento (IR)

Se halló una diferencia estadística significativa ( $p=0,005$ ), para un  $p\text{-valor}<0,05$ , Anexo 24.5. Por tanto se llevó a cabo la prueba de diferencia múltiple de LSD Fisher para un  $\alpha=0,05$ , donde T1, T2 y T3 son estadísticamente diferentes respecto a T0 (cero por ciento de quinua y kiwicha). Mientras T3=30 por ciento de sustitución de harinas de quinua y kiwicha es diferente estadísticamente frente al resto de formulaciones con un IR=35,38 por ciento, Tabla 15. En la Figura 21 se observa el efecto en el IR al incorporar harinas de quinua y kiwicha en el rebozado, mostrando un incremento en el IR al aumentar el porcentaje de harinas de granos andinos, de derecha a izquierda respectivamente.



**Figura 21: Efectos de las medias  $\pm$  E.E. para la variable Índice de Recubrimiento-Rebozado**

Esto puede deberse a que la viscosidad, adherencia y el IR se encuentran relacionados, pues si la viscosidad presenta un mayor valor, por tanto habrá una mayor adherencia de la masa de rebozado y en consecuencia será mayor la cantidad de empanado que se fije a la matriz alimentaria (Paniagua 2014-2015).

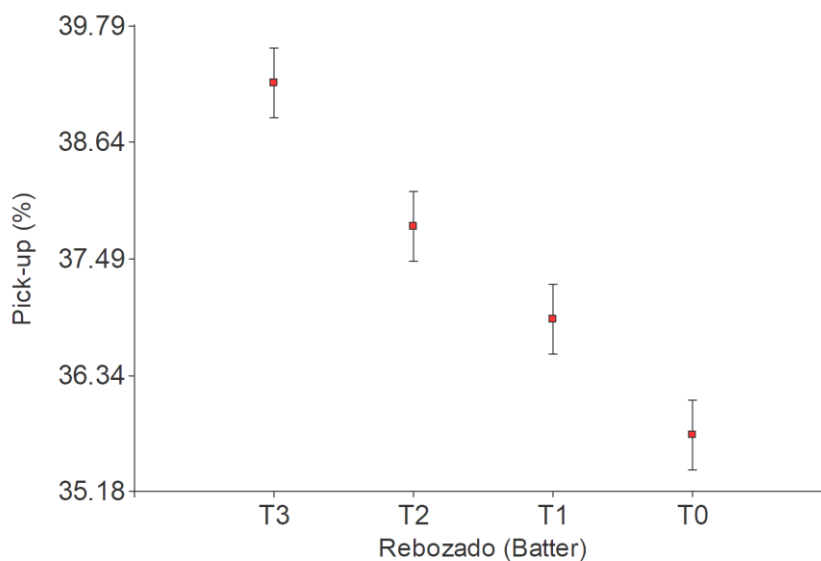


Esta teoría queda demostrada al realizar el análisis de coeficiente de correlación de Pearson para las variables IR y viscosidad aparente, donde se encontró una muy alta correlación positiva de 0,93 para un  $p < 0,05$  ( $p\text{-valor} = 0,0001$ ), Anexo 25.3.

En el presente trabajo, se encontró un IR entre un rango de  $30,84 \pm 0,60$  –  $35,38 \pm 0,93$  por ciento. Al respecto, Gramonpilas *et al.* (2013) determinó para tiras de pollo un IR = 26,47 por ciento, donde empleó una proporción materia seca: agua = 1:1,5 lo cual son menores al obtenido en el presente trabajo, esta diferencia puede deberse a los componentes y a la viscosidad de la masa de rebozado, los cuales afectan la capacidad de adherencia e índice de recubrimiento (Paniagua 2014-2015).

#### 4.3.6. Pick-up

Se halló diferencia estadística significativa ( $p = 0,006$ ) para un  $p\text{-valor} < 0,05$ , Anexo 24.7. La prueba de diferencia múltiple halló diferencias significativas entre los tratamientos T1, T2, T3 versus T0 (control), Anexo 24.7 y Figura 22. Por otro lado, en la Figura 22 se muestra el efecto de incorporar harinas de quinua y kiwicha en el rebozado sobre el *pick-up*, donde el tratamiento control presenta el *pick-up* más bajo 35,74 por ciento, mientras se incrementa el porcentaje de sustitución, el *pick-up* aumenta hasta un máximo de 39,24 por ciento para T3.



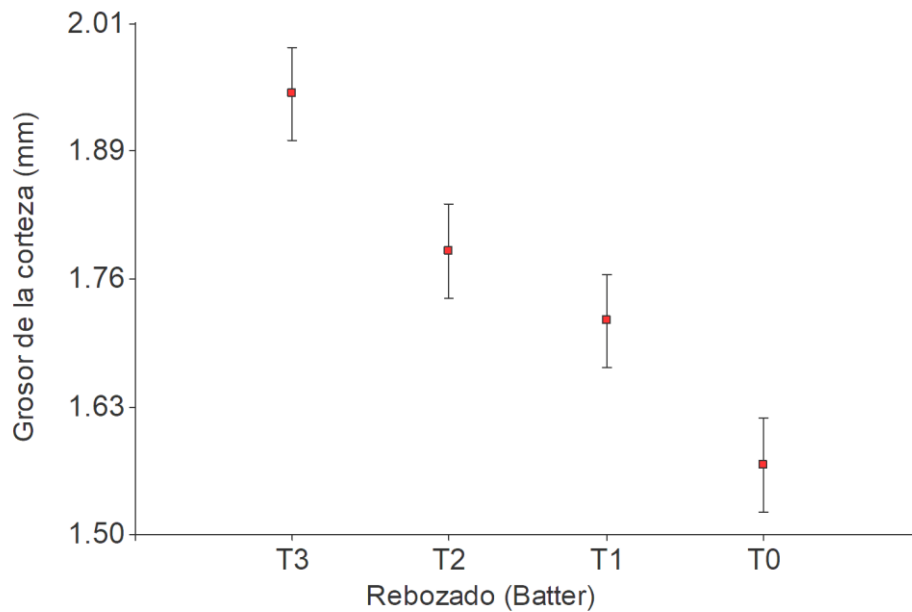
**Figura 22: Efectos de las medias  $\pm$  E.E. para la variable Pick-up-Rebozado**

La Tabla 15 muestra los valores de las medias para el *pick-up*, donde se observa que para los tratamientos T0, T1, T2 y T3, corresponden los valores de 35,74; 36,89; 37,81 y 39,24 respectivamente. Éstos valores hallados son superiores al reportado por Albert *et al.* (2009) donde determinó para el nugget de merluza empleando hidrocoloide HPMC y goma xanthan en la etapa de enharinado, valores de *pick-up* de entre 28,3 y 30,4 por ciento respectivamente. Este resultado puede deberse a que la inclusión de harinas de quinua y kiwicha, aportan proteína la cual mejora la formación de película, por tanto mejora la viscosidad y adherencia para ser mostrados en la recogida IR y el *pick-up* (Paniagua 2014-2015).

Los valores hallados en el presente trabajo, Tabla 15, son todos mayores al reportados por Chen *et al.* (2009), donde encontró para el nugget de pescado con sustitución de harina de trigo por proteína de trigo y proteína de soya valores de *pick-up* 22,40 y 23,75 respectivamente, esta diferencia podría deberse al efecto de la proporción sólidos: agua en la preparación de la masa de rebozado, lo cual puede afectar la viscosidad del batter, y ésta a la recogida IR y el *pick-up* (Fiszman y Salvador 2003, Branna *et al.* 2013).

#### **4.3.7. Grosor de la corteza (mm)**

Se encontró diferencia estadística significativa ( $p=0,0034$ ) para un  $p\text{-valor}<0,05$ , Anexo 24.6. La prueba de diferencia múltiple demostró que las formulaciones T3 y T2 son estadísticamente diferentes de T1 y T0, Tabla 15 y Figura 23. Por otro lado, tal como se observa en la Figura 23, la formulación T3 mostró el mayor valor de grosor 1,94 mm y menor valor fue para T0=1,57 mm. La incorporación de harinas de quinua y kiwicha mostró un efecto en el incremento del grosor de la corteza, mostrando así el aumento en el grosor de T0 a T3, de derecha a izquierda respectivamente, Figura 23.



**Figura 23: Efectos de las medias  $\pm$  E.E. para la variable Grosor de la corteza-Rebozado**

Paniagua (2014-2015) reportó sobre la relación directa entre la viscosidad, IR, grosor y pick-up. Donde se encontró que mientras mayor fue la viscosidad y el IR, se obtuvo un mayor valor para el *pick-up* por consiguiente un mayor grosor, como se muestra en la Tabla 15.

La Tabla 15, muestra las medias para el grosor de la corteza, donde los valores de los tratamientos T0, T1, T2 y T3 son 1,57; 1,72; 1,79 y 1,94 mm respectivamente, éstos valores son idénticos al hallado por Paniagua (2014-2015) donde reportó valores de grosor de la corteza de entre 1,52 - 1,79 mm, para nugget de pollo con sustitución de harina de trigo por harinas extrusionadas. Esta similitud puede deberse a que las harinas de granos andinos puede presentar alguna propiedad comparable con las harinas extrusionadas, por lo que manifiesta efectos similares.

Por otro lado se analizó el coeficiente de correlación a través de la correlación de Pearson, donde se encontró una muy alta correlación positiva (0,76) para un  $p < 0,05$  y  $p\text{-valor} = 0,0039$ , Anexo 25.2; lo cual se demuestra que si se incrementa el valor de pick-up, por tanto también aumentará el valor del grosor de la corteza (Paniagua 2014-2015).

#### 4.4. EXPERIMENTO III: SUSTITUCIÓN DE MIGAS DE PAN COMERCIAL POR MIGAS DE PAN CON GRANOS ANDINOS

Este experimento se trabajó en todo momento con la formulación de rebozado T3 (30 por ciento de sustitución de harina de trigo por harina de granos andinos), elegida del Experimento II, y correspondió al tratamiento con las mejores características físicas y químicas.

En la Tabla 16, se presenta los parámetros medidos en esta etapa: Índice de recubrimiento (IR), grosor de la corteza, *pick-up*, humedad de la corteza tras la fritura, grasa de la corteza tras la fritura y pérdida de peso (g) tras la fritura. Cabe indicar que los valores 0, 25, 50, 75 y 100 % corresponden al porcentaje de sustitución de extruido comercial por migas de pan con quinua y kiwicha.

**Tabla 16: Parámetros físicos y químicos de los aros pre-fritos con inclusión de granos andinos**

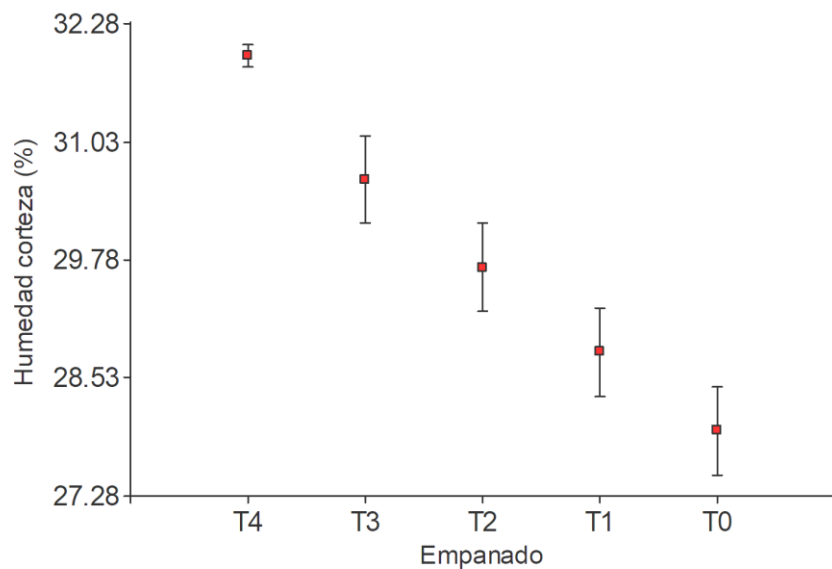
Empanizado (% sustitución)	IR (%)	Grosor corteza (mm)	Pick-up (%)	Humedad corteza (%)	Grasa corteza (%)	Pérdida de peso (g)
T0 (0%)	27,09a ± 1,51	1,28a ± 0,04	31,07a ± 0,42	27,97a ± 0,79	24,03a ± 1,02	-0,76a ± 0,6
T1 (25%)	25,94ab ± 1,42	1,23a ± 0,03	30,52ab ± 0,69	28,80ab ± 0,82	23,00ab ± 0,81	-0,92b ± 0,07
T2 (50%)	24,89bc ± 0,99	1,18a ± 0,18	30,08ab ± 0,70	29,70bc ± 0,80	22,70abc ± 0,78	-1,16c ± 0,10
T3 (75%)	23,46cd ± 0,97	1,03b ± 0,11	29,61bc ± 0,98	30,63c ± 0,69	22,17bc ± 0,75	-1,28d ± 0,04
T4 (100%)	23,46d ± 0,97	0,95b ± 0,08	28,60c ± 0,58	31,93d ± 0,61	21,37c ± 0,96	-1,43e ± 0,04

Valores corresponden a los promedios ± SD (desviación estándar) de cada variable respuesta, donde letras comunes en cada columna significa que no existe diferencia significativa para  $p < 0.05$ ; donde: IR=índice de recubrimiento

#### 4.4.1. Humedad de la corteza tras la fritura

Se encontró diferencia estadística significativa para un  $p < 0,05$ , Anexo 26.1. Respecto al análisis de diferencias múltiples LSD Fisher para un  $\alpha = 0,05$  se halló diferencias significativas, donde el tratamiento T4 es diferente al resto de formulaciones, los tratamientos T3 y T2 no son diferentes estadísticamente al igual que la formulación T1 y la muestra control (T0), tal como se muestra Anexo 26.1. Lo que indica, es que éste parámetro de calidad puede ser afectado a partir de una sustitución de 50 por ciento por migas de pan con quinua y kiwicha.

El valor más bajo de humedad de la corteza tras la fritura lo presentó la muestra control T0 = 27,97 por ciento. A medida que se fue aumentando el porcentaje de sustitución de empanado comercial por migas de pan con quinua y kiwicha, se observó un incremento en el valor de humedad de la corteza, Figura 24, mostrando así el tratamiento T4 como la corteza más húmeda 31,93 por ciento. Además, cabe señalar que el tratamiento T4 es diferente estadísticamente frente al resto de tratamientos aplicado.



**Figura 24: Efectos de las medias  $\pm$  E.E. para la variable Humedad de la corteza-Empanizado**

Los valores de contenido de humedad para los tratamientos T2, T3 y T4, Tabla 16 y Figura 24, son similares al reportado por Antonova (2001) donde halló una humedad de la corteza tras la fritura valores que se encontraron entre 30,73 – 39,25 por ciento para el nugget de pollo.

Por otro lado, los valores hallados en el presente trabajo son todos inferiores al reportado por Maskat y Kerr (2002), la cual reportó un contenido de humedad de la corteza tras la fritura de 42,7 por ciento, para pechuga de pollo empanizado frito y donde empleó un tamaño de miga de pan mediano. Esta diferencia podría deberse a la diferente matriz alimentaria, factor que pueden afectar la pérdida de humedad en productos empanizados fritos (Guerrero y Rosmini 2009). A su vez los valores hallados (Tabla 16) en el presente trabajo son mayores al reportado por Chen *et al.* (2008), donde encontraron para nugget de caballa valores de humedad de la corteza tras la fritura de entre 21–26 por ciento.

La formulación T2 (50 por ciento de sustitución) con un contenido de humedad 29,7 por ciento es similar a los trabajos que fueron realizados con la finalidad de conseguir un mayor contenido de humedad en la corteza, tal es el caso de Zeng *et al.* (2016) donde estudiaron bolitas de pescado incorporando fibra alimentaria de bambú en el rebozado lo cual consiguieron valores de humedad de la corteza entre 35,62 – 36,27 por ciento, al igual que Salvador *et al.* (2005) estudiaron anillos de calamar rebozado sin un paso de prefritura, donde halló una humedad de la corteza igual a 29,3 por ciento.

La diferencia entre un contenido de humedad más alto frente a uno de menor valor, significa que el primero pierde menos agua, por tanto es más húmedo. Para el caso nuestro se consiguieron valores cercanos a los reportados por investigadores dedicados a la obtención de valores de humedad relativamente alta, esto podría deberse al efecto de incorporar quinua y kiwicha en la cobertura, debido al contenido de fibra alimentaria principalmente (Zeng *et al.* (2016).

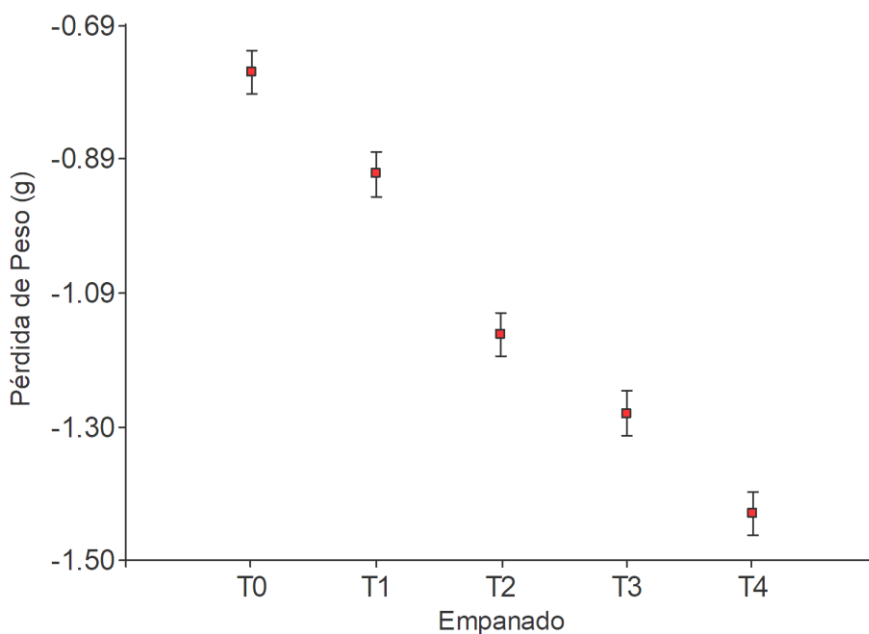
#### **4.4.2. Pérdida de peso tras la fritura (g)**

Durante la fritura el alimento experimenta un proceso complejo, donde se lleva a cabo una transferencia de masa y calor simultáneamente (Dana y Saguy 2006, Ngadi *et al.*, 2007). Por

lo cual el alimento pierde agua, donde ésta pérdida es reemplazada por la absorción de aceite del medio de fritura.

Se encontró una diferencia estadística significativa para un  $p$ -valor  $< 0,05$ , Anexo 26.2. Por tanto se procedió a realizar la prueba de diferencia múltiple LSD Fisher para un  $\alpha = 0,05$ , Anexo 26.2. Donde se observa que todos los tratamientos son diferentes estadísticamente. Por lo que el tratamiento que mostró el menor valor fue T4 (100 por ciento migas con quinua y kiwicha) y, el tratamiento con mayor valor correspondió a la muestra control T0 (cero sustitución de migas con quinua y kiwicha), Tabla 17.

Conforme se aumentó el porcentaje de sustitución por migas de pan con granos andinos, se observó un efecto significativo en la variación del peso antes y después de la fritura. En la Figura 25 se observa un incremento en la ganancia de peso de T4 a T0 en sentido de derecha a izquierda. Significa indirectamente que el tratamiento T0 absorbe una mayor cantidad de aceite y el tratamiento T4 absorbe menor cantidad de aceite del medio de fritura. Este parámetro se encuentra relacionado con el contenido de grasa y humedad, donde serán analizados más adelante.

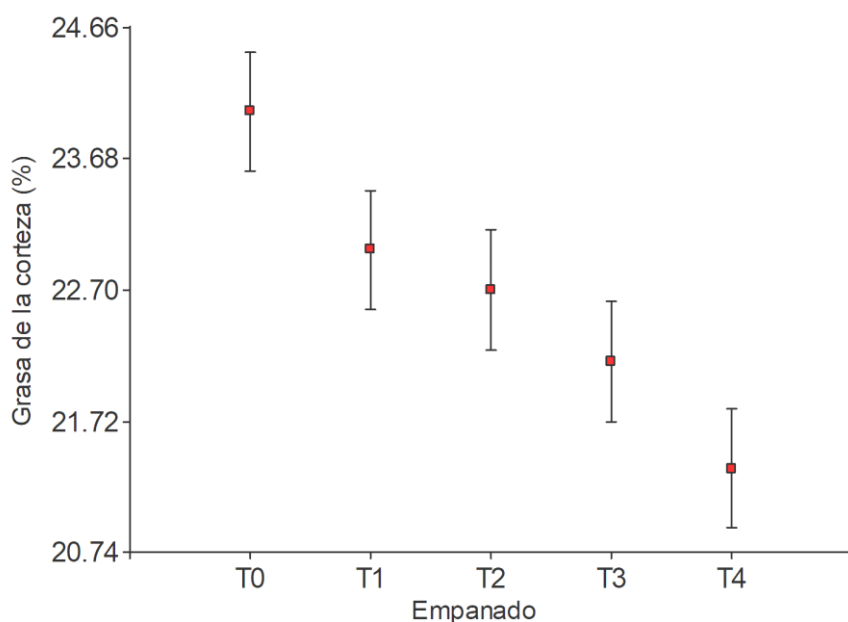


**Figura 25: Efectos de las medias  $\pm$  E.E. para la variable Pérdida de peso-Empanizado**

#### 4.4.3. Grasa de la corteza tras la fritura

Se encontró diferencia estadística significativa ( $p$ -valor=0,02) para un  $p < 0,05$ , Anexo 26.3. Por lo que se procedió con la prueba de diferencia múltiple de LSD Fisher para un  $\alpha = 0,05$ , Anexo 26.3. Se determinó que los tratamientos T2, T3 y T4 no son significativamente diferentes entre sí, vale decir da lo mismo cualquiera de los tratamientos con valores de contenido de grasa 22,7; 22,17 y 21,37 respectivamente, pero éstos tratamientos son significativamente diferentes frente a los tratamientos T1 y T0 (muestra control), con valores de 23,00 y 24,03 respectivamente Anexo 26.3 y Tabla 16.

A medida que se fue aumentando el nivel de sustitución por migas de pan con quinua y kiwicha, el contenido de grasa de la corteza disminuye, tal como se observa la Figura 26, de izquierda a derecha respectivamente. Este efecto puede deberse a que las migas con granos andinos puede mejorar la formación de la corteza al disminuir la porosidad o tamaño de poro de la corteza (Dana y Saguy 2006), esta teoría también es afirmada por Fiszman y Salvador (2003) lo cual sustenta que la capa porosa absorbe una gran cantidad de aceite.



**Figura 26: Efectos de las medias  $\pm$  E.E. para la variable Grasa de la corteza-Empanizado**



Los valores hallados en el presente trabajo, Tabla 16, son ligeramente inferior al reportado por Antonova (2001) donde encontró un contenido de grasa de la corteza tras la fritura de entre 20,73 – 34,36 por ciento para nugget de pollo. Esta diferencia puede deberse a que la capa con granos andinos pueden servir de una mejor barrera contra la absorción de aceite (Barbut 2013).

Cabe resaltar que los valores de contenido de grasa de la corteza son todos inferiores al reportado por Maskat y Kerr (2002), donde obtuvieron un valor de 28,2 por ciento para pechuga de pollo empanizado y frito empleando miga de pan de tamaño mediano. Donde éste valor es únicamente cercano al determinado para el tratamiento control T0=24,03 por ciento. Esta cercanía podría deberse a que la muestra control (100% extruido comercial) fue empanado con migas de pan de tamaño similar al empleado por este autor.

El tratamiento T4 (100 por ciento migas con granos andinos) obtuvo el menor valor de contenido de grasa de la corteza (21,37 por ciento). Este valor es similar al obtenido por Zeng *et al.* (2016) donde lograron obtener valores de entre 17,65 – 20,53 por ciento, la cual dedicaron esfuerzos para reducir la absorción de aceite empleando fibra alimentaria de brote de bambú en bolitas de pescado. La menor absorción de aceite puede deberse al efecto de la fibra alimentaria aportado por los granos andinos en la cobertura, pues el mismo autor señalado líneas arriba afirma, mientras se aumentó el porcentaje de sustitución por fibra alimentaria de brote de bambú, se obtuvo una reducción de la absorción de aceite.

En contraste al hallado en el presente trabajo, Salvador *et al.* (2005), logró conseguir un menor valor 13,7 por ciento de grasa de la corteza para anillos de calamar sin un paso de pre-fritura. Esto es debido a que fue reemplazada la inmersión en aceite por inmersión en agua caliente, por tanto es coherente obtener un menor contenido de grasa.

Cabe resaltar, que en el presente trabajo la determinación de grasa de la corteza fue analizada sin quitar el aceite excedente de la fritura en todas las muestras, pues este paso puede afectar el contenido de grasa de la corteza, ya que el producto sigue absorbiendo aceite una vez retirado del medio de fritura (Brannan *et al.* 2013), también conocido como efecto *cooling-phase* o efecto de fase de enfriamiento (Dana y Saguy, 2006, Brannan *et al.* 2013, Zeng *et al.* 2016). Es decir, que los valores hallados en la determinación del contenido de grasa de

la corteza tras la fritura en el presente trabajo, pueden ser reducidos a valores inferiores al encontrado. Por otro lado se encontró una alta correlación negativa (-0,67) entre el contenido de grasa y humedad de la corteza tras la fritura para un  $p$ -valor $<0,05$ , Anexo 27; este hallazgo es respaldado por Ngadi *et al.* (2007) y Jamshidi y Shabanpour (2013).

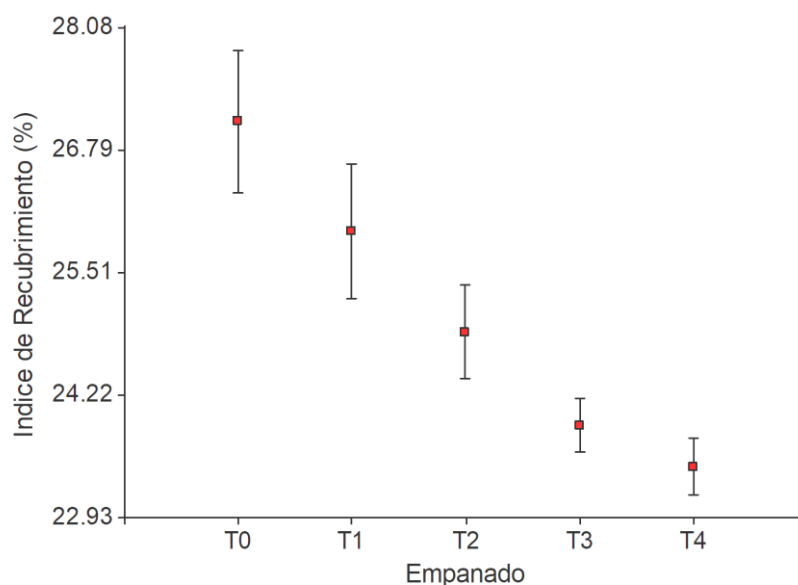
#### **4.4.4. Índice de recubrimiento (IR)**

Es la recogida de masa para rebozar (Salvador *et al.* 2004, Gamonpilas *et al.* 2013) previo a la fritura.

Se determinó diferencia estadística significativa ( $p$ -value=0,0016) para un  $p$ <0,05, tal como se presenta en el Anexo 26.4. Por lo que se procedió con el análisis de diferencia múltiple de LSD Fisher para un  $\alpha$ =0,05 mostrado en el Anexo 26.4. Donde se observa que los tratamientos T2, T3 y T4 son significativamente diferentes al tratamiento control, así como el tratamiento T1 es diferente estadísticamente a los tratamientos T3 y T4, y los tratamientos T2 y T4 son significativamente diferentes entre sí.

Los valores de la media de cada uno de los tratamientos se muestran en la Tabla 16, donde para los tratamientos T0, T1, T2, T3 y T4 corresponden los valores de 27,09; 25,95; 24,89; 23,90 y 23,46 por ciento respectivamente.

Conforme se aumenta el porcentaje de sustitución por migas de pan con granos andinos, se observa un efecto en la disminución del valor de IR como se muestra en la Figura 27, de derecha a izquierda respectivamente. Este efecto puede deberse al tamaño ( $> 2$  mm) de la partícula de miga de pan empleado en el empanado, ya que se ha observado que en general emplean tamaños de partícula  $< 2$  mm (Zeng *et al.* 2016), lo cual puede afectar en la capacidad de la recogida del empanado. Al respecto Maskat y Kerr (2004), mencionan que la adherencia del recubrimiento fue más alta en revestimientos formados por empanado de partículas de tamaño pequeño, y más bajo en los preparados a partir de migas de gran tamaño de partículas.



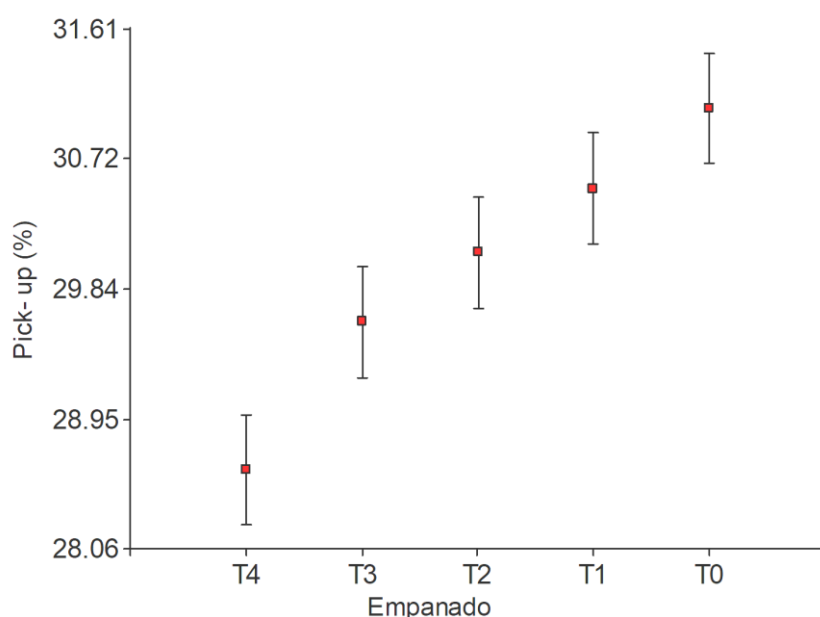
**Figura 27: Efectos de las medias  $\pm$  E.E. para la variable IR de la corteza-Empanizado**

En contraste al obtenido en el presente trabajo, valores de entre 27,09 - 23,46 por ciento, Gamonpilas *et al.* (2013), encontraron un valor de IR= 26,47 por ciento para tiras de pollo empanizado, donde aplicó una proporción materia seca: agua =1:1,5 para la masa de rebozado. Esta diferencia podría deberse a que en el presente trabajo se empleó una mayor proporción de agua (1:1,6), por lo que puede afectar en la obtención de una menor adherencia de la masa de rebozado, por consiguiente una menor recogida (Paniagua 2014-2015). Los tratamientos T1 (25,95 por ciento) y T0 (27,09 por ciento) son cercanos al reportado por este mismo autor.

#### 4.4.5. Pick-up

Es uno de los parámetros de calidad más estudiados en productos rebozados empanizados y fritos. Se encontró diferencia estadística significativa ( $p\text{-value} = 0,0086$ ) para un  $p < 0,05$ , tal como se detalla en el Anexo 26.6. Por lo que se procedió con la prueba de LSD Fisher para un  $\alpha = 0,05$ . Se determinó que los tratamientos T2, T3 y T4 son significativamente diferentes al tratamiento control, a su vez el tratamiento T4 (100 por ciento migas con quinua y kiwicha) es significativamente diferente frente a los tratamientos T1 y T2, Tabla 16.

En la Tabla 16 se muestra las medias de los tratamientos de *pick-up*, donde se presenta para los tratamientos T0, T1, T2, T3 y T4 valores de 31,07; 30,52; 30,08; 29,61 y 28,60 por ciento respectivamente. Se observa que a medida que se incrementa el porcentaje de sustitución por migas de pan con granos andinos, disminuye el valor de *pick-up*, tal como se muestra en la Figura 28, de derecha a izquierda respectivamente. Esto se explica debido a que el IR guarda la misma relación que el *pick-up*, mientras el IR aumenta en un sentido también lo hará el *pick-up* (Paniagua 2014-2015).



**Figura 28: Efectos de las medias  $\pm$  E.E. para la variable Pick-up-Empanizado**

Los tratamientos T1 y T0 con valores de 30,52 y 31,07 por ciento respectivamente, son similares al reportado por Dogan *et al.* (2015) donde determinó un valor de *pick-up* = 32 por ciento para el nugget de pollo empleando una sustitución de harina de trigo por harina de arroz. Es decir que los valores hallados de *pick-up* en el presente trabajo para aros de pota, guarda relación al reportado para nugget de pollo, donde puede significar que la formulación empleada en el presente trabajo puede ser utilizada para otro tipo de sustrato cárnico.

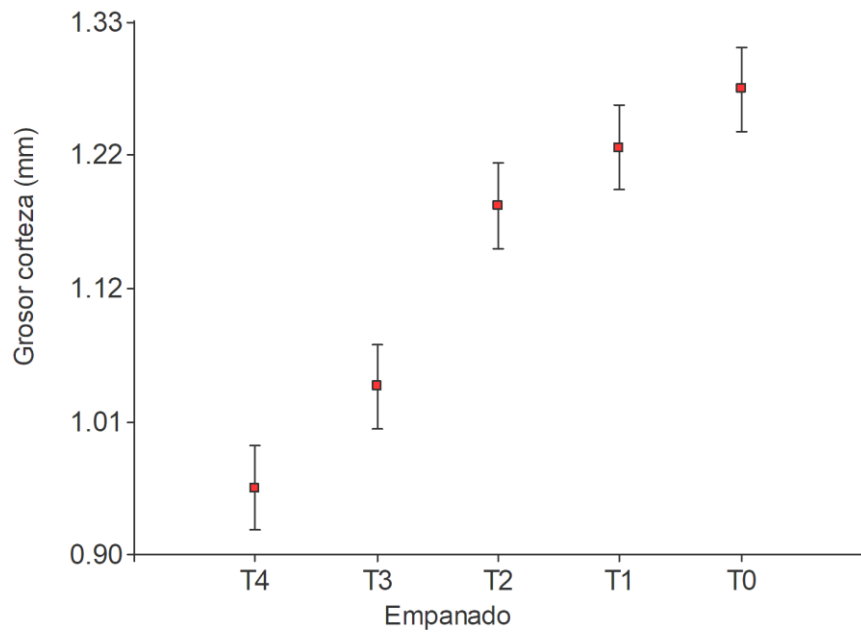
En contraste al hallado en el presente trabajo, los valores de *pick-up* (28,6 - 31,07), Tabla 16, son inferiores al reportado por Salvador *et al.* (2005) la cual determinó para anillos de calamar sin un paso de prefritura con sustitución de harina de trigo por almidón dextrina, maicena modificada y huevo deshidratado, valores de 52,3; 53,2 y 55,4 por ciento respectivamente. Esta discrepancia podría deberse al tipo de método de cocción, inmersión en aceite versus inmersión en agua caliente, por tanto como se sabe éste último método reduce considerablemente el valor de la absorción de aceite (Salvador *et al.* 2005), con la consiguiente pérdida de una menor cantidad de agua (Brannan *et al.* 2013), lo cual afecta directamente a la corteza por ser la primera línea de barrera durante la fritura y es manifestado con un mayor valor de *pick-up*.

#### **4.4.6. Grosor de la corteza (mm)**

Se encontró diferencia estadística significativa ( $p\text{-value} = 0,001$ ) para un  $p < 0,05$ , Anexo 26.5. Por lo que se procedió a evaluar mediante la prueba LSD Fisher para un  $\alpha = 0,05$ . Se encontró que los tratamientos T3 y T4 son significativamente diferentes frente al tratamiento control, a su vez los tratamientos T0 T1 y T2 no son significativamente diferentes, mientras que ambos tratamientos T1 y el T2 son significativamente diferentes frente a los tratamientos T3 y T4 respectivamente.

La Tabla 16 muestra los valores de la media del grosor de la corteza (mm), donde se observa que para los tratamientos T0, T1, T2, T3 y T4 corresponden los valores 1,28; 1,23; 1,18; 1,04 y 0,95 respectivamente.

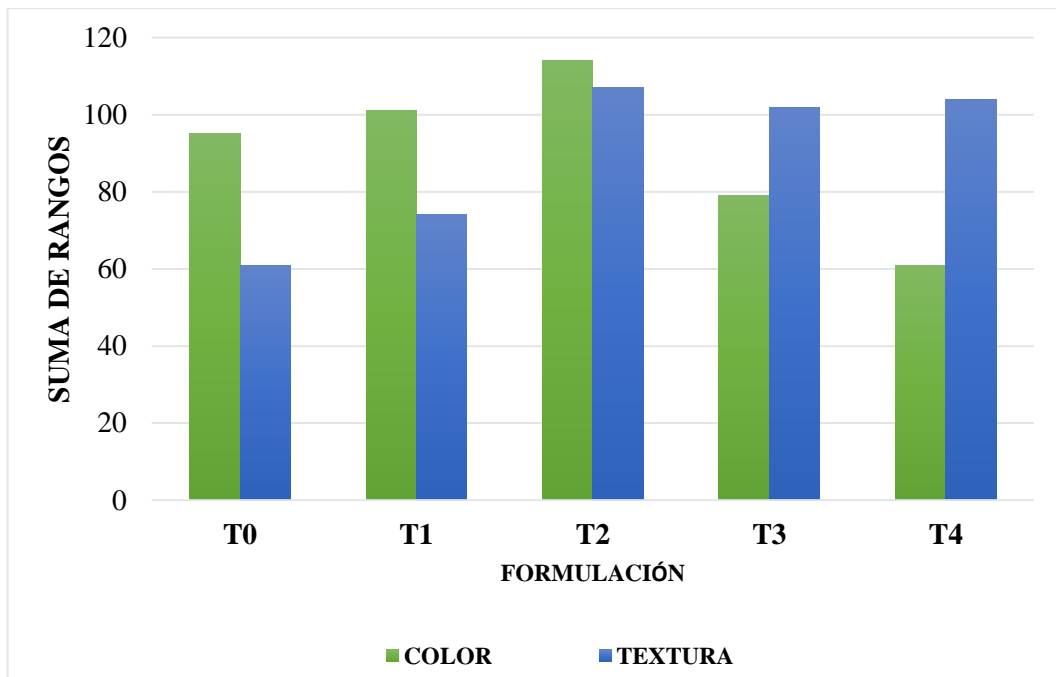
En la Figura 29, se observa que mientras se incrementa el porcentaje de sustitución por migas con granos andinos, disminuye el grosor de la corteza tras la fritura, de derecha a izquierda respectivamente. Este efecto puede deberse a que el grosor de la corteza guarda la misma relación que el *pick-up* (Paniagua 2014-2015), como se mostró anteriormente Figura 28. Así mismo esta teoría queda demostrada al determinar el coeficiente de correlación de Pearson para un  $p < 0,05$ , donde se encontró un  $p\text{-valor} = 0,002$  y se encontró una muy alta correlación (0,82) entre el *pick-up* y grosor de la corteza.



**Figura 29: Efectos de las medias  $\pm$  E.E. para la variable Grosor de la corteza-Empanizado**

#### 4.4.7. Prueba sensorial: Prueba de preferencia

Para Ngadi *et al.* (2007) el aspecto superficial y la textura son los factores más importantes para la admisibilidad del consumidor. En la Figura 30, se presenta la suma de rangos para los atributos sensoriales color y textura, obtenido a partir de una prueba de preferencia realizada a 30 consumidores (jueces no entrenados).

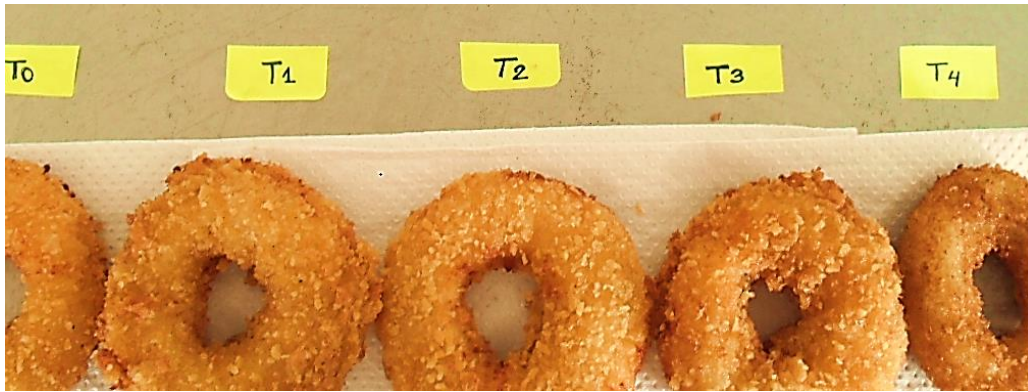


**Figura 30: Prueba de preferencia para los atributos: color y textura**

Mediante la prueba de Friedman, se encontró una diferencia mínima significativa entre la suma de rangos igual a 20,076 y 20,788 para los atributos color y textura respectivamente, Anexo 26.7. Para el atributo color se observa que el tratamiento T4 es significativamente diferente a los tratamientos T0, T1, T2 y T3, así como también el tratamiento T3 es significativamente diferente a los tratamientos T1 y T2. Por otro lado, los tratamientos T1, T2 y T3 no son significativamente diferentes, Anexo 26.7. Mientras que el tratamiento T2 presenta el mayor valor de suma de rangos 96,50.

Para el caso del atributo textura se determinó que el tratamiento control (T0) es significativamente diferente frente a los tratamientos T2, T3 y T4, así como el tratamiento T1 es significativamente diferente al tratamiento T2. Por otro lado, los tratamientos T2, T3 y T4 no son significativamente diferentes entre sí, como se muestra en el Anexo 26.7. Mientras, el tratamiento con mayor valor es T2 con una suma de rangos 89,50. Por lo que se concluye que el tratamiento T2 es el más preferido tanto para los atributos color y textura.

En la Figura 31, se observa muestras de aros empanizados con inclusión de quinua y kiwicha, en forma de migas de pan con quinua y kiwicha: T0 (0%), T1 (25%), T2 (50%), T3 (75%) y T4 (100%), ordenadas de izquierda a derecha respectivamente.



**Figura 31: Aros empanizados con inclusión de quinua y kiwicha al 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, de izquierda a derecha respectivamente.**

Como se observa en la Figura 31, la muestra de color de oro más oscuro corresponde al T4 y la muestra de coloración más clara pertenece al tratamiento T0. Este color de oro más intenso se debe a que el empanado con migas de pan con quinua y kiwicha presenta mayor contenido de azúcares (carbohidratos), éste último es el promotor de la reacción de Maillard y caramelización del azúcar reductor (Chen *et al.* 2008, Barbut 2013, Zeng *et al.* 2016) a temperatura de fritura más alta de tratamiento (Jamshidi y Shabanpour 2013). Por otro lado, Llorca (2003) indica que el factor responsable de la coloración es la reacción de pardeamiento no enzimático.

## **4.5. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL**

### **4.5.1. Composición química**

La Tabla 17 muestra la composición química del producto final en base húmeda, a excepción del componente fibra dietaria total (FDT). Los valores corresponden a una muestra de 100 gramos.



**Tabla 17: Composición química del producto final por 100 g de muestra en base húmeda**

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Proteína (N x 6,25)	11,80
Grasa	7,80
Humedad	61,10
Ceniza	2,00
Carbohidratos	17,30
FDT (g/100g *)	0,67

\*materia seca

De acuerdo a los resultados mostrados, Tabla 17. Se observa que el contenido de humedad para los aros empanizados prefritos es 61,1 por ciento. Éste valor hallado es similar al encontrado por Antonova (2001), Salvador *et al.* (2008), Jamshidi y Shabanpour (2013), Pérez-Palacios *et al.* (2013) donde reportaron valores de humedad 58,22-64,92; 59; 60,15 y 58,91  $\pm$ 1,29 por ciento para nugget de pollo, anillos de calamar, palitos de atún y filete de merluza respectivamente. A su vez, el valor hallado (61,1; Tabla 17), es mayor al registrado por Sanz *et al.* (2004), Mah *et al.* (2008), Chen *et al.* (2009), Miranda *et al.* (2009), Brannan *et al.* (2013) y Dogan *et al.* (2015), donde reportaron valores de humedad 51,2; 49,82-51,34; 48,61-48,81; 50,77; 52,86 y 55-54 por ciento para mariscos rebozados, empanadas de pollo, nuggets de pescado, atún, empanizado, camarón empanizado y nugget de pollo respectivamente; esta diferencia en un mayor contenido de humedad es debido a que éstas últimas muestras fueron sometidas a fritura final, la cual esto no ocurre con lo nuestro. Como ya se vio anteriormente la fritura final reduce a un más el contenido de humedad en comparación con la etapa de proceso de prefritura.

Como se observa en la Tabla 17, el valor del contenido de grasa de los aros empanizados y prefritos es de 7,8 por ciento. Éste valor hallado es cercano a los reportados por Salvador *et al.* (2008), Janshidi *et al.* (2013) y Perez-Palacios *et al.* (2013), donde informaron valores de contenido de grasa 8,9; 6,74 y 12,78  $\pm$  3,74 por ciento para anillos de calamar, palitos de atún y filete de merluza respectivamente. Así mismo éste valor hallado de contenido de grasa (7,8; Tabla 17) es inferior al reportado por otros autores como Mah *et al.* (2008), Chen *et al.* (2009), Miranda *et al.* (2010) y Brannan *et al.* (2013), los cuales indicaron valores de

contenido de grasa 12,3- 14,41; 9,14 – 9,66; 14,05 y 12,28 por ciento para empanadas de pollo, nugget de pescado, pescado empanado (empanadilla de atún) y camarón rebozado empanizado respectivamente. Esta diferencia se debe a que estas últimas muestras fueron sometidas a fritura final, por lo que están más tiempo inmerso en aceite, por tanto aumenta su contenido de grasa.

El producto desarrollado en el presente trabajo, aros a partir de manto de pota con inclusión de granos andinos en la cobertura, contiene FDT un valor de 0.67%, Tabla 17, este resultado es debido al aporte de fibra alimentaria de los granos andinos (quinua y kiwicha) en el componente de la cobertura (rebozado y empanado), tal como sustenta (Brannan *et al.* 2013).

Se observa en la Tabla 17 que el contenido de ceniza es de 2 por ciento, este valor es similar a lo portado por Miranda *et al.* (2010), donde registro 2,21 por ciento para pescado empanizado (empanadilla de atún). Estos valores cercanos son debido a la similitud en la composición química de los sustratos alimenticios.

En el presente trabajo se determinó 11,8 por ciento de proteína, Tabla 17, al respecto Miranda *et al.* (2010), reportó un contenido de proteína igual a 5,15 por ciento para pescado empanizado (empanadilla de atún), en contraste al hallado para aros de pota con inclusión de granos andinos, puede deberse a la diferencia entre la proporción matriz alimentaria y cobertura, ya que la primera puede ser fuente principal de proteína. Por otro lado, el valor hallado para el contenido de proteína es similar al producto desarrollado por ITP nugget de pescado perico con un valor de 13 por ciento de proteína. Mientras que Brannan *et al.* (2013) reportó un contenido de proteína de 21, 39 por ciento para camarón rebozado empanado y frito, en contraste al hallado esto puede deberse al mayor contenido de proteína de la matriz alimentaria y/o al aporte de proteína por parte de otros ingredientes en la formulación del rebozado.

Por otro lado, Ulfah *et al.* (2016), hallaron la composición química para el nugget de pescado con sustitución de harina de trigo por harina de fruta de mangle, donde reportaron un contenido de proteína, grasa, carbohidratos, humedad y ceniza valores de 17, 44; 2,37; 39,25; 38,31 y 2,62 por ciento respectivamente. Sin embargo, los valores mostrados corresponden a nuggets de pescado antes de la fritura, es decir que los valores de grasa y humedad pueden

ser modificados significativamente. Haciendo esta consideración, se puede decir que la composición de los aros de pota con inclusión de granos andinos antes de la fritura puede ser similar al reportado para nuggets de pescado con sustitución de harina de fruta de mangle.

#### 4.5.2. Análisis microbiológico

En la Tabla 18, se presenta los criterios microbiológicos para el producto final, aros empanizado prefrito y congelado, correspondiente a la categoría productos hidrobiológicos empanizados precocidos y cocidos congelados, según RESOLUCIÓN DE DIRECCIÓN EJECUTIVA N°057-2016-SANIPES-DE, norma sanitaria que establece los indicadores microbiológicos.

**Tabla 18: Criterio microbiológico determinado para el producto final aros de pota con inclusión de granos andinos.**

<b>Agente microbiano</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Aerobios mesófilos	<250	UFC/g
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia/25 g	NMP/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	<3	NMP/g

Respecto al hallado en el presente trabajo, el grupo de aerobios mesófilos con un valor de < 250 UFC/g son bastante menores al que exige la norma sanitaria, por lo que se puede decir que el producto no presenta alguna alteración. Respecto a la especie *Escherichia coli*, el producto final no presentó (ausencia) de este microorganismo, lo cual podemos decir que el producto aros de pota empanizados prefrito y congelado, ha sido elaborado en buenas condiciones higiénicas y que las muestras están exentas de contaminación directa o indirecta de gérmenes de origen fecal. Por otro lado la especie *Staphylococcus aureus* presento un valor menor a tres <3, Tabla 18, por tanto podemos decir que el producto final no presenta peligro de causar enfermedad transmitida por el consumo de este alimento. Consecuente a los resultados hallados se puede decir que el producto aros de pota con granos andinos, es un producto apto para su consumo y libre de algún peligro microbiológico.

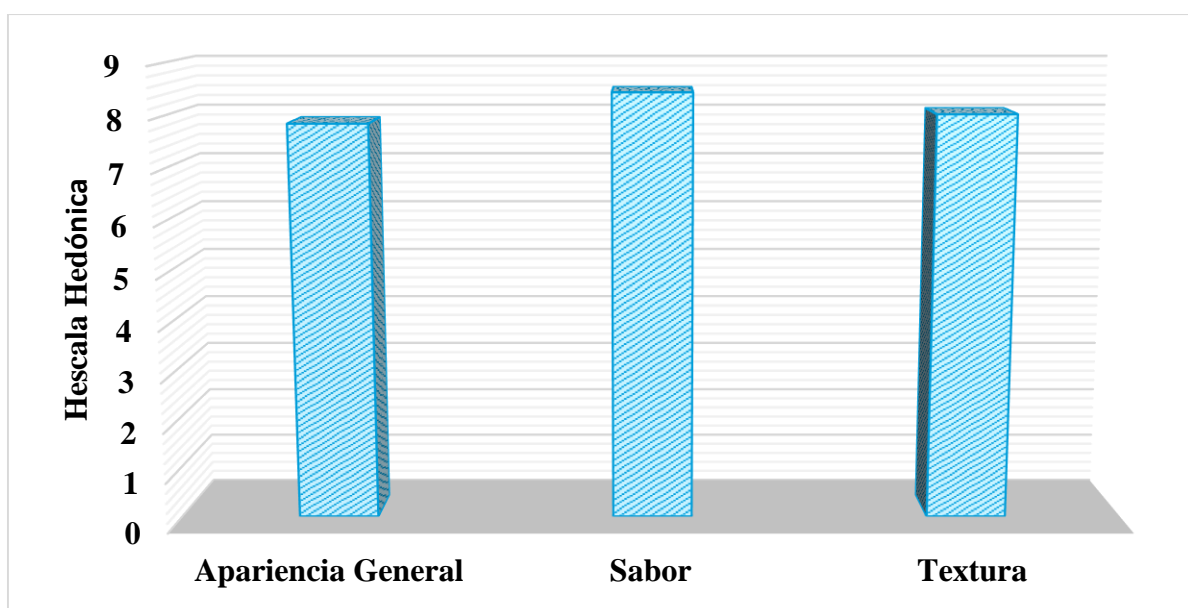
### 4.5.3. Rendimiento

Se obtuvo un rendimiento del proceso igual a 79,10 por ciento, es decir a partir de 10 kg de manto de papa limpio, se obtiene 7,91 kg de aros empanizados prefrito.

### 4.5.4. Aceptabilidad general

Para esta prueba participaron 50 jueces no entrenados (Espinosa 2007), consumidores potenciales entre alumnos y personal administrativo de la UNALM, de ambos sexos y encontrándose en las edades de 18-50 años.

La Figura 32, muestra la aceptabilidad general del producto final empleando la prueba de escala hedónica verbal de nueve puntos, los atributos evaluados fueron: Apariencia general, sabor y textura (Acebedo 2004, Jamshidi y Shabanpour 2013).



Los valores mostrados corresponden a la media  $\pm$  SD

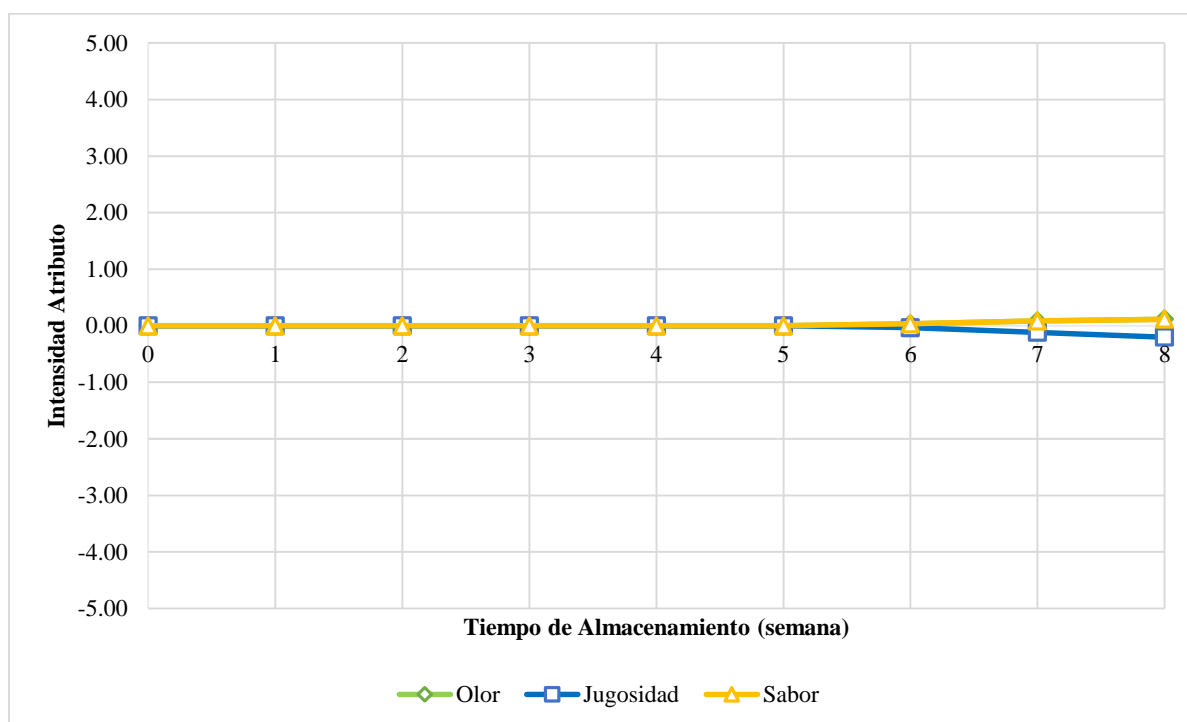
**Figura 32: Aceptabilidad general del producto final aplicando la escala hedónica verbal de 9 puntos**

Los valores hallados para la prueba de aceptabilidad correspondiente a los atributos Apariencia general, sabor y textura, fueron  $7,84\pm 0,84$ ;  $8,44\pm 0,73$  y  $8,02\pm 0,89$  respectivamente. Estos valores hallados son similares a los reportados por Jamshidi y Shabanpour (2013) y Khazaei *et al.* (2016) donde encontraron valores de  $7,71\pm 0,18$ ;  $7\pm 0,22$  y  $7,71\pm 0,18$  para palitos de atún y  $8,1\pm 0,23$ ;  $8,2\pm 0,25$  y  $8,1\pm 0,18$  para camarón frito recubierto, para los atributos apariencia general, sabor y textura respectivamente.

#### 4.6. EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL PRODUCTO FINAL DURANTE EL PERIODO DE ALMACENAMIENTO EN CONGELACIÓN

##### 4.6.1. Evaluación sensorial

En la Figura 33 se muestra el cambio de intensidad de atributos durante un periodo de dos meses de almacenamiento en congelación a  $-30^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 33: Cambio de la intensidad de atributos (Olor, jugosidad y sabor) durante dos meses**

Se observa en general que el promedio de los atributos sensoriales se mantienen sin cambio (valores cercanos a cero). Sin embargo, la jugosidad presenta una ligera disminución, este último puede deberse al método de descongelación, tal como manifiesta Teruel *et al.* (2015).

Los resultados encontrados son coherentes al reportado por Jamshidi y Shabanpour (2013) donde estudiaron el almacenamiento en congelación a  $-18^{\circ}\text{C}$  de nuggets de atún durante 4 meses, lo cual no halló alguna diferencia significativa en los atributos: color, textura y sabor. Del mismo modo Teruel *et al.* (2015), estudiaron nugget de pollo envasado en bolsa de polietileno y almacenado en congelación a  $-18^{\circ}\text{C}$  durante 9 meses, donde reportó que los atributos no mostraron cambios significativos excepto la crujibilidad y jugosidad.

Estos resultados son los esperados por tratarse de un producto congelado, donde en la práctica presenta una vida útil que van desde los seis meses hasta los dos años.

#### 4.6.2. Evaluación microbiológica

En la Tabla 19 se muestra los resultados del control microbiológico para el producto final, realizados cada siete días durante dos meses de almacenamiento en congelación a  $-30^{\circ}\text{C}$ .

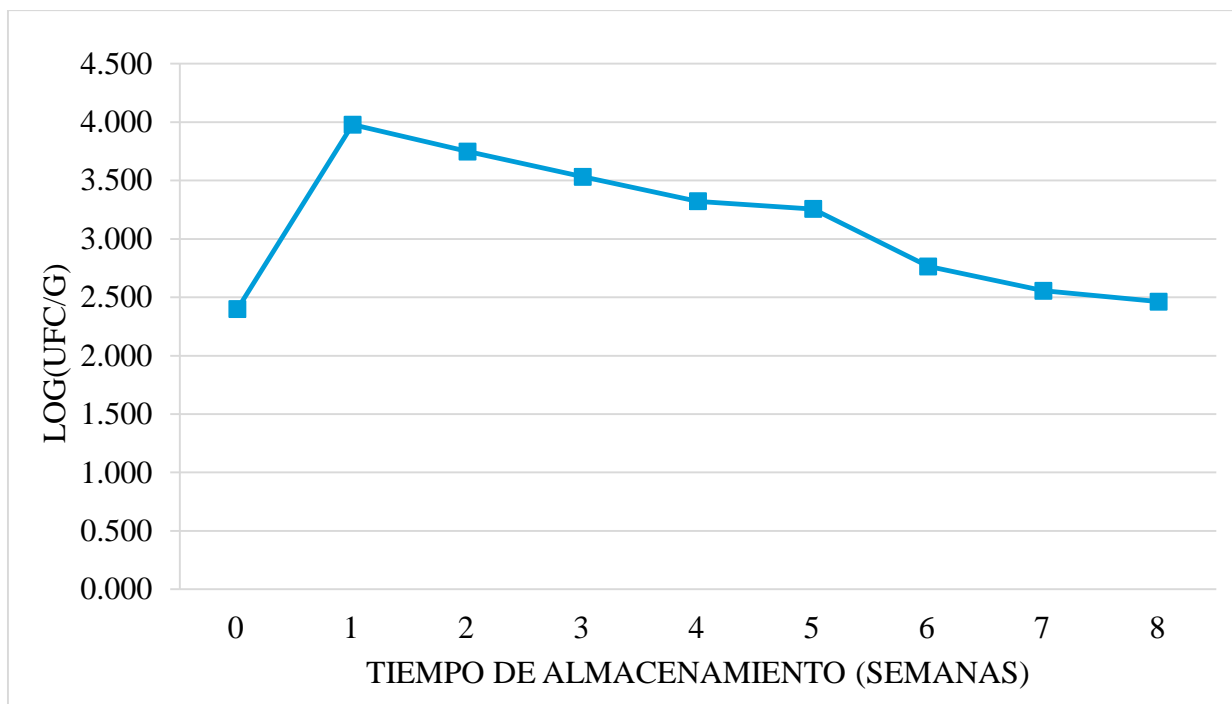
**Tabla 19: Variación del recuento microbiológico en aros de pota durante almacenamiento en congelación**

Tiempo (semanas)	<i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	<i>Staphylococcus aureus</i> (NMP/g)	Aerobios mesófilos (UFC/g)
0	Ausencia/25 g	<3	< 250
1	Ausencia/25 g	<3	$9,5 \times 10^3$
2	Ausencia/25 g	<3	$5,6 \times 10^3$
3	Ausencia/25 g	<3	$3,4 \times 10^3$
4	Ausencia/25 g	<3	$2,1 \times 10^3$
5	Ausencia/25 g	<3	$1,8 \times 10^3$
6	Ausencia/25 g	<3	$5,8 \times 10^2$
7	Ausencia/25 g	<3	$3,6 \times 10^2$
8	Ausencia/25 g	<3	$2,9 \times 10^2$

El recuento de aerobios mesófilos (UFC/g) presentó un comportamiento decreciente respecto al tiempo de almacenamiento a  $-30^{\circ}\text{C}$ , Tabla 19. Esta tendencia es similar al estudiado por Jamshidi y Shabanpour (2013) para palitos de atún almacenados en congelación a  $-18^{\circ}\text{C}$ , la cual reportó una reducción y así para el cuarto mes registró 4Log (UFC/g). Este resultado es coherente al que sustenta Roberts *et al.* (1998), donde mencionan que, en el almacenamiento en congelación también van muriendo bacterias con el transcurso del tiempo.

Respecto a la especie *Staphylococcus aureus*, se observa que el recuento NMP/g  $<3$  se mantiene constante durante el tiempo de almacenamiento en congelación ( $-30^{\circ}\text{C}$ ) evaluado. Este resultado también fue encontrado por Acebedo (2004), donde estudió la vida útil de nugget de pollo en almacenamiento en congelación a  $-25^{\circ}\text{C}$  durante 4 meses, y reportó un valor de NMP/g  $<3$ , tanto para el día cero y día 60. Por otro lado, la especie *Escherichia coli* reportó *ausencia* durante el tiempo de almacenamiento en congelación del producto aros de pota empanizado. Estos resultados son coherentes al planteado por Roberts *et al.* (1998) la cual sustenta que bacterias potencialmente patógenas sobreviven en carne congelada.

En la Figura 34 se muestra el comportamiento de aerobios mesófilos bajo condiciones de almacenamiento en congelación del producto final durante ocho semanas de evaluación. Donde se observa una reducción en el recuento, esto se debe al factor temperatura que influye en el crecimiento (Roberts *et al.* 1998, Ray y Bhunia 2010) y expuesto a la condición de almacenamiento en congelación  $-30^{\circ}\text{C}$ , puesto que el requerimiento para este grupo de microorganismos es una temperatura de entre  $25-40^{\circ}\text{C}$ .



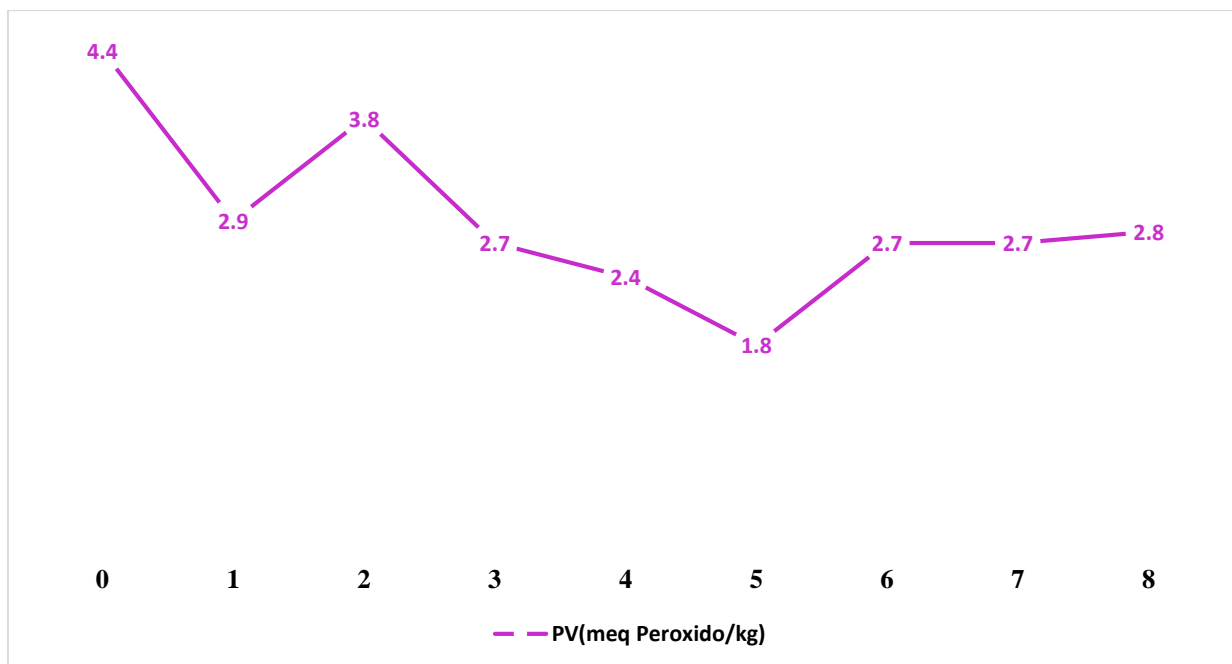
**Figura 34: Comportamiento de aerobios mesófilos en aros de papa empanizado con inclusión de granos andinos en almacenamiento en congelación a  $-30^{\circ}\text{C}$**

De acuerdo a los resultados microbiológicos hallados, a los 60 días de almacenamiento en congelación, los aros de papa congelado se encuentran aptos para el consumo. Estos resultados son coherentes al reportado por Acebedo (2004) y Jamshidi y Shabanpour (2013), donde manifiestan que la vida útil de productos empanizados prefritos congelados es mayor a los 6 meses.

#### **4.6.3. Evaluación del valor peróxido (PV)**

La Figura 35 muestra el comportamiento del valor peróxido ( $\text{meq O}_2/\text{kg}$  de grasa) en aros empanizados prefritos en aceite de girasol y evaluados durante almacenamiento en congelación a  $-30^{\circ}\text{C}$  por un periodo de ocho semanas (2 meses).





**Figura 35: Variación de valor peróxido (meq O<sub>2</sub>/kg grasa) en aros de pota empanizado con inclusión de granos andinos prefritos, durante almacenamiento en congelación -30°C**

En la Figura 35 se observa una tendencia en la disminución de PV. Mostrando su valor más bajo a la quinta semana (1,8 meq O<sub>2</sub>/kg grasa) para luego aumentar a la sexta semana (2,7 meq O<sub>2</sub>/kg grasa) y a partir de ésta semana se mantuvo sin variación hasta la octava semana (2,8 meq O<sub>2</sub>/kg grasa). En resumen, luego de 2 meses de evaluación el PV disminuyó, de 4.4 meq peroxido/kg (día cero) a 2,8 meq peróxido/kg (día 60).

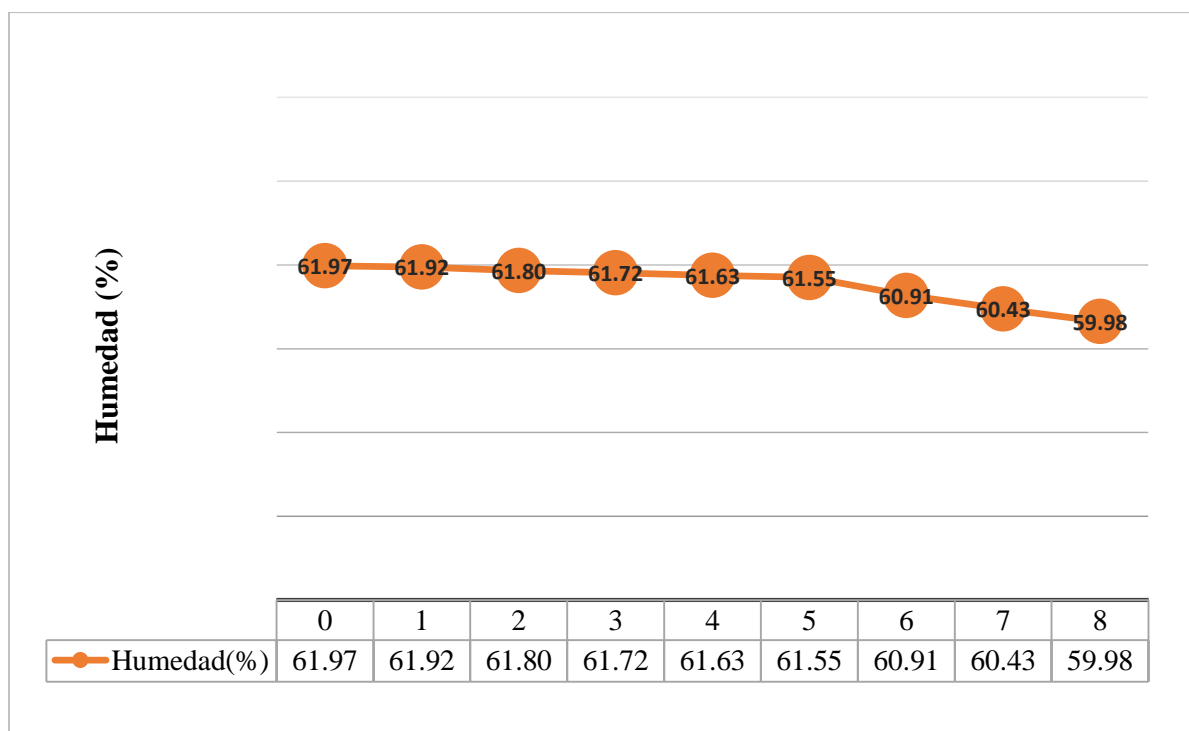
En contraste al presente trabajo, Haghshenas *et al.* (2015) reportó un incremento de PV de 0,47 meq peroxido/kg lípido (día cero) a 1,73 meq peróxido/kg lípido (día 60) luego de 2 meses de estudio, para nugget de camarón precocido a vapor y almacenado a -18°C. Del mismo modo, Soyer *et al.* (2010), halló un incremento de PV luego de 2 meses, pasando de 2,7 meq peróxido/kg grasa (día cero) a 5 meq peróxido/kg grasa (día 60), en pechuga de pollo almacenado en congelación -18°C. Este comportamiento en la disminución de PV de aros de pota con granos andinos a los 60 días de almacenamiento en congelación, podría deberse a un menor contenido de grasa y/o al efecto de la capacidad antioxidante principalmente de los polifenoles presentes en la quinua y kiwicha (Repo-Carrasco *et al.* 2010, FAO 2015).

Por otro lado Ko-Eun *et al.* (2013) estudiaron la acción antioxidante del extracto etanólico de ganghwayakssuk (*Artemisia princeps* Pamp.) en combinación con ácido ascórbico para aumentar la vida útil de nugget de pollo, donde encontró un incremento de PV luego de 15 días, pasando de 15 meq O<sub>2</sub>/kg (día cero) a 33,16 meq O<sub>2</sub>/kg (día 15), almacenado a 4°C.

Al respecto, no podemos afirmar que los granos andinos mejoran la vida útil de los aros de pota empanizado prefrito y congelado. Debido a que falta complementar con otros estudios, como el ácido tiobarbitúrico (TBA) y ampliar el tiempo de estudio a 6 meses.

#### 4.6.4. Evaluación del contenido de humedad

La Figura 36 muestra la variación de la humedad en aros de pota rebozado empanizado con granos andinos y prefrito, almacenado en congelación a -30°C durante 2 meses.

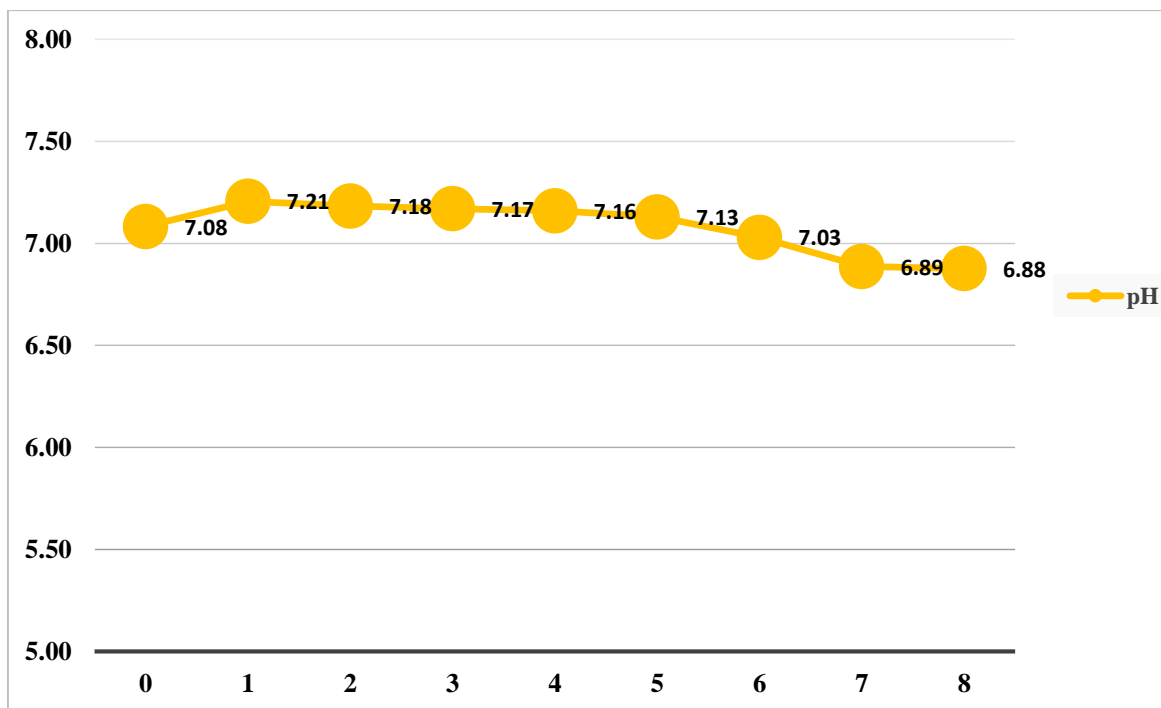


**Figura 36: Variación de la humedad en aros de pota empanizado con inclusión de granos andinos y prefritos, durante almacenamiento en congelación a -30°C**

En la Figura 36 se observa que la humedad se mantiene 61,97 por ciento (día cero) hasta la semana cinco 61,55 por ciento, para luego presentar una pequeña disminución y así mostrar para la semana 8 (59,98 por ciento). Esta ligera pérdida de humedad es coherente al reportado por Teruel *et al.* (2015) donde encontró cambios en la humedad para nugget de pollo envasado en bolsa de polietileno y almacenado a  $-18^{\circ}\text{C}$  durante nueve meses. Así mismo, Gennadios *et al.* (1997) reportó una reducción en la humedad, pasando de 88,7 a 80 por ciento para anillas de cebolla empanizado y frito, almacenados a  $-20^{\circ}\text{C}$  durante una semana y envasado en bolsa de polietileno. Este efecto en la pérdida de la humedad en productos almacenado en congelación puede deberse posiblemente a la formación de cristales en la etapa de congelación la cual se verá afectada en la descongelación del producto (Teruel *et al.* 2015) o como manifiestan Hall (2001) y Genot (2003), la pérdida de humedad es debido a la evaporación, sublimación y exudación durante la congelación, almacenamiento y descongelación del producto. Y esto acompañado de la desnaturalización de proteínas, la cual afecta su propiedad funcional de capacidad de retención de agua.

#### **4.6.5. Evaluación de pH**

La Figura 37 muestra la variación de pH en aros de papa rebozados y empanizados con granos andinos y prefritos, durante almacenamiento en congelación a  $-30^{\circ}\text{C}$  por un periodo de 2 meses.



**Figura 37: Variación de pH en aros de papa empanizado con inclusión de granos andinos y prefritos, durante almacenamiento en congelación a  $-30^{\circ}\text{C}$**

En la Figura 37, se observa que el pH aumenta de la semana cero a la semana uno, vale decir pasa de pH 7,08 a pH 7,21. Este efecto de aumentar el valor de pH durante la primera semana para luego disminuir, corresponde al mismo comportamiento registrado en la Figura 34, donde se observa un incremento en el recuento de aerobios mesófilos, pasando de la semana cero 2,5 LOG (UFC/g) a 4 LOG (UFC/g). Este comportamiento en la variación del valor de pH podría tener un efecto en el crecimiento bacteriano.

A partir de la semana uno el valor de pH disminuye de 7,21 a la semana ocho pH 6,88. Al igual que el recuento de aerobios mesófilos, ésta disminuye de la semana uno a la semana ocho, de 4 LOG (UFC/g) a 2,5 LOG (UFC/g). Se observa una relación directa entre el incremento del valor de pH y el aumento en el recuento de aerobios mesófilos, este efecto puede estar relacionado a la condición de requerimiento de la bacteria.

En contraste al hallado en el presente trabajo para aros de papa con inclusión de granos andinos en la cobertura, donde se observa una disminución del pH día cero (pH=7,08) a día 60 (pH=6,88), presenta un comportamiento similar a trabajos donde fueron utilizados algún

tipo de antioxidante. Ko-Eun *et al.* (2013) estudió la acción antioxidante de ganghwayakssuk (*Artemisia princeps* Pamp.) en combinación con ácido ascórbico para mejorar la vida útil de nugget de pollo, donde observó una disminución del valor de pH, pasando de día cero (pH=6,54) a día 15 (pH=6,47) almacenado a 4°C. Mientras Teruel *et al.* (2015), estudiaron el efecto del extracto de romero en nugget de pollo envasada en bolsa de polietileno y almacenada a -18°C, donde el antioxidante más efectivo reportó que el pH no presentó variación significativa pues pasó de 6,43 (día cero) a 6,42 (día 90). Por otro lado Ozer y Saricoban (2010), estudiaron el efecto del antioxidante ácido ascórbico en pollo deshuesada mecánicamente y almacenado a -20°C, donde reportaron una disminución de pH pasando de 6,23 (día cero) a 6,11 (día 60), para luego experimentar un ligero aumento a 6,18 (día 90).

Se puede decir que el producto presentó una estabilidad buena, respecto a los parámetros microbiológicos, sensorial y físico-químico (valor peróxido, pH y humedad).

## V. CONCLUSIONES

1. Las operaciones para la elaboración de aros empanizados a partir de manto de pota con inclusión de granos andinos son: cortado, lavado, desollado, laminado, troquelado, lixiviado, precocido, enfriado, rebozado, empanizado, prefrito, congelado, envasado y almacenado.
2. Los aros de pota con inclusión de quinua y kiwicha presentaron un contenido de humedad, proteína, grasa, ceniza y carbohidratos, valores de 61,1; 11,8; 7,8; 2 y 17,3 por ciento respectivamente, además de fibra dietaria total 0,67 por ciento en base seca.
3. Los aros empanizados partir de manto de pota con inclusión de quinua y kiwicha presentaron una aceptabilidad general muy buena con una calificación de *Me gusta muchísimo* respecto a los atributos sensoriales: apariencia general, sabor y textura.
4. Se logró eliminar el nitrógeno amoniacal del manto de pota de manera efectiva (90-93%) durante un tiempo de tratamiento de 7,5 horas.
5. Se encontró una relación directa entre el tamaño de manto de pota y el contenido de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>4</sub>), durante el tratamiento de remoción del sabor ácido amargo y olor amoniacal.
6. La formulación óptima para la masa de rebozado y empanizado, con la mejor característica física, química y sensorial, correspondió al 30 por ciento de sustitución de harina de trigo por harinas de quinua y kiwicha, y 50 por ciento de migas de pan con quinua y kiwicha.

7. Se demostró que la incorporación de quinua y kiwicha en la masa de rebozado mejora la viscosidad del batter y los parámetros de calidad: contenido de humedad y grasa de la corteza, pick-up, índice de recubrimiento y grosor de la corteza.
8. Durante la evaluación de la estabilidad en congelación del producto final, los atributos sensoriales sabor y olor no sufrieron cambios, mientras la jugosidad presentó una pequeña disminución, pasando de 61,97 a 59,98 por ciento de humedad.
9. El recuento de aerobios mesófilos, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* en el producto final y evaluados durante el almacenamiento en congelación a -30°C, cumplió con los criterios microbiológicos de RESOLUCIÓN DE DIRECCION EJECUTIVA N°057 -2016-SANIPES-DE.
10. El valor peróxido de los aros de pota con granos andinos empanizados prefritos decreció del día cero (4,4 meq hidroperóxido/kg grasa) al día sesenta (2,8 meq hidroperóxido/kg grasa) durante el almacenamiento en congelación a -30°C.
11. El valor de pH de aros de pota con granos andinos empanizados y prefritos almacenado en congelación durante sesenta días (dos meses), presentó una pequeña disminución del día cero 7,08 al día sesenta 6,88.
12. Es posible que la incorporación de quinua y kiwicha en la cobertura de aros de pota empanizados y prefrito, mejore la estabilidad en congelación a -30°C.
13. El producto final cumplió con la norma del MGAP-Uruguay, NORMA REGLAMENTARIA PARA LA ELABORACION DE PRODUCTOS CARNICOS EMPANIZADOS O REBOZADOS CRUDOS O COCIDOS Y CONGELADOS, respecto al máximo porcentaje de cobertura o pick-up, 30 por ciento.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Realizar un estudio sobre el efecto de la proteína aislada de quinua y kiwicha sobre las propiedades reológicas y parámetros de calidad de la masa del rebozado.
2. Se recomienda realizar un análisis instrumental espectrofotométrico en productos empanizados prefritos, para determinar el efecto de la inclusión de granos andinos respecto al color de la corteza.
3. Realizar un estudio de microestructura de la corteza, para obtener resultados más objetivos respecto al tamaño de los poros producidos durante la fritura, y así comprender mejor la absorción de aceite.
4. Se recomienda realizar un estudio de vida útil para este tipo de productos rebozados empanizados y prefritos almacenado en congelación.
5. Realizar un estudio comparativo del efecto del antioxidante de polifenoles de la quinua y kiwicha, respecto a la formación de TBA (Acidotioarbiturico) en la reducción de la oxidación de la grasa en productos rebozados empanados prefrito y almacenados en congelación.
6. Realizar un estudio de prefactibilidad para una producción piloto de aros a partir de pota con quinua y kiwicha empanizado prefrito y congelado.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Abugoch, L; Guarda, A; Pérez, LM; Paredes, MP. 1999.** Determination of proximate chemical composition of squid (*Dosidicus gigas*) and the development of products of gel. Arch Latinoam Nutr 49(2):156-61.
- **Abugoch, LE. 2009.** Chapter 1 Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, Chemistry, Nutritional, and Functional Properties. Advances in Food and Nutrition Research 58, 1-31.
- **Acebedo, C. 2004.** Desarrollo, Optimización y Estudio de vida útil de nugget de pollo liviano en calorías y con calcio. Tesis para optar el título de Ingeniero de Alimentos. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 45 p.
- **Ahamed, T; Singhal, R; Kulkarni, P; Pal, M. 1998.** A lesser-known grain, *Chenopodium quinoa*: review of the chemical composition of its edible parts. Food and Nutrition Bulletin. 19(1): 234-241.
- **Albert, A; Pérez-Munuera, I; Quiles, A; Salvador, A; Fiszman, SM; Hernando, I. 2009.** Adhesion in fried battered nuggets: Performance of different hydrocolloids as preducts using three cooking procedures. Food Hydrocolloids 23, 1443-1448.
- **Allegri, G; Stefano Comai, A; Carlo V.L y Costa, G. 2011.** Quinoa: Protein and Nonprotein Tryptophan in Comparison with Other Cereal and Legume Flours and Bread. Academic press 11, 113-125
- **Antonova, I. 2001.** Determination of crispy fried breaded chicken nuggets using ultrasonic technique. Thesis for opting for the title of Bachelor of Science in Biological Systems Engineering. Virginia, United States of America. p. 75-117.
- **AOAC (Association of Official Analytical Chemists International). 1995.** Methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 16<sup>th</sup> ed. Virginia, USA. Editorial Board Washington U.S.A.

- **Baixauli, R; Sanz, T; Salvador, A; Fiszman, SM. 2003.** Effect of the addition of dextrin or dried egg on the rheological and textural properties of batters for fried foods. *Food Hydrocolloids*, 17, 305-310.
- **Barbut, S. 2013.** Frying -Effect of coating on crust microstructure, color, and texture of lean meat portions. *Meat Science* 93, 269–274.
- **Brannan, R; Mah, E; Schott, M; Yuan, S; Casher, KL; Myers, A; Herrick, C. 2013.** Influence of ingredients that reduce oil absorption during immersion frying of battered and breaded foods. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 116, 240–254.
- **Bravo, V. 2001.** Desarrollo de una Tabla de Evaluación por Análisis Sensorial del calamar gigante o pota (*Dosidicus gigas*). Tesis Médico Veterinario. Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. 64p.
- **Cheftel, JC; Cuq, JL; Lorient, D. 1989.** PROTEINAS ALIMENTARIAS Bioquímica. Propiedades funcionales Valor nutritivo. Modificaciones químicas. Zaragoza, España, Editorial Acribia, S.A. p. 49, 166-169.
- **Chen, CL; Li, PY; Hu, WH; Lan, MH; Chen, MJ; Chen, HH. 2008.** Using HPMC to improve crust crispness in microwave-reheated battered mackerel nuggets: Water barrier effect of HPMC. *Food Hydrocolloids* 22, 1337–1344.
- **Chen, SD; Chen, HH; Chao, YC; Lin, RS. 2009.** Effect of batter formula on qualities of deep-fat and microwave fried fish Nuggets. *Food Engineering* 95, 359-364.
- **Codex Alimentarius. 1999.** DIRECTRICES DEL CODEX PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PESCADO Y LOS MARISCOS EN LABORATORIO CAC/GL 31-1999. (En línea). Consultado 4 de nov. del 2015. Disponible en: [http://www.codexalimentarius.org/input/download/standards/359/CXG\\_031s.pdf](http://www.codexalimentarius.org/input/download/standards/359/CXG_031s.pdf)
- **Cortés- Ruíz, JA; Pacheco-Aguilar, R; Ramírez-Suarez, JC; Lugo-Sánchez, ME; García-Orozco, KD; Sotelo-Mundo, RR; Peña-Ramos, A. 2016.** Conformational changes in proteins recovered from jumbo squid (*Dosidicus gigas*) muscle through pH shift washing treatments. *Food Chemistry* 196, 769–775.
- **Dana, D; Saguy, IS. 2006.** Review: Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth. *Advances in Colloid and Interface. Science* 128–130, 267–272.
- **Dogan, SF; Sahin, S; Sumnu, G. 2015.** Effects of soy and rice flour addition on batter rheology and quality of deep-fat fried chicken Nuggets. *Food Engineering* 71, 127–132.

- **Dublán, O. 2001.** Evaluación de la actividad proteolítica del manto de pota (*Dosidicus gigas*). Clasificación de las proteínas musculares. Tesis para obtener el grado de Maestro en Biotecnología. México. Universidad Autónoma Metropolitana. p.13-21.
- **Espinosa, J. 2007.** Evaluación Sensorial de los Alimentos. Ed: Torricella CR.. La Bahana, Cuba. Editorial Universitaria p. 11-86.
- **FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia). 1992.** El Pescado fresco: Su calidad y cambios de su calidad. Ed. HH Huss. Laboratorio tecnológico Ministerio de Pesca, Dinamarca. 121p.
- **FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y Alimentación, Italia). 2013.** Congreso Mundial de Cefalópodos. Panorámica de los Recursos y Pesquerías de Cefalópodos en Latinoamérica. Centro social Novacaixagalicia. Vigo, España. (En línea). Consultado 30 de jun. 2015. Disponible en: [http://www.conxemar.com/ponencias2/6\\_UlisesMunaylla.pdf](http://www.conxemar.com/ponencias2/6_UlisesMunaylla.pdf)
- **FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y Alimentación, Italia). Fisheries and Aquaculture Department). 2018.** (En línea). Consulta: 3 de jul. 2018. Disponible en <http://www.fao.org/fishery/topic/16140/en>
- **FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Italia). 2015.** Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Roma, Italia. p. 1-8.
- **FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia).** Año Internacional de la Quinoa. (En línea). Consultado 20 de set. 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/es/>
- **FDA (Food and Drug Administration, USA)/BAN. 1998.** Manual Bacteriológico de Análisis, revisión de la 8ª Edición. Enumeración de Aerobios mesófilos. Cap.04. (En línea). Consultado 20 de abr. 2017. Disponible en <https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>
- **Fizman, SM; Salvador, A. 2003.** Recent developments in coating batters. Trends in Food Science & Technology 14, 399-407.
- **Frazier, W; Westhoff, D. 1993.** Microorganismos de los alimentos 1, su significado y métodos de enumeración. Condiciones que deben reunir los ingredientes, los medios de cultivo y los reactivos. Formulas y preparaciones de medios de cultivo. 2 ed. Zaragoza, España, Editorial: Acribia S.A. p. 295-298.

- **Gamonpilas, C; Pongjaruvat, W; Methacanon, P; Seetapan, N; Fuongfuchat, A; Klaikherd, A. 2013.** Effects of cross-linked tapioca starches on batter viscosity and oil absorption in deep-fried breaded chicken strips. *Food Engineering* 114, 262–268.
- **García de Fernando; G; Ordoñez, JA; Asensio MA; Fernández-Salguero, J; Cabezas, L; Gómez, R; Vioque, M. 2016.** Microorganismos de los Alimentos Uso de datos para evaluar el control del proceso y la aceptación del producto. Zaragoza, España, Editorial Acribia, S.A. p.144-146.
- **García-Sánchez, G; Sotelo-Romero, CR; Pacheco-Aguilar, R; Ramirez-Suarez, JC; Sotelo-Mundo, R; Scheuren-Acebedo, SM; Garcia-Sifuentes, CO; Martinez-Porchas, M. 2015.** Effect of freezing on protein denaturation and gelling capacity of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) mantle muscle. *LWT - Food Science and Technology* 60, 737-742.
- **Gennadios, A; Hanna, MA; Ling, D. 1997.** Effect of frozen storage on deep-fat fried breaded onion rings. *Food Science and Technology* 32, 121–125.
- **Guerrero, I; Rosmini, M. 2009.** Tecnología de productos de origen acuático. Alimentos cocinados y precocinados con base en el pescado. Balderas, México. LIMUSA, S.A. p. 148-179.
- **Genot, C. 2003.** Congelación y calidad de la carne. Zaragoza, España, Editorial Acribia, S.A. p.15-49.
- **Haghshenas, M; Hosseini, H; Nayebzadeh, K; Kakesh, BS; Mahmoudzadeh, M; Fonood, RK. 2015.** Effect of beta glucan and carboxymethyl cellulose on lipid oxidation and fatty acid composition of pre-cooked shrimp nugget during storage. *LWT - Food Science and Technology* 62, 1192-1197.
- **Hall, GM. 2001.** Tecnología del procesamiento del pescado. Zaragoza, España, Editorial Acribia, S.A. p. 104-123.
- **Hernández, E. 2005.** Evaluación Sensorial. Análisis sensorial en productos alimenticios. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Nacional Abierta y Distancia. Bogotá, Colombia. p. 30-85.
- **Hernández, E. 2005.** Evaluación del pardeamiento enzimático durante el almacenamiento en congelación del puré de palta (*Persea americana* Mill) variedad has. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. p. 80-89.

- **Jamshidi, A; Shabanpour, B. 2013.** The Effect of Hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) Rubber Added to Prepolvo and batters of Queen Fish Nuggets Talang (*Scomberoides commersonianus*) on quality and shelf-life during frozen storage (-18°C). *World of Fish and Marine Sciences* 5 (4): 382-391.
- **Kent, N. 1983.** *Tecnología de Cereales*, tercera ed. Pergamon Press, Oxford.
- **Khazaeia, N; Esmaili, M; Emam-Djomeh. 2016.** Effect of active edible coatings made by basil seed gum and thymol on oil uptake and oxidation in shrimp during deep-fat frying. *Carbohydrate Polymers* 137, 249–254.
- **Ko-Eun, H; Yun-Sang, C; Sun.Mi, C; Hyun-Wook, K; Ji-Hun, C; Mi-Ai, L; Cheon-Jei, K. 2013.** Antioxidant action of ganghwayakssuk (*Artemisia princeps* Pamp.) in combination with ascorbic acid to increase the shelf life in raw and deep fried chicken nuggets. *Meat Science* 95, 593–602.
- **Kuehl, R. 2001.** *Diseño de Experimentos Principios estadísticos para el diseño y análisis de investigación*. 2 ed. The University of Arizona, Estados Unidos de América. Thomson Editores, S.A. 666p.
- **ICMSF 1983.** *Método Británico, Traducción Versión Original 1978, reimpresión 2000*. Editorial Acribia Zaragoza, España. 1 (2): 235-238.
- **IMARPE (Instituto del Mar del Perú). 2009.** FORUM FIUPAP. Situación de la Pesca artesanal en las regiones Piura-Tumbes. (En línea). Lima, Perú. Consultado 4 de Set. del 2015. Disponible en: [http://www.imarpe.gob.pe/paita/conferencias/pota\\_paita09.pdf](http://www.imarpe.gob.pe/paita/conferencias/pota_paita09.pdf)
- **ISO (International Organization for Standardization, Suiza) 7251/TS 16649-3. 2005.** Microbiology of food and animal feeding stuffs – horizontal method for the detection and enumeration of presumptive *Escherichia coli* – Most probable number technique. Third edition.
- **Llorca, E. 2003.** Modificaciones químicas y microestructurales en la elaboración de calamares rebozados congelados. El papel de los ingredientes en la formulación de los rebozados. Tesis para optar el grado de doctor. España. Universidad Politécnica de Valencia. p. 4-7.
- **Llorca, E; Hernando, I; Pérez-Munuera, I; Quiles, A; Larrea, V; Fiszman, S; Lluch MA. 2005.** Microstructural study of frozen batter-coated squid rings prepared by an innovative process without a pre-frying step. *Food Hydrocolloids* 19, 297–302.

- **Mah, E; Precio, J; Brannan, RG. 2008.** Reduction of the absorption of oil in deep-Fried, battered and breaded chicken patties with whey protein isolated as postbreeding dip: Effect on Lipid and Moisture Content. *Science of food* 73 (8): 123-133.
- **Mah, E; Brannan, RG. 2009.** Reduction of oil absorption in deep-fried, battered, and breaded chicken patties using whey protein isolate as a postbreeding dip: Effect on flavor, color, and texture: *Science of food* 74 (1): 1412-1421.
- **Márquez-Ríos, E; Moran-Palacio, EF; Lugo-Sánchez, ME; Ocano-Higuera, VM; Pacheco-Aguila, R. 2007.** Postmortem Biochemical Behavior of Giant Squid (*Dosidicus gigas*) Mantle Muscle Stored in Ice and its Relation with Quality Parameters. *Science of food* 72, 356-362.
- **Maskat, M; Kerr, W. 2002.** Coating characteristics of fried chicken breasts prepared with different particle size breading. *Food Processing Preservation* 26, 27-38.
- **Maskat, M; Kerr, W. 2004.** Effect of breading particle size on coating adhesion in breaded, fried chicken breasts. *Journal of food quality* 27 (2): 103–113.
- **Maza, S; Rosales, M; Castro, R. 2003.** Efecto de un proceso de lixiviación acida salina sobre la calidad del surimi de *Dosidicus gigas* “Pota”. *Bol. Ins. Tec. Pes. Perú.* 5, 81-88.
- **Maza, S; Solari, A; Albrecht, M. (2007-2008).** Reducción de la intensidad del sabor ácido amargo de la pota mediante lavados con soluciones ácidas y neutralizantes. *Bol. Inv. Ins. Tec. Pes. Perú.* 8, 23-29.
- **MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Uruguay). 2008.** NORMA REGLAMENTARIA PARA LA ELABORACION DE PRODUCTOS CARNICOS EMPANADOS O REBOZADOS CRUDOS O COCIDOS Y CONGELADOS. Montevideo, Uruguay. 1 Agos.p3.
- **MINSA (Ministerio Nacional de Salud, Perú); INS (Instituto Nacional de Salud, Perú). 2009.** Tablas peruanas de composición de alimentos. 8 ed. Biblioteca Nacional del Perú. p. 14-17.
- **Miranda, JM; Martinez, B; Perez, B; Antón, X; Vazquez, BI; Fenete, CA; Franco, CM; Rodriguez, JL; Cepeda, A. 2010.** The effects of industrial pre-frying and domestic cooking methods on the nutritional compositions and fatty acid profiles of two different frozen breaded foods. *LWT - Food Science and Technology* 43, 1271-1276.
- **Montgomery, D. 2004.** Diseño y análisis de experimentos. Trad. R Piña. 2 ed. s.l. LIMUSA, S.A. Universidad Estatal de Arizona, Estados Unidos de América. p. 60-387.

- **Mujica, A; Jacobsen, S. 2006.** La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. Moraes, M; Ollgaard, B; Kvist, LP; Borchsenius, F; Balslev, H (eds). (En línea). Consultado 2 de nov. del 2017. Disponible en: <http://quinua.pe/wp-content/uploads/2013/03/La-quinua-y-sus-parientes.pdf>
- **Ngadi, M; Li, Y; Oluka, S. 2007.** Quality changes in chicken nuggets fried in oils with different degrees of hydrogenation. *LWT* 40, 1784–1791.
- **Ninan, A; Josep, A; Zynudheen, A; Abbas, A y Ravishankar, C. 2010.** Effect of Hydrocolloids as an Ingredient of Batter Mix on the Biochemical, Physical and Sensory Properties of Frozen Stored Coated Shrimp. *Fishery Technology* 47(1): 57 – 64.
- **Ozer, O; Sariçoban, C. 2010.** The effects of butylated hydroxyanisole, ascorbic acid, and  $\alpha$ -tocopherol on some quality characteristics of mechanically deboned chicken Patty during freeze storage. *Sciences of food* 28(2): 150–160.
- **Paniagua, N. 2014-2015.** Aplicación de harinas extrusionadas en la mejora de la calidad de rebozados. Tesis para optar el grado de Master en Calidad, desarrollo, desarrollo e innovación de alimentos. Universidad de Valladolid, España. p. 8-12.
- **Pedrero, DL; Pangborn, RM. 1996.** Evaluación sensorial de los alimentos métodos analíticos. Editorial ALHAMBRA MEXICANA. p. 87-141.
- **Pérez-Palacios, T. Casal, S. Pefisca, C. Ferreira, I. 2013.** Nutritional and sensory characteristics of hake fillets covered in bread as affected cooked conditions. *Food quality diary* 31(2): 147-156.
- **Praznik, W; Wien, T; Tull, N; Wien, A; Graz, P; Graz, A. 1999.** Molecular Background of Technological Properties of Selected Starches. *Starch* 51 (6): 197–211.
- **PROMPERU (Comisión de promoción del Perú para la exportación y el turismo).** Informe anual 2016 desenvolvimiento del comercio exterior pesquero. (En línea). Consultado 2 de set. 2017. Disponible en <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/sectoresproductivos/Desenvolvimiento%20del%20Comercio%20Exterior%20Pesquero%202015.pdf>.
- **Ramírez-Suarez, J; Ibarra, L; Pacheco, R; Lugo, ME; Garcia, G; Carvalho, G. 2008.** Physicochemical and functional changes in jumbo squid (*Dosidicus gigas*) mantle muscle during ice storage. *Food Chemistry* 111, 586–591.
- **Ray, B; Bhunia, A. 2010.** Fundamentos de Microbiología de los alimentos. 4 Ed. México. MC Graw Hill Educación S.A. México. p. 32-46.

- **Repo-Carrasco, R. 1992.** “Cultivos Andinos y la Alimentación Infantil”. Lima, Perú. Comisión de coordinación de tecnología andina. Servicios Editoriales Didi de Arteta S.A.
- **Repo-Carrasco, R; Peña, J; Kallio, H y Salminen, S. 2009.** Dietary fiber and other functional components in two varieties of crude and extruded kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Cereal Science* 49, 219–224.
- **Repo-Carrasco, R; Hellstrom, J; Pihlava, JM y Mattila, P. 2010.** Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Food Chemistry* 120, 128-133.
- **Roberts, TA; Pitt, JI; Farkas, J; Grau, FH. 1998.** Microorganismos de los alimentos Ecología microbiana de los productos alimentarios. Zaragoza, España, Editorial Acribia, S.A. p.36.
- **Salvador, A; Sanz, T; Fiszman, SM. 2008.** Performance of methyl cellulose in coating batters for fried products. *Food Hydrocolloids* 22, 1062-1067.
- **Salvador, A; Sanz, T; Fiszman, SM. 2005.** Effect of the addition of different ingredients on the characteristics of a batter coating for fried seafood prepared without a pre-frying step. *Food Hydrocolloids* 19, 703-708.
- **Salvador, A; Salvador, A; Sanz, T; Fiszman, SM. 2004.** Rheological properties of batters for coating products. Effect of addition of corn flour and salt. *Food Science and Technology International*, 9(1), 23–27.
- **SANIPES (Organismo Nacional de Sanidad Pesquera, Perú). 2016.** RESOLUCIÓN DE DIRECCION EJECUTIVA. N°057. Lima, Perú. 23 Jun.76p.
- **Sanz, A; Salvador, A; Fiszman, SM. 2004.** Effect of concentration and temperature on properties of methylcellulose-added batters Application to battered, fried seafood. *Food Hydrocolloids* 18, 127-131.
- **Sanz, T; Salvador, A; Velez, G; Muñoz, J; Fiszman, SM. 2005.** Influence of ingredients on the thermo-rheological behaviour of batters containing methylcellulose. *Food Hydrocolloids* 19, 869-877.
- **Sharma S; Mulvane S; Rizvi S. 2003.** INGENIERÍA DE LOS ALIMENTOS Operaciones unitarias y prácticas de laboratorio. Balderas, México, LIMUSA S.A. p. 187-201, 259-267.



- **Sikorski Z. E. 1994.** Tecnología de los productos del mar: Recursos, composición nutritiva y conservación. Trad. JE Escobar. Zaragoza, España, Acribia, S.A. p. 37-72.
- **Soyer, A; Ozalp, B; Dalmis, U; Bilgin, V. 2010.** Effects of freezing temperature and duration of frozen storage on lipid and protein oxidation in chicken meat. Food Chemistry 120, 1025–1030.
- **Steffolani, ME; León, A; Pérez, G. 2013.** Study of the physicochemical and functional characterization of quinoa and starches kaniwa. Starch Biosynthesis Nutrition Biomedical 65, 976–983.
- **Stikic, R; Glamoclija, D; Demin, M; Vucelic-Radovic, B; Jovanovic, Z; Milojkovic-Opsenia, D; Jacobsen SE y Milovanovic, M. 2012.** Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) as an ingredient in bread formulations. Cereal Science 55, 132-138.
- **Teruel, MR; Garrido, MD; Espinosa, MC; Linares, MB. 2015.** Effect of different format-solvent rosemary extracts (*Rosmarinus officinalis*) on frozen chicken nuggets quality. Food Chemistry 172, 40-46.
- **Ulfah, A; Yudomenggolo, SD; Sumardianto; Laras, R. 2016.** Chemical Characteristics of Fish Nugget with Mangrove Fruit Flour Substitution. Aquatic Procedia 7, 265-270.
- **Watts, B; Ylimaki, G; Jeffery, L; Elias, L. 1992.** Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos. Utilización de pruebas orientadas al producto y pruebas orientadas al consumidor. Centro Internacional de investigación para el Desarrollo, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Uruguay. p. 7-9.
- **Yangzhou, JY; Stuttgart, M. 1999.** Characterization of Amaranthus cruentus and Chenopodium quinoa Starch. Forschungsbeiträge/Research Papers 51 (4): 116-120.
- **Zapata, J. 2010.** 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. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú. p. 54-73.
- **Zeng, H; Chen, J; Zhai, J; Wang, H; Xia, W; Xiong, YL. 2016.** Reduction of the fat content of battered and breaded fish balls during deep-fat frying using fermented bamboo shoot dietary fiber. LWT - Food Science and Technology 73, 425-431.

## VIII. ANEXOS

**ANEXO 1: Tabla de índice de calidad para pota (*Dosidicus gigas*)**

PARAMETROS		ATRIBUTOS	PUNTOS
Textura del musculo (manto)	A la presión digital	Elástico, flexible, firme (rígido)	0
		Ligeramente blando (huella digital desaparece)	1
		Blando (huella digital permanece)	2
Superficie del manto abierto y sin piel	Olor	Fresco a mar, a algas	0
		Neutro	1
		Ácido, a leche (láctico)- ligero abombado	2
		Abombado, a pútrido-nauseabundo	3
	Color del musculo (sin piel)	Blanco traslucido, brillante	0
		Blanco nacarado amarillento, brillante	1
		Superficie pigmentada de rosado	2
<b>Suma de puntos de demerito</b>			

**Fuente:** tomado de Bravo (2001)

0: Puntaje mínimo de demerito

5: Inaceptable

7: Puntaje máximo de demerito

## **ANEXO 2: Molino de rotor para molienda de granos andinos**

Molino de rotor de impacto SR 300 Retsch Germany: Empleado en la molienda de granos de quinua y kiwicha, donde se usó una ceiba de abertura de malla de 0.5 mm.



## **ANEXO 3: Secadora de bandejas**

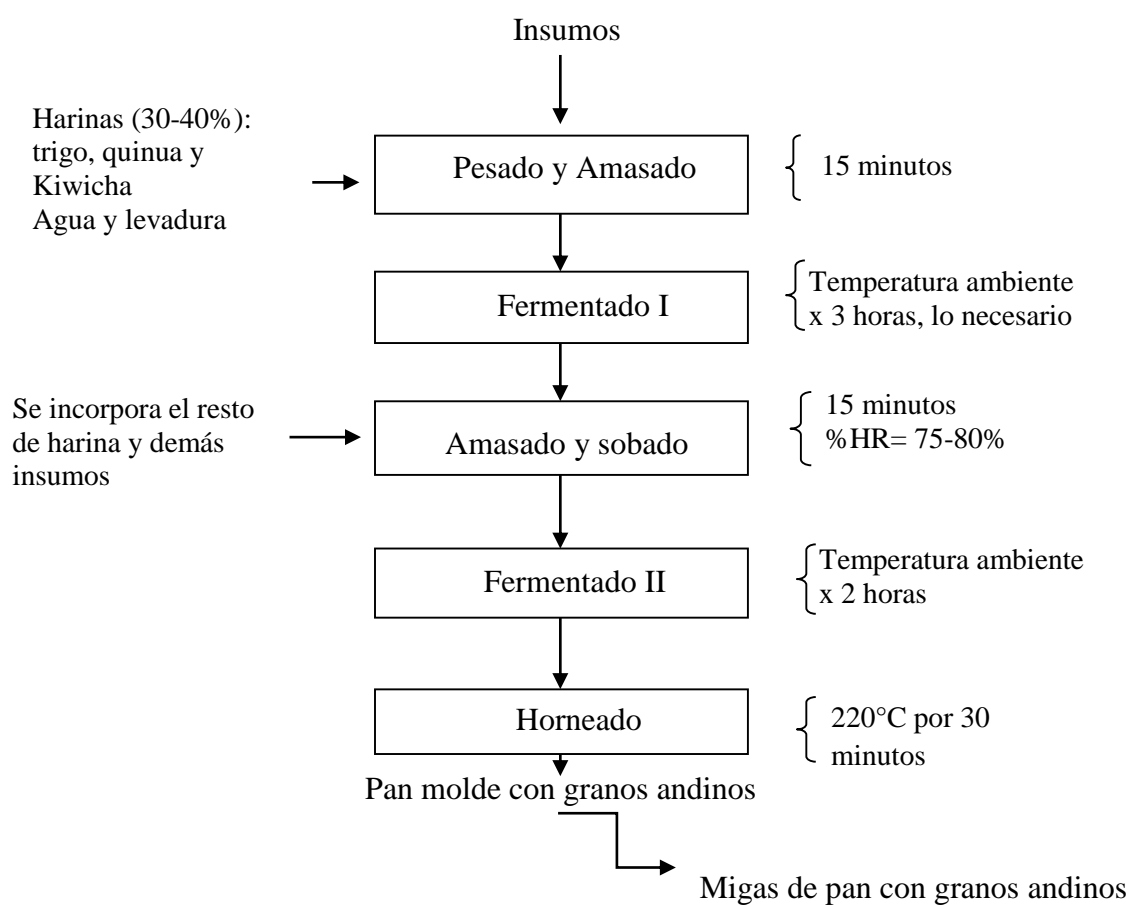
Secador RETER Modelo. DRR-200. Secado de hogazas de pan con granos andinos a una velocidad de aire 53.7 m/s, temperatura 64°C y tiempo de secado 6 hora y 30 minutos.



#### ANEXO 4. Formulación para la obtención de pan con granos andinos

Ingredientes	Porcentaje	Peso (g)
harina trigo	80	800
harina de quinua	10	100
harina de Kiwicha	10	100
levadura instantánea	1	10
leche en polvo	6	60
agua	60	600
azúcar	7	70
sal	2	20
manteca vegetal	9	90
lecitina de soya	1	10

#### ANEXO 5. Flujograma para la obtención de pan rallado enriquecido con quinua y kiwicha aplicando el método de esponja y masa



## ANEXO 6: Selección de evaluadores de un universo de 40 alumnos



## ANEXO 7: Soluciones y respectivas concentraciones en la selección de evaluadores

Soluciones testigo utilizadas para selección de evaluadores según CODEX Alimentarius (1999) y Watts *et al.* (1992)

Sabores Básicos	Sustancia	Concentración
Dulce	Sacarosa	1.00%
Salado	Salmuera	0.20%
Acido	Ácido cítrico	0.04%
Amargo	Cafeína	0.05%

**ANEXO 8: Lista de substancia que fueron utilizados para prueba de olor en la selección de evaluadores según Watts *et al.* (1992).**

Substancia	Olor	Olores aproximados posibles
Vinagre	agrio, ácido acético	encurtidos
Café	café	tostadura
Clavo de especia	clavo de especia, eugenol	especia, canela
Semilla de anís	anís	regaliz
Canela	canela, eugenol	especia, clavo de especia
Vainilla	vainilla	dulce
Pimienta negra	pimienta	picante
Alcohol	alcohol, etanol	vodka
Limón	limón, agrio, acido	fruta cítrica

**ANEXO 9. Evaluación sensorial de muestras de musculo de pota tratado con soluciones y cocido para su evaluación.**



**ANEXO 10: Tabla de evaluación sensorial**

**Anexo 10.1. Tabla de evaluación sensorial para pota (*Dosidicus gigas*) cocida, caso característica “Olor”**

	Grado		Puntuación	
Aceptable	Ausencia de olores objetables	I	Libre de olor amoniacal	10
				9
		no perceptible	8	
	Ligero olor	II	perceptible	7
				6
Límite de aceptación				
Rechazo	Persistente olor	III	Olor amoniacal	5
				4
	Severo olores objetables		Olor intenso "amoniacal"	3
				2
				1

**Fuente:** adaptado a partir de FAO (1992) y Maza *et al.* (2003)

**Anexo 10.2. Tabla 11. Tabla de evaluación sensorial para pota (*Dosidicus gigas*) cocida, caso característica “Sabor”**

	Grado		Puntuación	
Aceptable	Ausencia de olores objetables	I	Libre de sabor	10
				9
		no perceptible	8	
	Ligero sabor	II	perceptible	7
				6
Límite de aceptación				
Rechazo	Persistente sabor	III	Sabor ácido amargo	5
				4
	Severo sabores objetables		Sabor intenso "ácido amargo"	3
				2
				1

**Fuente:** adaptado a partir de FAO (1992) y Maza *et al.* (2003)

**ANEXO 11. Ficha de la prueba de reconocimiento de sabores básicos**

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**Reconocimiento de sabores básicos**

Pruebe, en orden descendente, cada una de las soluciones en el orden indicado en la Ficha. Las soluciones pueden tener un gusto dulce, ácido, salado o amargo. Entre las soluciones con sabores básicos puede haber una o más muestras que tienen solamente agua. Identifique el sabor de las soluciones de cada uno de los vasos codificados. Enjuáguese la boca con agua antes de degustar y también entre una muestra y otra. Para aclarar la boca se proporcionan también galletas.

**Código**

**Sabor**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## ANEXO 12. Ficha para la prueba de reconocimiento de olores básicos

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_\_

### Reconocimiento de olores básicos

Los frascos cubiertos contienen sustancias olorosas que se encuentran comúnmente en el hogar o el lugar de trabajo. Acerque el frasco a su nariz, saque la tapa, húsme brevemente 3 veces y trate de identificar el olor. SI no se le viene a la memoria el nombre exacto de la sustancia, trate de describir alguna cosa con la que usted asocie ese olor.

<b>Código</b>	<b>Sabor</b>
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

### ANEXO 13: Descriptores empleado en la capacitación de evaluadores

Descriptores	Explicación Descriptor	Extremo izquierdo	Extremo Derecho
Olor	Sensación olfativa de sustancias olorosas.	Amoniacal	Característico a producto empanizado frito
Jugosidad	Sensación inicial de pérdida de agua de corta duración (como una esponja mojada).*	Seco	Húmedo
Sabor	Intensidad del sabor a calamar percibida durante la masticación	Acido amargo o residual	Insípido o ligero calamar

Fuente: Adaptado a partir de Guerrero 1994 (citado por Acebedo 2004)

### ANEXO 14. Ficha de respuesta test pareado direccional para capacitación de evaluadores

#### MUSCULO DE POTA

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_\_

Usted dispone de dos pares de muestras, y en cada par, debe evaluar cuál es la muestra que presenta el atributo que se le indica posteriormente más acentuado, encerrándola en un círculo.

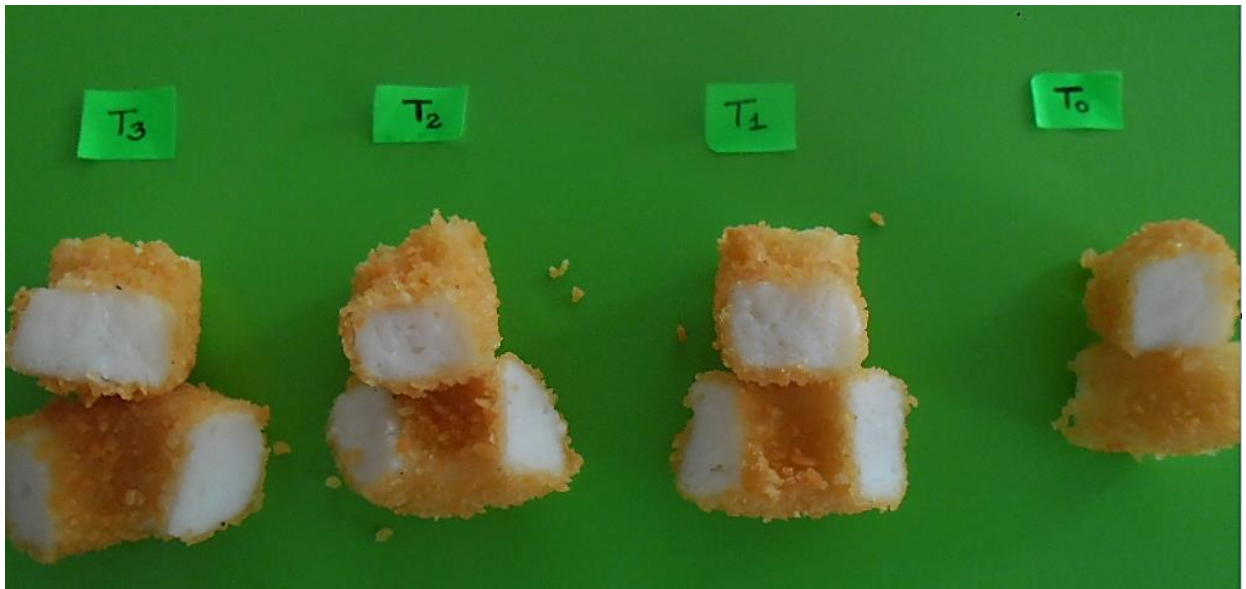
**Olor** \_\_\_\_\_

**Sabor** \_\_\_\_\_

GRACIAS !!!

**ANEXO 15: Corte transversal de aros rebozados con inclusión de quinua y kiwicha en rebozado**

Para una sustitución del 0%, 10%, 20% y 30% ubicados de derecha a izquierda respectivamente.



**ANEXO 16. Aros empanizados con 50 por ciento de migas con quinua y kiwicha**



## ANEXO 17. Envasado del producto final en bolsa bilaminada para estudio de Almacenamiento en congelación



## ANEXO 18. Determinación de nitrógeno amoniacal en musculo de pota: Método Sorensen (1980), método espectrofotométrico modificado de Nessler.

El método se basa en el que el reactivo de Nessler reacciona con el nitrógeno de naturaleza amoniacal, diferenciándolo de nitrógeno proveniente de TMA, DMA, y MMA.

La muestra es acondicionada mediante la extracción de extracto para nitrógeno amoniacal, para lo cual se emplea 10 gramos de muestra y 90 mL de ácido tricloroacético al 5% para luego ser homogenizado a 10000ppm durante 10 minutos. Posteriormente se procede a la preparación de la curva estándar:

Tabla de reactivos para la preparación de curva estándar para N-amoniacal

Reactivos	$\mu\text{g de N}$					
	0	1	2	5	10	20
STD( $\mu\text{L}$ )	0	100	250	500	1000	2000
H <sub>2</sub> O( $\mu\text{L}$ )	4400	4300	4150	3900	3400	2400
TCA5%( $\mu\text{L}$ )	500	500	500	500	500	500
Sal Rochelle( $\mu\text{L}$ )	50	50	50	50	50	50
Sol. Nessler ( $\mu\text{L}$ )	100	100	100	100	100	100

Reactivos:

- STD: Solución estándar 3.819g de cloruro de amonio en 1L y 10mL de esta solución en 1L de agua destilada y así sucesivamente.
- Solución Stock: 1mL de solución estándar diluida en 100mL.
- TCA: Acido tricloroacetico
- Sal Rochelle: 50g de tartrato de sodio y potasio en 100mL
- Sol. Nessler: 5g de ioduro de potasio disolverlo en 5mL de agua destilada, además por separado pesar 2.5g de cloruro de mercurio y disolver en 10mL de agua caliente, añadir la mezcla homogeneizada de HgCl<sub>2</sub> en la solución de ioduro de potasio, homogeneizar y dejar que precipite.

La preparación de la muestra solución se realiza de manera semejante a la curva estándar omitiendo el TCA y haciendo variar la cantidad de solución estándar y agua, de tal manera que la cantidad de los 2 componentes siempre debe sumar 4400 µL. la lectura se realiza mediante espectrofotómetro a una longitud de onda 425nm y es expresada en unidades de Absorbancia.

**ANEXO 19. Tabla de parámetro y criterios microbiológicos según NTS para la categoría Productos hidrobiológicos empanizados precocidos y cocidos congelados.**

MICROORGANISMOS		Plan de evaluación (1)		Limites (1) (2)	
Especie/Grupo	Categoría	n	c	m	M
Aerobios mesófilos (30°C)	3	5	2	10 <sup>4</sup> UFC/g	10 <sup>5</sup> UFC/g
<i>Escherichia coli</i>	6	5	2	10 UFC/g	10 <sup>2</sup> UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	5	1	10 <sup>2</sup> UFC/g	10 <sup>3</sup> UFC/g

Donde:

n = número de unidades que componen la muestra

m= Valor del parámetro microbiológico para el cual por debajo del cual el alimento no presenta un riesgo para la salud.

c = número de unidades de muestreo con valores superiores a m o comprendidos entre m y M, para que el alimento se aceptable.

M: Valor del parámetro microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud (Reglamento Sanitario SANIPES-2010).

## **ANEXO 20. Pruebas afectivas para preferencia – experimento III**

### **PRUEBA DE PREFERENCIA**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Serie: \_\_\_\_\_

**INSTRUCCIONES:** Indique con el número correspondiente el orden de su menor (=1) a mayor (=5) preferencia por cada muestra de “Aro empanizado”. No se permite empates. Gracias.

Muestras	413	254	862	380	247
Preferencia	_____	_____	_____	_____	_____

Observación: -----  
-----  
-----

**Gracias**

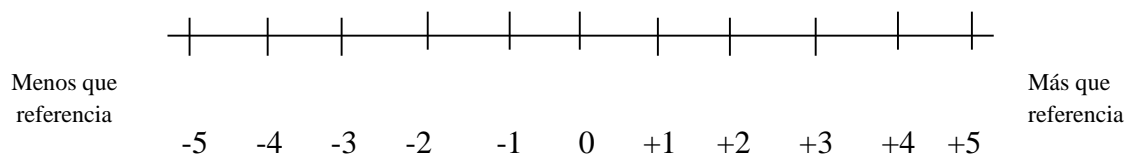
## ANEXO 21. Escala de intensidad

**NOMBRE:**

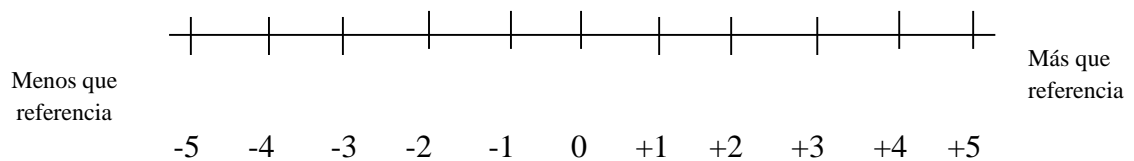
**FECHA:**

Una de las muestras esta marcad con R y la otra tiene código numérico. Pruebe la muestra y compárela con R, e indique su respuesta con una línea vertical en la línea correspondiente.

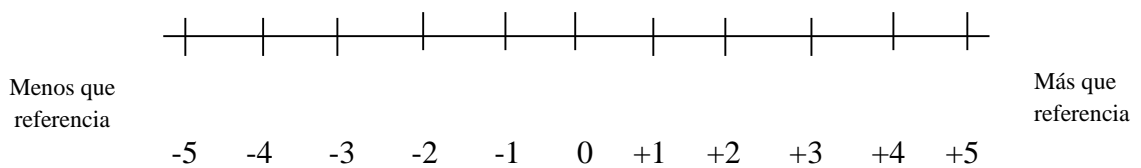
Olor



Jugosidad



Sabor



**GRACIAS**

**ANEXO 22. Promedio de la Intensidad de Atributos durante un periodo de 2 meses en almacenamiento**

Semana	Olor	Jugosidad	Sabor
0	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00
6	0.03	-0.03	0.03
7	0.08	-0.12	0.08
8	0.12	-0.20	0.12

**ANEXO 23. Análisis estadístico - Experimento I**

**Anexo 23.1. NITROGENO AMONICAL**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N-NH4 (mg/100 g muestra)	30	0.91	0.85	22.91

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9929.45	11	902.68	16.21	<0.0001
Espesor (mm)	1730.74	3	576.91	10.36	0.0003
Tiempo (h)	1455.23	2	727.61	13.06	0.0003
BLOQUE	6703.61	2	3351.81	60.18	<0.0001
Espesor (mm)*Tiempo (h)	39.87	4	9.97	0.18	0.9463
Error	1002.52	18	55.70		
Total	10931.97	29			

**Espesor**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N-NH4 (mg/100 g muestra)	30	0.77	0.72	31.31

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8434.35	5	1686.87	16.21	<0.0001
Espesor (mm)	1730.74	3	576.91	5.54	0.0049
BLOQUE	6703.61	2	3351.81	32.21	<0.0001
Error	2497.62	24	104.07		
Total	10931.97	29			



**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=12.15584**

Error: 104.0674 gl: 24

Espesor (mm)	Medias	n	E.E.		
7.00	22.51	9	3.40	A	
9.00	32.23	9	3.40	A	B
11.00	38.86	9	3.40		B
10.00	45.00	3	5.89		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Tiempo

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
N-NH4 (mg/100 g muestra )	30	0.79	0.75	29.78

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8673.03	5	1734.61	18.43	<0.0001
Tiempo (h)	1969.42	3	656.47	6.97	0.0015
BLOQUE	6703.61	2	3351.81	35.61	<0.0001
Error	2258.94	24	94.12		
Total	10931.97	29			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=11.56043**

Error: 94.1224 gl: 24

Tiempo (h)	Medias	n	E.E.		
7.50	21.66	9	3.23	A	
5.00	32.43	9	3.23		B
2.50	39.51	9	3.23		B
8.00	45.00	3	5.60		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Anexo 23.2. Análisis estadístico- pH

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
pH	30	0.85	0.75	2.60

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.17	11	0.29	9.02	<0.0001
BLOQUE	0.79	2	0.40	12.36	0.0004
Tiempo (h)	1.24	3	0.41	12.94	0.0001
Espesor (mm)	1.10	2	0.55	17.26	0.0001
Tiempo (h)*Espesor (mm)	0.04	4	0.01	0.30	0.8727
Error	0.58	18	0.03		
Total	3.75	29			

## Espesor

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
pH	30	0.74	0.68	2.95

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.76	5	0.55	13.43	<0.0001
Espesor (mm)	1.97	3	0.66	15.98	<0.0001
BLOQUE	0.79	2	0.40	9.61	0.0009
Error	0.99	24	0.04		
Total	3.75	29			

### Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.24168

Error: 0.0411 gl: 24

Espesor (mm)	Medias	n	E.E.	
10.00	6.36	3	0.12	A
11.00	6.64	9	0.07	B
9.00	7.02	9	0.07	C
7.00	7.11	9	0.07	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Tiempo

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
pH	30	0.54	0.45	3.90

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.03	5	0.41	5.68	0.0014
Tiempo (h)	1.24	3	0.41	5.78	0.0040
BLOQUE	0.79	2	0.40	5.52	0.0106
Error	1.72	24	0.07		
Total	3.75	29			

### Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.31877

Error: 0.0716 gl: 24

Tiempo (h)	Medias	n	E.E.	
8.00	6.36	3	0.15	A
2.50	6.79	9	0.09	B
5.00	6.90	9	0.09	B C
7.50	7.08	9	0.09	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Anexo 23.3. Análisis estadístico- Sensorial

### Evaluación sensorial Bloque I “Característica OLOR”

#### Prueba de Friedman

T1A	T2A	T3A	T4A	T5A	T6A	T7A	T8A	T9A	T10A	T <sup>2</sup>	p
2.33	2.67	3.17	3.83	5.00	7.00	7.92	9.08	9.83	4.17	37.84	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 7.637

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
T1A	14.00	2.33	6	A
T2A	16.00	2.67	6	A B
T3A	19.00	3.17	6	A B C
T4A	23.00	3.83	6	B C D
T10A	25.00	4.17	6	C D E
T5A	30.00	5.00	6	D E F
T6A	42.00	7.00	6	G
T7A	47.50	7.92	6	G H
T8A	54.50	9.08	6	H I
T9A	59.00	9.83	6	I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

## Evaluación sensorial Bloque I “Característica SABOR”

### Prueba de Friedman

T1A	T2A	T3A	T4A	T5A	T6A	T7A	T8A	T9A	T10A	T <sup>2</sup>	p
1.83	2.25	4.00	4.50	5.17	6.92	7.67	9.00	9.83	3.83	29.62	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 8.624

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n								
T1A	11.00	1.83	6	A							
T2A	13.50	2.25	6	A	B						
T10A	23.00	3.83	6			C					
T3A	24.00	4.00	6			C	D				
T4A	27.00	4.50	6			C	D	E			
T5A	31.00	5.17	6			C	D	E	F		
T6A	41.50	6.92	6							G	
T7A	46.00	7.67	6							G	H
T8A	54.00	9.00	6								H
T9A	59.00	9.83	6								I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

## Evaluación sensorial Bloque II “Característica OLOR”

### Prueba de Friedman

T1B	T2B	T3B	T4B	T5B	T6B	T7B	T8B	T9B	T10B	T <sup>2</sup>	p
1.33	3.00	4.50	4.25	5.00	6.33	7.33	8.92	10.00	4.33	26.42	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 8.851

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n								
T1B	8.00	1.33	6	A							
T2B	18.00	3.00	6		B						
T4B	25.50	4.25	6		B	C					
T10B	26.00	4.33	6		B	C	D				
T3B	27.00	4.50	6			C	D	E			
T5B	30.00	5.00	6			C	D	E	F		
T6B	38.00	6.33	6						F	G	
T7B	44.00	7.33	6							G	H
T8B	53.50	8.92	6								I
T9B	60.00	10.00	6								I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

## Evaluación sensorial Bloque II “Característica SABOR”

### Prueba de Friedman

T1B	T2B	T3B	T4B	T5B	T6B	T7B	T8B	T9B	T10B	T <sup>2</sup>	p
1.83	2.50	4.75	4.25	4.92	6.58	7.33	9.00	10.00	3.83	32.27	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 8.068

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n								
T1B	11.00	1.83	6	A							
T2B	15.00	2.50	6	A	B						
T10B	23.00	3.83	6		B	C					
T4B	25.50	4.25	6			C	D				
T3B	28.50	4.75	6			C	D	E			
T5B	29.50	4.92	6			C	D	E	F		
T6B	39.50	6.58	6							G	
T7B	44.00	7.33	6							G	H
T8B	54.00	9.00	6								I
T9B	60.00	10.00	6								I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

## Evaluación sensorial Bloque III “Característica OLOR”

### Prueba de Friedman

T1C	T2C	T3C	T4C	T5C	T6C	T7C	T8C	T9C	T10C	T <sup>2</sup>	p
1.50	2.67	5.08	3.58	4.17	6.75	8.08	8.58	9.92	4.67	35.63	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 7.847

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n								
T1C	9.00	1.50	6	A							
T2C	16.00	2.67	6	A	B						
T4C	21.50	3.58	6		B	C					
T5C	25.00	4.17	6			C	D				
T10C	28.00	4.67	6			C	D	E			
T3C	30.50	5.08	6				D	E	F		
T6C	40.50	6.75	6							G	
T7C	48.50	8.08	6								H
T8C	51.50	8.58	6								H I
T9C	59.50	9.92	6								J

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

## Evaluación sensorial Bloque III “Característica SABOR”

### Prueba de Friedman

T1C	T2C	T3C	T4C	T5C	T6C	T7C	T8C	T9C	T10C	T <sup>2</sup>	p
2.08	3.25	4.42	3.58	4.50	6.92	7.58	9.17	9.75	3.75	23.09	<0.0001

Minima diferencia significativa entre suma de rangos = 9.447

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
T1C	12.50	2.08	6	A
T2C	19.50	3.25	6	A B
T4C	21.50	3.58	6	A B C
T10C	22.50	3.75	6	B C D
T3C	26.50	4.42	6	B C D E
T5C	27.00	4.50	6	B C D E F
T6C	41.50	6.92	6	G
T7C	45.50	7.58	6	G H
T8C	55.00	9.17	6	I
T9C	58.50	9.75	6	I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

## ANEXO 24. Análisis Estadístico - Experimento II

### Anexo 24.1. Viscosidad de la masa rebozado (batter)

#### Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	93496.76	<0.0001
Tratamiento	3	1626.37	<0.0001

#### Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	Tratamiento	3	8	1626.37	<0.0001

### Viscosidad.Cp - Medias ajustadas y errores estándares para Tratamiento

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Tratamiento	Medias	E.E.	
F3	3856.00	19.66	A
F2	3353.67	19.66	B
F1	2806.33	19.66	C
F0	2005.00	19.66	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Anexo 24.2. Humedad de la corteza tras la freidura (%)

### Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	2622.71	<0.0001
TRATAMIENTO	3	6.59	0.0148

### Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	TRATAMIENTO	3	8	6.59	0.0148

### Humedad.Corteza - Medias ajustadas y errores estándares para TRATAMIENTO

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

TRATAMIENTO	Medias	E.E.		
T3	31.31	1.09	A	
T2	28.24	1.09	A	B
T1	27.50	1.09		B C
T0	24.50	1.09		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Anexo 24.3. Pérdida de peso tras la freidura (g)

### Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	4.17	0.0544
TRATAMIENTO	3	6.84	0.0024

### Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	TRATAMIENTO	3	20	6.84	0.0024

**Perdida.de.peso.g - Medias ajustadas y errores estándares para TRATAMIENTO**

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

TRATAMIENTO	Medias	E.E.		
T0	0.94	0.21	A	
T1	0.30	0.21	B	
T2	-0.01	0.21	B	C
T3	-0.37	0.21		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 24.4. Grasa de la corteza tras la freidura (%)**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Grasa Corteza dsp de la fr..	12	0.90	0.87	2.30

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	22.18	3	7.39	24.92	0.0002
TRATAMIENTO	22.18	3	7.39	24.92	0.0002
Error	2.37	8	0.30		
Total	24.55	11			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.02553**

Error: 0.2967 gl: 8

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
T3	21.90	3	0.31	A	
T2	22.90	3	0.31	A	
T1	24.33	3	0.31		B
T0	25.47	3	0.31		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Anexo 24.5. Índice de Recubrimiento (IR)**

**Pruebas de hipótesis secuenciales**

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	22538.95	<0.0001
TRATAMIENTO	3	19.28	0.0005

**Pruebas de hipótesis tipo III - prueba**

Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1 TRATAMIENTO	3	8	19.28	0.0005



**Indice.Recubrimiento.IR - Medias ajustadas y errores estándares para TRATAMIENTO**

*LSD Fisher (Alfa=0.05)*

*Procedimiento de corrección de p-valores: No*

TRATAMIENTO	Medias	E.E.		
T3	35.38	0.44	A	
T2	33.91	0.44		B
T1	32.52	0.44		B
T0	30.84	0.44		C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)*

**Anexo 24.6. Grosor de la corteza (mm)**

**Pruebas de hipótesis secuenciales**

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	5678.92	<0.0001
TRATAMIENTO	3	10.90	0.0034

**Pruebas de hipótesis tipo III - prueba**

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	TRATAMIENTO	3	8	10.90	0.0034

**Grosor.corteza.mm - Medias ajustadas y errores estándares para TRATAMIENTO**

*LSD Fisher (Alfa=0.05)*

*Procedimiento de corrección de p-valores: No*

TRATAMIENTO	Medias	E.E.		
T3	1.94	0.05	A	
T2	1.79	0.05		B
T1	1.72	0.05		B C
T0	1.57	0.05		C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)*

## Anexo 24.7. Pick-up

### Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	46260.98	<0.0001
TRATAMIENTO	3	18.05	0.0006

### Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	TRATAMIENTO	3	8	18.05	0.0006

### Pick.up - Medias ajustadas y errores estándares para TRATAMIENTO

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

TRATAMIENTO	Medias	E.E.	
T3	39.24	0.35	A
T2	37.81	0.35	B
T1	36.89	0.35	B
T0	35.74	0.35	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## ANEXO 25. Análisis de coeficiente de correlación-Experimento II

### Anexo 25.1. Coeficientes de correlación Humedad-Grasa

Correlación de Pearson

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
Humedad Corteza (%)	Humedad Corteza (%)	12	1.00	<0.0001
Humedad Corteza (%)	Grasa Corteza (%)	12	-0.69	0.0140
Grasa Corteza (%)	Humedad Corteza (%)	12	-0.69	0.0140
Grasa Corteza (%)	Grasa Corteza (%)	12	1.00	<0.0001

### Anexo 25.2. Coeficientes de correlación: Grosor-pick-up

Correlación de Pearson

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
Grosor corteza(mm)	Grosor corteza(mm)	12	1.00	<0.0001
Grosor corteza(mm)	Pick-up	12	0.76	0.0039
Pick-up	Grosor corteza(mm)	12	0.76	0.0039
Pick-up	Pick-up	12	1.00	<0.0001

### Anexo 25.3. Coeficientes de correlación: Viscosidad-Índice de recubrimiento

Correlación de Pearson

Variable (1)	Variable (2)	n	Pearson p-valor
Viscosidad (cP)	Viscosidad (cP)	12	1.00 <0.0001
Viscosidad (cP)	Índice Recubrimiento (IR)	12	0.93 <0.0001
Índice Recubrimiento (IR)	Viscosidad (cP)	12	0.93 <0.0001
Índice Recubrimiento (IR)	Índice Recubrimiento (IR)	12	1.00 <0.0001

## ANEXO 26. Análisis estadístico - Experimento III

### Anexo 26.1. Humedad de la corteza tras la freidura (%)

#### Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	86347.99	<0.0001
TRATAMIENTO	4	30.29	<0.0001

#### Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	TRATAMIENTO	4	10	30.29	<0.0001

### Humedad.Corteza.dsp.freidura - Medias ajustadas y errores estándares para TRATAMIENTO

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

TRATAMIENTO	Medias	E.E.			
T4	31.93	0.12	A		
T3	30.63	0.46	B		
T2	29.70	0.46	B	C	
T1	28.80	0.47		C	D
T0	27.97	0.46			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Anexo 26.2. Pérdida de peso tras la freidura (g)

#### Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	5593.00	<0.0001
TRATAMIENTO	4	66.79	<0.0001

### Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	TRATAMIENTO	4	15	66.79	<0.0001

### Perdida.peso.g - Medias ajustadas y errores estándares para TRATAMIENTO

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

TRATAMIENTO	Medias	E.E.			
T0	-0.76	0.03	A		
T1	-0.92	0.03		B	
T2	-1.16	0.03			C
T3	-1.28	0.03			D
T4	-1.43	0.03			E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Anexo 26.3. Grasa de la corteza tras la freidura (%)

#### Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	12958.93	<0.0001
TRATAMIENTO	4	4.95	0.0184

### Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	TRATAMIENTO	4	10	4.95	0.0184

### Grasa.Corteza.dsp.de.la.freidura - Medias ajustadas y errores estándares para TRATAMIENTO

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

TRATAMIENTO	Medias	E.E.			
T0	24.03	0.44	A		
T1	23.00	0.44	A	B	
T2	22.70	0.44	A	B	C
T3	22.17	0.44		B	C
T4	21.37	0.44			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Anexo 26.4. Índice de Recubrimiento (IR)

### Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	18233.59	<0.0001
TRATAMIENTO	4	7.45	0.0016

### Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	TRATAMIENTO	4	15	7.45	0.0016

### Índice.Recubrimiento.IR - Medias ajustadas y errores estándares para TRATAMIENTO

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

TRATAMIENTO	Medias	E.E.			
T0	27.09	0.76	A		
T1	25.95	0.71	A	B	
T2	24.89	0.49		B	C
T3	23.90	0.29			C D
T4	23.46	0.30			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Anexo 26.5. Grosor de la corteza (mm)

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Grosor corteza (mm)	20	0.81	0.76	6.08

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.30	4	0.07	15.71	<0.0001
TRATAMIENTO	0.30	4	0.07	15.71	<0.0001
Error	0.07	15	4.8E-03		
Total	0.37	19			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.10407**

Error: 0.0048 gl: 15

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
T4	0.95	4	0.03	A	
T3	1.04	4	0.03	A	
T2	1.18	4	0.03		B
T1	1.23	4	0.03		B
T0	1.28	4	0.03		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Anexo 26.6. Pick-up

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Pick-up	15	0.71	0.60	2.18

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10.66	4	2.66	6.27	0.0086
TRATAMIENTO	10.66	4	2.66	6.27	0.0086
Error	4.25	10	0.43		
Total	14.91	14			

**Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.18628**

Error: 0.4252 gl: 10

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.			
T4	28.60	3	0.38	A		
T3	29.61	3	0.38	A	B	
T2	30.08	3	0.38		B	C
T1	30.52	3	0.38		B	C
T0	31.07	3	0.38			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Anexo 26.7. Análisis sensorial: Prueba de preferencia

### Atributo Color

#### Prueba de Friedman

T0	T1	T2	T3	T4	T <sup>2</sup>	p
3.12	3.44	3.86	2.58	2.00	6.49	0.0001

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 20.076

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n			
T4	50.00	2.00	25	A		
T3	64.50	2.58	25	A	B	
T0	78.00	3.12	25		B	C
T1	86.00	3.44	25			C
T2	96.50	3.86	25			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

### Atributo Textura

#### Prueba de Friedman

T0	T1	T2	T3	T4	T <sup>2</sup>	p
2.08	2.66	3.58	3.28	3.40	4.38	0.0027

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 20.788

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n			
T0	52.00	2.08	25	A		
T1	66.50	2.66	25	A	B	
T3	82.00	3.28	25		B	C
T4	85.00	3.40	25		B	C
T2	89.50	3.58	25			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.050$ )

## ANEXO 27. Análisis de coeficiente de correlación -Experimento III

### Anexo 27.1. Coeficientes de correlación

*Correlación de Pearson*

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
Humedad Corteza (%)	Humedad Corteza (%)	15	1.00	<0.0001
Humedad Corteza (%)	Grasa Corteza (%)	15	-0.67	0.0066
Grasa Corteza (%)	Humedad Corteza (%)	15	-0.67	0.0066
Grasa Corteza (%)	Grasa Corteza (%)	15	1.00	<0.0001

### Anexo 27.2. Coeficientes de correlación

*Correlación de Pearson*

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
Grosor corteza (mm)	Grosor corteza (mm)	15	1.00	<0.0001
Grosor corteza (mm)	Pick-up	15	0.82	0.0002
Pick-up	Grosor corteza (mm)	15	0.82	0.0002
Pick-up	Pick-up	15	1.00	<0.0001



## ANEXO 28. FICHA DE RESPUESTA DE ESCALA HEDÓNICA PARA ACEPTABILIDAD

Nombre:

Evalúe la muestra que se presenta y marque con una cruz su reacción frente al producto, de acuerdo a la escala adjunta

	Me disgusta muchísi mo	Me disgusta mucho	Me disgusta moderad amente	Me disgusta un poco	Me es indiferen te	Me gusta un poco	Me gusta moderad amente	Me gusta mucho	Me gusta muchísi mo
APARIENCI A VISUAL	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SABOR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TEXTURA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



