



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
Y BIOTECNOLOGÍA
CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS



Tema: Evaluación de una mezcla empanizadora, con inclusión de almidón modificado, para su aplicación en carnes.

Trabajo de Titulación, modalidad Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Norma Alexandra Bautista Muso
Tutor: Dr. Christian David Franco Crespo

Ambato – Ecuador
Enero – 2020

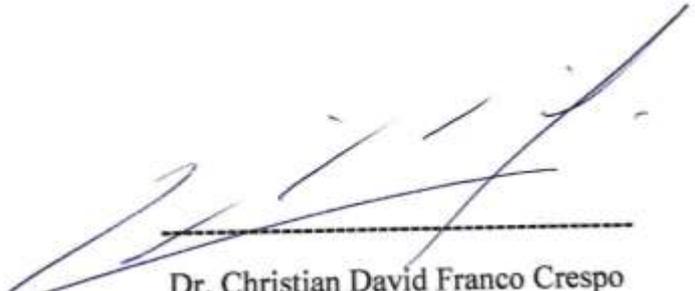
APROBACIÓN DEL TUTOR

Dr. Christian David Franco Crespo

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 10 de diciembre del 2019



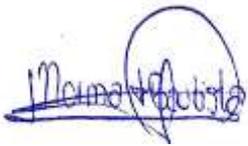
Dr. Christian David Franco Crespo

C.I. 171709060-7

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Norma Alexandra Bautista Muso, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, previo la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas.



Norma Alexandra Bautista Muso

C.I. 050385908-4

AUTORA

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:



Presidente del Tribunal



Dr. Ramos Moya Milton Rubén.

C.I. 18011963-5



Mg. Salazar Garcés Diego Manolo.

C.I. 180312429-4

Ambato, 20 de diciembre del 2019

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que considere el presente Trabajo de Titulación o parte de él, como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción parcial o total dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Norma Alexandra Bautista Muso

C.I. 050385908-4

AUTORA

DEDICATORIA

A mis padres, en especial a mi madre Rosa, quién es mi ejemplo de lucha, por su cariño y apoyo incondicional, por motivarme a seguir en adelante y confiar en mí. ¡Los amo!

A mi hermana Lorena, quién siempre ha estado a mi lado brindándome su apoyo, mi mujercita valiente siempre viviré agradecida por todo lo que has hecho y haces por mí, me siento afortunada de ser tu hermana.

A Byron e Ismael, gracias por su comprensión, cariño y amor sincero, juntos enfrentaremos a la vida y lograremos cada una de nuestras metas.

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen por haber cuidado de mí durante este trayecto y permitir alcanzar un logro más en mi vida.

A mi familia por ser el eje principal de este reto, enseñándome cada día a ser una persona de bien y ser fuerte para no decaer.

A la Universidad Técnica de Ambato, especialmente a los docentes de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología por todos los conocimientos brindados para ir formándome como profesional.

A mi tutor Dr. Christian Franco, por su paciencia y tiempo brindado para culminar este proyecto con éxito.

Gracias a la vida y a todos quienes de una u otra forma me apoyaron.

¡Gracias a Todos!

Alexandra

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I.....	14
MARCO TEÓRICO.....	14
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	14
1.1.1. Empanizadores.....	14
• Productos empanizados.....	14
1.1.2. Fritura	14
1.1.3. Almidón	15
1.1.4. Almidón modificado.....	16
1.1.5. Composición química.....	16
1.2. OBJETIVOS	17
1.2.1. Objetivo general	17
1.2.2. Objetivos específicos.....	18
1.3. HIPÓTESIS.....	18
1.3.1. Hipótesis nula (H ₀).....	18
1.3.2. Hipótesis alternativa (H ₁).....	18
1.4. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	18
1.4.1. Variable independiente	18
1.4.2. Variable dependiente	18
CAPÍTULO II.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1. Materia prima.....	19

• Preparación de la mezcla de revestimiento.....	19
3.2. Desarrollo de proceso de empanizados de carne pollo, pescado y res.....	20
Descripción del proceso.....	20
MÉTODOS	21
3.2.1. Análisis sensorial.....	21
3.2.2. Análisis instrumental de las muestras empanizadas	21
• Color de revestimiento.....	21
• Determinación de textura.....	21
3.2.3. Determinación de humedad en corteza frita	22
3.2.4. Absorción de aceite	22
3.2.5. Diseño experimental y análisis estadístico	22
CAPÍTULO III	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	23
4.1.1. Resultados del análisis sensorial.....	23
• Color	23
• Olor.....	24
• Sabor.....	25
• Textura.....	26
• Aceptabilidad.....	26
4.2. Análisis instrumental de los empanizados	27
• Color	27
• Análisis de perfil de textura.....	30
4.3. Determinación de humedad de la corteza y absorción de aceite	32
Verificación de hipótesis	34
Hipótesis nula (H ₀).....	34
Hipótesis alternativa (H ₁).....	34
CAPÍTULO IV	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
4.1. Conclusiones.....	35
4.2. Recomendaciones	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
ANEXOS	41

ANEXO 1 – ALMIDÓN MODIFICADO.....	42
ANEXO 2 – HOJA DE CATA.....	44
ANEXO 3 – ANÁLISIS SENSORIAL.....	46
ANEXO 4 – ANÁLISIS DE COLOR.....	51
ANEXO 5 – ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA.....	56
ANEXO 6 – HUMEDAD DE CORTEZA.....	62
ANEXO 7 – % DE ABSORCIÓN DE ACEITE.....	64
ANEXO 8 – FOTOGRAFÍAS DE LA FASE EXPERIMENTAL.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de la molécula de amilosa.....	15
Figura 2. Estructura de la molécula de amilopectina.....	16
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de empanizados.....	20
Figura 4. Valoración hedónica de color de los diferentes tipos de carnes empanizadas a diferentes concentraciones de almidón modificado.....	24
Figura 5. Valoración hedónica de olor de los diferentes tipos de carnes empanizadas a diferentes concentraciones de almidón modificado.....	25
Figura 6. Valoración hedónica de sabor de los diferentes tipos de carnes empanizadas a diferentes concentraciones de almidón modificado.....	25
Figura 7. Valoración hedónica de textura de los diferentes tipos de carnes empanizadas a diferentes concentraciones de almidón modificado.....	26
Figura 8. Valoración hedónica de aceptabilidad de los diferentes tipos de carnes empanizadas a diferentes concentraciones de almidón modificado.....	27
Figura 9. Espacio de color CIELAB.....	30
Figura 10. Porcentaje de absorción de aceite en diferentes tipos de carne y concentración de almidón modificado.....	33
Figura 11. Pesaje de carne empanizada.....	67
Figura 12. Pesaje de cantidad de aceite en relación 6:1.....	67
Figura 13. Control de temperatura antes de la fritura.....	68
Figura 14. Fritura de la carne empanizada.....	68
Figura 15. Preparación de muestras para la evaluación sensorial.....	69
Figura 16. Análisis sensorial de las muestras.....	69
Figura 17. Análisis de perfil de textura.....	70

Figura 18. Determinación de color.....	70
Figura 19. Determinación de humedad de la corteza frita.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de los tipos de carne	17
Tabla 2. Composición química de los tipos de harina	17
Tabla 3. Formulación de la mezcla empanizadora	19
Tabla 4. Resultados promedio del análisis sensorial	23
Tabla 5. Parámetros de color: L*, a*, b*, C*, H° de las muestras empanizados con pollo.....	27
Tabla 6. Parámetros de color: L*, a*, b*, C*, H° de las muestras empanizados con pescado.....	28
Tabla 7. Parámetros de color: L*, a*, b*, C*, H° de las muestras empanizados con res.	28
Tabla 8. Análisis de perfil de textura de los empanizados con pollo.	30
Tabla 9. Análisis de perfil de textura de los empanizados con pescado.....	31
Tabla 10. Análisis de perfil de textura de los empanizados con res.	31
Tabla 11. Humedad en la corteza de los empanizados	32
Tabla 12. Porcentaje de absorción de aceite	33

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Contenido de humedad	22
Ecuación 2. Absorción de aceite.....	22

RESUMEN

Últimamente la industria de los alimentos se está enfocando en agregar ingredientes alternativos que puedan mejorar las características del producto, así como también cuidar la salud de los consumidores. La investigación tuvo como objetivo evaluar una mezcla empanizadora con inclusión de almidón modificado de maíz para la aplicación en carnes de pollo, pescado y res mediante el análisis sensorial, propiedades de color y textura, así como también la determinación del % de absorción de aceite.

La mezcla a la que se incluyó almidón modificado de maíz al 30% obtuvo la mayor puntuación en las muestras empanizadas, dando como resultado muestras con menos pérdidas de cocción durante el proceso de fritura, demostrados mediante la evaluación de los atributos sensoriales del producto empanizado. La evaluación de las propiedades de color (L^* , a^* , b^* , C^* y H°) evidenciaron que la inclusión de almidón modificado de maíz no afectó grandemente en sus valores, generando así una coloración dorada en un rango de H° de $66,46 \pm 3,11$ a $59,65 \pm 1,83$; mientras que en la evaluación de las propiedades de textura, se produjo una mejora en la dureza, cohesividad y masticabilidad. Finalmente, la cantidad de absorción de aceite en muestras con harina comercial (M.C) presentaron mayor absorción de aceite con un 14,83%, 17,72% y 22,54% para empanizados con carne de pollo, pescado y res respectivamente, mientras que el T3 con 30% de almidón modificado redujo la absorción de aceite con un valor de 11,01% para pollo, 15,32% en pescado y 16,16% en res empanizados.

Palabras claves: mezcla empanizadora, almidón modificado, evaluación sensorial, propiedades de alimentos, carnes.

ABSTRACT

Lately the food industry is focusing on adding alternative ingredients that can improve product characteristics as well as care for the health of consumers. The research aimed to evaluate a breading mixture including modified corn starch for application in chicken, fish and beef meats by sensory analysis, colour and texture properties, as well as the determination of oil absorption %.

The mixture with 30% modified corn starch obtained the highest score in the breaded samples, resulting in samples with lower cooking losses during the frying process, demonstrated by evaluating the sensory attributes of the breaded product. The evaluation of the colour properties (L^* , a^* , b^* , C^* and H°) showed that the inclusion of modified corn starch did not greatly affect its values, this generating a golden coloration in an H° range of 66.46 ± 3.11 to 59.65 ± 1.83 ; while in the evaluation of texture properties, there was an improvement in hardness, cohesiveness and chewiness. Finally, the quantity of oil absorption in samples with commercial flour (M.C) presented greater oil absorption with 14.83%, 17.72% and 22.54% for breaded chicken, fish and beef respectively, while T3 with 30% modified starch with a value of 11.01% for chicken, 15.32% for fish and 16.16% breaded beef.

Keywords: breaded mixture, modified starch, sensory evaluation, food properties, meats.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

1.1.1. Empanizadores

Los empanizadores son denominados productos de revestimiento, son elaborados a base de harina de trigo, arroz y maíz, pueden añadirse condimentos u otras inclusiones para proporcionar textura, sabor, color y apariencia luego de la fritura (Dávalos, 2016).

Por lo general se dividen en tres categorías: harina simple, clásico empanizador y original, basada en la inclusión o exclusión de aditivos o especias. El empanizador clásico contiene un número limitado de aditivos o especias. Original, es el más común y popular, es una combinación especial de varias harinas, además de muchas especias diferentes, hierbas y condimentos (Mallikarjunan, Ngadi, y Chinnan, 2009).

- **Productos empanizados**

Los productos empanizados pueden ser de origen animal o vegetal, formados, rebozados, empanizados, y sometidos a preparación completa o incompleta, congelados, envasados y conservados de forma adecuada (Rado, 2018).

Así mismo, este tipo de productos son sometidos a proceso de fritura por inmersión; dado que a nivel mundial este proceso es uno de los métodos de cocción que tiene mayor aceptabilidad, por el sabor y la textura característicos; sin embargo este proceso tiene como consecuencia riesgos en la salud por el alto consumo de este tipo de alimentos (Montes, Millar, y Provoste, 2016).

1.1.2. Fritura

Este proceso de cocción es ampliamente utilizado en la industria de los alimentos, tradicionalmente implica la inmersión del producto en aceite a temperaturas superiores al punto de ebullición del agua (Oyedeki et al., 2017). Además, es un proceso distintivo debido a la producción de productos con formación características de costra, color, sabor y textura que influyen en su calidad, la cual es producido por efecto de la temperatura y periodo de fritura (Altunakar, Sahin, y Sumnu, 2004).

Según Das, Pawar, y Modi, (2013) en el estudio de las características de calidad del pollo rebozado y frito, las muestras fueron sometidas en un sartén abierto a una temperatura de aceite de 170 °C, en proporción de aceite 3:1.

Los insumos que podrían contener en la mezcla así como los procesos de cocción (temperatura, tiempo y calentamiento), podrían modificar la calidad de la corteza. Según Zhang, Yang, Ji, y Ma, (2014) últimamente han utilizado almidones como ingredientes de mejoradores de textura de la masa, reducción de contenido de aceite en alimentos fritos y rebozados.

1.1.3. Almidón

Con respecto al almidón, este es un carbohidrato polisacárido que consiste en un gran número de unidades de glucosa unidas entre sí por enlaces glucosídicos. Además, se componen de dos macromoléculas, amilosa y amilopectina y se encuentra en las patatas, trigo, arroz y otros alimentos (S. K. Khalil, 2010).

Según Teca et al., (2007) la mayoría de los almidones están conformados de 25% de amilosa y 75% de amilopectina, sin embargo, en almidones modificados genéticamente la proporción de amilopectina puede alcanzar un 99% con bajo contenido de amilosa denominados cerosos y en almidones de alto contenido de amilosa entre 50 y 70%.

La amilosa es producto de la condensación de D-glucopiranosas por medio de enlaces glucosídicos α (1,4); es decir es una α -D-(1,4)-glucana, cuya unidad repetitiva es la α -maltosa (Fig. 1). Por otra parte, la amilopectina contiene ramificaciones que le dan una forma molecular similar a la de un árbol; las ramas están unidas al tronco central (semejante a la amilosa) por enlaces α -D-(1,6) (Fig.2) (Badui, 2006).

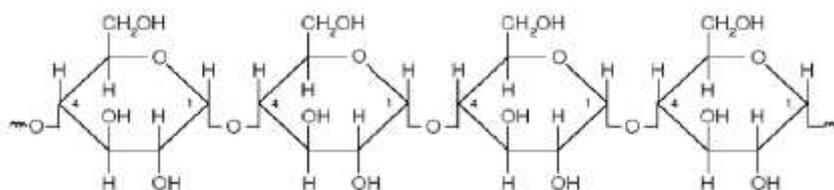


Figura 1. Estructura de la molécula de amilosa (Meneses, Corrales, & Valencia, 2007)

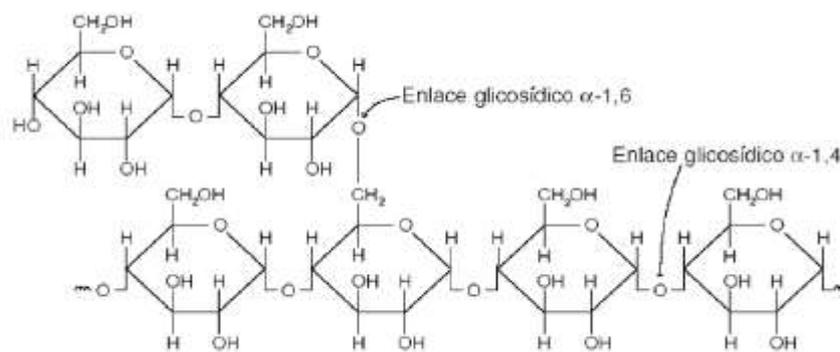


Figura 2. Estructura de la molécula de amilopectina(Meneses et al., 2007)

Según S. K. Khalil, (2010) en la forma no modificada, los almidones tienen una limitación de usos, dando como resultado texturas indeseables. La modificación también puede mejorar el aumento de capacidad de retención de agua, así como también la resistencia al calor.

1.1.4. Almidón modificado

Los almidones modificados son empleados en gran variedad de productos, estos al realizar una modificación permiten obtener características deseables (L. Plazas y J. Plazas, 2013). Así mismo, mejora la estructura crujiente de la corteza, así como también mejorando las características de adhesión que genera entre la carne (sustrato) y la cobertura (empanizado) (Santos, Ramírez, & Solari, 2008).

Vongsawadi, (2014) estudió el efecto del almidón modificado para la reducción de aceite en Nuggets de pollo. Los almidones utilizados fueron, almidón de maíz alto en amilosa y mezcla de almidón de maíz alto en amilosa y dextrina de tapioca. Las muestras fueron llevadas a aceite con una temperatura de $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 5 minutos. Concluyendo que el almidón de maíz alto en amilosa mejora las características de palatabilidad y apariencia en el producto mediante el análisis de textura, color así como también la evaluación sensorial.

1.1.5. Composición química

- **Tipos de carne**

La proporción del contenido de agua, proteína, grasa, y carbohidratos dependen de factores que están asociados al sistema de producción, siendo estos la especie, la raza, la alimentación de los animales, e incluso la pieza carnicera entre otros (Horcada y Polvillo,

2010). En la tabla 1 se evidencia una variación en sus componentes entre los tipos de carne, cada uno ricos en proteína, grasa y con una misma cantidad de carbohidratos.

Tabla 1. Composición química de los tipos de carne

CARNES	Valores medios (g/100 g)			
	Agua	Proteínas	Grasas	Carbohidratos
Res	71-75	18-20	3-6	1
Pollo	71-75	20-22	3-5	1
Pescado	75-80	15-20	0,7-15	1

Fuente: Araneda, (2018)

- **Tipos de Harina**

Los diferentes tipos de harinas se obtienen por las grandes variedades de cereales que existen, el cual pueden ser combinados. El principal componente es el almidón, a su vez es importante el tipo de molino ya que varían la calidad y cantidad de la misma (Jiménez y Landa, 2018).

La composición química de las harinas varía en función del tipo de cereal por el cual es obtenido, así como también del grado de extracción, en la tabla 2 se evidencia la composición en cuanto a hidratos, proteínas, grasa y fibra.

Tabla 2. Composición química de los tipos de harina

Harinas	Valores medios (g/100 g)			
	Hidratos	Proteínas	Grasas	Fibra
Maíz	63,3	8,3	2,8	9,4
Arroz	80,1	6	0,7	1,4
Trigo	70,6	9,86	1,2	4,58

Fuente: Gottau, (2013)

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Evaluar una mezcla empanizadora, con inclusión de almidón modificado, para aplicación en carnes.

1.2.2. Objetivos específicos

Determinar la formulación óptima para la elaboración de una mezcla empanizadora que otorgue mejores características de cocción en tres tipos de carne (pollo, pescado y res).

Establecer el efecto de inclusión del almidón modificado en el color y propiedades texturales de los empanizados fritos.

Identificar el efecto en la humedad de la corteza frita y absorción de aceite tras el proceso de fritura.

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis nula (H₀)

El almidón modificado no influye significativamente en el mejoramiento de los parámetros de calidad de los empanizados de pollo, pescado y res.

1.3.2. Hipótesis alternativa (H_i)

El almidón modificado influye significativamente en el mejoramiento de los parámetros de calidad de los empanizados de pollo, pescado y res.

1.4. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

1.4.1. Variable independiente

- ✓ Almidón modificado

1.4.2. Variable dependiente

- ✓ Atributos sensoriales
- ✓ Color
- ✓ Textura
- ✓ Humedad de corteza
- ✓ % de absorción de aceite

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materia prima

La carne utilizada para el desarrollo de la experimentación fue, lomo de aguja de res, pechuga de pollo y corvina rosada, así como también insumos (almidones, harinas, y condimentos) de mercados locales del cantón Latacunga; mientras que el almidón modificado de maíz-PBP25-SF6450 y CMC se obtuvieron de La casa de los Lácteos ubicada en el mismo cantón. Además, para el proceso de fritura se empleó aceite comercial “La Favorita”, cuyos ingredientes son: aceite puro de soya, oleína de palma, ácido cítrico y antioxidantes BHT.

- **Preparación de la mezcla de revestimiento**

Para obtener los porcentajes de los ingredientes correspondientes para la mezcla empanizadora se realizaron varios ensayos. Para lo cual se fue modificando la cantidad de harinas, almidón, condimentos, sal, así como también la cantidad de carboximetilcelulosa.

Cada uno de los ingredientes fue pesado en base a la formulación presentada en la tabla 3. Se mezcló durante 5 minutos en un recipiente a fin de obtener una mezcla homogénea.

Tabla 3. Formulación de la mezcla empanizadora

	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3
	%	%	%
Almidón modificado de maíz	10	20	30
Almidón de maíz	35	25	15
Harina de maíz	20	20	20
Harina de arroz	25	25	25
Harina de trigo fortificada	10	10	10
Carboximetilcelulosa	1	1	1
Condimentos	10,5	10,5	10,5
Sal	4	4	4

3.2. Desarrollo de proceso de empanizados de carne pollo, pescado y res



Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de empanizados

Elaborado por: Bautista, N (2019).

Descripción del proceso

Recepción: La carne tales como lomo de aguja de res, pechuga de pollo y corvina roja frescos, debían estar libres de materia extraña, estos eran procedentes de establecimientos habilitados.

Lavado: La carne se lavó con agua corriente para eliminar alguna impureza.

Fileteado: Cada carne fue fileteada manualmente por separado en tiras de 9,5x2,5x0,5 cm aproximadamente.

Empacado: Los filetes fueron empacados en fundas de cierre hermético marca Ziploc para luego ser almacenadas.

Almacenado: Las muestras fueron almacenadas a -20°C con fin de evitar la putrefacción de las mismas durante los análisis.

Descongelado: Las muestras fueron descongeladas a 4°C durante 24 horas, la cantidad fue descongelada en base a la necesidad requerida para cada análisis.

Empanizado: Fase 1.- Como aglutinante se usó una mezcla homogénea del huevo a fin de permitir adherirse el empanizador al sustrato.

Fase 2.- Se agregó la mezcla seca ya homogenizada con las respectivas proporciones presentada en la tabla 3.

Cocción en aceite: Las muestras fueron sumergidas en aceite precalentado durante 5 minutos a 180°C, con una relación producto: aceite entre 1:6. La temperatura se mantuvo a 180°C \pm 10°C durante el proceso de fritura, 5 minutos los empanizados de pollo y res, mientras que los empanizados de pescado durante 6 minutos.

MÉTODOS

3.2.1. Análisis sensorial

Para la evaluación sensorial se aplicó una escala hedónica de 5 puntos en base a lo señalado por Paniagua (2014), para lo cual se utilizó 20 catadores semi-entrenados de la misma facultad y una hoja de cata presentada en el Anexo 2; proporcionando a cada catador cuatro muestras aleatorias y codificadas.

3.2.2. Análisis instrumental de las muestras empanizadas

- **Color de revestimiento**

La medición de color se realizó en la parte superficial (revestimiento) de cada una de las muestras ya sometidas a fritura mediante un colorímetro Lovibond RM-200 previamente calibrado, realizando mediciones de los siguientes parámetros a^* (verde {-} a rojo {+}), b^* (azul {-} a amarillo {+}) y L^* ($L^*=0$ para negro y $L^*=100$ para blanco), cromaticidad (C^*) y tono ($^{\circ}H$) dichos valores fueron proporcionados por el equipo. Se realizaron 10 repeticiones de cada tratamiento (Panduro, 2015).

- **Determinación de textura**

El análisis de perfil de textura de las muestras fritas fue analizado mediante el Texturómetro de Brookfield CT3, en base a la metodología propuesta por (Das, Pawar, y Modi, 2013; A. H. Khalil, 2000). Los filetes de lomo de aguja, pechuga de pollo y corvina rosada previamente empanizados y fritos fueron enfriados a temperatura ambiente. Las dimensiones de los filetes empanizados para el análisis comprendieron de 10 cm de largo, 3 cm de ancho y 1 cm de altura.

El texturómetro se configuró a doble compresión hasta el 50% de la altura original, a una velocidad de cruceta de 2 mm/s, además se empleó la sonda TA7 del elemento TA-BT-KIT. Los parámetros que se midieron fueron dureza, adhesividad, fracturabilidad, cohesividad y masticabilidad.

3.2.3. Determinación de humedad en corteza frita

La determinación de humedad contempló el método oficial, AOAC (1990), mediante el cual se tomaron muestras de recubrimiento del sustrato inmediatamente después de freír de cada uno de los tratamientos. Para ello se pesaron de 5 a 6 g de muestra, para posteriormente llevar a una estufa a 105°C hasta conseguir un peso constante. El proceso se realizó por triplicado y se calculó el porcentaje de humedad mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{p_1 - p_2}{p_m} * 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

p₁ = Peso de la cápsula + muestra antes de secar en g.

p₂ = Peso de la cápsula + muestra después del secado en g.

p_m = Peso de muestra en g.

3.2.4. Absorción de aceite

El uso o absorción de aceite luego del proceso de fritura se determinó mediante lo señalado por Das, Pawar, y Modi (2013) tomando el peso del aceite antes y después del proceso de freír. Para lo cual se realizó por triplicado, procediendo a calcular mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Absorción de aceite (\%)} = \frac{W_1 \times W_2}{W_3} * 100 \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

W₁ = Peso del aceite antes de freír.

W₂ = Peso del aceite después de freír.

W₃ = Peso del sustrato crudo rebozado.

3.2.5. Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental aplicado fue el diseño completamente aleatorizado con un solo factor, siendo este la concentración de almidón modificado. El análisis estadístico se realizó en el programa STATGRAPHICS Centurion XVI para el análisis de varianza ANOVA de una vía. Para la comparación de los tratamientos se realizó mediante la prueba Tukey, con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$. Para la tabulación de los datos experimentales se utilizó el programa Microsoft Excel (2013).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Resultados del análisis sensorial

En la tabla 4 se evidencian que cada atributo presenta diferencias entre las muestras con harina comercial y las mezclas formuladas. A su vez el T3 presenta mayor aceptabilidad entre tratamientos con almidón modificado, demostrando un mejoramiento en los atributos.

Tabla 4. Resultados promedio del análisis sensorial

Tratamiento	Tipo de empanizado	Atributos sensoriales				
		Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptabilidad
M.C	Pollo	4,00±0,79	3,95±0,76	4,50±0,61	4,10±0,91	4,20±0,70
	Pescado	4,40±0,82	4,10±0,85	4,00±0,97	4,30±0,80	3,90±0,91
	Res	4,05±0,69	4,35±0,59	4,40±0,68	4,40±0,50	4,10±0,64
T1	Pollo	3,45±0,83	3,65±0,59	4,15±0,49	3,35±0,81	3,45±0,76
	Pescado	3,55±0,83	3,60±0,82	3,70±0,80	3,65±0,81	3,60±0,60
	Res	3,65±0,59	3,85±0,99	4,05±1,10	3,75±0,91	3,50±0,83
T2	Pollo	3,75±0,86	3,85±0,67	4,05±0,69	3,60±0,82	3,55±0,69
	Pescado	3,80±0,83	3,55±0,76	3,75±0,55	3,50±1,10	3,55±0,69
	Res	3,85±0,59	3,90±0,64	3,90±0,91	3,40±0,68	3,50±0,69
T3	Pollo	3,70±0,86	3,80±0,70	4,10±0,55	3,80±0,77	4,00±0,86
	Pescado	4,00±0,97	3,65±1,14	3,85±1,18	3,95±0,94	3,75±1,12
	Res	3,95±0,69	3,95±0,60	4,05±0,89	4,10±0,91	3,65±0,59

$\bar{x} \pm$ desviación respecto a 20 catadores. M.C (marca comercial), T1 (10% de almidón modificado), T2 (20% de almidón modificado), T3 (30% de almidón modificado).

- **Color**

De acuerdo al análisis de varianza los resultados señalan que existe diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$) (Ver Anexo 3) para los empanizados de

pescado, de tal manera que el color estadísticamente sería similar en los empanizados de pollo y res.

En la figura 4 se evidencia una variación de color comprendida entre una escala hedónica cercano al “dorado” y “dorado intenso” de la hoja de cata (Ver Anexo 2). Por lo tanto se podría señalar que el almidón modificado no cambia significativamente en la coloración en la cual sea percibido fácilmente por los catadores.

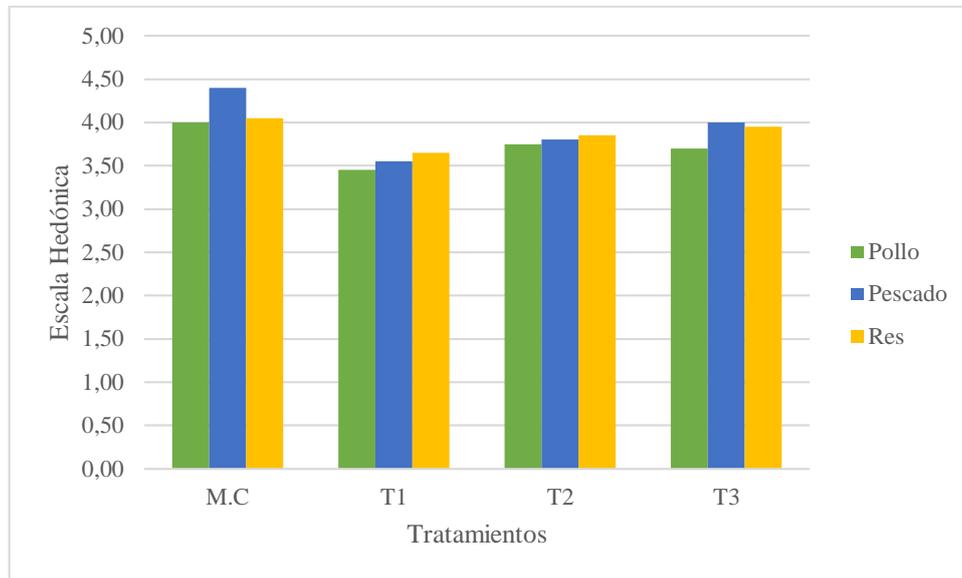


Figura 4. Valoración hedónica de color de los diferentes tipos de carnes empanizadas a diferentes concentraciones de almidón modificado

- **Olor**

El análisis de varianza para el atributo de olor de los tratamientos en los diferentes tipos de carne señaló que no existe diferencia significativa alguna ($p > 0,05$) (Ver Anexo 3). Sin embargo, en la figura 5 se puede observar que existe una mayor puntuación para los empanizados con harina comercial con una escala hedónica de “agradable”, esto se relaciona por los olores característicos de cada condimento utilizado en la formulación.

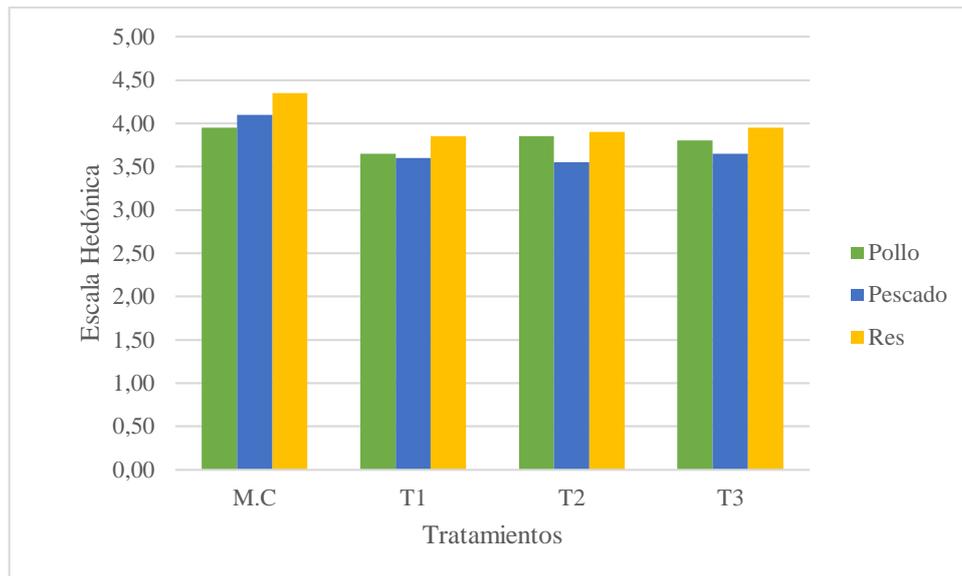


Figura 5. Valoración hedónica de olor de los diferentes tipos de carnes empanizadas a diferentes concentraciones de almidón modificado

- **Sabor**

En cuanto al atributo del sabor no existe diferencia significativa ($p > 0,05$) para los tratamientos en los tres tipos de empanizados (Ver Anexo 3). Resultados similares presentan en formulaciones de masa con almidón modificado, sin ningún efecto significativo sobre el color y sabor de productos rebozados fritos (Vongsawadi, 2014). Además, en la figura 6 se visualiza que los catadores mantienen una puntuación en la escala hedónica de “agradable”.

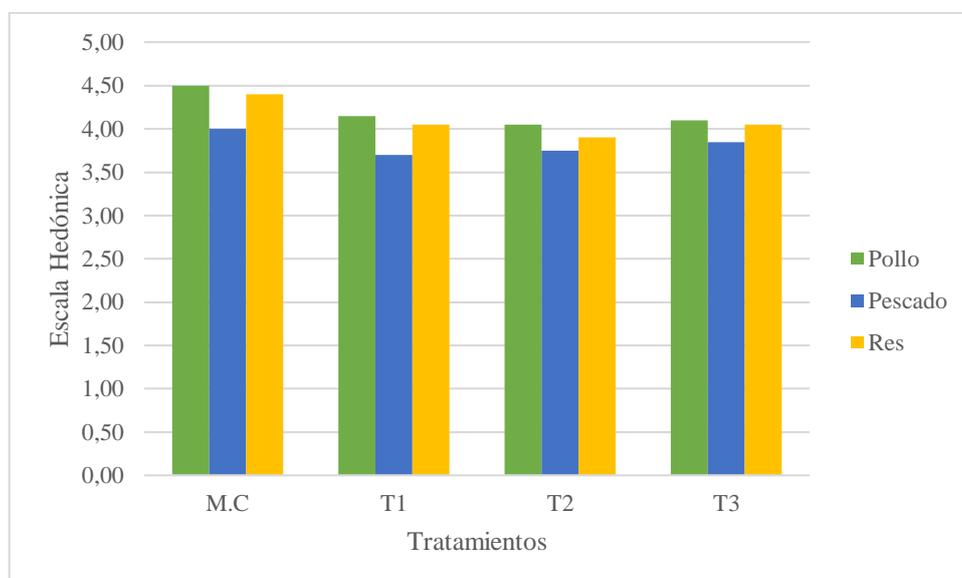


Figura 6. Valoración hedónica de sabor de los diferentes tipos de carnes empanizadas a diferentes concentraciones de almidón modificado

- **Textura**

En base al análisis de varianza para el atributo de textura de los diferentes tratamientos, estadísticamente señaló que existe diferencia significativa ($p < 0,05$) (Ver Anexo 3). En la figura 7 se evidencia que existe una preferencia en el T3 con una escala hedónica de “crujiente” seguido de los empanizados con harina comercial. Esto demuestra que la inclusión de almidón modificado mejora este atributo al incrementar su concentración, haciendo que la mezcla sea mucho mejor para este tipo de productos.

Resultados similares se presenciaron en el estudio de galletas de arroz con la variación de concentración de almidón nativo de maíz por almidón modificado, mejorando así, las características de textura (Alisa, 2004). Así mismo, en el análisis de Nuggets de pollo frito su textura varió de 3,5 a 4,5 en su escala hedónica al adicionar 10 % de almidón modificado de maíz con alto contenido de amilosa, siendo este aceptable por los panelistas (Vongsawasdi, 2014).

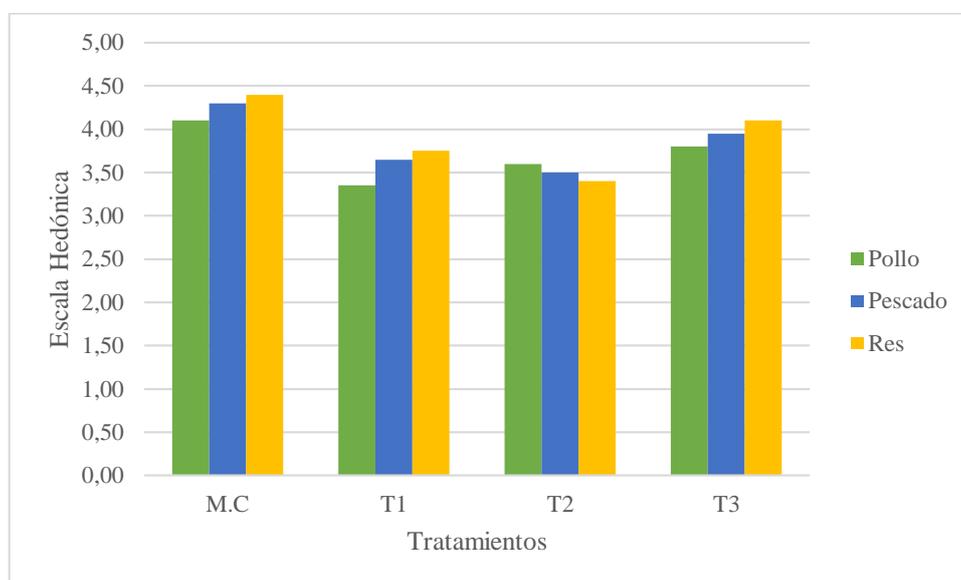


Figura 7. Valoración hedónica de textura de los diferentes tipos de carnes empanizadas a diferentes concentraciones de almidón modificado

- **Aceptabilidad**

La aceptabilidad en los empanizados de los tres tipos de carne señaló que existe diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0,05$) en base al análisis de varianza para los empanizados de pollo y res (Ver Anexo 3). En la figura 8 se puede observar que el mejor tratamiento corresponde al T3 para los tres tipos de carne. Por lo tanto la inclusión de almidón modificado evidencia que la variación de concentraciones interfiere en el mejoramiento de sus atributos, logrando alcanzar una mezcla en la cual genere aceptación

entre los tratamientos M.C y T3. Según Agromeat (2011), la utilización de almidones modificados principalmente son empleados en productos cárnicos primordialmente de pollo a fin de incrementar altos rendimientos, mejoramiento en la textura y la palatabilidad del producto.

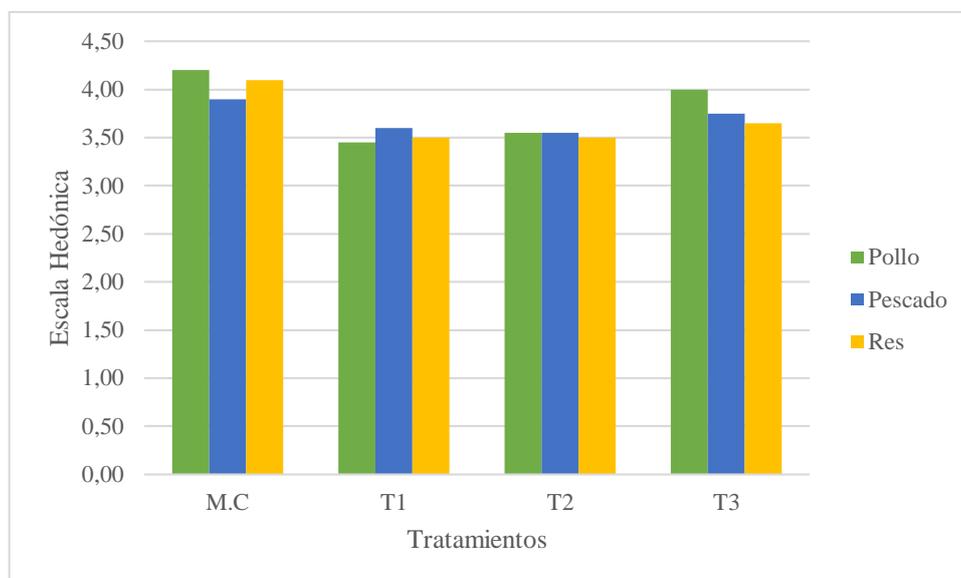


Figura 8. Valoración hedónica de aceptabilidad de los diferentes tipos de carnes empanizadas a diferentes concentraciones de almidón modificado

4.2. Análisis instrumental de los empanizados

- **Color**

En la tabla 5 se muestran los resultados de los parámetros de color (L^* , a^* , b^* , C^* y H°) de las muestras empanizadas de pollo. Estadísticamente los valores evidencian un efecto significativo a excepción de H° ($p < 0,05$) entre tratamientos (Ver Anexo 4). En base a cada parámetro se puede observar la variación en su coloración generando así un tono dorado.

Tabla 5. Parámetros de color: L^* , a^* , b^* , C^* , H° de las muestras empanizados con pollo.

Tratamientos	Luminosidad	+rojo	+amarillo	Cromaticidad	Ángulo Hue
	L^*	a^*	b^*	C^*	H°
M.C	46,07 ± 2,97 ^a	16,16 ± 1,07 ^a	32,8 ± 1,51 ^a	36,59 ± 1,35 ^a	63,76 ± 1,97 ^a
T1	52,32 ± 3,50 ^c	13,57 ± 1,65 ^b	28,48 ± 3,79 ^{bc}	31,63 ± 3,38 ^{bc}	64,28 ± 4,17 ^a
T2	48,52 ± 2,41 ^{ab}	11,72 ± 1,76 ^c	26,56 ± 1,55 ^c	29,01 ± 1,88 ^c	66,46 ± 3,11 ^a
T3	50,57 ± 2,39 ^{bc}	15,29 ± 1,29 ^{ab}	30,20 ± 3,05 ^{ab}	33,88 ± 2,92 ^{ab}	63,05 ± 2,64 ^a

M.C (marca comercial), T1 (10% de almidón modificado), T2 (20% de almidón modificado), T3 (30% de almidón modificado). Los superíndices a, b, c indican diferencia significativa, evaluada con una prueba Tukey al 95% de confianza.

En cuanto a los empanizados de pescado los parámetros de color se muestran en la tabla 6. Los valores presentan diferencias significativas para L*, b*, C y H° (p<0,05) entre tratamientos (Ver Anexo 4), mientras que para el parámetro a* no evidenció alguna diferencia significativa (p>0,05).

Tabla 6. Parámetros de color: L*, a*, b*, C*, H° de las muestras empanizados con pescado.

Tratamientos	Luminosidad	+rojo	+amarillo	Cromaticidad	Ángulo Hue
	L*	a*	b*	C*	H°
M.C	38,67 ± 2,64 ^a	13,62 ± 1,26 ^a	24,13 ± 2,99 ^b	28,19 ± 2,97 ^b	60,49 ± 1,57 ^{ab}
T1	41,68 ± 4,02 ^{ab}	13,97 ± 1,78 ^a	23,81 ± 2,43 ^b	27,63 ± 2,87 ^b	59,65 ± 1,84 ^a
T2	47,64 ± 3,93 ^c	14,88 ± 0,78 ^a	28,92 ± 2,09 ^a	32,54 ± 2,02 ^a	62,70 ± 1,62 ^c
T3	45,00 ± 3,25 ^{bc}	13,98 ± 1,76 ^a	26,63 ± 2,49 ^{ab}	30,10 ± 2,91 ^{ab}	62,31 ± 1,94 ^{bc}

M.C (marca comercial), T1 (10% de almidón modificado), T2 (20% de almidón modificado), T3 (30% de almidón modificado). Los superíndices diferentes indican diferencias significativas, al 95% de confianza evaluada con una prueba Tukey.

Por otro lado, los parámetros de color tales como L*, a*, b* y H° en los empanizados de res presentados en la tabla 7 mostraron diferencias significativas entre tratamientos (p<0,05) a excepción de la cromaticidad (Ver anexo 4).

Tabla 7. Parámetros de color: L*, a*, b*, C*, H° de las muestras empanizados con res.

Tratamientos	Luminosidad	+rojo	+amarillo	Cromaticidad	Ángulo Hue
	L*	a*	b*	C*	H°
M.C	37,25 ± 3,43 ^a	13,63 ± 1,53 ^a	21,32 ± 2,68 ^b	25,31 ± 2,85 ^a	57,39 ± 2,52 ^a
T1	44,13 ± 3,63 ^b	11,20 ± 0,96 ^b	24,71 ± 3,45 ^a	27,15 ± 3,35 ^a	65,36 ± 2,74 ^b
T2	40,50 ± 3,20 ^{ab}	11,02 ± 1,68 ^b	22,58 ± 1,55 ^{ab}	25,16 ± 1,97 ^a	64,10 ± 2,71 ^b
T3	40,22 ± 3,23 ^{ab}	11,26 ± 1,14 ^b	23,51 ± 2,27 ^{ab}	26,11 ± 2,12 ^a	64,33 ± 3,05 ^b

M.C (marca comercial), T1 (10% de almidón modificado), T2 (20% de almidón modificado), T3 (30% de almidón modificado). Los superíndices diferentes indican diferencias significativas, al 95% de confianza evaluada con una prueba Tukey.

En base a los resultados obtenidos en los diferentes tipos de empanizados, se puede observar que los tratamientos formulados presentaron coloraciones más claras, es decir con mayor luminosidad, dando como resultado una coloración menos dorada. Estudios

realizados por Nadir et al., (2015) presentan resultados similares de luminosidad (L^*) en 47,92 a 56,09 en galletas con almidones de papa de distintas modificaciones. Además, Barbut, (2018) señala que los valores de amarillez (b^*) básicamente no cambiaron por la adición de almidón en el estudio del efecto de almidón nativo y modificado de papa y maíz en productos tipo frankfurter.

En cuanto al parámetro a^* se evidencian valores menores en las muestras con carne de res, lo cual podría ser una producción menor de la reacción de Maillard (Bengtson, Cundiff, y Flick, 2006). Con respecto a cromaticidad (C^*) y tono (H°) presentan resultados similares con estudios realizados por Albert, Salvador, Hough, y Fiszman, (2014), quienes señalan que las cortezas fritas de Nuggets obtuvieron valores de 32,5 y 67,5 respectivamente, resultando un color más amarillo y menos saturado, generando una coloración marrón dorado en la evaluación sensorial.

Los resultados evidencian que la inclusión de almidón modificado podría mantener casi una misma coloración, con una tendencia hacia el color dorado característico de los alimentos fritos tras el proceso del tratamiento térmico, dado a que no se observa alguna afectación al incrementar su concentración. Sin embargo, al comparar las muestras con harina comercial, estas presentan coloraciones más oscuras es decir mas intensas, lo cual fue percibido visualmente por los catadores mediante la evaluación sensorial.

Las variaciones obtenidas podrían haberse dado por la cantidad de aditivos, y la composición del sustrato ya que durante el proceso de fritura se producen varias reacciones químicas, incluida la desnaturalización de proteínas y la gelatinización del almidón (Das et al., 2013). Además este parámetro se ve afectada por el tiempo, temperatura y tipo de aceite en combinación con las características del producto (Rojas, Vega, y Siche, 2015; Tirado, Acevedo, Correa, y Guzmán, 2012).

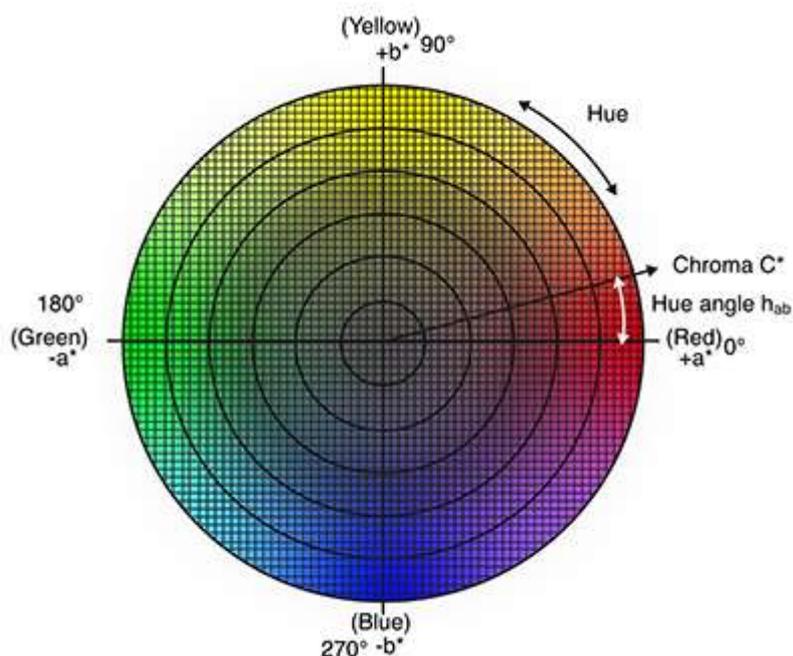


Figura 9. Espacio de color CIELAB

- **Análisis de perfil de textura**

Los valores de perfil de textura para los empanizados de pollo se muestran en la tabla 8. La dureza, fracturabilidad, dureza en el ciclo 2, cohesividad y masticabilidad tuvieron un efecto significativo entre los tratamientos ($p < 0,05$) (Ver anexo 5). La dureza en el T3 alcanza un valor similar al tratamiento con harina comercial; mientras que el T1 tiene un valor muy elevado. Según Prestes et al., (2014) al presentar una mayor dureza, presentan una menor humedad en el producto por ende requiere de más energía para la masticación. Sensorialmente, el mejor puntuado fue el T3 seguido de la muestra con harina comercial con una puntuación “crujiente” en la escala hedónica.

Tabla 8. Análisis de perfil de textura de los empanizados con pollo.

Tratamientos	Dureza (N)	Adhesividad (J)	Fracturabilidad (N)	Dureza ciclo 2 (N)	Cohesividad	Masticabilidad (J)
M.C	44,2280 ^b	0,0003 ^a	44,2280 ^b	35,3730 ^b	0,3150 ^a	0,0291 ^b
T1	77,1190 ^a	0,0003 ^a	77,1190 ^a	58,7360 ^c	0,3680 ^a	0,0674 ^c
T2	29,4120 ^b	0,0001 ^a	29,4120 ^b	17,1530 ^a	0,1460 ^b	0,0060 ^a
T3	38,0460 ^b	0,0001 ^a	38,0460 ^b	19,6850 ^a	0,1600 ^b	0,0133 ^{ab}

M.C (marca comercial), T1 (10% de almidón modificado), T2 (20% de almidón modificado), T3 (30% de almidón modificado). Los superíndices diferentes indican diferencias significativas, al 95% de confianza evaluada con una prueba Tukey.

Las propiedades texturales para los empanizados de pescado se presentan en la tabla 9. Un efecto significativo entre tratamientos se obtuvo en la masticabilidad ($p < 0,05$) (Ver anexo 5). Los valores en comparación con los empanizados de pollo tienden a ser más bajos, ya que la cantidad de colágeno es menor y por ende presenta una resistencia baja.

Tabla 9. Análisis de perfil de textura de los empanizados con pescado

Tratamientos	Dureza (N)	Adhesividad (J)	Fracturabilidad (N)	Dureza ciclo 2 (N)	Cohesividad	Masticabilidad (J)
M.C	33,2000 ^a	0,0003 ^a	33,2000 ^a	20,6050 ^a	0,2470 ^a	0,0178 ^c
T1	31,3830 ^a	0,0002 ^a	31,1160 ^a	19,2240 ^a	0,2550 ^a	0,0148 ^{ab}
T2	25,2260 ^a	0,0006 ^a	25,2260 ^a	14,9530 ^a	0,1610 ^a	0,0051 ^a
T3	30,2870 ^a	0,0001 ^a	30,2870 ^a	18,3320 ^a	0,1680 ^a	0,0067 ^{ab}

M.C (marca comercial), T1 (10% de almidón modificado), T2 (20% de almidón modificado), T3 (30% de almidón modificado). Los superíndices diferentes indican diferencias significativas, al 95% de confianza evaluada con una prueba Tukey.

Las valores del perfil de textura de los empanizados de res se presenta en la tabla 10, los parámetros de dureza, fracturabilidad, dureza en el ciclo 2 y masticabilidad presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos (Ver Anexo 5). Sensorialmente los mejores puntuados fueron los tratamientos M.C y T3 obteniendo una textura “crujiente” en la escala hedónica.

Tabla 10. Análisis de perfil de textura de los empanizados con res.

Tratamientos	Dureza (N)	Adhesividad (J)	Fracturabilidad (N)	Dureza ciclo 2 (N)	Cohesividad	Masticabilidad (J)
M.C	70,6240 ^a	0,0002 ^a	70,6240 ^a	57,9560 ^b	0,3230 ^a	0,0474 ^a
T1	59,4950 ^{ab}	0,0004 ^a	58,6910 ^{ab}	54,3350 ^b	0,6920 ^a	0,0323 ^a
T2	33,9640 ^c	0,0000 ^a	33,9640 ^c	28,1500 ^a	0,3410 ^a	0,0226 ^a
T3	44,7110 ^{bc}	0,0001 ^a	44,7110 ^{bc}	33,9100 ^a	0,2830 ^a	0,0218 ^a

M.C (marca comercial), T1 (10% de almidón modificado), T2 (20% de almidón modificado), T3 (30% de almidón modificado). Los superíndices diferentes indican diferencias significativas, al 95% de confianza evaluada con una prueba Tukey.

Los resultados obtenidos con los tres tipos de carne plantean que en el T1 se requiere de más energía y fuerza para la masticación, lo cual podría ser efecto de una carne con mayor cantidad de pérdida de agua, además sensorialmente este tratamiento no fue muy aceptable por los catadores. En estudios realizados por Cierach, Idaszewska, y Niedźwiedź, (2013) presentan una similitud en la disminución de los parámetros de

textura de 23,33 a 20,00 N en la dureza, cohesividad 0,41 a 0,28 y masticabilidad de 25 a aproximadamente 20,14, presentando valores altos el tratamiento sin almidón modificado, concluyendo como un aditivo funcional para productos cárnicos al almidón modificado, debido a la reducción significativa de la pérdida de cocción durante el tratamiento térmico.

Ziobro, Korus, Witczak, y Juszczak, (2012); Barbut, (2018) señalan que el reemplazo parcial de almidón nativo por almidón modificado influye en todos los parámetros de textura, principalmente en la disminución de la dureza, masticabilidad y gomosidad; lo cual podría deberse a más interacciones de las proteínas de la carne juntamente con el almidón modificado, generando al producto más digerible y aceptable.

En cuanto al T3 se podría señalar que existe un equilibrio, dado que se asemeja a la crujencia obtenida en las muestras con harina comercial, por lo tanto el almidón modificado a diferencia del almidón nativo podría señalar que retiene mejor la cantidad de agua en el sustrato, y generando una textura considerable. Por lo tanto, la cantidad de almidón modificado de maíz mejora las propiedades texturales del empanizado, dado que al incrementar la concentración del mismo presenta una menor fuerza y energía para la masticación, por ende mejora la aceptabilidad general en el producto final.

4.3. Determinación de humedad de la corteza y absorción de aceite

La humedad en las cortezas fritas estadísticamente no se presenciaron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$) (Ver anexo 7). En la tabla 11 se puede evidenciar que las muestras con adición de almidón modificado tienen una mayor humedad, lo cual podría ser efecto de una absorción menor de aceite en comparación con las cortezas de la harina comercial.

Tabla 11. Humedad en la corteza de los empanizados

Tratamientos	TIPO DE CORTEZA DE EMPANIZADO		
	Pollo	Pescado	Res
M.C	8,32 ± 0,92 ^a	13,31 ± 7,51 ^a	8,30 ± 2,84 ^a
T1	7,97 ± 0,29 ^a	18,76 ± 4,40 ^a	7,95 ± 2,27 ^a
T2	9,63 ± 2,61 ^a	19,38 ± 3,37 ^a	7,49 ± 3,98 ^a
T3	10,55 ± 3,03 ^a	16,87 ± 1,16 ^a	8,34 ± 1,57 ^a

M.C (marca comercial), T1 (10% de almidón modificado), T2 (20% de almidón modificado), T3 (30% de almidón modificado). Los superíndices diferentes indican diferencias significativas, al 95% de confianza evaluada con una prueba Tukey.

Estadísticamente existió diferencias significativas en la absorción de aceite en los empanizados de pollo y res ($p < 0,05$) (Ver Anexo 7) entre tratamientos. En la figura 10 y tabla 12 se evidencia que en los T2 y T3 para las muestras de pollo y pescado tiende a bajar la cantidad de aceite absorbido.

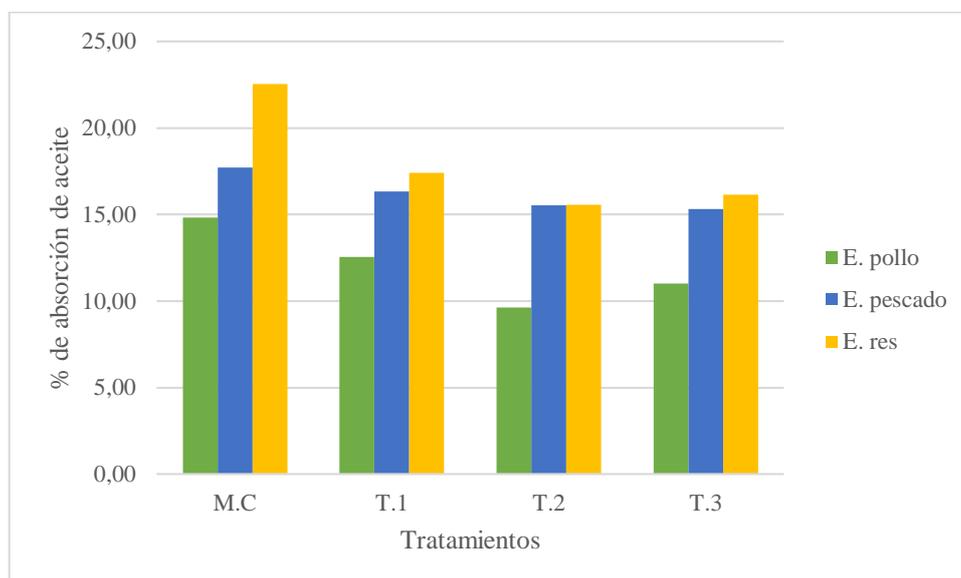


Figura 10. Porcentaje de absorción de aceite en diferentes tipos de carne y concentración de almidón modificado.

Las muestras con harina comercial tuvieron mayor cantidad de absorción de aceite a diferencia de entre las muestras con almidón modificado de maíz. Las muestras con M.C obtuvieron un 14,83%, 17,72% y 22,54% para empanizados con carne de pollo, pescado y res respectivamente, mientras que el T3 con un valor de 11,01% para pollo, 15,32% en pescado y 16,16% res empanizados (Tabla 12). De acuerdo a Vongsawasdi, (2014) resultados similares presentó las muestras de mezcla comercial sin almidón modificado absorbiendo mayor cantidad de aceite en un 40%, mientras que en mezclas con almidón modificado la cantidad de aceite consumido fue de 25% a 35 %.

Tabla 12. Porcentaje de absorción de aceite

Tratamientos	Tipo de empanizado		
	Pollo	Pescado	Res
M.C	14,83 ± 0,50 ^b	17,72 ± 6,85 ^a	22,54 ± 2,63 ^b
T.1	12,55 ± 0,26 ^{ab}	16,32 ± 5,17 ^a	17,42 ± 0,47 ^{ab}

T.2	9,63 ± 1,68 ^a	15,53 ± 1,14 ^a	15,58 ± 3,23 ^a
T.3	11,01 ± 2,66 ^{ab}	15,32 ± 1,40 ^a	16,16 ± 1,58 ^a

M.C (marca comercial), T1 (10% de almidón modificado), T2 (20% de almidón modificado), T3 (30% de almidón modificado). Los superíndices diferentes indican diferencias significativas, al 95% de confianza evaluada con una prueba Tukey.

Los almidones modificados han sido utilizados para disminuir el contenido de aceite de los alimentos fritos y rebozados, debido al alto contenido de amilosa de los gránulos de almidón, proporcionando una mejor barrera dando como efecto que el aceite no penetre al sustrato; el contenido de aceite es importante ya que disminuye la vida útil a través del proceso de oxidación (Zhang et al., 2014).

La utilización de este tipo de almidón, tiene la ventaja de formar una película perfecta para el sustrato, evitando así una pérdida de humedad y la reducción de absorción de aceite. Además, puede usarse para mejorar aún más la adhesión en batters y al desarrollo de una textura crujiente en productos rebozados o empanizados.

Verificación de hipótesis

Hipótesis nula (H₀)

El almidón modificado no influye significativamente en el mejoramiento de los parámetros de calidad de los empanizados de pollo, pescado y res.

Hipótesis alternativa (H₁)

El almidón modificado influye significativamente en el mejoramiento de los parámetros de calidad de los empanizados de pollo, pescado y res.

Las evaluaciones de los empanizados con almidón modificado en carne de pollo, pescado y res permiten aceptar la hipótesis alternativa, debido a que los resultados demostraron que el almidón modificado incide en el análisis sensorial, propiedades texturales y color, así como también en la absorción de aceite.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que la inclusión de almidón modificado de maíz puede ser utilizada en una mezcla empanizadora para la aplicación en carnes, dado por las características obtenidas tras el proceso de fritura. Además podrían aportar a la salud debido a la mínima absorción de aceite obtenido en comparación de las muestras con harina comercial.

Mediante la evaluación sensorial el tratamiento con 30% de almidón modificado de maíz presentó una mayor aceptación por parte de los catadores, seguido de las muestras con harina comercial, evidenciando principalmente en la textura un mejoramiento al incrementar su concentración, obteniendo así una corteza crujiente.

Las propiedades de color mostraron cierta variación en un rango mínimo, dando valores altos en las coordenadas a^* y b^* con un H° comprendidas entre $66,46 \pm 3,11$ a $59,65 \pm 1,83$ con una tendencia hacia el color dorado característico de los alimentos fritos. En cuanto a los parámetros de textura, estos revelaron que la cantidad de almidón modificado mejora sus características, dado a que requiere de una fuerza y energía menor para la masticación a diferencia de la muestra con mayor cantidad de almidón nativo, lo cual podría ser por efecto de una mayor pérdida de agua y la formación de una corteza más dura, limitando así la utilización del almidón nativo en procesos de temperaturas altas.

El porcentaje de humedad en la corteza no presentó alguna diferencia significativa en relación con la cantidad de almidón modificado. Sin embargo redujo el porcentaje de absorción de aceite en los empanizados, lo cual podría ser efecto por la cantidad de amilosa que puede contener el almidón modificado de maíz creando una película que impide el ingreso del aceite.

4.2. Recomendaciones

- Para identificar los microorganismos que provocarían el deterioro de la mezcla se sugiere realizar un análisis microbiológico.

- La determinación del estudio económico de la mezcla sería importante para determinar la viabilidad de la mezcla empanizadora en el mercado.
- Para determinar el efecto de la fritura en la mezcla es recomendable realizar un análisis microscópico en la microestructura de la corteza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agromeat. (2011). Utilizando almidones para maximizar rendimientos de procesamiento. Retrieved from 5 de septiembre website: <https://www.agromeat.com/41485/utilizando-almidones-para-maximizar-rendimientos-de-procesamiento>
- Albert, A., Salvador, A., Hough, G., & Fiszman, S. (2014). Influence of outer layer formulation on the sensory properties of microwaved breaded nuggets. *International Journal of Food Properties*, 17(4), 829–841. <https://doi.org/10.1080/10942912.2011.604892>
- Alisa, K. (2004). *Effect of modified starches on quality attributes of rice crackers*.
- Altunakar, B., Sahin, S., & Sumnu, G. (2004). Functionality of batters containing different starch types for deep-fat frying of chicken nuggets. *European Food Research and Technology*, 218(4), 318–322. <https://doi.org/10.1007/s00217-003-0854-5>
- AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. , 35 Choice Reviews Online § (1990).
- Araneda, M. (2018). Carnes y derivados. Retrieved from 20 Abril website: <http://www.edualimentaria.com/carnes-cecinas-composicion-propiedades>
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos* (4a ed.). México.
- Barbut, S. (2018). Effects of regular and modified potato and corn starches on frankfurter type products prepared with vegetable oil. *Italian Journal of Food Science*, 30(4), 801–808. <https://doi.org/10.14674/IJFS-1084>
- Bengtson, R., Cundiff, J. S., & Flick, G. J. (2006). The Effect of Novel Frying Methods on Quality of Breaded Fried Foods Master of Science The Effect of Novel Frying Methods on Quality of Breaded Fried Foods. *Systems Engineering*.
- Cierach, M., Idaszewska, N., & Niedźwiedź, J. (2013). Quality features of meat products with the addition of modified starches. *Journal of International Scientific Publications: Agriculture and Food Volume*, 2, 49–54.

- Das, R., Pawar, D. P., & Modi, V. K. (2013). *Quality characteristics of battered and fried chicken : comparison of pressure frying and conventional frying*. 50(April), 284–292. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0350-z>
- Dávalos, L. (2016). *Desarrollo de nuggets de bonito (Sarda chiliensis chiliensis) bajos en calorías y con la adición de chía (Salvia hispánica) como antioxidante*.
- Gottau, G. (2013). Análisis nutricional de diferentes tipos de harina. Retrieved from 10 Diciembre website: <https://www.vitonica.com/alimentos/analisis-nutricional-de-diferentes-tipos-de-harina>
- Horcada, A., & Polvillo, O. (2010). *Conceptos básicos sobre la carne*. 113–140.
- Jiménez, C., & Landa, Y. (2018). *Propiedades nutricionales y funcionales de las distintas harinas utilizadas para la elaboración de un pan de alto valor nutricional*. 36. Retrieved from [http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/4235/3/PROPIEDADES NUTRICIONALES Y FUNCIONALES DE LAS DISTINTAS HARINAS UTILIZADAS EN LA ELABORACION DE UN PAN DE ALTO VALOR NUTRICIONAL.pdf](http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/4235/3/PROPIEDADES_NUTRICIONALES_Y_FUNCIONALES_DE_LAS_DISTINTAS_HARINAS_UTILIZADAS_EN_LA_ELABORACION_DE_UN_PAN_DE_ALTO_VALOR_NUTRICIONAL.pdf)
- Khalil, A. H. (2000). *Quality characteristics of low-fat beef patties formulated with modified corn starch and water*. 68.
- Khalil, S. K. (2010). *Modified Starches and Their Usages in Selected Food Products*. 2(2), 90–100.
- Mallikarjunan, P., Ngadi, M. O., & Chinnan, M. S. (2009). *Breaded Fried Food*. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=qWYgfk2f_MEC
- Meneses, J., Corrales, C. M., & Valencia, M. (2007). Síntesis y caracterización de un polímero biodegradable a partir de almidón de yuca. *Revista EIA*, 57–67. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372007000200006&nrm=iso
- Montes, N., Millar, I., & Provoste, R. (2016). *Absorción de aceite en alimentos fritos*. 43(1), 87–91.

- Nadir, A., Helmy, I., Nahed, M., Abdelmaguid, M., Wafaa, M., Abozeid, & Ramadan, M. (2015). Modification of Potato Starch by Some Different Physical Methods and Utilization in Cookies Production. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(10), 556–569.
- Oyedeji, A. B., Sobukola, O. P., Henshaw, F., Adegunwa, M. O., Ijabadeniyi, O. A., Sanni, L. O., & Tomlins, K. I. (2017). Effect of frying treatments on texture and colour parameters of deep fat fried yellow fleshed cassava chips. *Journal of Food Quality*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/8373801>
- Panduro, C. (2015). *Efecto de la sustitución de harina de trigo por harina de quinua (Chenopodium quinoa) sobre el contenido de proteína, color, firmeza y aceptabilidad general de nuggets de poll.*
- Paniagua, N. (2014). *Aplicación de harinas extrusionadas en la mejora de la calidad de rebozados.*
- Plazas, L., & Plazas, J. (2013). *Aplicación de minería de datos para la segmentación de clientes que comoran materias primas derivadas del maíz para la generación de estrategias de comunicación. Piloto de Colombia.*
- Prestes, R. C., Silva, L. B., Torri, A. M. P., Kubota, E. H., Rosa, C. S., Roman, S. S., ... Demiate, I. M. (2014). Sensory and physicochemical evaluation of low-fat chicken mortadella with added native and modified starches. *Journal of Food Science and Technology*, 52(7), 4360–4368. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1496-2>
- Rado, R. (2018). *Empanizados de filetes congelados de trucha arco iris (Oncorhynchus mykiss) sazonados y enriquecidos con quinua (Chenopodium quinoa).*
- Santos, R. M., Ramírez, A., & Solari, A. (2008). *Desarrollo de formulaciones de batido como alternativas a productos comerciales utilizados en el empanizado de porciones de calamar gigante.* 57–64.
- Teca, B., Sweedman, M. C., Hasjim, J., Tizzotti, M. J., Schäfer, C., & Gilbert, R. G. (2007). Obtención y caracterización de almidones de malanga , arroz y maíz ceroso modificados por extrusión termoplástica para su uso como encapsulantes de aceite esencial de naranja. *Carbohydrate Polymers*.

<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.04.041>

Tirado, D., Acevedo Correa, D., & Guzmán, L. (2012). Freído por inmersión de los alimentos. *Revista Reciteia ISSN 2027-6850*, 12, 69–82.

Vongsawasdi, P. (2014). *Using modified starch to decrease the oil absorption in fried battered chicken*. (January 2008).

Zhang, L., Yang, M., Ji, H., & Ma, H. (2014). Some physicochemical properties of starches and their influence on color, texture, and oil content in crusts using a deep-fat-fried model. *CYTA - Journal of Food*, 12(4), 347–354.
<https://doi.org/10.1080/19476337.2014.887148>

Ziobro, R., Korus, J., Witczak, M., & Juszczak, L. (2012). Influence of modified starches on properties of gluten-free dough and bread. Part II: Quality and staling of gluten-free bread. *Food Hydrocolloids*, 29(1), 68–74.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.02.009>

ANEXOS

ANEXO 1 – ALMIDÓN MODIFICADO



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Página 1 / 2
Fecha: 08.11.2018

Nombre de Cliente & Dirección

Dirección de Embarque del Proveedor

Planta: Lima Manufactura
Carretera Central KM 10.5
Lima 01 LIMA 01
PE
Tel:

Información de Embarque del Cliente

No. Cliente: 0010029502
Pedido de Compra del Cliente: 4700004701

Información de Embarque del Proveedor

No. Entrega: 000209949
Código Tratado:
Carta de Porte:
No. Exportación/Admisión: 0001702129 000020
Fecha Embarque: 31.10.2018
Cantidad: 7.500 T

Nota: Producto elaborado y analizado en la planta 4626 (Lima Manufactura)
Producto: 040500101 ALMOND
MODIFICADO-PP225-071480 EXP
Marca:
Lote: 000140377

Fecha de Fabricación: 17.10.2018
Fecha de Vencimiento: 17.10.2020

Análisis	Método	Unid.	Resultado	Mínimo	Máximo
Aspecto de Polvo en General	IMP000		A	A	B
Humedad, %		%	15.00	14.00	16.00
pH (Disolución al 20%)			6.3	6.0	7.0
SSM (Resaca de Soluble)			A	A	B
Diel			A	A	B
V. Acidez (pH 4 con 40°C)		g	1400	1300	1500
Metodo: 01g	CPMA 017	mg	70	100	
Metodo: 01g, 01g		g	1	100	
E.046 g	AOAC 991.14	ALIBENTE	ALIBENTE		
Selenio: 01g	CPMA 018	ALIBENTE	ALIBENTE		
Factor de Actividad		ml	1.00	1.00	

Información Adicional	Responsables
Aspecto, olor: A = Superior (Igual o similar al estándar); B = Aceptable; Pequeña diferencia en relación del estándar; C = No satisfactorio; Gran diferencia en relación del estándar;	 JOSÉ PLANCHA Gerente de aseguramiento de la calidad Documento emitido electrónicamente



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

Página
Fecha: 08.11.2018

Nombre de Cliente & Dirección

Dirección de Embarque del Proveedor

Planta: Lima Manufactura
Carretera Central KM 10.5
Lima 01 LIMA 01
PE
Tel:

Sumatoria Inicia, %

%

100%

Información Adicional	Responsables
Aspecto, olor: A = Superior (Igual o similar al estándar); B = Aceptable; Pequeña diferencia en relación del estándar; C = No satisfactorio; Gran diferencia en relación del estándar;	 JOSÉ PLANCHA Gerente de aseguramiento de la calidad Documento emitido electrónicamente

ANEXO 2 – HOJA DE CATA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

HOJA DE CATACIÓN EN LA EVALUACIÓN SENSORIAL

NOMBRE:.....**FECHA:**.....

INTRUCCIONES:

Frente a usted se presentan cuatro muestras de empanizados, por favor concéntrese en cada muestra, observe, pruebe cada una de ellas, de izquierda a derecha y marcar según considere conveniente sobre cada muestra.

ATRIBUTOS	PARÁMETROS	MUESTRAS			
COLOR	Muy pálido				
	Pálido				
	Poco dorado				
	Dorado				
	Dorado intenso				
OLOR	Muy desagradable				
	Desagradable				
	Ni desagradable ni agradable				
	Agradable				
	Muy agradable				
SABOR	Muy desagradable				
	Desagradable				
	Ni desagradable ni agradable				
	Agradable				
	Muy agradable				
TEXTURA	Muy suave				
	Suave				
	Ni crujiente ni suave				
	Crujiente				
	Muy crujiente				
ACEPTABILIDAD	Muy desagradable				
	Desagradable				
	Ni desagradable ni agradable				
	Agradable				
	Muy agradable				

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

ANEXO 3 – ANÁLISIS SENSORIAL

Tabla A. ANOVA del atributo “color” para empanizado de pollo.

Análisis de Varianza para Color - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	3,05	3	1,01667	1,46	0,2320
RESIDUOS	52,9	76	0,696053		
Total (Corregido)	55,95	79			

Tabla B. ANOVA del atributo “color” para empanizado de pescado.

Análisis de Varianza para Color - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	7,7375	3	2,57917	3,44	0,0209
RESIDUOS	56,95	76	0,749342		
Total (Corregido)	64,6875	79			

Tabla C. ANOVA del atributo “color” para empanizado de res.

Análisis de Varianza para Color - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	1,75	3	0,583333	1,43	0,2406
RESIDUOS	31,0	76	0,407895		
Total (Corregido)	32,75	79			

Tabla D. ANOVA del atributo “olor” para empanizado de pollo.

Análisis de Varianza para Olor

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	0,9375	3	0,3125	0,67	0,5708
RESIDUOS	35,25	76	0,463816		
Total (Corregido)	36,1875	79			

Tabla E. ANOVA del atributo “olor” para empanizado de pescado.

Análisis de Varianza para Olor

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	3,85	3	1,28333	1,57	0,2034
RESIDUOS	62,1	76	0,817105		
Total (Corregido)	65,95	79			

Tabla F. ANOVA del atributo “olor” para empanizado de res.

Análisis de Varianza para Olor

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	3,1375	3	1,04583	1,99	0,1219
RESIDUOS	39,85	76	0,524342		
Total (Corregido)	42,9875	79			

Tabla G. ANOVA del atributo “sabor” para empanizado de pollo.

Análisis de Varianza para Sabor

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	3,1375	3	1,04583	2,67	0,0534
RESIDUOS	29,75	76	0,391447		
Total (Corregido)	32,8875	79			

Tabla H. ANOVA del atributo “sabor” para empanizado de pescado.

Análisis de Varianza para Sabor

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	1,05	3	0,35	0,43	0,7352
RESIDUOS	62,5	76	0,822368		
Total (Corregido)	63,55	79			

Tabla I. ANOVA del atributo “sabor” para empanizado de res.

Análisis de Varianza para Sabor

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	2,7	3	0,9	1,09	0,3568
RESIDUOS	62,5	76	0,822368		
Total (Corregido)	65,2	79			

Tabla J. ANOVA del atributo “textura” para empanizado de pollo.

Análisis de Varianza para textura

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	6,0375	3	2,0125	2,92	0,0393
RESIDUOS	52,35	76	0,688816		
Total (Corregido)	58,3875	79			

Tabla K. ANOVA del atributo “textura” para empanizado de pescado.

Análisis de Varianza para textura

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	7,5	3	2,5	2,94	0,0386
RESIDUOS	64,7	76	0,851316		
Total (Corregido)	72,2	79			

Tabla L. ANOVA del atributo “textura” para empanizado de res.

Análisis de Varianza para textura

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	11,2375	3	3,74583	6,31	0,0007
RESIDUOS	45,15	76	0,594079		
Total (Corregido)	56,3875	79			

Tabla M. ANOVA del atributo “aceptabilidad” para empanizado de pollo.

Análisis de Varianza para aceptabilidad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	7,7	3	2,56667	4,53	0,0057
RESIDUOS	43,1	76	0,567105		
Total (Corregido)	50,8	79			

Tabla N. ANOVA del atributo “aceptabilidad” para empanizado de pescado.

Análisis de Varianza para aceptabilidad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	1,5	3	0,5	0,69	0,5626
RESIDUOS	55,3	76	0,727632		
Total (Corregido)	56,8	79			

Tabla Ñ. ANOVA del atributo “aceptabilidad” para empanizado de res.

Análisis de Varianza para aceptabilidad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	4,8375	3	1,6125	3,37	0,0227
RESIDUOS	36,35	76	0,478289		
Total (Corregido)	41,1875	79			

ANEXO 4 – ANÁLISIS DE COLOR

Tabla A. ANOVA para colorimetría (L*) del empanizado de pollo

Análisis de Varianza para L*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	217,55	3	72,5167	8,91	0,0002
RESIDUOS	292,894	36	8,13594		
Total (Corregido)	510,444	39			

Tabla B. ANOVA para colorimetría (a*) del empanizado de pollo

Análisis de Varianza para a*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	115,761	3	38,587	17,91	0,0000
RESIDUOS	77,57	36	2,15472		
Total (Corregido)	193,331	39			

Tabla C. ANOVA para colorimetría (b*) del empanizado de pollo

Análisis de Varianza para b*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	210,636	3	70,212	9,92	0,0001
RESIDUOS	254,82	36	7,07833		
Total (Corregido)	465,456	39			

Tabla D. ANOVA para colorimetría (C*) del empanizado de pollo

Análisis de Varianza para C*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	312,615	3	104,205	16,45	0,0000
RESIDUOS	228,075	36	6,33542		
Total (Corregido)	540,69	39			

Tabla E. ANOVA para colorimetría (H*) del empanizado de pollo

Análisis de Varianza para H*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	64,8948	3	21,6316	2,28	0,0956
RESIDUOS	341,149	36	9,47636		
Total (Corregido)	406,044	39			

Tabla F. ANOVA para colorimetría (L*) del empanizado de pescado

Análisis de Varianza para L*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	457,759	3	152,586	12,42	0,0000
RESIDUOS	442,221	36	12,2839		
Total (Corregido)	899,98	39			

Tabla G. ANOVA para colorimetría (a*) del empanizado de pescado

Análisis de Varianza para a*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	8,69475	3	2,89825	1,38	0,2648
RESIDUOS	75,669	36	2,10192		
Total (Corregido)	84,3637	39			

Tabla H. ANOVA para colorimetría (b*) del empanizado de pescado

Análisis de Varianza para b*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	171,513	3	57,1709	9,01	0,0001
RESIDUOS	228,307	36	6,34186		
Total (Corregido)	399,82	39			

Tabla I. ANOVA para colorimetría (C*) del empanizado de pescado

Análisis de Varianza para C*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	147,617	3	49,2057	6,66	0,0011
RESIDUOS	266,074	36	7,39094		
Total (Corregido)	413,691	39			

Tabla J. ANOVA para colorimetría (H*) del empanizado de pescado

Análisis de Varianza para H*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	63,5807	3	21,1936	6,94	0,0008
RESIDUOS	109,883	36	3,05231		
Total (Corregido)	173,464	39			

Tabla K. ANOVA para colorimetría (L*) del empanizado de res

Análisis de Varianza para L*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	238,153	3	79,3843	6,96	0,0008
RESIDUOS	410,622	36	11,4062		
Total (Corregido)	648,775	39			

Tabla L. ANOVA para colorimetría (a*) del empanizado de res

Análisis de Varianza para a*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	46,0687	3	15,3562	8,31	0,0003
RESIDUOS	66,561	36	1,84892		
Total (Corregido)	112,63	39			

Tabla M. ANOVA para colorimetría (b*) del empanizado de res
Análisis de Varianza para b*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	61,794	3	20,598	3,10	0,0389
RESIDUOS	239,47	36	6,65194		
Total (Corregido)	301,264	39			

Tabla N. ANOVA para colorimetría (C*) del empanizado de res

Análisis de Varianza para C*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	24,9808	3	8,32692	1,20	0,3232
RESIDUOS	249,567	36	6,93242		
Total (Corregido)	274,548	39			

Tabla Ñ. ANOVA para colorimetría (H*) del empanizado de res

Análisis de Varianza para H*

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	398,525	3	132,842	17,40	0,0000
RESIDUOS	274,834	36	7,63428		
Total (Corregido)	673,359	39			

ANEXO 5 – ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA

Tabla A. ANOVA para dureza del empanizado de pollo

Análisis de Varianza para dureza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	13041,9	3	4347,29	24,91	0,0000
RESIDUOS	6283,93	36	174,554		
Total (Corregido)	19325,8	39			

Tabla B. ANOVA para adhesividad del empanizado de pollo

Análisis de Varianza para adhesividad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	3,86E-7	3	1,28667E-7	0,69	0,5654
RESIDUOS	0,000006734	36	1,87056E-7		
Total (Corregido)	0,00000712	39			

Tabla C. ANOVA para fracturabilidad del empanizado de pollo

Análisis de Varianza para fracturabilidad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	13041,9	3	4347,29	24,91	0,0000
RESIDUOS	6283,93	36	174,554		
Total (Corregido)	19325,8	39			

Tabla D. ANOVA para Dureza en el ciclo 2 del empanizado de pollo

Análisis de Varianza para dureza en el ciclo 2

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	10961,1	3	3653,71	24,50	0,0000
RESIDUOS	5368,35	36	149,121		
Total (Corregido)	16329,5	39			

Tabla E. ANOVA para Cohesividad del empanizado de pollo

Análisis de Varianza para cohesividad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	0,370347	3	0,123449	12,80	0,0000
RESIDUOS	0,34725	36	0,00964583		
Total (Corregido)	0,717597	39			

Tabla F. ANOVA para Masticabilidad del empanizado de pollo

Análisis de Varianza para masticabilidad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	0,0225234	3	0,00750778	27,10	0,0000
RESIDUOS	0,00997165	36	0,00027699		
Total (Corregido)	0,032495	39			

Tabla G. ANOVA para dureza del empanizado de pescado

Análisis de Varianza para dureza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	350,238	3	116,746	1,95	0,1396
RESIDUOS	2159,3	36	59,9804		
Total (Corregido)	2509,53	39			

Tabla H. ANOVA para adhesividad del empanizado de pescado

Análisis de Varianza para adhesividad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	0,00000130875	3	4,3625E-7	0,44	0,7224
RESIDUOS	0,000035301	36	9,80583E-7		
Total (Corregido)	0,0000366097	39			

Tabla I. ANOVA para fracturabilidad del empanizado de pescado

Análisis de Varianza para fracturabilidad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	343,516	3	114,505	1,69	0,1858
RESIDUOS	2434,6	36	67,6277		
Total (Corregido)	2778,11	39			

Tabla J. ANOVA para dureza en el ciclo 2 del empanizado de pescado

Análisis de Varianza para dureza en el ciclo 2

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	173,684	3	57,8946	1,00	0,4023
RESIDUOS	2076,14	36	57,6707		
Total (Corregido)	2249,83	39			

Tabla K. ANOVA para cohesividad del empanizado de pescado

Análisis de Varianza para cohesividad en el ciclo 2

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	0,0753875	3	0,0251292	2,49	0,0761
RESIDUOS	0,36371	36	0,0101031		
Total (Corregido)	0,439098	39			

Tabla L. ANOVA para masticabilidad del empanizado de pescado

Análisis de Varianza para masticabilidad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	0,0011421	3	0,0003807	3,90	0,0164
RESIDUOS	0,00351423	36	0,0000976175		
Total (Corregido)	0,00465633	39			

Tabla M. ANOVA para dureza del empanizado de res

Análisis de Varianza para dureza

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	7812,98	3	2604,33	7,10	0,0007
RESIDUOS	13202,4	36	366,734		
Total (Corregido)	21015,4	39			

Tabla N. ANOVA para adhesividad del empanizado de res

Análisis de Varianza para adhesividad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	6,5075E-7	3	2,16917E-7	1,33	0,2803
RESIDUOS	0,000005879	36	1,63306E-7		
Total (Corregido)	0,00000652975	39			

Tabla Ñ. ANOVA para fracturabilidad del empanizado de res

Análisis de Varianza para fracturabilidad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	7700,5	3	2566,83	6,82	0,0009
RESIDUOS	13552,7	36	376,463		
Total (Corregido)	21253,2	39			

Tabla O. ANOVA para dureza en el ciclo 2 del empanizado de res

Análisis de Varianza para dureza en el ciclo 2

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	6539,33	3	2179,78	9,53	0,0001
RESIDUOS	8235,66	36	228,768		
Total (Corregido)	14775,0	39			

Tabla P. ANOVA para cohesividad del empanizado de res

Análisis de Varianza para cohesividad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	1,07983	3	0,359943	1,41	0,2555
RESIDUOS	9,18607	36	0,255169		
Total (Corregido)	10,2659	39			

Tabla Q. ANOVA para masticabilidad del empanizado de res

Análisis de Varianza para masticabilidad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	0,00425083	3	0,00141694	1,40	0,2573
RESIDUOS	0,0363198	36	0,00100888		
Total (Corregido)	0,0405707	39			

ANEXO 6 – HUMEDAD DE CORTEZA

Tabla A. ANOVA para humedad de la corteza del empanizado con pollo

Análisis de Varianza para humedad de la corteza de pollo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	12,7673	3	4,25577	1,01	0,4385
RESIDUOS	33,8176	8	4,2272		
Total (Corregido)	46,5849	11			

Tabla B. ANOVA para humedad de la corteza del empanizado con pescado

Análisis de Varianza para humedad de la corteza del empanizado con pescado

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	67,0861	3	22,362	1,01	0,4364
RESIDUOS	176,752	8	22,0941		
Total (Corregido)	243,839	11			

Tabla C. ANOVA para humedad de la corteza del empanizado con res

Análisis de Varianza para humedad de la corteza del empanizado con res

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	1,39066	3	0,463554	0,06	0,9799
RESIDUOS	62,9522	8	7,86902		
Total (Corregido)	64,3428	11			

ANEXO 7 – % DE ABSORCIÓN DE ACEITE

Tabla A. ANOVA para % absorción de aceite del empanizado con pollo

Análisis de Varianza para % absorción de aceite del empanizado con pollo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	44,6028	3	14,8676	5,81	0,0209
RESIDUOS	20,4761	8	2,55952		
Total (Corregido)	65,079	11			

Tabla B. ANOVA para % absorción de aceite del empanizado con pescado

Análisis de Varianza para % absorción de aceite del empanizado con pescado

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	10,6427	3	3,54758	0,18	0,9040
RESIDUOS	153,895	8	19,2369		
Total (Corregido)	164,538	11			

Tabla C. ANOVA para % absorción de aceite del empanizado con res

Análisis de Varianza para % absorción de aceite del empanizado con res

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
Tratamientos	90,6599	3	30,22	6,04	0,0188
RESIDUOS	40,035	8	5,00438		
Total (Corregido)	130,695	11			

ANEXO 8 – FOTOGRAFÍAS DE LA FASE EXPERIMENTAL



Figura 11. Pesaje de carne empanizada



Figura 12. Pesaje de cantidad de aceite en relación 6:1



Figura 13. Control de temperatura antes de la fritura



Figura 14. Fritura de la carne empanizada



Figura 15. Preparación de muestras para la evaluación sensorial



Figura 16. Análisis sensorial de las muestras



Figura 17. Análisis de perfil de textura

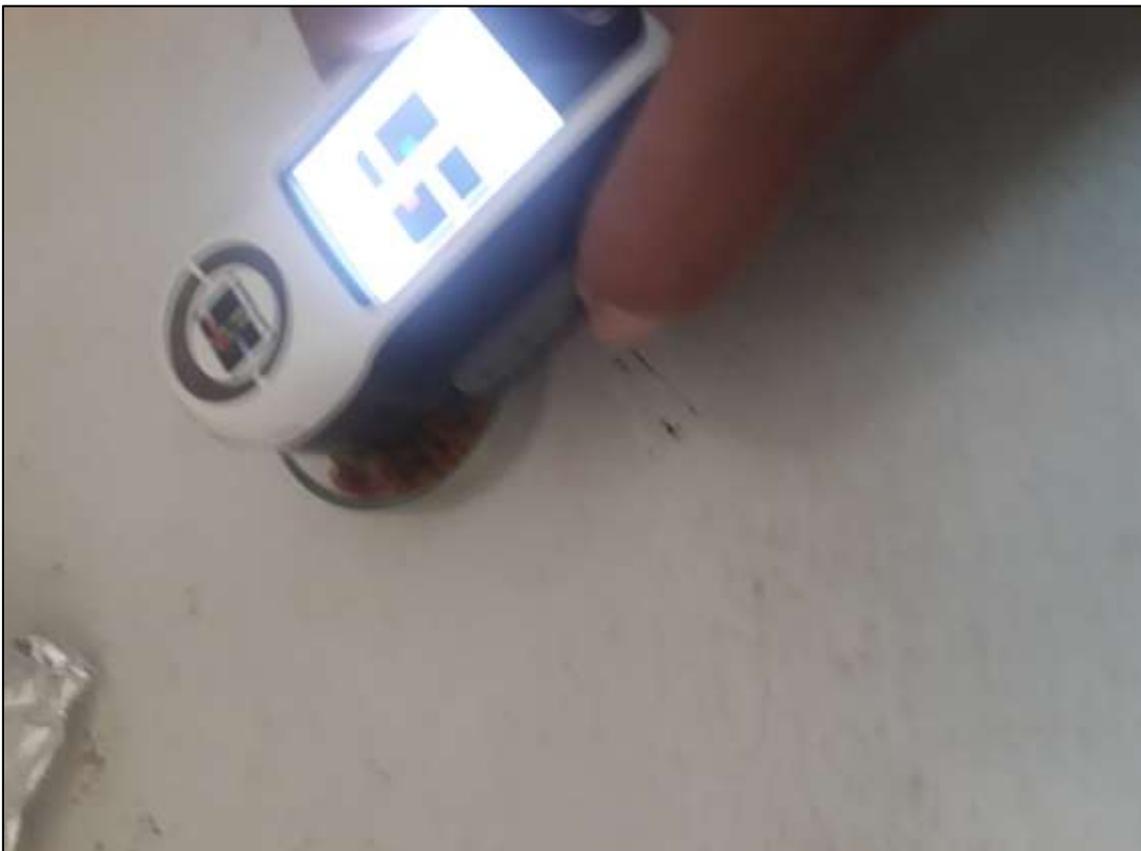


Figura 18. Determinación de color



Figura 19. Determinación de humedad de la corteza frita