

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS**  
**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**



**INFORME FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
**“ACCIÓN DE LA ENZIMA TRANSGLUTAMINASA SOBRE LA**  
**TEXTURA Y VIDA ÚTIL EN NUGGETS CON CARNE DE POLLO**  
**(*Gallus gallus domesticus*)”**

**AUTOR: PERCY ORDÓÑEZ HUAMÁN**

**PERIODO DE EJECUCIÓN: Del 01 de Enero de 2018 al 31 de Diciembre de**  
**2019**

**(Resolución de aprobación N° 092-2018-R)**

**Callao, 2019**

## I. INDICE

	PAGINA
<b>II. RESUMEN Y ABSTRACT</b>	<b>6</b>
<b>III. INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
a. Exposición del problema de investigación	8
i. Problema general	9
ii. Problemas específicos	9
iii. Objetivo general	10
iv. Objetivos específicos	10
b. Importancia y justificación de la investigación	10
i. Importancia de la investigación	10
ii. Justificación de la investigación	11
<b>IV. MARCO TEÓRICO</b>	<b>15</b>
a. Enzima transglutaminasa	15
b. Nuggets de carne de pollo	20
c. Almacenamiento de la carne de pollo	26
d. Vida útil de los Nuggets de pollo	27
e. Definición de términos básicos	28
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>31</b>
a. Materiales utilizados en la investigación	31
i. Equipos de laboratorio	31
ii. Materiales de laboratorio	31
iii. Ingredientes	32
b. Población y muestra de la investigación	33
i. Población	33
ii. Muestra	33
c. Técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos	33
d. Métodos estadísticos aplicados para la conversión de la información colectada en datos elaborados	43

<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>45</b>
6.1.	Características fisicoquímicas de pechuga de pollo	45
6.2	Características sensoriales de la pechuga de pollo.	45
6.3	Proceso de elaboración de los nuggets de pollo	46
6.4	Análisis proximal de los nuggets de pollo	46
6.5	Determinación de los parámetros fisicoquímicos en nuggets de pollo a congelación a -20°C en 40 días	47
6.6	Análisis microbiológicos en nuggets con 0.2% TG	55
6.7	Análisis estadístico de las pruebas sensoriales en textura.	55
<b>VII.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>59</b>
<b>VIII.</b>	<b>REFERENCIALES</b>	<b>66</b>
<b>IX.</b>	<b>APÉNDICES</b>	<b>74</b>
<b>X.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>79</b>

## INDICE DE FIGURAS

N°	Nombre de la figura	Página
1	Flujo de proceso de elaboración de los nuggets de pollo	43
2	<i>Variación del pH en nuggets de pollo en 40 días a -20°C</i>	49
3	<i>Variación de la acidez en nugget de pollo en 40 días -20°C</i>	49
4	<i>Variación de peso en nuggets de pollo, 40 días a -20°C</i>	50
5	<i>Variación del aroma en nuggets de pollo en 40 días a -20°C</i>	54
6	<i>Variación de la textura en nugget de pollos, 40 días a -20°C</i>	54
7	<i>Variación del sabor en nuggets de pollo en 40 días a -20°C</i>	55
8	<i>Variación de la aceptabilidad en nuggets de pollo en 40 días a -20°C</i>	55
9	<i>De residuos para textura de nuggets de pollo</i>	58
10	<i>De intervalos de textura en nuggets de pollo</i>	58
11	<i>De diferencia de las medias en textura en nuggets de pollo</i>	59
12	<i>Color de pechuga de pollo</i>	80
13	<i>Elaboración de nuggets formado</i>	80
14	Nuggets control y con 0.3% de fosfato	81
15	<i>Nuggets con 0.1% y 0.2% de TG</i>	81
16	Nuggets con 0.3% y 0.4% de TG	82
17	Nuggets testigo, con fosfato 0.3% y con TG 0.2% (G)	82
18	Nuggets con niveles de la enzima transglutaminasa (TG)	83
19	<i>De residuos para firmeza</i>	87
20	<i>De intervalos de firmeza vs productos</i>	87
21	<i>Diferencia de las medias para firmeza</i>	88
22	<i>De residuos para elasticidad</i>	90
23	<i>De intervalos de elasticidad vs producto</i>	90
24	<i>Diferencia de las medias para elasticidad</i>	91
25	<i>De residuos para cohesividad</i>	93
26	<i>De intervalos de cohesividad</i>	93
27	<i>Determinar diferencias de las medias para cohesividad.</i>	94
28	<i>De residuos para masticabilidad</i>	96

<b>N°</b>	<b>Nombre de la figura</b>	<b>Página</b>
29	<i>De intervalos de masticabilidad vs producto</i>	96
30	<i>Diferencia de las medias para masticabilidad</i>	97
31	<i>De residuos para textura de nuggets</i>	99
32	<i>De intervalos de textura en nuggets</i>	99
33	<i>Diferencia de las medias en textura en nuggets</i>	100
34	<i>De residuos para textura de nuggets</i>	102
35	<i>De intervalo de textura en nuggets</i>	102
36	<i>De diferencia de las medias en textura en nuggets</i>	103
37	<i>De residuos para textura de nuggets</i>	105
38	<i>De intervalo de textura en nuggets</i>	105
39	<i>Diferencias de las medias en textura de nuggets</i>	106
40	<i>De residuos para textura de nuggets</i>	108
41	<i>De intervalo de textura en nuggets.</i>	108
42	<i>De diferencia de las medias en textura en nuggets.</i>	109

## INDICE DE TABLAS

N°	Nombre de la tabla	Página
1	<i>Componentes nutricionales del nugget de pollo</i>	24
2	<i>Formulación base de nuggets de pollo</i>	24
3	<i>Valor nutricional de la pechuga de pollo frita.</i>	25
4	<i>Valor nutricional de la pierna de pollo.</i>	26
5	<i>Principales componentes de la harina de trigo</i>	26
6	Formulación base de nuggets con carne de pollo	39
7	<i>Formulación del batido de adhesión de nuggets de pollo</i>	40
8	<i>Formulación del recubrimiento de nuggets de pollo</i>	40
9	<i>Hoja de registro con evaluaciones estadísticas</i>	45
10	<i>Características fisicoquímicas de la pechuga de pollo</i>	46
11	<i>Características sensoriales de la pechuga de pollo</i>	46
12	Tiempo de proceso en la elaboración de nuggets	47
13	Análisis proximal de los nuggets de pollo	47
14	Parámetros fisicoquímicos en nuggets en congelación	48
15	<i>Pesos promedios de los nuggets y después de la fritura</i>	50
16	Evaluación sensorial de textura en nuggets	51
17	<i>Perfil de textura: Firmeza en nuggets de pollo</i>	51
18	Perfil de textura: Elasticidad en nuggets de pollo	52
19	<i>Perfil de textura: Cohesividad en nuggets de pollo</i>	52
20	Perfil de textura: Masticabilidad en nuggets de pollo	53
21	<i>Evaluación sensorial en nuggets durante 40 días a -20°C</i>	53
22	Análisis microbiológico de nuggets de pollo con 0.2% TG.	56
23	<i>Análisis de Varianza. Textura vs Producto</i>	57
24	<i>Análisis de Medias. Textura vs Producto</i>	57
25	<i>Prueba de Tukey. Textura vs Producto</i>	57
26	Matriz de consistencia	85
27	Análisis de varianza: <i>firmeza vs producto</i>	86
28	Análisis de medias: <i>firmeza vs producto</i>	86
29	Prueba de Tukey: <i>firmeza vs producto</i>	86

<b>N°</b>	<b>Nombre de la tabla</b>	<b>Página</b>
30	Análisis de varianza: <i>elasticidad vs producto</i>	89
31	<i>Análisis de Medias: elasticidad vs producto</i>	89
32	Prueba de Tukey: <i>elasticidad vs producto</i>	89
33	Análisis de varianza: cohesividad vs producto	92
34	<i>Análisis de Medias: cohesividad vs producto</i>	92
35	Prueba de Tukey: cohesividad vs producto	92
36	Análisis de varianza: <i>masticabilidad vs producto</i>	95
37	<i>Análisis de Medias: masticabilidad vs producto</i>	95
38	Prueba de Tukey: <i>masticabilidad vs producto</i>	95
39	Análisis de varianza: textura 10 días vs. producto	98
40	<i>Análisis de Medias: textura 10 días vs. producto</i>	98
41	Prueba de Tukey: textura 10 días vs. producto	98
42	Análisis de varianza: textura 20 días vs. producto	101
43	<i>Análisis de Medias: textura 20 días vs. producto</i>	101
44	Prueba de Tukey: textura 20 días vs. producto	101
45	Análisis de varianza: textura 30 días vs. producto	104
46	<i>Análisis de Medias: textura 30 días vs. producto</i>	104
47	Prueba de Tukey: textura 30 días vs. producto	104
48	Análisis de varianza: textura 40 días vs. producto	107
49	<i>Análisis de Medias: textura 40 días vs. producto</i>	107
50	Prueba de Tukey: textura 40 días vs. producto	107

## II. RESUMEN

El presente trabajo de investigación: “Acción de la enzima transglutaminasa sobre la textura y vida útil en nuggets con carne de pollo (*Gallus gallus domesticus*)” se realizó en las instalaciones de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos ubicado en Chucuito-Callao. Utilizando como materia prima la carne de pollo (pechugas), se obtuvieron óptimas características físico químicas, pH de 5.98, acidez 0.33% y CRA 18.9% en refrigeración a 4°C y pH de 5.94, acidez 0.37% y CRA 21.2% en congelación a -20°C por 60 días. El análisis sensorial de la materia prima en refrigeración fue: apariencia 4.66 y palatabilidad 4.73; en congelación apariencia 4.56 y palatabilidad 4.63, de un puntaje de calificación entre 0 y 5. El análisis proximal de los nuggets de pollo con la enzima 0.2%TG fue: Humedad 66%, proteínas 18.9%, grasas 4.76%, carbohidratos 8.89% y cenizas 1.95%. La evaluación de los parámetros físico químicos durante el almacenamiento 40 días a -20°C fue: pH de 5.75 a 5.68, % acidez de 0.31 a 0.35 y el peso de 33.0g a 32.83g. (pérdida 0.51%). La elaboración de nuggets con la formulación que incluye la enzima transglutaminasa (TG) al 0.2% reportó como las mejores características de textura en comparación con las otras concentraciones de TG de 0.1%, 0.3% y 0.4%. Las características sensoriales de aroma, sabor y aceptabilidad tuvieron resultados óptimos para la fórmula con 0.2% TG la enzima no influye en el sabor y aroma. La vida útil de los nuggets a -20°C en base al pH, fue en 6 meses. Los nuggets con la enzima TG al 0.2% tuvieron mejores características de textura en comparación a las muestras TG de 0.1%, 0.3% y 0.4%.

**Palabra clave: nuggets con enzima TG**



## ABSTRACT

The present research work: "Action of the transglutaminase enzyme on the texture and shelf life in chicken nuggets (*Gallus gallus domesticus*)" was carried out in the laboratory facilities of the Faculty of Fisheries and Food Engineering located in Chucuito-Callao. Using as raw material the chicken meat (breasts), optimal chemical physical characteristics were obtained, pH of 5.98, acidity 0.33% and CRA 18.9% in refrigeration at 4°C and pH of 5.94, acidity 0.37% and CRA 21.2% in freezing at - 20 ° C for 60 days. The sensory analysis of the raw material in refrigeration was: appearance 4.66 and palatability 4.73; in freezing appearance 4.56 and palatability 4.63, of a rating score between 0 and 5. The proximal analysis of chicken nuggets with the enzyme 0.2% TG was: Humidity 66%, proteins 18.9%, fats 4.76%, carbohydrates 8.89% and ashes 1.95%. The evaluation of the physical chemical parameters during storage 40 days at -20°C was: pH from 5.75 to 5.68% acidity from 0.31 to 0.35 and the weight from 33.0g to 32.83g. (loss 0.51%). The elaboration of nuggets with the formulation that includes the 0.2% TG enzyme reported as the best texture characteristics compared to the other TG concentrations of 0.1%, 0.3% and 0.4%. The sensory characteristics of aroma, flavor and acceptability had optimal results for the formula with 0.2% TG the enzyme does not influence the taste and aroma. The shelf life of the nuggets at -20°C based on pH was 6.6 months. The nuggets with the 0.2% TG enzyme had better texture characteristics compared to the 0.1%, 0.3% and 0.4% TG samples.

**Keyword: TG enzyme nuggets**

### III. INTRODUCCIÓN

#### 3.1 Exposición del problema de investigación

La elaboración de los nuggets de pollo desde su generación por los años 1950, ha tenido cambios con la finalidad de mejorar su proceso de elaboración y de paso permitir una mayor aceptabilidad por los consumidores.

Desde el punto de vista tecnológico se observan dos aspectos que es necesario analizar para plantear alternativas de solución.

En el primer caso la utilización de la carne de pollo ya sea en cortes (pechuga) ó como reestructurados (molidos) presenta una capacidad de retención de agua relativamente baja, siendo como carne molida mayor la pérdida de agua. La alternativa de solución sigue siendo aún la aplicación de sales de fosfato. Sin embargo hay que tener en cuenta que mayor adición de fosfatos está en relación con la cantidad y calidad de proteínas presente.

En el segundo caso, los nuggets si son empanizados, se emplea harina de pan, el cual tiene el inconveniente que las partículas están dextrinizados en gran parte, por lo que presentan alto nivel de dispersión que se manifiesta cuando se fríen los nuggets, estas partículas se llegan a dispersar y quemar rápidamente. No cumplen a cabalidad la función de recubrimientos, es decir proteger el contenido interno del nugget evitando su desintegración y pérdida rápida de su características físico químicas (perdida de agua), y sensoriales. Además hay riesgo de contaminación por mohos al utilizarse panes guardados para convertirlos en harina.

Durante el almacenamiento congelado, los nuggets frecuentemente son susceptibles de la pérdida de humedad (escarchado sobre la superficie) debido a la migración de la humedad del centro geométrico hacia el

exterior, siendo una de las principales causas la débil capacidad de retención de agua, a consecuencia que el agente retenedor (polifosfato) tiene una actuación que va acorde con la calidad y cantidad de proteína presente. No se podrá aumentar el nivel de fosfato. Asimismo durante su preparación para el consumo, la fritura puede dar lugar a una mayor adsorción de aceite., incidiendo en una deficiente presentación al consumidor.

Por lo expuesto la calidad de los nuggets disminuye en sus características fisicoquímicas y sensoriales de aroma, sabor y textura especialmente. La vida útil de estos productos será menor.

### **3.1.1 Problema general**

¿Será posible determinar si, la textura y vida útil de los nuggets de pollo dependerán de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado?.

### **3.1.2 Problemas específicos**

¿Será posible determinar si, las características físico químicas (textura) de los nuggets de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado?

¿Será factible evaluar, si los parámetros del proceso de elaboración de los nuggets de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado?

¿Será razonable determinar si, las características microbiológicas, sensoriales y vida útil de los nuggets de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado?

### **3.1.3 Objetivo general**

Determinar si, la textura y vida útil de los nuggets de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado.

### **3.1.4 Objetivos específicos**

Determinar si, las características físico químicas (textura) de los nuggets de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado.

Evaluar, si los parámetros del proceso de elaboración de los nuggets de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado.

Determinar si, las características microbiológicas, sensoriales y vida útil de los nuggets de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado.

## **3.2 Importancia y justificación de la investigación**

### **3.2.1 Importancia de la investigación**

La presente investigación es un tema de interés e importancia para la industria cárnica, especialmente para los Ingenieros de Alimentos y personas interesadas en el rubro por cuanto tendrán a disposición los conocimientos de la aplicación de la enzima transglutaminasa en un producto cárnico de gran demanda en nuestro medio, permitiendo probablemente la mayor calidad y mejora de la vida útil.

### 3.2.2 Justificación de la investigación

Justificación Teórica:

Los procesadores de alimentos constantemente tratan de crear productos exitosos al menor costo posible. El uso de ingredientes innovadores puede ser la clave para alcanzar dicho objetivo. La enzima transglutaminasa (TG), aprobada por la USDA en niveles de hasta 65 ppm para su uso en carnes, pollos y frutos de mar, es un ejemplo. Su aplicación se basa en entrecruzar dos proteínas diferentes, formando enlaces covalentes entre los aminoácidos Glutamina y Lisina.

La Transglutaminasa (TG) –Glutaminil-péptido gamma-Glutamil Transferasa- es una enzima extensamente presente en la naturaleza (hígado y músculos de los mamíferos y en ciertos tejidos vegetales), que ha aportado propiedades físicas revolucionarias en el ámbito de la tecnología de los alimentarios.

Inicialmente, se extraía de tejidos u órganos, pero en escasa cantidad y de una calidad media y su aplicación en alimentos era difícil. El descubrimiento en 1970 de la cepa *Streptoverticillium St.* (mobarraense) ha permitido su producción industrial. El *St. Mobarraense* es un actinomiceto aislado de una muestra de suelo recogida en Nishiharacho, Japón. La cepa productora se obtuvo por mutagénesis convencional por exposición a mutágenos químicos. En los últimos años se ha investigado la producción industrial de TG por fermentación sobre un medio que contiene almidón, usando este microorganismo no modificado genéticamente.

Justificación Tecnológica:

Gracias a su funcionalidad innovadora, TG permite crear nuevos productos y mejorar los procesos de productos existentes como:

- ❖ Carnes
- ❖ Carnes reconstituídas
- ❖ Pescados
- ❖ Crustáceos
- ❖ Lácteos
- ❖ Panificación

Funciones de la TG:

- Capacidad de unión: otorga estructura ya que el enlace covalente catalizado por la TG es difícil de romper bajo una acción no enzimática. Una vez que se ha formado la carne reconstituida, no se dispersa ni siquiera con el congelado o cocimiento.
- Capacidad gelificante: otorga textura.
- Resistencia física: otorga firmeza.
- Retención de Humedad
- Elasticidad
- Viscosidad y estabilidad de emulsión
- Mejora el valor nutricional de las proteínas: la TG puede ser utilizada para introducir aminoácidos ausentes en proteínas que no tienen una composición ideal.

Para una óptima aplicación es necesario considerar los factores que influyen en la actividad enzimática:

Temperatura y pH: La evolución de la actividad enzimática está directamente ligada a la temperatura. Una alta temperatura requiere un tiempo de reacción más corto. La actividad enzimática es óptima a una temperatura de 50-55

°C y cubre un amplio rango de pH de 4,5 a 9, con un óptimo entre 6 y 7.

**Inactivación – Inhibidores:** La TG puede ser inactivada por un aumento de la temperatura interna más allá de 75°C (2 horas a 65°C, 15 min a 70°C, 5 min a 75°C o 1 min a 80°C). Contrariamente a la TG proveniente de hígado de cerdo o de sangre, la actividad de la TG microbiana disminuye poco en presencia de iones bivalentes de Calcio. La transglutaminasa microbiana es una enzima que presenta un polo –SH y ve entonces su actividad reducida en presencia de agentes modificadores de los grupos –SH. La enzima es también sensible a la oxidación (presencia de un absorbedor de oxígeno).

**Actividad – Tiempo de Reacción:** La actividad de la TG se expresa en unidades/gramo (u/g). La actividad de la TG pura 10% es de 1000-1150 u/g a 50 u/g según las preparaciones. El tiempo de reacción de la enzima depende directamente de la temperatura. Por ejemplo, a 2°C, el tiempo de reacción es de 2 horas y media y a 55°C de sólo 30 minutos, si se trabaja a pH 6.

**Especificidad de Sustratos:** Las proteínas que presentan estructuras muy variables, tales como las gelatinas o las caseínas, y que son habitualmente buenos sustratos para las enzimas, lo son también para la TG. Las proteínas que presentan numerosas terminaciones Lisina o Glutamina tales como las proteínas de soja o de trigo – son igualmente excelentes sustratos, incluso si las reacciones a obtener son diferentes (en algunos casos: obtención de un gel, en otros, mejoramiento de la red). Es preferible utilizar la TG en una solución acuosa, ya que algunos solventes orgánicos, tales como el etanol, pueden desnaturalizar a la enzima.

### Justificación Económica:

La incorporación de la enzima transglutaminasa permitirá obtener nuggets de pollo con mejores características sensoriales, permitiendo una garantía en su aceptabilidad por los consumidores, propiciando en los industriales mayores ventas e ingresos.



## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1 Enzima Transglutaminasa

Las transglutaminasas son una familia de proteínas presentes en la mayoría de los tejidos y fluidos extracelulares de los vertebrados, e involucradas en varios procesos biológicos tales como: coagulación sanguínea, cicatrización de heridas, queratinización de la epidermis, endurecimiento de la membrana de los eritrocitos. El rol fisiológico de las Tgasas parece ser muy diverso y varias enfermedades se han relacionado con deficiencia o sobreproducción de estas enzimas en el organismo humano (Aeschlimann y Thomazy, 2000).

Se identificaron por primera vez por Waelsch (1959), mencionado por Aeschlimann y Thomazy (2000), como enzimas del hígado capaces de incorporar aminos dentro de las proteínas y están ampliamente distribuidas en la naturaleza.

Wilhelm y otros., (1996) distinguieron varios tipos o isoformas de las transglutaminasas según la fuente de obtención y describieron los métodos de extracción y purificación así como la manera de determinar su actividad.

A principios de 1980, se llevaron a cabo los primeros experimentos en alimentos y se observó la posibilidad de modificar el comportamiento de proteínas de la leche y de la soja utilizando transglutaminasa extraída de hígado de cobaya y de plasma bovino (Kurth y Rogers, 1984).

Numerosas investigaciones demostraron que los enlaces cruzados formados mejoran varias de las propiedades funcionales de las proteínas como la capacidad emulsionante, la solubilidad y la gelificación, sin embargo, los altos costos y la poca disponibilidad de esas enzimas, limitaron su uso en la industria alimentaria (Motoki y Seguro, 1998).

Akamittath y Ball, Jr. (1992) observaron que la actomiosina obtenida de carne de pavo podía ser polimerizada a diferente pH y temperatura. Diversos investigadores intentaron obtener cantidades elevadas de enzima mediante la manipulación genética usando microorganismos huéspedes como *Escherichia*, *Bacillus*, *Aspergillus* o *Saccharomyces*. No obstante ninguna de esas transglutaminasas se comercializaron debido en parte a la baja aceptación o al poco rendimiento obtenido (Yokoyama y Kikuchi, 2004).

Finalmente, la producción para uso industrial (Motoki y otros, 1990) fue posible con el aislamiento y purificación de una enzima secretada por un microorganismo taxonómicamente clasificado como una variante de *Streptovercillium mobaraense*, actualmente denominado *Streptomyces mobaraense*. Esta enzima formó enlaces covalentes en las proteínas, propiedad fundamental de una transglutaminasa, y se denominó transglutaminasa microbiana (MTGasa) (Nonaka y otros, 1996).

#### b. Características

La MTGasa es estable en un amplio rango de pH, su pH óptimo está entre 5 y 8, sin embargo, a pHs 4 y 9 todavía expresa actividad enzimática. El pH de la MTGasa es 8.9. La temperatura óptima es de 55 °C a pH 6.0, pero mantiene completamente su actividad a 40 °C y conserva alguna actividad cerca del punto de congelación (Ando y otros, 1989). Se inactiva irreversiblemente a 80 °C después de 2 min a presión atmosférica (Menéndez, Rawel, S. y Henle, 2006).

La MTGasa cataliza la formación de enlaces  $\epsilon$ -( $\gamma$ -glutamil) lisina en la mayoría de las proteínas como caseínas, globulinas de soja, gluten, proteínas de huevo, miosina, fibrina; sin embargo la cantidad de enlaces cruzados depende de la estructura macromolecular de cada sustrato (Dickinson, 1997). Los residuos de glutamina residen en regiones flexibles de la cadena polipeptídica o en regiones con giros  $\beta$  o inversos, por lo que las caseínas son excelentes sustratos (Nio, Motoki y Takinami, 1986). Sin

embargo, se ha publicado ampliamente que las proteínas globulares como la ovoalbúmina y la  $\beta$ -lactoglobulina no son atacadas por la transglutaminasa en su estado nativo. La susceptibilidad de las proteínas globulares a la inducción de enlaces cruzados puede incrementarse de varias maneras: por modificación química, por ruptura de enlaces disulfuro, por conversión al estado de glóbulo fundido o por adsorción en la interfase aceite- agua (Dickinson, 1997).

Por definición, las transglutaminasas requieren  $\text{Ca}^{2+}$  para expresar su actividad enzimática (Folk y Chung, 1985), sin embargo, la MTGasa es totalmente independiente (Motoki y otros, 1990). Esta característica es muy útil en la modificación de las propiedades funcionales de las proteínas, debido a que muchas proteínas presentes en los alimentos como caseínas, globulinas de soja y miosina, son susceptibles y precipitan fácilmente en presencia de  $\text{Ca}^{2+}$ , (Lee y Mori, 2000).

#### c. Aplicaciones en el procesamiento de alimentos

La estructura y propiedades de la MTGasa le confieren importantes características que la hacen muy ventajosa para su utilización en la industria alimentaria:

- amplio intervalo de pH
- temperatura de actividad baja y media
- alta velocidad de reacción
- baja masa molecular
- independencia de  $\text{Ca}^{2+}$
- menor especificidad de sustrato
- menor actividad para la desamidación

La MTGasa puede establecer enlaces cruzados con un abanico más amplio de proteínas que el que presentan las TGasas obtenidas de mamíferos (Wijngaards y otros, 2001). Actualmente, la MTGasa se utiliza ampliamente para mejorar las propiedades físicas de muchos alimentos ricos en

proteínas como carne, pescado, lácteos, productos de panadería o de soja, etc. y se encuentra incluida en el inventario de coadyuvantes de elaboración (ICE) del Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos (CCFAC) del Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. (Pszczola, 2002),

#### d. Carne y productos cárnicos

La reestructuración de la carne fresca ha sido una de las principales aplicaciones iniciales de las TGAsas (Paardekooper y Wijngaards, 1988). La MTGasa puede reestructurar cortes de carne de bajo costo de varias especies y mejorar su valor en el mercado de productos procesados (Lee y Park, 2003). Una combinación de MTGasa y caseinato forma una masa viscosa que liga las piezas de carne de cerdo sin necesidad de utilizar sal ni calor (Kuraishi, y otros, 1997). Otros ingredientes como una mezcla de gelatina y proteínas de soja se han utilizado junto con la MTGasa para unir piezas de salchichas (Soeda y otros, 2005).

La capacidad de la miosina de formar un gel después de la adición de TGasa es un factor importante en la preparación de jamón y salchichas (Kuraishi, Sakamoto y Soeda, 1998). Varios investigadores han estudiado el efecto de la concentración de enzima, de sal y de fosfatos en las características de los productos.

Pietrasik y Li-Chan (2002b) observaron el efecto de la concentración de sal y MTGasa sobre el color y la textura de los geles de carne de cerdo producidos por calor.

Soeda, y otros (2006) encontraron un mayor número de enlaces cruzados al aumentar las concentraciones de MTGasa en presencia de polifosfatos y un bajo nivel de sal en geles de carne, sin embargo, Hammer (1998) concluyó que no existe interacción entre la enzima y los polifosfatos.

Muguruma y otros (2003) observaron una mejor textura en salchichas de pollo mediante la adición de MTGasa, soja y proteínas séricas inclusive a reducidos niveles de fosfatos.

Se han utilizado diversos ingredientes no cárnicos en combinación con la enzima para modificar las características de textura y retención de agua en diversos productos: caseinatos, carragenatos, soja, albumen de huevo (Pietrasik, 2003), o manzana deshidratada. También se han usado otras proteínas de origen animal como surimi, lomo de cerdo de baja calidad o jamón (Chin y Chung, 2003).

La MTGasa se ha empleado en productos elaborados con carne de cerdo, bovino, pollo y cordero, sin embargo, se ha demostrado que la eficiencia de la enzima varía con la especie animal (Carballo y otros, 2006). Mediante la adición de MTGasa se mejora la estabilidad de las emulsiones proteicas tipo aceite en agua, se incrementa la capacidad emulsionante de los homogeneizados de pollo (Ruiz- Carrascal y Regenstein, 2002) y las características de carne pálida, blanda y exhudativa (PSE) pueden contrarrestarse (Milkowski y Sosniki, 1999).

#### Productos de trigo

Las proteínas del gluten de trigo determinan las propiedades de la masa panaria y juegan un rol predominante en la calidad del pan. Los puentes disulfuro presentes refuerzan la red del gluten lo cual es beneficioso para la calidad de las hogazas de pan (Kaufman, Hosney y Fennema, 1986).

Después de la adición de la enzima, se observa un incremento en la cantidad de enlaces cruzados, en la formación de gluteninas de alta masa molecular y en el volumen de la masa de pan y de bollos, asimismo, se mejoran las características del horneado en harinas de gluten débil (Gerrard, F. y otros, 2001).

#### Películas comestibles

A partir de proteínas de leche, soja, pectina, colágeno o mezclas entre sí, se han desarrollado películas comestibles muy resistentes.

Takagaki, Narakawa y Uchio (1991) han propuesto un método para la conservación de frutas y vegetales mediante el recubrimiento con una membrana conteniendo diversas proteínas y MTGasa.

## **4.2 Nuggets de pollo**

El nugget de pollo es un producto elaborado principalmente con carne de pollo; el cual es moldeado, apanado, prefrito y congelado. Los ingredientes principales para su formulación son: pierna con piel y pechuga de pollo deshuesada, harina de trigo, espesantes, sal, emulsificantes y condimentos. A nivel industrial, la preparación del nugget de pollo se inicia con el molido de la carne y el cuero de pollo, posteriormente se adicionan los aditivos, los cuales han sido previamente dosificados y mezclados antes de ser incorporados a la masa de pollo. Luego, se realiza el mezclado, hasta lograr una masa homogénea. En forma paralela, se prepara el rebozado y el empanizado, ya que, una vez formada la masa de pollo, ésta pasa a través de una máquina formadora, que le proporciona la forma característica al producto. A través de una cinta transportadora se sumerge en la rebozadora y empanizadora; luego se somete a una fritura (freidor continuo). Posteriormente, el producto ingresa al túnel de congelación a una temperatura de  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  y un tiempo de residencia de 30 minutos. Finalmente, son envasados, y almacenados en una cámara ( $-25$  a  $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Los alimentos fritos apanados como los nuggets de pollo, son preferidos por los consumidores debido al aumento de la palatabilidad proporcionado por un interior suave y húmedo, junto con una corteza crujiente y porosa (Acevedo, 2004).

La FAO (2005), a través de la Comisión del Codex Alimentarius, señala una serie de prácticas a ser seguidas cuando se elaboran productos de rápido congelamiento como lo nuggets de pollo, que implican entre

algunas el seguimiento de los siguientes pasos: recepción de la materia prima cárnica y no cárnica, almacenamiento de todos los ingredientes, elaboración de la mezcla líquida para el rebozado, mezcla de la carne con otros ingredientes, formando de los nuggets, rebozado o aplicación de mezcla líquida a los nuggets, empanado, procesamiento térmico, enfriamiento, empaque, detección de metales, colación en cajas de distribución, congelación, almacenamiento congelado, transporte y venta.

Los productos empanados son frecuentemente de origen animal, y son generados al haber sido inmersos o expuestos mediante aspersion a una solución adherente que permite fijar a la superficie harina de trigo y sal, otros elementos similares, y que a la par de las bondades gastronómicas protege del aire y calor el contenido y facilita su posterior cocción y congelación. En cuanto a la función del empanado, además de ofrecer un producto gastronómico, es actuar como recubrimiento contenedor de materias primas, que por su condición son blandas y deformables (Marroquín, 2011).

Los nuggets de pollo son generalmente pre-fritos para estabilizarlos, para desarrollar su color, reducir el contenido de humedad, absorber el aceite y facilitar el calentamiento posterior por parte del consumidor. Dicha precocción en aceite suele hacerse a temperaturas que oscilan entre 175 y 190 °C durante 35 a 40 minutos y posteriormente se congelan y para su consumo es necesario freírlos unos minutos en aceite a 170 - 195 °C (Lerena, 2001).

a. Propiedades nutricionales

En la tabla 1, se presenta los componentes nutricionales del nugget de pollo observándose la mayor cantidad de carbohidratos con 17.50 g y una cantidad baja de fibra de 1.80 g.

**Tabla 1.**

***Componentes nutricionales del nuggets de pollo***

<b>Componente</b>	<b>Cantidad (en 100g)</b>
Energía (kcal)	262.00
Carbohidratos (g)	17.50
Grasas (g)	14.20
Proteínas (g)	14.90
Fibra (g)	1.80

Fuente: De la Vega (2009)

b. Formulación base para nuggets de pollo

En la tabla 2, se presenta la formulación base para la elaboración de nuggets de pollo.

**Tabla 2.**

***Formulación base de nuggets de pollo***

<b>Ingrediente</b>	<b>Porcentaje</b>
Pechuga de pollo	64.73
Pierna de pollo	26.61
Harina de trigo	5.42
Carboximetil celulosa	0.24
Huevos	1.09
Condimentos	0.60
Sal	1.31
Total	100

Fuente: Acevedo (2004).



c. Ingredientes para la elaboración de nuggets de pollo.

Pechuga de pollo:

La pechuga de pollo es una buena fuente de proteína. Es una alternativa económica y un elemento básico en la dieta de todo el mundo. De hecho, es la principal fuente mundial de proteína animal y ha sido una alternativa saludable a la carne roja. Aún así, la pechuga de pollo es la parte más magra del ave y se ha vuelto muy popular entre los atletas y la gente que simplemente busca opciones saludables para su dieta diaria.

En la tabla 3, se presenta los principales nutrientes de la pechuga de pollo frita, apreciándose la mayor cantidad de proteína de 19.6 g y una baja cantidad de hierro de 1.01 mg (MINSa, 2017).

**Tabla 3.**

***Valor nutricional de la pechuga de pollo frita***

Componentes	Cantidad (en 100 g)
Agua (g)	40
Proteínas (g)	19.6
Grasa total (g)	31.5
Carbohidratos (g)	8.0
Cenizas (g)	1.0
Calcio (mg)	10
Fósforo (mg)	154
Hierro (mg)	1.01

Fuente: MINSa, (2017)

Pierna de pollo:

En la tabla 4, se presenta el valor nutricional de la pierna de pollo frita.

**Tabla 4.**

***Valor nutricional de la pierna de pollo.***

Componentes	Cantidad
Agua (g)	59.9
Proteínas (g)	20.7
Grasa total (g)	12.4
Carbohidratos (g)	5.9
Cenizas (g)	1.1
Calcio (mg)	10
Fósforo (mg)	0.95
Hierro (mg)	0.06

Fuente: MINSA, (2017)

Harina de trigo:

En la tabla 5, se presenta los principales componentes de la harina de trigo encontrándose el almidón y proteína con los porcentajes más elevados de 70 - 75% y 10 - 12%, respectivamente.

**Tabla 5.**

***Principales componentes de la harina de trigo***

Componente	Porcentaje
Almidón (%)	70-75
Proteínas (%)	10-12
Polisacáridos no del almidón (%)	2-3
Lípidos (%)	2

Fuente: De la Vega (2009)

Carboximetil celulosa:

Derivado de la celulosa, mejora la capacidad de retención de agua, es decir el rendimiento en la cocción.

Condimentos

La adición de determinados condimentos y especias da lugar a la mayor característica distintiva de los productos cárnicos. Así por ejemplo el salchichón se caracteriza por la presencia de pimienta, y el chorizo por la de pimentón. Normalmente se emplean mezclas de varias especias que se pueden adicionar enteras o no (Sánchez, 2003).

Huevo:

Cumplen un papel de emulsificantes, permiten la unión de carne y grasa; las ovoalbúminas presentan buena capacidad de retención de agua, poder gelificante y alto aporte proteico (más del 85%). Además, dan buen sabor al producto terminado (Sánchez, 2003).

Sal:

La cantidad de sal en la elaboración de embutidos es de 1.0 1.7%. Las funciones son dar sabor al producto, conservar, solubilizar las proteínas y aumentar la capacidad de retención del agua de las proteínas. La sal retarda el crecimiento microbiano pero favorece el enranciamiento de las grasas (Verdesoto, 2005).

#### **4.3 Almacenamiento de la carne de pollo.**

La refrigeración y congelación se consideran métodos muy buenos para preservar la carne de aves durante un período corto o prolongado. Sin embargo, se debe tener en cuenta que las aves de corral sufren algunos cambios químicos que limitan la vida de almacenamiento del producto.

La congelación es un proceso para reducir la temperatura de los alimentos por debajo de su punto de congelación, y el almacenamiento congelado generalmente se refiere al almacenamiento a temperaturas inferiores a -10 ° C. La temperatura de almacenamiento congelada común es de -18 ° C.

El objetivo principal de la congelación es la preservación de la funcionalidad de los materiales congelados para que puedan ser utilizados en un momento posterior. Karel y Lund (2003) manifiestan que la funcionalidad significa principalmente la retención de características organolépticas y de seguridad.

La reducción de la temperatura de congelación reduce la tasa de deterioro químico, principalmente la rancidez oxidativa, que da como resultado un desarrollo fuera de lo común. Así mismo puede ocasionarse desnaturalización de proteínas dando lugar a cambios de textura en la carne.

La carne de pollo (pechuga) por su alto contenido de agua y buen nivel de nutrientes en especial proteínas, es sensible al deterioro físico químico y calidad microbiológica. Sin embargo entre los métodos de conservación la refrigeración en primer término y congelación constituyen métodos económicos para conservarlos. (Karaoğlu, y otros.; 2005).

Con la finalidad de conocer el perfecto almacenamiento de las carnes de pollo, se evaluaron las características físico químicas por métodos objetivos o instrumentales y subjetivos utilizando el análisis sensorial, con la colaboración de panelistas semi entrenados.

#### **4.4 Vida útil de los nuggets de pollo.**

Para los nuggets de pollo, el aspecto y la textura de la superficie son los factores más importantes para la aceptabilidad, y para los nuggets de pollo

frito, el aspecto y la textura de la superficie son los factores más significativos por aceptabilidad.

La vida útil de un alimento es el periodo de tiempo en el que, en circunstancias definidas, el producto mantiene parámetros de calidad específicos. El concepto de calidad engloba aspectos organolépticos o sensoriales, como el sabor o el olor, textura, color, nutricionales, como el contenido de nutrientes, o higiénico-sanitarios, (presencia de microorganismos patógenos) relacionados de forma directa con el nivel de seguridad alimentaria. Estos aspectos hacen referencia a los distintos procesos de deterioro: físicos, químicos y microbiológicos, de tal manera que en el momento en el que alguno de los parámetros de calidad se considera inaceptable, el producto habrá llegado al fin de su vida útil.

Este periodo depende de muchas variables, entre ellas; la formulación, el proceso, el envasado y las condiciones de almacenamiento.

La vida útil de un producto como son los nuggets de carne de pollo, también se determinan al someterlo a estrés, bajo condiciones de almacenamiento controladas. La estimación de vida útil puede realizarse mediante el uso de modelos matemáticos, pruebas en tiempo real y pruebas aceleradas.(Acevedo,2004).

## **4.5 Definición de términos básicos.**

### **4.5.1 Nugget de pollo**

Se definen como “productos reestructurados con forma característica, elaborados a base de trozos o pasta de pollo, con o sin piel añadida, rebozados o empanados, sometidos a freído en aceite o grasa, pudiendo ser o no congelados y requieren de ser cocinados para su consumo”. (Pérez, CH. y Ponce, A., 2013).

### **4.5.2 Productos de carne reestructurada**

Un producto reestructurado de carne es básicamente aquel que consiste de músculos enteros individualmente seleccionados, trozos de músculos o recortes de carne que pueden ser recombinados para elaborar un producto final. (Pérez, CH. y Ponce, A., 2013).

#### 4.5.3 Carne magra

Carne sin grasa y sin hueso

#### 4.5.4 Tecnología enzimática

La tecnología enzimática se presenta como alternativa biotecnológica basada en que las industrias desarrollen productos de calidad homogénea, aprovechen óptimamente sus materias primas, pueden modificar la apariencia, textura, valor nutricional, generar aromas y sabores, además de disminuir el tiempo de proceso. (Del Moral, S. y otros, 2015).

#### 4.5.5 Estabilizantes de la industria cárnica

Aditivos que se utilizan en la industria cárnica con la finalidad de favorecer una mayor capacidad de retención de agua por las proteínas musculares.

#### 4.5.6 Rebozado

El rebozado es una mezcla semilíquida de una o más harinas mezcladas con líquidos tales como agua, leche o huevo empleada para preparar diversos productos cárnicos.

#### 4.5.7 Empanizado

Impregnar o cubrir de pan rallado, para luego cocinarlo o freírlo en producto.

#### 4.5.8 Recubrimiento en industria cárnica

Son películas comestibles pueden ser usadas para proporcionar alta calidad y productos alimenticios seguros. En la industria cárnica es una alternativa para obtener alimentos más duraderos y resistentes ante los tratamientos térmicos que sufren durante su transformación y comercialización, además de convertirse es una herramienta para conservar las características sensoriales y organolépticas que son pieza clave en la selección por parte de los consumidores (Velásquez- Moreira y Guerrero, B. 2014).

#### 4.5.9 Análisis sensorial

El análisis sensorial es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos. Es la evaluación de la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima. (Wittig de Penna, 1981).

#### 4.5.10 Vida útil del alimento

Período en el que un alimento mantiene características sensoriales y de seguridad aceptables para el consumidor, almacenados en condiciones óptimas preestablecidas. Período después del cual no se mantiene la calidad esperada por el consumidor final (no satisface sus expectativas).

#### 4.5.11 CRA (Capacidad de retención de agua)

La capacidad de retención de agua (CRA) es un parámetro que mide la habilidad del músculo para retener el agua libre por capilaridad y fuerzas de tensión. Este parámetro está directamente relacionado con la jugosidad, así cuando el alimento tiene una alta CRA, es jugoso y es calificado con una alta puntuación en el análisis sensorial. (Pérez, CH. y Ponce, A., 2013).

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Materiales utilizados en la investigación

#### 5.1.1 Equipos de laboratorio.

a. Molino de carnes:

Es un equipo de extrusión en frío, ingresa la carne a un tornillo sinfín donde es comprimida e impulsada hacia la salida donde se ubica la cuchilla y un disco de agujeros pequeños (5 a 8 mm). La carne sale cortada en pequeñas partes dependiendo del tipo de disco colocado.

b. Cutter:

La carne del molino se traslada al cutter, equipo que tiene por finalidad generar una emulsión cárnica. Se compone de un plato rotatorio de 2000 rpm un soporte de cuchillas (2) que giran a gran velocidad. En primer término se coloca la carne se vuelve una pasta, para luego adicionar los otros ingredientes. La temperatura de trabajo debe ser menor a 8°C para evitar la contaminación y recalentamiento de la masa.

c. Balanza digital

Se utilizaron 2 u, la primera de peso máximo de 5 kg y la segunda menor a 10 g.

d. Cámara de frío

Para trabajo con temperatura de 4°C hasta -20°C.

e. Cocina industrial

Utilizado para la fritura de los Nuggets

#### 5.1.2 Materiales de laboratorio.



- a. Recipientes de mezcla
- b. Termómetro:
- c. Recipientes para fritura
- d. Mesa de acero inoxidable, cuchillos, tablas, rodillos, moldes.

### 5.1.3 Ingredientes.

Los ingredientes que integran la elaboración de los nuggets está representado por la materia prima; pechuga de pollo que debe tener como requisito de almacenamiento 4 °C, la carne debe ser fresca y con muy buenas características sensoriales de color, sabor, textura y aceptabilidad. Así mismo sus características fisicoquímicas de pH, porcentaje de acidez y CRA (capacidad de retención de agua) deben ser idóneas, que contribuyan a la realización de un proceso óptimo de obtención de nuggets. Otros ingredientes lo conforman los insumos: harina de trigo, almidón, huevo, sal, polifosfato, especias y el aditivo en la investigación: la enzima transglutaminasa.

Es importante tener en cuenta la procedencia de los ingredientes, en especial la materia prima, porque nos permite establecer que su beneficio del ave fueron realizados en condiciones de proceso bajo estrictas medidas de higiene y sanidad. Incluyendo los insumos, partimos del principio que cuando menos carga microbiana se incorpora al inicio del proceso, contribuye mejor a las siguientes operaciones hasta su conservación final del producto elaborado.

## **5.2 Población de investigación y muestra**

### **5.2.1 Población**

Esta determinado por la cantidad total de nuggets de pollo producidos ascendente a 25 kilos.

### **5.2.2 Muestra**

Esta determinado por muestreo aleatorio para su utilización en los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensorial siendo el tamaño de muestra de 2.5 kg.

## **5.3 Técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas e instrumentos de recolección de la información se realizaron según cada etapa de la investigación:

Etapa I: Caracterización físico química de la materia prima.

La muestra se tomaron aleatoriamente y los análisis se obtuvieron por triplicado: % humedad, % proteína, % grasas, % cenizas. pH, % acidez total, CRA.

#### **a. Determinación de Humedad:**

AOAC 934.01 Cap.4, Pág.1, 20th. 2016.

#### **b. Determinación de Proteína cruda:**

AOAC 988.05 Cap.4, Pág.25, 20th. 2016.Método de Kjeldahl

En esta técnica se digieren las proteínas y otros componentes orgánicos de los alimentos en una mezcla con ácido sulfúrico en presencia de catalizadores. Durante el proceso de digestión ocurre la deshidratación y carbonización de la materia orgánica combinada con la oxidación de carbono a dióxido de carbono. El nitrógeno orgánico transformado en amoníaco, se retiene en la disolución como sulfato

de amonio. La mezcla digerida se neutraliza con una base y se destila posteriormente. El destilado se recoge en una solución de ácido bórico. Los aniones del borato así formados, se titulan con HCl (o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) estandarizado para determinar el contenido de nitrógeno del alimento.

c. Determinación de Grasa:

AOAC 920.39 Cap.4, Pág.40, 20th 2016. Método: Soxhlet

Procedimiento:

- Colocar a peso constante el matraz Soxhlet en la estufa a 105°C
- Pesar aproximadamente de 1 a 2 g de muestra y colocarla en el cartucho de celulosa, tapar con algodón (no apretar el algodón contra la muestra) y colocar el cartucho en el extractor
- Conectar el matraz al extractor, en el que se debe encontrar el cartucho con la muestra y posteriormente conectar este al refrigerante. Agregar dos cargas del disolvente (éter de petróleo) por el refrigerante y calentar el matraz con parrilla a ebullición suave.
- Dejar que se relave la muestra por espacio de 3 a 4 horas. d. Una vez extraída toda la grasa, quitar el cartucho con la muestra desengrasada, seguir calentando hasta la casi eliminación del disolvente, recuperándolo antes de que se descargue. Quitar el matraz y secar el extracto en la estufa a 100°C por 30 minutos, enfriar y pesar.
- Hacer los cálculos correspondientes.

Materiales, equipos y reactivos.

Equipo Soxhlet (Matraz, extractor y refrigerante)

Placa de calentamiento

Cartuchos de celulosas

Algodón

Estufa de laboratorio

Balanza analítica

Pinzas de dos puntas

Éter de petróleo.

d. Cenizas totales: AOAC 942.05 Cap.4, Pág.8, 20th. 2016.

Procedimiento:

- Tomar 2 g de nuggets verterlo al crisol y pasarlo a la mufla por 550°C durante 2 horas.
- Enfriar y pesar el crisol.
- Reportar el valor como cenizas o material mineral:  $R1 = (WC1 + R) - WC1$
- Calcular las Cenizas Totales con la siguiente fórmula: % Cenizas =  $R1 * 100 / WM$
- Reportar los resultados de las Cenizas Totales (Minerales Totales) en g/100g de muestra

Donde:

WC1	Peso del crisol
WC1+ R	Peso del crisol más residuo. R
WC1+ WM	Peso del crisol más la muestra
WM	Peso de la muestra.

Materiales, equipo:

Crisol, balanza de precisión, mufla, tenaza, campana de vidrio.

e. Determinación de pH:

Método:

Esta determinación se basa en la medición electrométrica de la actividad de los iones hidrógeno presentes en una muestra del producto mediante un potenciómetro o medidor de pH.

- Pesar 10 g de carne, transferir a un vaso de licuadora, adicionar 100 mL de agua destilada y homogeneizar durante 1 min.
- Filtrar empleando gasa o manta de cielo para retirar el exceso de tejido conectivo.
- Tomar la lectura de pH del filtrado por duplicado, introduciendo el electrodo del potenciómetro previamente calibrado, con las soluciones reguladoras de referencia de pH 4 y pH 7.

- La diferencia máxima permisible en el resultado de pruebas efectuadas por duplicado, no debe exceder de 0.1 unidades de pH, en caso contrario repetir la determinación.
- Después de obtener el valor de pH del filtrado, enjuagar el electrodo con agua destilada para eliminar cualquier residuo de material. (Pérez, Ch. y Ponce., A, 2013).

Materiales: pHmetro, balanza de precisión, espátula, embudo de vidrio, papel filtro, licuadora, agua destilada.

f. Determinación de acidez titulable.

Método: Según reporte de Pérez, Ch. y Ponce., A, (2013). los pasos que se siguen son los siguientes:

- Pesar 10 g de muestra, transferir en un vaso de licuadora, adicionar 200 mL de agua destilada y homogeneizar durante 1 min.
- Filtrar a través de manta de cielo para eliminar el exceso de tejido conectivo, recibir el filtrado en un matraz aforado de 250 mL y aforar con agua destilada.
- Transferir una alícuota de 25 mL del filtrado a un matraz Erlenmeyer de 125 mL, añadir 75 mL de agua destilada y 2 gotas de fenolftaleína, agitar suavemente y titular con NaOH 0.1N.
- Preparar un blanco con agua destilada.
- Realizar esta determinación por triplicado.
- Reportar en porcentaje de ácido láctico aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de ac. láctico} = \frac{(V - V_b) (N \text{ NaOH}) (\text{meq ácido láctico}) (\text{fd})}{\text{peso de muestra}} \times 100$$

Donde:

V = volumen de NaOH gastado en la muestra

V<sub>b</sub> = volumen de NaOH gastado en el blanco

N = normalidad del NaOH

fd = factor de dilución

g. Capacidad de retención de agua (CRA):

Método:

La capacidad de retención de agua se define como la habilidad que tiene la carne para retener el agua propia y añadida cuando se le somete a un esfuerzo mecánico. Esta propiedad se relaciona con las características de jugosidad, color, y terneza de la carne fresca, así como con el rendimiento en productos cocidos. El pH, la estabilidad oxidativa, el tipo de carne así como la presencia de sales y otros aditivos pueden potenciar o reducir los valores de CRA; a un pH de 5.5 el valor de CRA es mínimo y alcanza un máximo a valores de pH cercanos a la neutralidad. (Pérez, Ch. y Ponce., A, 2013). La metodología a seguir es:

- En dos tubos de centrifuga graduados colocar por separado 5 g de carne.
- A cada tubo, añadir 8 mL de solución fría de NaCl 0.6 M y agitar con una varilla de vidrio por un minuto.
- Colocar los tubos en un baño de hielo por 30 minutos.
- Agitar nuevamente los tubos con una varilla de vidrio por 1 minuto
- Centrifugar los tubos por 15 minutos a 10,000 rpm y 4°C
- Decantar y medir el sobrenadante en una probeta de 10 mL
- Informar la cantidad de solución retenida por 100g de muestra

$$\text{CRA} = \frac{\text{Va} - \text{Vs}}{\text{peso de muestra}} \times 100$$

Dónde:

Va = volumen de solución salina añadida al tubo de centrifuga

Materiales: Centrifuga, varilla de vidrio, cloruro de sodio 0.6M, probeta, hielo, reloj.

Etapa II: Almacenamiento de la materia prima: carne de pollo.

Las muestras fueron almacenadas a 4°C y -20°C, los controles de pH, acidez total (%), temperatura, CRA, fueron por triplicado.

Etapa III: Elaboración de los nuggets con carne de pollo.

Formulación:

Materiales:

Los ingredientes que participan en la formulación base de nuggets, los ingredientes de adhesión y los ingredientes para recubrimiento.

Molino de carne, mezcladora, termómetro, cuchillos, tabla de corte de carne, balanza digital, papel poligrass, bolsas de polietileno.

Formulación:

**Tabla 6.**

***Formulación base de nuggets con carne de pollo***

Ingredientes	% T	% A	%B	%C	%D
Pechuga de pollo	80.80	80.80	80.80	80.80	80.80
Harina de trigo	6.00	5.90	5.80	5.70	5.60
Fosfato	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
Enzima TG	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40
Huevo	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Condimentos	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Eritorbato de sodio	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Sal	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Agua	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota. T= testigo, A= 0.1% TG, B= 0.2% TG, C= 0.3% TG y D= 0.4%TG

Fuente. Elaboración propia (2019)

**Tabla 7.**

***Formulación del batido de adhesión de nuggets de pollo***

Ingredientes	%
Harina de trigo	43
Almidón	28
Huevo	14
Agua	14
Bicarbonato de sodio	0.5
Sal	0.5
Total	100

Fuente. Elaboración propia (2019)

**Tabla 8.**

***Formulación del recubrimiento de nuggets de pollo***

Ingredientes	%
Pan rallado	87.50
Almidón modificado	5.80
Huevo en polvo	5.35
CMC	0.35
Condimento para nuggets	0.80
Glutamato monosódico	0.20
Total	100.00

Fuente. Elaboración propia (2019)



## Flujo del trabajo de elaboración de los nuggets:

La elaboración de los nuggets se realizó según el flujo de proceso establecido en la figura 1.

### a. Selección de materia prima:

Se realizó con la finalidad de obtener la mejor calidad de pechuga de pollo.

### b. Desinfección:

Se realizó por inmersión en una solución de ácido láctico al 0.2%

### c. Almacenamiento en congelación:

Utilizando una cámara de frío a  $-20^{\circ}\text{C}$  se almacenaron las pechugas de pollo previamente acondicionadas en bolsas de polietileno y luego en bandejas de plástico.

### d. Formulación:

Se determino 5 tratamientos incluyendo la muestra testigo. Es decir con 0.1% TG, 0.2% TG, 0.3% TG, 0.4% TG y el testigo con 0.3% de fosfato de sodio.

### e. Pesado:

Se llevo a cabo teniendo en cuenta los ingredientes que participaron en las formulaciones de base de nuggets, de adhesión y de recubrimiento.

### f. Mezclado:

Esta referido a los ingredientes de la formulación base e nuggets.

### g. Formado:

Comprendió el laminado y corte con molde de hojalata. Concluye con la adición de la mezcla de ingrediente de adhesión.

h. Recubrimiento:

Se realizo con una mezcla de los ingredientes para recubrimiento.

i. Congelación:

Se llevo a cabo a  $-20^{\circ}\text{C}$ , acondicionando previamente los nuggets en papel poligrass y luego en bandejas de plástico.

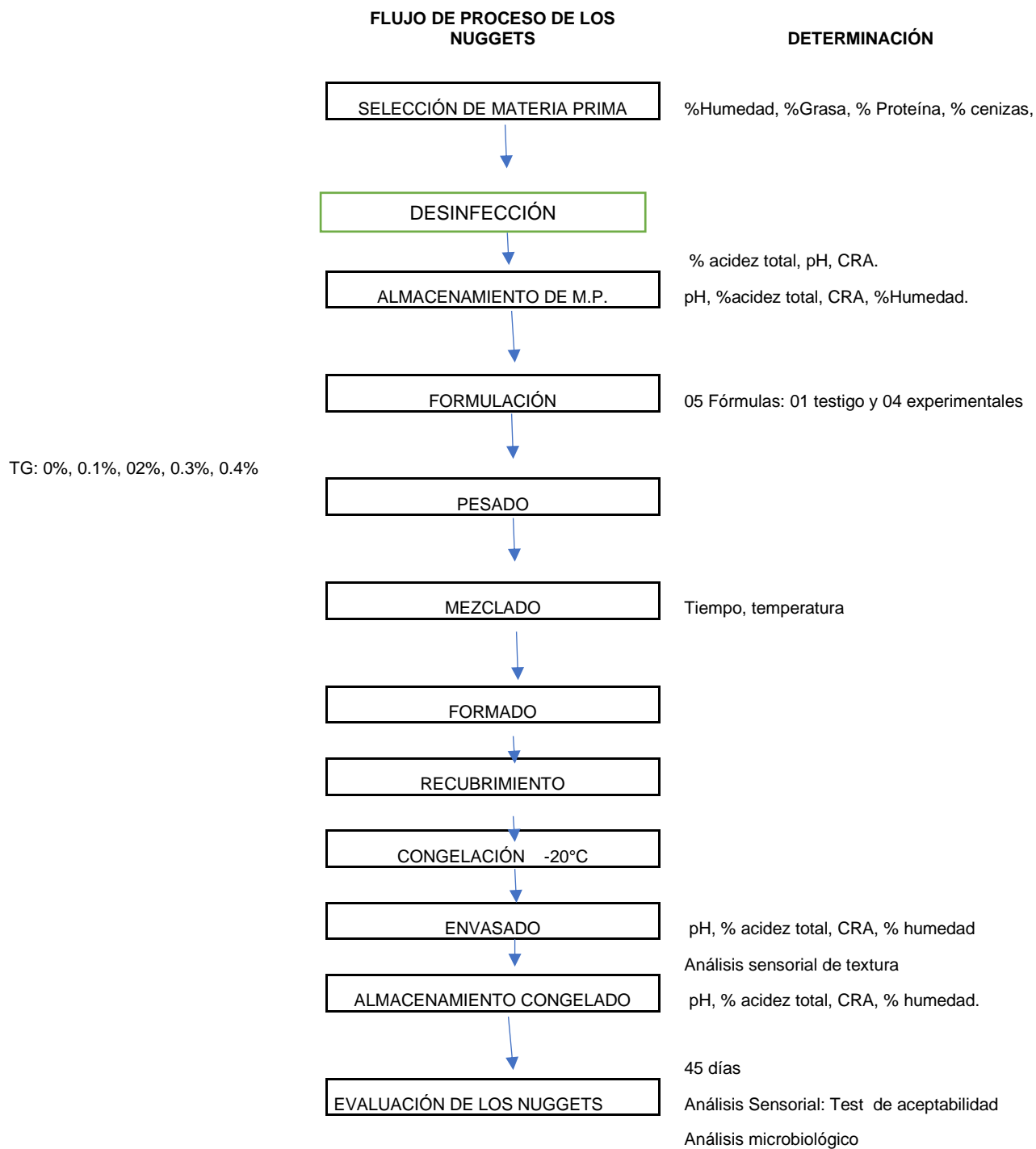
j. Envasado:

Se colocaron en bolsas de polietileno y sellados al vacío.

k. Almacenamiento congelado:

Las muestras de nuggets fueron almacenados en congelación a  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Las muestras de nuggets con 0.1%, 0.2%, 0.3% y 0.4% de TG y la muestra testigo (sin TG) respectivamente se seleccionaron aleatoriamente para los análisis físicos químicos, microbiológicos y sensoriales (Test de valoración, perfil de textura y aceptabilidad). Los controles de las operaciones de proceso se realizaron por triplicado: temperatura, tiempo, pH, acidez total (%), CRA.



**Figura 1.**

***Flujo de proceso de elaboración de los nuggets de pollo***

Fuente: Elaboración propia (2019).

Etapa IV: Almacenamiento de los nuggets de pollo.

Procedimiento:

Las muestras almacenadas y acondicionadas a  $-20^{\circ}\text{C}$  se realizaron controles por triplicado de pH, %acidez total, temperatura, CRA.

Se determino la evaluación de textura por análisis sensorial aplicando el test de valoración y perfil de textura.

Materiales:

Equipo de congelación, fichas de evaluación sensorial. menaje de cocina.

Etapa V: Determinación de la vida útil sensorial de los nuggets con carne de pollo.

Método: Test de aceptabilidad de consumidores, escala hedónica.

Materiales: Muestras de nuggets, utensilios de cocina, ficha de evaluación.

Análisis microbiológicos.

Aerobios mesófilos ICMSF Vol. I Parte II Ed. II Pág. 120-124 (ICMSF, 2000).

Escheerichia coli. ICMSF Vol. I Parte II Ed. II Pág. 149-150 (ICMSF, 2000).

Salmonella sp. ICMSF, 2000.

#### **5.4 Métodos estadísticos aplicados para la conversión de la información colectada en datos elaborados.**

Se realizaron mediante la revisión crítica de la información recogida, es decir detectando datos o instrumentos defectuosos, contradictorios, incompletos, no pertinentes, etc.

Se aplicaron técnicas adecuadas para la tabulación de cuadros según variables de la hipótesis.

Se hicieron la representación gráfica de los resultados obtenidos.

Los tests sensoriales aplicados (De valoración, perfil de textura y de aceptabilidad) tanto en la materia prima como en la elaboración de los nuggets y su posterior almacenamiento, fueron tabulados los resultados para posteriormente con la ayuda del software estadístico Minitab 18 se proceso la información inicialmente de evaluaron los datos obtenidos, en normalidad, varianza e independencia, seguidamente se procedio a la determinación del ANOVA con nivel de significación estadística  $\alpha= 0.05$  con la finalidad de determinar si existe diferencia significativa en las medias de los tratamientos (nuggets testigo, 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4% de TG). Posteriormente si existía diferencia entre los tratamientos se aplico la prueba de Tukey comparando pares de tratamientos.

**Tabla 9.**

***Hoja de registro con evaluaciones estadísticas***

---

**“ACCIÓN DE LA ENZIMA TRANSGLUTAMINASA SOBRE LA TEXTURA Y VIDA ÚTIL EN NUGGETS DE POLLO”**

---

MUESTRAS DE NUGGETS – PORENTAJE DE ENZIMA TG

PANELISTAS	0	0.1	0.2	0.3	0.4
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
SUMA					
PROMEDIO					
ANOVA					
TUKEY					

---

Fuente: Elaboración propia (2019).

## VI. RESULTADOS

### 6.1 Características físicas químicas de la pechuga de pollo

Tabla 10.

#### *Características fisicoquímicas de la pechuga de pollo*

Muestra	pH	Acidez total (% ac. Láctico)	CRA	T °C
Pechuga de pollo	5,96	0,33	20.0	4
	5.94	0.37	21.2	-20

Fuente: Elaboración propia.(2019)

### 6.2 Características sensoriales de la pechuga de pollo.

En la tabla 11 se muestran los resultados de las características sensoriales de las pechugas de pollo en refrigeración a 4°C después de 2 días y en congelación a -20°C después de 60 días de almacenamiento.

Tabla 11.

#### *Características sensoriales de la pechuga de pollo*

Característica sensorial*	Puntaje Promedio Refrigeración	Puntaje Promedio Congelación
Apariencia	4,66	4,56
Color de la carne	4,7	4,6
Grasa de la carne	4,6	4,6
Textura	4,7	4,5
Goteo	-	-
Palatabilidad	4,73	4,63
Terneza	4,8	4,6
Sabor	4,6	4,6
Jugosidad	4,8	4,7

Nota. Puntaje: 0- 5

Fuente: Elaboración propia (2019).

### 6.3 Proceso de elaboración de nuggets de pollo con TG.

**Tabla 12.**

#### ***Tiempo de elaboración de los nuggets (3 kg por bach)***

OPERACIONES	PORCENTAJE DE TG EN NUGGETS				
	0	0.1	0.2	0.3	0.4
MOLIENDA (min)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
CUTTERIZADO (min)	2.0	2.5	2.5	2.7	2.7
PESADO (min)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
FORMADO (min)	0.8	0.5	0.5	0.4	0.4
ADICIÓN DEL BATIDO (min)	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5
RECUBRIMIENTO (min)	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4
CONGELACION (min)	45	60	60	60	65

Fuente: Elaboración propia (2019).

### 6.4 Análisis proximal de los nuggets de pollo.

A continuación se indican en la tabla 13 el análisis proximal de los nuggets de pollo sobre la base de 100g.

**Tabla 13.**

#### ***Análisis proximal de los nuggets de pollo***

MUESTRAS	T	F	0.2 %TG
Humedad (%)	64.00	66.10	66.00
Cenizas (%)	2.10	1.93	1.95
Lípidos /%)	4.50	4.20	4.26
Proteínas (%)	19.20	18.70	18.90
Carbohidratos (%)	10.20	9.07	8.89

Nota. T= testigo, F= con fosfato 0.3% y TG= con enzima TG 0.2%

Fuente: Elaboración propia (2019).

**6.5 Determinación de los parámetros fisicoquímicos en nuggets con carne de pollo en congelación -20°C en 40 días.**

**Tabla 14.**

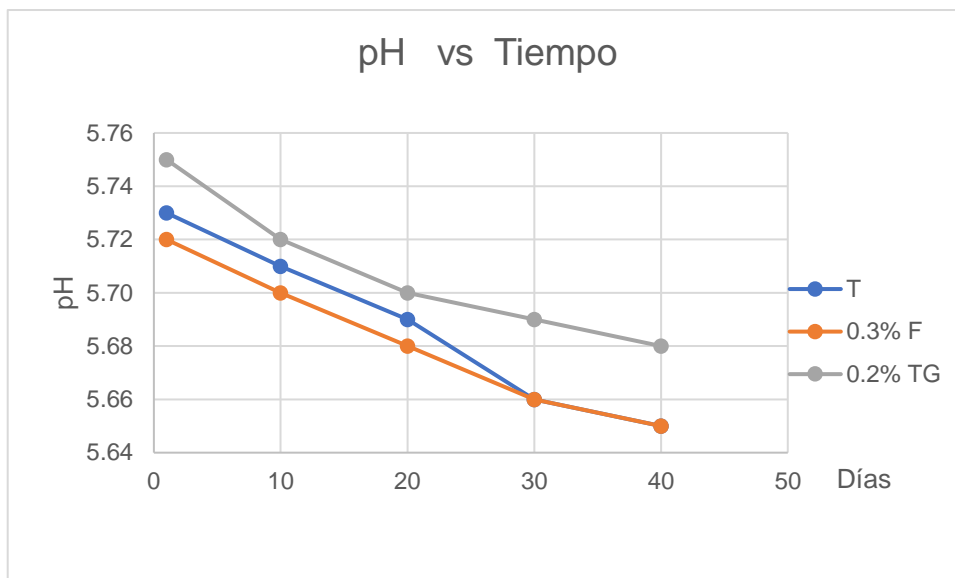
***Parámetros fisicoquímicos de nuggets en congelación -20°C***

Días	Muestra	pH	%Acidez	Peso (g)
1	T	5.73	0.30	34.23
	F	5.72	0.28	32.20
	TG	5.75	0.31	33.05
10	T	5.72	0.33	34.00
	F	5.70	0.31	32.17
	TG	5.72	0.33	32.97
20	T	5.70	0.33	33.80
	F	5.69	0.32	32.12
	TG	5.70	0.33	32.94
30	T	5.66	0.35	33.58
	F	5.65	0.34	32.08
	TG	5.69	0.34	32.91
40	T	5.65	0.35	33.30
	F	5.66	0.36	32.00
	TG	5.68	0.35	32.88

Nota. T= testigo, F= fosfato 0.3% y TG= enzima TG 0.2%

Fuente: Elaboración propia (2019).

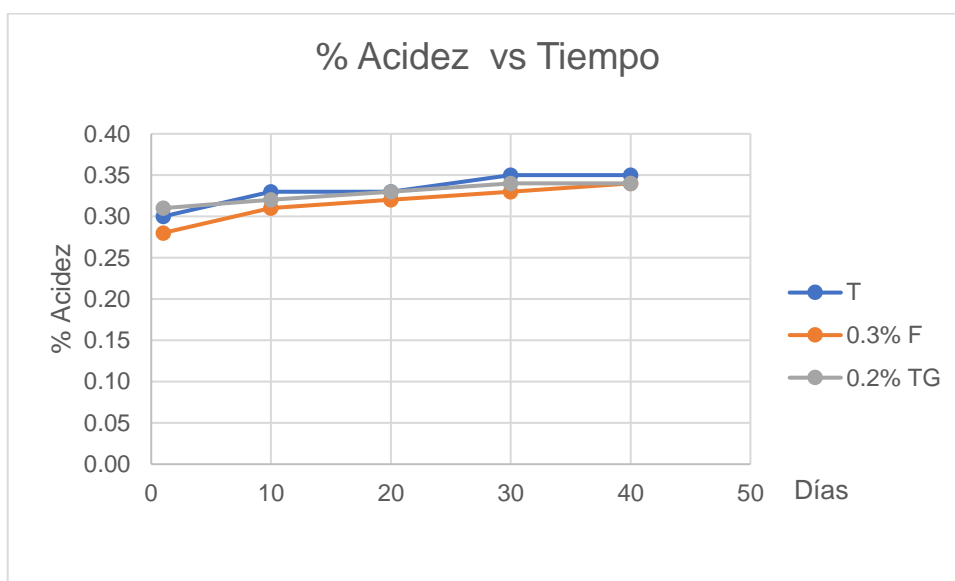




**Figura 2.**

***Variación del pH en nuggets de pollo en 40 días a -20°C***

Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 3.**

***Variación de la acidez en nuggets de pollo en 40 días a -20°C***

Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 4.**

***Variación del peso en nuggets de pollo en 40 días a -20°C***

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla 15.**

***Pesos promedios de nuggets antes y después de la fritura***

MUESTRA	PESO INICIAL	PESO FINAL	PÉRDIDA
0.0 % TG	35.70	33.56	2.14
0.1% TG	32.37	30.51	2.06
0.2% TG	33.03	33.25	0.22
0.3% TG	31.89	30.56	1.32
0.4% TG	33.63	33.51	0.11
0.3.% Fosfato	32.27	31.14	1.12

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla 16.*****Evaluación sensorial de textura en nuggets***

Panelistas	Muestras				
	T	B	C	D	E
1	2	3	4	4	3
2	3	3	5	4	3
3	2	3	5	4	3
4	3	3	4	3	3
5	2	4	5	4	3
6	2	4	4	3	3
7	2	3	5	4	3
8	1	4	5	4	3
SUMA	17	27	37	30	24
PROMEDIO	2.125	3.375	4.625	3.750	3.000

Nota. La escala hedónica tiene un puntaje de 1 a 9

T= 0% TG; B= 0.1% TG, C = 0.2%TG; D=0.3% TG; E=9.4%TG

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla 17.*****Perfil de textura: firmeza en nuggets de pollo.***

PANELISTA	0% TG	0.3% F	0.2% TG
1	5.6	7.3	7.2
2	5.7	7.4	7.4
3	5.8	7.4	7.2
4	5.9	7.5	7.4
5	5.8	7.5	7.4
6	5.9	7.4	7.4
7	5.8	7.3	7.3
8	5.9	7.4	7.1
SUMA	46.4	59.2	58.4
PROMEDIO	5.8	7.4	7.3

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla 18.**

***Perfil de textura: elasticidad en nuggets de pollo.***

PANELISTA	0% TG	0.3% F	0.2%TG
1	5.6	7.6	7.3
2	5.5	7.4	7.4
3	5.7	7.5	7.2
4	5.5	7.5	7.4
5	5.6	7.5	7.4
6	5.6	7.4	7.4
7	5.8	7.5	7.2
8	5.5	7.6	7.1
SUMA	44.8	60	58.4
PROMEDIO	5.6	7.5	7.3

Nota. Nuggets: 0% TG, 0.3% fosfato y 0.2% TG

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla 19.**

***Perfil de textura: cohesividad en nuggets de pollo.***

PANELISTA	0 % TG	0.3% F	0.2% TG
1	5.8	7.5	7.6
2	5.7	7.4	7.5
3	5.6	7.4	7.6
4	5.7	7.5	7.4
5	5.6	7.3	7.6
6	5.7	7.4	7.4
7	5.8	7.3	7.3
8	5.7	7.4	7.6
SUMA	45.6	59.2	60
PROMEDIO	5.7	7.4	7.5

Nota. Nuggets: 0% TG, 0.3% fosfato y 0.2% TG

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla 20.****Perfil de textura: masticabilidad en nuggets de pollo.**

PANELISTA	0% TG	0.3% F	0.2% TG
1	5.6	7.3	7.5
2	5.5	7.4	7.4
3	5.6	7.4	7.5
4	5.5	7.2	7.3
5	5.4	7.3	7.5
6	5.9	7.3	7.3
7	5.8	7.3	7.3
8	5.5	7.2	7.4
SUMA	44.8	58.4	59.2
PROMEDIO	5.6	7.3	7.4

Fuente: Elaboración propia (2019).

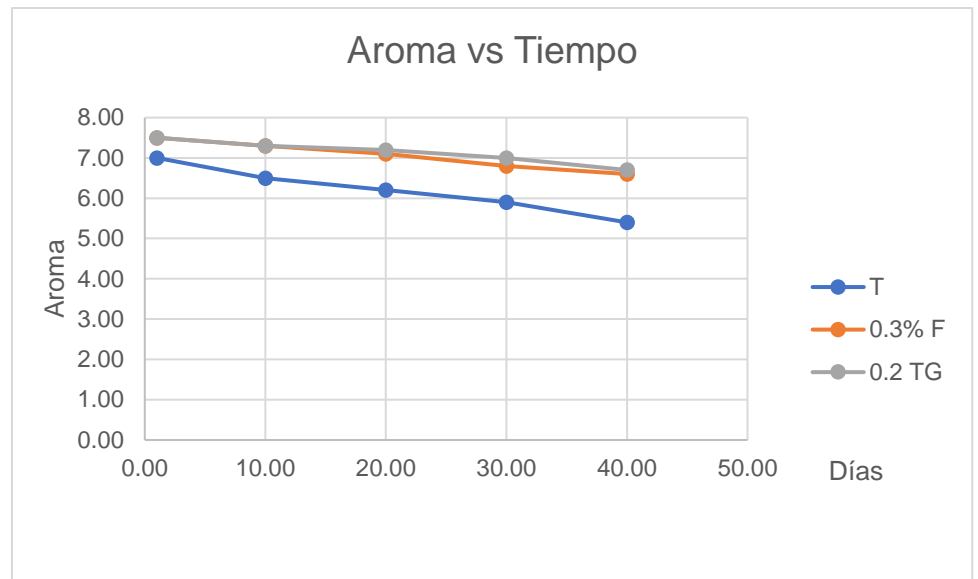
**Tabla 21.****Evaluación sensorial de nuggets en 40 días a -20°C**

DIAS	CARACTERISTICA	T	0.3% F	0.2% TG
1	AROMA	7.00	7.50	7.50
	TEXTURA	6.00	7.50	7.30
	SABOR	7.00	7.50	7.50
	ACEPTABILIDAD	6.00	7.50	7.30
10	AROMA	6.50	7.30	7.30
	TEXTURA	5.50	7.20	7.10
	SABOR	6.40	7.30	7.20
	ACEPTABILIDAD	5.80	7.40	7.30
20	AROMA	6.20	7.10	7.20
	TEXTURA	5.30	7.00	6.90
	SABOR	6.20	7.00	6.90
	ACEPTABILIDAD	5.60	7.20	7.10
30	AROMA	5.90	6.80	7.00
	TEXTURA	5.00	6.90	6.80
	SABOR	5.80	6.80	6.90
	ACEPTABILIDAD	5.50	6.80	7.00
40	AROMA	5.60	6.60	6.90
	TEXTURA	4.80	6.70	6.70
	SABOR	5.60	6.70	6.80
	ACEPTABILIDAD	5.40	6.60	6.70

Nota. Datos promedios. Puntaje de 1 a 9

T= 9% TG, F= fosfato 0.3% y TG= enzima TG 0.2%

Fuente: Elaboración propia (2019).

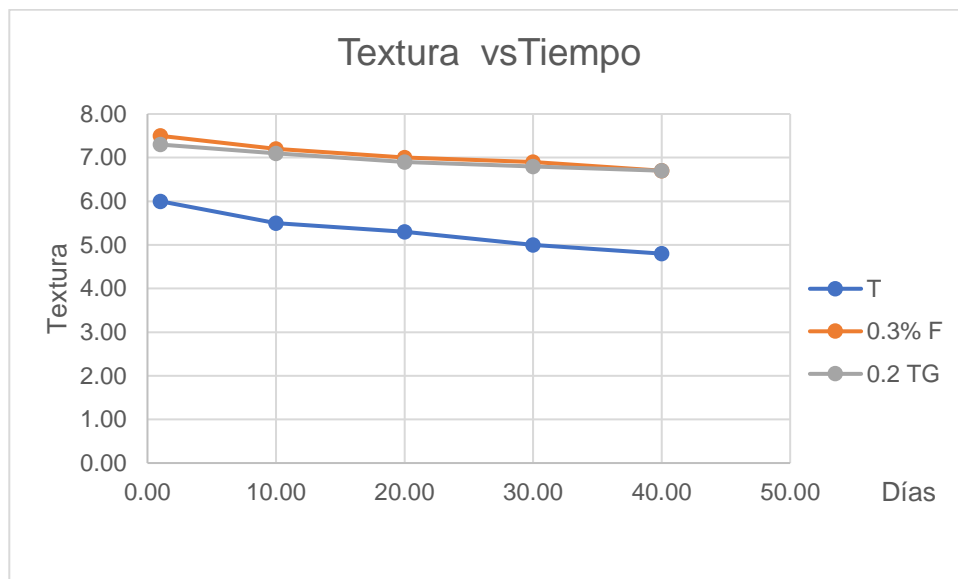


**Figura 5.**

**Variación del aroma en nuggets en 40 días a -20°C**

Nota. T= testigo, 0.3% Fosfato y 0.2% TG

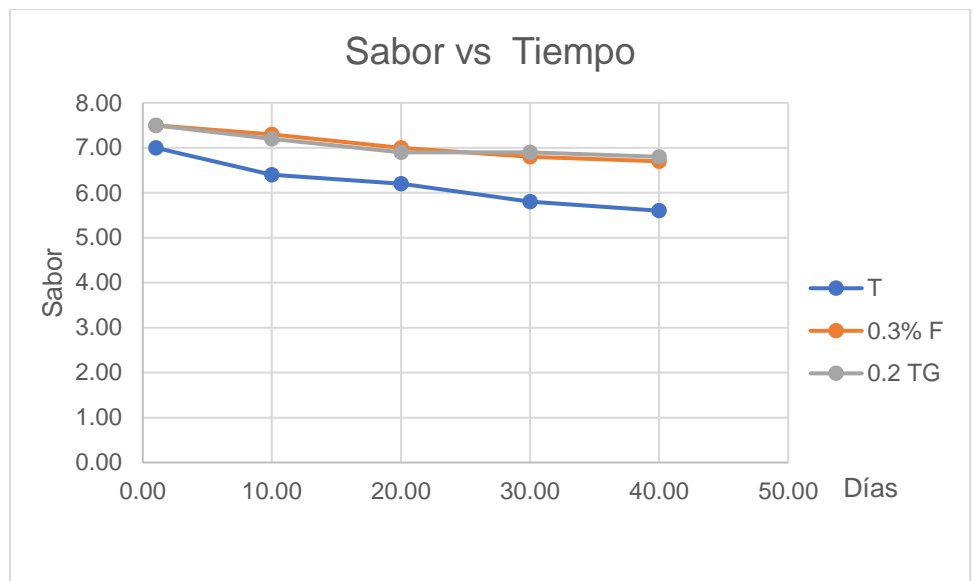
Fuente: Elaboración propia (2019).



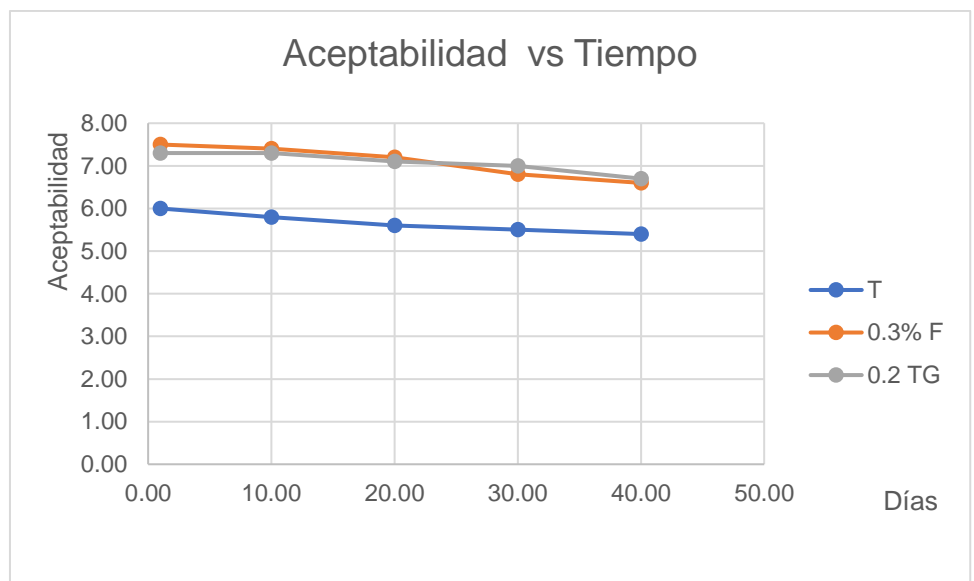
**Figura 6.**

**Variación de la textura en nuggets en 40 días a -20°C**

Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 7.**  
**Variación del sabor en nuggets en 40 días a -20°C**  
 Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 8.**  
**Variación de la aceptabilidad en nuggets en 40 días a -20°C**  
 Fuente: Elaboración propia (2019).

**6.6 Análisis microbiológico de los nuggets 0.2% TG con mejor puntaje sensorial.**

**Tabla 22.**

***Análisis microbiológico en nuggets de pollo a 0.2% de enzima TG***

<b>Agente microbiano</b>	<b>Cantidad por g.</b>
Aerobios mesófilos	10 <sup>3</sup>
Escherichia coli	Ausencia
Salmonella sp.	Ausencia /25 g

Nota. El microorganismo de referencia fue los aerobios mesófilos. Límite por gramo es de 10<sup>5</sup> a 10<sup>7</sup> según MINSA/DIGESA (2008).

El microorganismo de referencia fue Escherichia coli Límite por gramo es de 50 a 5 x 10<sup>2</sup> según MINSA/DIGESA (2008).

Fuente: Elaboración propia (2019).

**6.7 Análisis estadístico de las pruebas sensoriales en textura.**

A continuación se desarrollo el ANOVA de la tabla 23 referente a la evaluación de la textura de los nuggets con 0%, 01%, 0.2% 0.3% y 0.4% con la enzima TG con la finalidad de establecer la inferencia estadística si las muestras son igual o diferentes en textura, asimismo con la aplicación de la prueba de Tukey definir si es que existe diferencia ente que pares de muestras hay diferencia significativa al nivel de  $\alpha = 0.05$ .

**ANOVA de un solo factor: Textura vs. Producto**

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$



Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.  
 Información del factor

**Tabla 23.**  
**Análisis de Varianza: Textura vs Producto**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PRODUCTO	4	27.250	6.8125	29.35	0.000
Error	35	8.125	0.2321		
Total	39	35.375			

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla 24.**  
**Análisis de Medias: Textura vs Producto**

PRODUCTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
B	8	3.375	0.518	(3.029; 3.721)
C	8	4.625	0.518	(4.279; 4.971)
D	8	3.750	0.463	(3.404; 4.096)
E	8	3.000	0.000	(2.654; 3.346)
T	8	2.125	0.641	(1.779; 2.471)

*Desv.Est. agrupada = 0.481812*

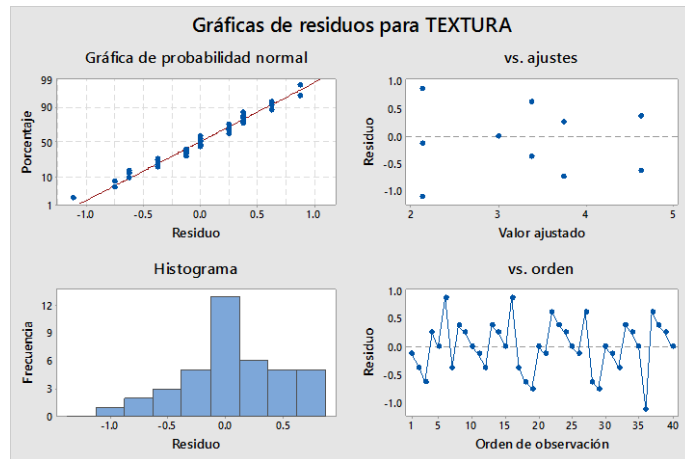
Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla 25.**  
**Prueba de Tukey: Textura vs Producto**

PRODUCTO	N	Media	Agrupación
C	8	4.625	A
D	8	3.750	B
B	8	3.375	B C
E	8	3.000	C
T	8	2.125	D

Nota. Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fuente: Elaboración propia (2019).

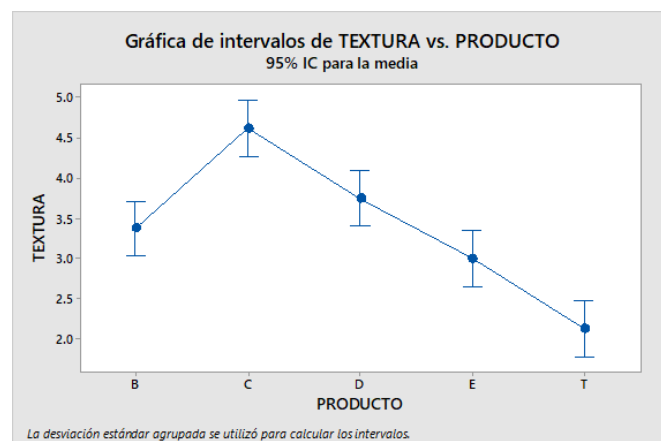


**Figura 9.**

***De residuos para textura de nuggets de pollo***

Nota. 0% TG, 0.1%TG, 0.2%TG, 0.3% TG, 0.4%TG

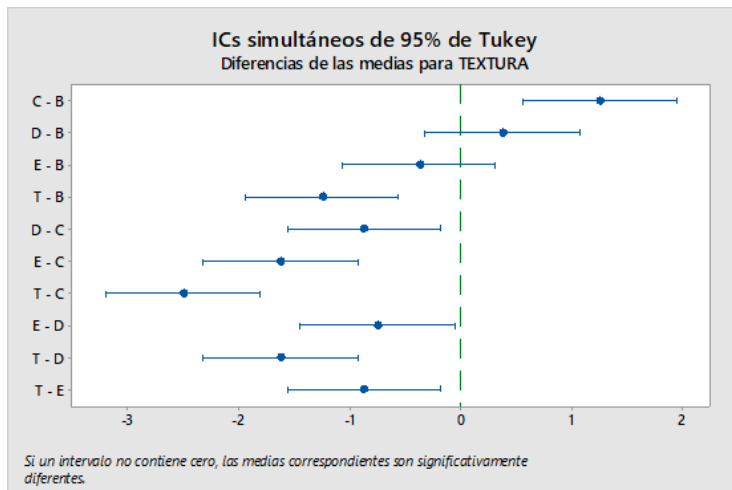
Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 10.**

***De intervalos de textura en nuggets de pollo***

Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 11.**

***De diferencia de las medias en textura en nuggets de pollo***

Fuente: Elaboración propia (2019).

## VII. DISCUSIÓN

### 6.1 Calidad de la carne de pollo fresca y conservación

La calidad de la carne debe mantenerse en un buen almacenamiento, lo que fue comprobado a través de las pruebas objetivas: pH, acidez total, CRA y subjetivas con el análisis sensorial.

Según Karaoglu, M., et al. (2005), afirman que el valor del pH, en el filete de pechuga de pollo, puede estar en el intervalo de 5,96 y 6,18.

El nivel de acidez adecuado tiene relación con el estado ante mortem del ave, es decir un descanso adecuado sin estrés y con las operaciones de beneficio eficientes nos genera un descenso del pH por la producción de ácido láctico, favorable para efectos de la conservación de la carne.

Oliver et al., (1989) mencionan que la acidez guarda relación con el color de la carne, la textura y la pérdida de fluidos, que se ven acentuadas por el PSE.

Las muestras de pechuga de pollo evaluadas, tuvieron un CRA de 81.1 pérdida de agua 18,9 almacenadas en refrigeración a 4°C. Y en muestras en congelación a -20°C por 60 días fue de 78.8, pérdida 21,2. Al respecto Rengifo, L. y Ordóñez, E. (2012) reportaron el valor de 22,5.

El pH es uno de los factores que afecta el CRA, al descender a niveles que pueden llegar al punto isoeléctrico de la proteína (5,4).

Gómez P. y Gómez O. (2013) realizó estudios de la calidad de la carne de pollo, los datos obtenidos en nuestro estudio concuerdan en los distintos parámetros analizados como son pH, porcentaje de acidez titulable, capacidad de retención de agua.

Analizando, si el tiempo de congelación es más extenso podríamos encontrar cambios físico químicos y sensoriales por la presencia de proteínas que inician una etapa de desnaturalización, pérdida de proteína soluble, acción de deterioro de las grasas por el inicio de la oxidación química que repercutiría en las características sensoriales de color, sabor y apariencia general.

Respecto al CRA es decir la capacidad de retención de agua es bastante favorable los resultados obtenidos, nos estaría indicando que los procesos de beneficio de las aves han sido bien manejados, así mismo constituye una materia prima de calidad para la industria de productos cárnicos.

La conservación por refrigeración debe ser bastante breve, en nuestro caso fue de dos días, por ser sensible a la pérdida al CRA, mayor tiempo es recomendable la congelación rápida.

## **6.2 De la elaboración de los nuggets con enzima TG.**

En la elaboración de alimentos procesados como los nuggets es importante contar con materia prima de calidad, comprendiendo sus características fisicoquímicas, nutricional, microbiológica y sensorial.

La carne sea de la especie que se trate es altamente perecible y debe conservarse en refrigeración si es por varios días o en congelación por muchos días. Según los resultados del pH, acidez total y CRA podemos asegurar que las pechugas de pollo procede de un beneficio con óptimas operaciones, debe tenerse presente que el pH de la carne debe sufrir un descenso (6.8 a 5.9) para garantizar su conservación. El ácido láctico que se genera es el responsable de la disminución de pH y aumento de la acidez total. Igualmente ocurre una ligera disminución de la capacidad de retención de agua. No es recomendable un descenso mayor de pH por cuanto perjudica la CRA y afecta la textura de los nuggets por la pérdida de agua cuando se almacena en congelación y en la fritura.

Por otra parte el descenso del pH es favorable para la conservación de la carne.

La elaboración de nuggets de subproductos de pollo en la cual se incluye la piel, disminuye ostensiblemente la calidad de las mismas y su tiempo de conservación es menor.

El proceso de elaboración de los nuggets no es complicado pero si debe tenerse en cuenta realizar un buen recubrimiento para evitar pérdida de agua afectando su textura durante su conservación en frío y en la cocción o fritura.

De los ensayos realizados con niveles de 0.1%, 0.2%, 0.3% y 0.4% de enzima transglutaminasa (TG) teniendo una muestra testigo 0%TG y Una muestra con 0.3% con fosfato, podemos asegurar que la muestra con

0.2% de TG posee características sensoriales óptimas, siendo la textura la mejor.

En la industria de productos cárnicos como embutidos y nuggets es frecuente el uso de los fosfatos en niveles de 0.3% en promedio. Si comparamos nuggets con TG y otros con fosfatos, los primeros tienen mayores ventajas desde el punto de vista tecnológico y nutricional. Es eficiente en la capacidad de retención de agua, no aporta sabores extraños, es de origen biológico, no posee trazas de minerales tóxicos.

Con referencia a la utilización de la enzima TG en la elaboración de nuggets con carne de pollo se ha podido establecer que definitivamente tiene incidencia sobre la textura de los productos. Especialmente en los descriptores sensoriales de firmeza y cohesividad, lo que permite a los nuggets mantener una óptima presentación en su aspecto general, evitando la migración de la humedad desde el interior a la superficie, puede observarse si es que existe presencia de escarchado, del hielo sobre la superficie de los nuggets, lo que no se produjo, siendo confirmado por los estudios de la acción de la TG por Aeschlimann, D. y Thomazy, V. (2000).

### **6.3 Análisis sensorial y su interpretación estadística**

La aplicación del análisis estadístico con la ayuda del software Minitab 18 se ha establecido a nivel de un nivel de significación  $\alpha = 0.05$  con el ANOVA en primer término que existe diferencia significativa entre las

muestras respecto a la característica sensorial textura, es decir teniendo en cuenta la hipótesis que la enzima TG si ejerce influencia sobre la textura de los nuggets.

Inicialmente debemos corroborar con los datos obtenido si estos presentan una distribución normal (figura 9), se observa que los puntos deben seguir alrededor de la línea, variancia los puntos están distribuidos sobre la línea horizontal de manera equidistante. Y finalmente independencia cuando los puntos del cuarto gráfico en la figura 9, no tienen relación en el espacio, no existe un orden de los puntos graficados.

En la tabla 16 donde se muestran los resultados del análisis sensorial de la textura en los tratamiento testigo (sin TG), B (0.1%) , C (0.2%TG), D (0.3% TG) Y E (0.4% TG), con la aplicación de la prueba de Tukey hemos podido definir que muestras son similares entre pares, es así que los pares B-D (0.1% y 0.3% TG) y B-E (0.1% y 0.4% TG) son similares en el puntaje de textura ( bajo puntajes), pero hay que precisar la muestras B son blandas y se deforman y las muestras E son duras. Así mismo en los siguientes pares B-C, B-T, C-D, C-E, C-T, D-E, D-T Y E-T todas son diferentes en textura. De lo que podemos establecer que la muestra C con mayor puntaje en la textura es diferente a las otras muestras (B, C, D, E y T).

Analizando las características sensoriales de aroma, textura, sabor y aceptabilidad de las muestras F (con 0.3% de fosfato) y TG (0.2%) se



establece que las muestras F y TG son similares estadísticamente si aplicamos la prueba de Tukey.

Según las tablas 17 al 20 analizando el perfil de textura en muestras de nuggets con 0.2% TG, se establece que los descriptores sensoriales de la textura (firmeza, elasticidad, cohesividad y masticabilidad) que mejor calificación obtuvieron fueron la firmeza y la cohesividad.

## CONCLUSIONES

1. La carne de pollo (pechuga) reúne las características físico química favorables para la elaboración de nuggets, tuvieron un pH de 5.98, % acidez 0.33 y CRA 18.9% en refrigeración a 4°C y pH de 5.94, % acidez 0.37 y CRA 21.2% en congelación a -20°C por 60 días.
2. El análisis sensorial de la materia prima en refrigeración fue: apariencia 4.66 y palatabilidad 4.73; en congelación apariencia 4.56 y palatabilidad 4.63, en ambos casos el puntaje de calificación fue de 0 a 5.
3. El análisis proximal de los nuggets de pollo con la enzima 0.2%TG reportó: Humedad 66%, proteínas 18.9%, grasas 4.76%, carbohidratos 8.89% y cenizas 1.95%.
4. La evaluación de los parámetros fisicoquímicos durante el almacenamiento 40 días a -20°C fue: pH de 5.75 a 5.68, % acidez de 0.31 a 0.35 y el peso de 33.0g a 32.83g. (pérdida 0.51%).
5. La elaboración de nuggets con la formulación que incluye la enzima TG al 0.2% reportó como las mejores características de textura en comparación con las otras concentraciones de TG de 0.1%, 0.3 % y 0.4%.
6. Las características sensoriales de aroma, sabor y aceptabilidad también tuvieron resultados óptimos para la fórmula con 0.2% TG lo que demostraría que la enzima no influye en el sabor y aroma.
7. Para la determinación de la vida útil en base al pH, tenemos que determinar el tiempo para que llegue a 5.4 (mínimo aceptable) y de acuerdo a los resultados tenemos de 6 meses.
8. Los nuggets con 0.2% TG cumplen los requisitos microbiológicos del MINSA./DIGESA.

## VIII. REFERENCIALES

Acevedo, H. Desarrollo, optimización y estudio de vida útil de nugget de pollo liviano en calorías y con calcio, [en línea]. Chile:Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas.2004. [Citado: 2018 octubre 15]. Disponible en: [http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2004/acevedo\\_cj/sources/acevedo\\_cj.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2004/acevedo_cj/sources/acevedo_cj.pdf)

Aeschlimann D. y Thomazy V. Protein crosslinking in assembly and remodelling of extracellular matrices: The role of transglutaminases. Connective Tissue Research [en línea]. 2000. [Citado: 2018 octubre 15]; 41(1): [27 p.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10826705>

Akamittath, J. G. y Ball, H. R., Jr. Transglutaminase mediated polymerization of crude actomyosin refined from mechanically deboned poultry meat. Journal of Muscle Foods, [Publicación periódica en línea]. 1992. [Citado: 2018 octubre 15]; 3(1): [14 p.]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/230189880\\_Transglutaminase\\_mediated\\_polymerization\\_of\\_crude\\_myosin\\_refined\\_from\\_mechanically\\_deboned\\_poultry\\_meat](https://www.researchgate.net/publication/230189880_Transglutaminase_mediated_polymerization_of_crude_myosin_refined_from_mechanically_deboned_poultry_meat)

Alvarez A. Uso de la transglutaminasa para lograr una mejor adherencia y compactación en el desarrollo de un producto reconstituído a base de trozos de camarón (*Litopenaeus vannamei*)", [en línea]. Ecuador: Universidad de Guayaquil.2015. [Citado: 2018 marzo 4] Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4569/1/AGI-2015-021.pdf>

Ando H., Adachi M., Umeda K., Matsuura A., Nonaka M., Uchio, R., et al. Purification and characteristics of a novel transglutaminase derived from microorganisms. Agricultural and Biological Chemistry [Publicación periódica en línea]. 1989 [Citado: 2018 octubre 10]; 53(10): 2613-2617 pp. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00021369.1989.10869735>

Carballo J, Ayo J. y Colmenero F. Microbial transglutaminase and caseinate as cold set binders: Influence of meat species and chilling storage. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie* [Publicación periódica en línea]. 2006 Agosto [Citado: 2018 octubre 5]; 39(6): [7 p.]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643805000885>

Chin K. y Chung B. Utilization of transglutaminase for the development of low-fat, low-salt sausages and restructured meat products manufactured with pork hams and loins. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* [Publicación periódica en línea]. 2003 [Citado: 2019 febrero 2]; [4 p.]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/264139777\\_Utilization\\_of\\_Transglutaminase\\_for\\_the\\_Development\\_of\\_Low-fat\\_Low-salt\\_Sausages\\_and\\_Restructured\\_Meat\\_Products\\_Manufactured\\_with\\_Pork\\_Hams\\_and\\_Loins](https://www.researchgate.net/publication/264139777_Utilization_of_Transglutaminase_for_the_Development_of_Low-fat_Low-salt_Sausages_and_Restructured_Meat_Products_Manufactured_with_Pork_Hams_and_Loins)

Curotto E, Dondero M, Muñoz, C, Alvarez L Extracción, caracterización parcial, termoestabilidad de la enzima transglutaminasa en surimi, en músculo blanco de jurel y en miofibrillas de carne de vacuno, [en línea]. Chile: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,.2007. [Citado: 2018 julio 5]; 18(3):3-12 pp. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0718-0764](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-0764)

De La Vega, R. Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales. *Temas de Ciencia y Tecnología*, [en línea]. 2009. [Citado: 2018 julio 5];13: 5pp. Disponible en. [http://www.utm.mx/edi\\_anteriores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf](http://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas38/2NOTAS%2038-1.pdf)

Del Moral, S. Ramirez, L. García-Gómez, M.. Aspectos relevantes del uso de enzimas en la industria de los alimentos. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. México. [Publicación periódica en línea]. Junio 2015. [Citado: 2018

julio 5]. 2(3): [15 p]. Disponible en:  
<https://www.researchgate.net/publication/277587055> Aspectos relevantes del uso  
[de enzimas en la industria de los alimentos](#)

Dickinson, E.(1997). Enzymic crosslinking as a tool for food colloid rheology control and interfacial stabilization. Food Science and Technology. [Publicación periódica en línea], Octubre 1997. [Citado: 2018 julio 5];8(10): [5 p]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224497010674>

FAO. Codex Alimentarius. Alimentos producidos orgánicamente [en línea]. 3.ª ed. Italia: Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias 2005. [Citado: 2018 julio 5]. Disponible en:  
<http://www.fao.org/3/a1385s/a1385s00.pdf>

Folk J. y Chung S. Transglutaminases. Methods in Enzymology, Food Technology [en línea]. 1985 [Citado: 2018 octubre 5]; 56(3): 54-79 pp. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2868387>

Gerrard, J. A. Protein-protein crosslinking in food: methods, consequences, applications. Trends in Food Science and Technology, [Publicación periódica en línea]. 2001 [Citado: 2018 octubre 2]:13(12): [8 p.]. Disponible en: [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224402002571?\\_fmt=full&\\_origin=&md5=7bcf780d0ad55e08c858017474822c86&ref=full#!](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224402002571?_fmt=full&_origin=&md5=7bcf780d0ad55e08c858017474822c86&ref=full#!)

Gómez P y Gómez N. Evaluación de la calidad de carne de pollo (Pectoralis major y Pectoralis menor) que se expende en la ciudad de San Juan de Pasto (Nariño). [en línea]. Colombia: Universidad de Nariño. 2013 [Citado: 2018 octubre 5]. Disponible en:  
<http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/89692.pdf>

Guerrero-Legarreta, Isabel. (2010). Handbook of Poultry Science and Technology. Volumen I. [en línea]. USA: Editorial John Wiley y Sons, Inc.2010. [Citado: 2018 octubre 5]. Disponible en: <https://www.wiley.com/en-us/Handbook+of+Poultry+Science+and+Technology%2C+Volume+1%2C+Primary+Processing-p-9780470185520>

Hammer, G. F. Microbial transglutaminase and diphosphate in finely comminuted cooked sausage. Fleischwirtschaft [en línea]. 1998 [Citado: 2018 octubre 5]; 78(11):1155-1156 pp. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/299122999\\_Microbial\\_transglutaminase\\_and](https://www.researchgate.net/publication/299122999_Microbial_transglutaminase_and)

Huezo S. y Hidalgo A. Utilización de la enzima transglutaminasa para la elaboración de un producto reestructurado de tilapia gris (*Oreochromis niloticus*). [en línea]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 2015. [Citado: 2018 marzo 2]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/4569/1/AGI-2015-021.pdf>

Jozami B y Seselovsky, R. Usos de la transglutaminasa en la industria alimentaria. Elaboración de carne reconstituida. Invenio [Publicación periódica en línea]. 2003 Junio [Citado: 2018 marzo 2];6(10): [7 p.] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/877/87761011.pdf>

Karaoğlu, M; Aksu M.; Esenbuga M. et al. pH and Color Characteristics of Carcasses of Broilers Fed with Dietary Probiotics and Slaughtered at Different Ages. Asian-Aust. J. Anim. Sci. [en línea]. 2006 [Citado: 2018 marzo 2]; 19(4): [5 p.].Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/263624149\\_pH\\_and\\_Colour\\_Characteristics\\_of\\_Carcasses\\_of\\_Broilers\\_Fed\\_with\\_Dietary\\_Probiotics\\_and\\_Slaughtered\\_at\\_Different\\_Ages](https://www.researchgate.net/publication/263624149_pH_and_Colour_Characteristics_of_Carcasses_of_Broilers_Fed_with_Dietary_Probiotics_and_Slaughtered_at_Different_Ages)

Karel M y Lund D. Physical Principles of Food Preservation [en línea]. Second Edition, USA: Marcel Dekker, Inc.2003 [Citado: 2018 marzo 4]. Disponible

en:

[https://cetiQUIMICA2.files.wordpress.com/2014/03/pr1nc1pl35\\_f00d\\_pr353rv4t10n.pdf](https://cetiQUIMICA2.files.wordpress.com/2014/03/pr1nc1pl35_f00d_pr353rv4t10n.pdf)

Kaufman, S. P., Hoseney, R. C. y Fennema, O. ; Dough rheology: A review of structural models and the role of disulfide interchange reactions. Cereal Foods World. [en línea], 1986. [Citado: 2018 marzo 2]; 31(11): [4 p.]. Disponible en:

[https://books.google.com.pe/books?id=ckfdE5sRbqAC&pg=PA37&lpg=PA37&dq=\\_Kaufman+S.P.,+Hoseney+R.C.+%26+Fennema+O.+1986.+Dough+reology+%E2%80%93+a+review](https://books.google.com.pe/books?id=ckfdE5sRbqAC&pg=PA37&lpg=PA37&dq=_Kaufman+S.P.,+Hoseney+R.C.+%26+Fennema+O.+1986.+Dough+reology+%E2%80%93+a+review)

Kilic, B. Effect of microbial transglutaminase and sodium caseinate on quality of chicken döner kebab. Meat Science. [Publicación periódica en línea]. 2003 [Citado: 2018 marzo 2] 63(3): [4 p.]. . Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/51776576\\_Effect\\_of\\_microbial\\_transglutaminase\\_and\\_sodium\\_caseinate\\_on\\_quality\\_of\\_chicken\\_dner\\_kebab](https://www.researchgate.net/publication/51776576_Effect_of_microbial_transglutaminase_and_sodium_caseinate_on_quality_of_chicken_dner_kebab)

Kudre, T. y S. Benjakul, Effects of Bambara Groundnut Protein Isolates and Microbial Transglutaminase on Textural and Sensorial Properties of Surimi Gel from Sardine (*Sardinella albella*), Food and Bioprocess Technology, [en línea]. 2014 [Citado: 2018 marzo 2]; 7(6): [10 p.]. Disponible en:

<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201400086950>

Kumar D y Tanwar V. Utilization of clove powder as phytopreservative for chicken nuggets preparation. Journal of Stored Products and Postharvest Research. [Publicación periódica en línea], January 2010. [Citado: 2018 julio 5];2(1): [4 p.]. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/256454889\\_Utilization\\_of\\_clove\\_powder\\_as\\_phytopreservative\\_for\\_chicken\\_nuggets\\_preparation](https://www.researchgate.net/publication/256454889_Utilization_of_clove_powder_as_phytopreservative_for_chicken_nuggets_preparation)

Kuraishi, C., Sakamoto, J. y Soeda, T. Cheese production using transglutaminase and milk clotting enzyme giving large amount of cheese

curd yielding cheese of good flavour and appearance. Ajinomoto Co. Inc, assignee.1997. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/US5681598A/en>

Kuraishi, C., Yamazaki, K. y Susa, Y. Transglutaminase: Its utilization in the food industry. Food Reviews International, [en línea]. 2007 Febrero [Citado: 2018 marzo 2]; 17(2): [24 p.]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1081/FRI-100001258?scroll=top&needAccess=true>

Kuraishi C, Sakamoto J. y Soeda T. Application of transglutaminase for meat processing. Fleischwirtschaft [en línea]. 1998 [Citado: 2018 octubre 5]; 78(6): [5 p.]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2014.945990?src=recsys>

Kurt L. y Rogers P. J. Transglutaminase Catalysed Cross-Linking of Miosin to Soya Protein, Casein and Gluten. J. Food Sci. [en línea]. 1994 [Citado: 2018 octubre 5]; 49(2): [3 p.]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2621.1984.tb12471.x>

Lee E. y Park J. Microbial transglutaminase induced cross-linking of a selected comminuted muscle system: Processing conditions for physical properties of restructured meat. Food Science and Biotechnology [en línea]. 2003 [Citado: 2018 octubre 2]; 12(4): [5 p.]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/297845210\\_Microbial\\_transglutaminase\\_induced\\_cross-linking\\_of\\_a\\_selected\\_comminuted\\_muscle\\_system\\_-\\_Processing\\_conditions\\_for\\_physical\\_properties\\_of\\_restructured\\_meat](https://www.researchgate.net/publication/297845210_Microbial_transglutaminase_induced_cross-linking_of_a_selected_comminuted_muscle_system_-_Processing_conditions_for_physical_properties_of_restructured_meat)

Lerena, C. (2001). La elaboración de alimentos empanados súper congelados. [en línea]. 2011 [Citado: 2018 octubre 2]. Disponible en:



[www.fundacionnuebaymas.org.ar/pdf/2/12/la\\_elaboración\\_de\\_alimentos\\_em\\_panados\\_supercongelados.pdf](http://www.fundacionnuebaymas.org.ar/pdf/2/12/la_elaboración_de_alimentos_em_panados_supercongelados.pdf).

Marroquín, C. Elaboración de salchicha tipo Frankfurt utilizando carne de pato (Pekín) y pollo (Broller) con almidón de papa (*Solanum tuberosum*). [en línea]. Ecuador: Universidad Técnica del Norte, 2011 [Citado: 2018 octubre 2]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/745/1/03%20AGI%20283%20%20TESIS.pdf>

Menéndez, O., Rawel, H., Schwarzenbolz, U. y Henle, T. Structural changes of microbial transglutaminase during thermal and high-pressure treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, [en línea]. 2006 Marzo [Citado: 2018 octubre 2]. 54(5): [5 p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16506824/>

Milkowski A. y Sosniki A. Method for treating PSE meat with transglutaminase. Kraft Foods, I., assignee. United States Patent Application. (US P 5928689). [en línea]. 1999. [Citado: 2019 marzo 5]; [10 p.]. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/US5928689A/en>

MINSA Tablas Peruanas de Composición de Alimentos [en línea]. 10ma ed. Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. 2017 [Citado: 2019 marzo 5]. Disponible en: <https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Motoki, M. y Seguro, K. Transglutaminase and its use for food processing. Elsevier [en línea]. 1998 Marzo [Citado: 2018 octubre 2]. 9(5): [3 p.]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224498000375>

Motoki M., Okiyama A., Nonaka M., Tanaka H., Uchio R., Matsuura A., et al. Novel transglutaminase. Ajinomoto C. Inc y Amano Pharmaceutical Co. Ltd.,

asignee. European Patent Application. [en línea]. 1990. [Citado: 2019 marzo 10]; [18 p.]. Disponible en: <https://patents.google.com/patent/US5156956/pt-PT>

Muguruma M, Tsuruoka K., Katayama K, Erwanto Y., Kawahara S., Yamauchi, et al. Soybean and milk proteins modified by transglutaminase improves chicken sausage texture even at reduced levels of phosphate. *Meat Science* [en línea]. 2003 [Citado: 2019 marzo 2]; 63(2): [6 p.]. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22062179>

Nio N., Motoki M. y Takinami K. Gelation mechanism of protein solution by transglutaminase. *Agricultural and Biological Chemistry Science* [en línea]. 1986 [Citado: 2019 marzo 2]; 50(4):851-855 pp. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/261951138\\_Gelation\\_mechanism\\_of\\_protein\\_solution\\_by\\_transglutaminase](https://www.researchgate.net/publication/261951138_Gelation_mechanism_of_protein_solution_by_transglutaminase)

Nonaka, M.; Matsuura, Y.; Motoki, M. Incorporation of Lysine and lysine dipeptides into alpha s1-casein by Ca (2+)-independent microbial transglutaminasa. *Biosci. Biotech. Biochem. Science* [en línea]. 1996 [Citado: 2019 marzo 2]; 60: [3 p.]. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1271/bbb.60.131>

Oliver R., y Swan J. Consumer Perceptions of Interpersonal Equity and Satisfaction in Transactions: A Field Survey Approach." *Journal of Marketing*, [en línea]. 1989 [Citado: 2019 marzo 2]; 53(2): [13 p.]. Disponible [www.jstor.org/stable/1251411](http://www.jstor.org/stable/1251411).

Paardekooper, E. J. C. y Wijngaards, G. Composite meat product and method for the manufacture thereof. Nederlandse Centrale Organisatie Voor Toegepast, asignee.1988. United States Patent Application. (US P 4741906, EP 0201975 B1).

Pérez Ch. y Ponce A. Manual de Prácticas de Laboratorio de Tecnología de carnes [en línea]. México: Universidad Autónoma Metropolitana. 2013. [Citado: 2018 agosto 16]. Disponible en <http://publicacionescbs.izt.uam.mx/DOCS/carnes.pdf>

Pietrasik Z. Binding and textural properties of beef gels processed with kappa-carrageenan, egg albumin and microbial transglutaminase. Meat Science [en línea]. 2003 [Citado: 2019 marzo 2]; 63(3): [7 p.]. Disponible en:

[https://www.academia.edu/37018746/Binding\\_and\\_textural\\_properties\\_of\\_beef\\_gels\\_processed\\_with\\_k-carrageenan\\_egg\\_albumin\\_and\\_microbial\\_transglutaminase](https://www.academia.edu/37018746/Binding_and_textural_properties_of_beef_gels_processed_with_k-carrageenan_egg_albumin_and_microbial_transglutaminase)

Pietrasik Z. y Li-Chan E. Binding and textural properties of beef gels as affected by protein, kappa-carrageenan and microbial transglutaminase addition. Food Research International [en línea]. 2003 [Citado: 2019 marzo 2]; 35(1): [7 p.]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/223783802\\_Binding\\_and\\_textural\\_properties\\_of\\_beef\\_gels\\_as\\_affected\\_by\\_protein\\_k-carrageenan\\_and\\_microbial\\_transglutaminase\\_addition](https://www.researchgate.net/publication/223783802_Binding_and_textural_properties_of_beef_gels_as_affected_by_protein_k-carrageenan_and_microbial_transglutaminase_addition)

Polaina, J y MacCabe A. Industrial Enzymes [en línea]. España: Springer 2007. [Citado: 2018 octubre 10]; Capítulo 32. Disponible en: <file:///C:/Users/Percy%20Ordo%C3%B1ez/Desktop/ENZIMAS-LIBRO%20VVVVVVVV.pdf>

Pszczola, D. E. Beefing up innovations for meat and poultry ingredients. Food Technology. [en línea]. Marzo 2002 [Citado: 2019 marzo 2]; 56(3): [4 p.]. Disponible en: <https://www.ift.org/news-and-publications/food-technology-magazine/issues/2002/march/columns/ingredients>

Rengifo L y Ordóñez E. Efecto de la temperatura en la capacidad de retención de agua y pH en carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado paco. Revista del Encuentro Científico Internacional. [en línea]. Marzo 2010

[Citado: 2019 marzo 2]; 7(2): [9 p.]. Disponible en:  
<https://revistaeciperu.com/wp-content/uploads/2019/01/20100024.pdf>

Ruiz-Carrascal J. y Regenstein J. Emulsion stability and water uptake ability of chicken breast muscle proteins as affected by microbial transglutaminase. Journal of Food Science [en línea]. 2002 [Citado: 2019 marzo 2]; 67(2) [5 p.]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.2002.tb10668.x>

Sam, Alan, R. Poultry Meat Processing. Department of Poultry [en línea]. USA: CRC. Press. 2001 [Citado: 2019 marzo 2]. Disponible: [https://edu.semgu.kz/ebook/umm/8438911c-420c-11e4-973d-f6d299da70ee%5BAlan\\_R.\\_Sams%5D\\_Poultry\\_meat\\_processing\(BookFi.org\).pdf](https://edu.semgu.kz/ebook/umm/8438911c-420c-11e4-973d-f6d299da70ee%5BAlan_R._Sams%5D_Poultry_meat_processing(BookFi.org).pdf)

Sánchez G. y Guerrero O. Formulación y elaboración de Nuggets a base de pasta de pollo con diferentes niveles de carne de trucha arco iris (*Oncorhynchus mikiss*), [en línea]. Colombia: Universidad de Nariño. 2013. [Citado: 2019 marzo 2]. Disponible: [file:///C:/Users/Percy%20Ordo%C3%B1ez/Downloads/FORMULACION\\_Y\\_ELABORACION\\_DE\\_NUGGETS\\_A\\_B.pdf](file:///C:/Users/Percy%20Ordo%C3%B1ez/Downloads/FORMULACION_Y_ELABORACION_DE_NUGGETS_A_B.pdf)

Soeda T., Hokazono A., Ozawa T. y Fujiwara H. Characteristics and mechanism of binding of foods by microbial transglutaminase. Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology [en línea]. 2005 [Citado: 2018 marzo 2]; 52(5): 207-211 pp. Disponible en: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/nskkk/52/5/52\\_5\\_207/\\_article/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/nskkk/52/5/52_5_207/_article/-char/en)

Soeda T., Kasagi, T., Hokazono A., Yamazaki, K. y Muguruma M. Effects of salt and polyphosphate on physical properties of meat gel treated with microbial transglutaminase. Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology [en línea]. 2006 [Citado: 2018 marzo 2] 53(2):109-113 pp. Disponible en:

<https://www.tib.eu/en/search/id/BLSE%3ARN197479916/Effects-of-the-Glass-Transition-Temperature-on/>

Takagaki Y, Narakawa K. y Uchio R. Coating of vegetables and fruits with transglutaminase and proteins for preservation. Japan Kokai Tokkyo Koho, assignee. Japanese Patent Application. (J P 03272639). [en línea]. 1991 [Citado: 2018 marzo 4] [32 p.]. Disponible en:

<https://patentimages.storage.googleapis.com/36/d4/82/d2e3fead379270/US9648>

Trespalacios S.M. Gelificación de productos avícolas por alta presión isostática: Actividad sinérgica de la transglutaminasa microbiana. [en línea]. España: Universidad Autónoma de Barcelona. 2007 [Citado: 2018 marzo 4] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=5949>

Kilic, B. Effect of microbial transglutaminase and sodium caseinate on quality of chicken döner kebab. Meat Science [en línea]. 2003 [Citado: 2018 setiembre 15]; 63(3): 417-421pp. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22062396>

Tsai, G., Lin, S y Jiang, S. Transglutaminase from *Streptovorticillium ladakanum* and application to minced fish product. Journal of Food Science [en línea]. 1996 [Citado: 2018 marzo 2]; 61(6):1234-1238 pp. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1996.tb10968.x>

Velásquez-Moreira y Guerrero B. Algunas investigaciones recientes en recubrimientos comestibles aplicados en alimentos. [en línea]. Mexico: Universidad de las Américas. 2013 [Citado: 2018 marzo 4] Disponible en: <https://tsia.udlap.mx/investigaciones-recientes-en-recubrimientos-comestibles-aplicados-en-alimentos/>

Verdesoto, S. Elaboración de la mortadela de pollo con adición de diferentes porcentajes de harina de quinua. [en línea]. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2005 [Citado: 2018 marzo 4] Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/876/1/27T088.pdf>

Wijngaards, G. de Jong, G., Boumans H., Koppelman, S. y Hessing M. Purification and substrate specificity of transglutaminases from blood and *Streptovercillium mobaraense*. *Agricultura Food Chemical* [en línea]. 2001 [Citado: 2019 abril 18]; 49(7): 389-393 pp. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf001162h>

Wilhelm, B., Meinhardt, A. y Seitz, J. Transglutaminases: Purification and activity assays. *Journal of Chromatography B: Biomedical Applications*, [en línea]. 1996 [Citado: 2019 abril 20]; 684(2): [14 pp.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8906472/>

Wittig de Penna, E. Una metodología actual para tecnología de alimentos. [en línea]. Chile: Universidad de Chile. 1981 [Citado: 2019 abril 20]. Disponible en: [file:///C:/Users/Percy%20Ordo%C3%B1ez/Downloads/Evaluacion-sensorial%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Percy%20Ordo%C3%B1ez/Downloads/Evaluacion-sensorial%20(1).pdf)

Yokoyama, K., Nio, N. y Kikuchi, Y. Properties and applications of microbial transglutaminase. *Applied Microbiology and Biotechnology*, [en línea]. Mayo 2004 [Citado: 2019 abril 20]; 64(2): [8 p.]. Disponible en: [https://sci-hub.tw/https://www.researchgate.net/publication/8905981\\_Properties\\_and\\_Application\\_of\\_Microbial\\_Transglutaminase](https://sci-hub.tw/https://www.researchgate.net/publication/8905981_Properties_and_Application_of_Microbial_Transglutaminase)

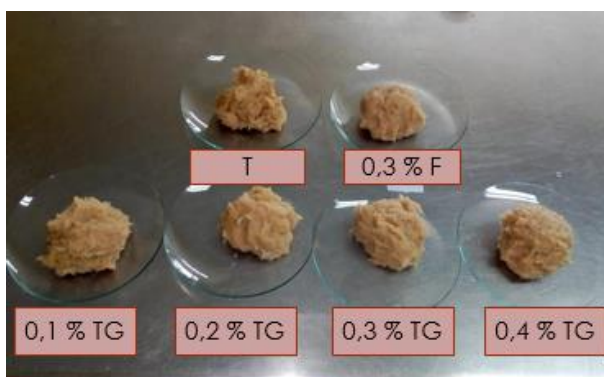
## **IX. APÉNDICE**



**Figura 12.**

***Color en pechuga de pollo***

Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 13.**

***Elaboración de nuggets: formado***

Fuente: Elaboración propia (2019).





**Figura 14.**  
***Nuggets control y con 0.3% de fosfato***

Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 15.**  
***Nuggets con 0.1% y 0.2% de la enzima transglutaminasa***

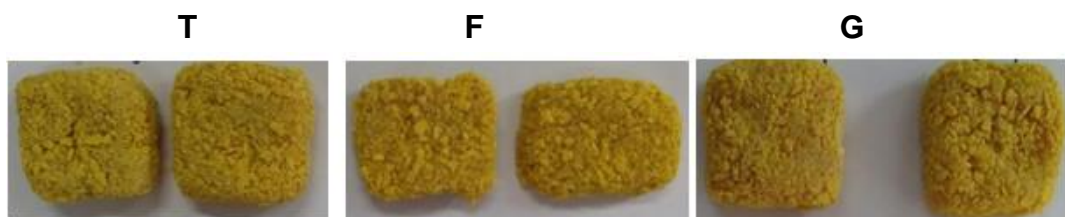
Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 16.**

***Nuggets con 0.3% y 0.4% de la enzima transglutaminasa***

Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 17.**

***Nuggets testigo (T), con fosfato 0.3% (F) y con enzima TG 0.2% (G)***

Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 18.**

***Nuggets con niveles de la enzima transglutaminasa (TG)***

Nota. Con 0.1%, 0.2%, 0.3% Y 0.4% de transglutaminasa

Fuente: Elaboración propia (2019).

## **X. ANEXOS**

**Anexo 1.**  
**Matriz de consistencia**

**Tabla 26.**

**Acción de la enzima transglutaminasa sobre la textura y vida útil en nuggets de pollo (*Gallus gallus domesticus*)”**

<b>Problema Principal</b>	<b>Objetivos General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variables Dependiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicador</b>	<b>Metodología Enfoque. Alcance</b>
¿Será posible determinar si, la textura y vida útil de los nuggets de pollo dependerán de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado?.	Determinar si, la textura y vida útil de los nuggets de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado.	La textura y vida útil de los nuggets con carne de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado.	La textura de los nuggets de pollo.  la vida útil de los nuggets de carne de pollo.	- % - % - Días - °C - 0-14 - % - % - 3-4 - mg/L - 0-5 puntos  - 0-7 puntos	- Humedad - CRA - Tiempo - Temperatura - pH - Acidez total - Característica sensorial  - Nivel de aceptabilidad	<b>Enfoque:</b> cuantitativo.  <b>Alcance:</b> Descriptivo Correlacional  <b>Diseño:</b> Experimental  <b>Grupos:</b> Control Experimental  <b>Tratamientos:</b> Control Experimental (4)
<b>Específicos</b>	<b>Específicos</b>	<b>Específicas</b>	<b>Independiente</b>			<b>Técnica de recolección de datos:</b>
¿Será posible determinar si, las características físico químicas (textura) de los nuggets de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado?  ¿Será factible evaluar, si los parámetros del proceso de elaboración de los nuggets de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado?  ¿Será razonable determinar si, las características microbiológicas, sensoriales y vida útil de los nuggets de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado?	Determinar si, las características físico químicas (textura) de los nuggets de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado.  Evaluar, si los parámetros del proceso de elaboración de los nuggets de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado.  Determinar si, las características microbiológicas, sensoriales y vida útil de los nuggets de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado.	<b>H<sub>1</sub>:</b> Las características físico químicas (textura) de los nuggets de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado.  <b>H<sub>2</sub>:</b> Los parámetros del proceso de elaboración de los nuggets de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa en el porcentaje adicionado.  <b>H<sub>3</sub>:</b> Las características microbiológicas, sensoriales y vida útil de los nuggets de pollo dependen de la acción de la enzima transglutaminasa adicionado	Enzima transglutaminasa en los nuggets de carne de pollo	- % - 0-14 - % - °C - min.	- Concentración - pH - Acidez total - Temperatura - Tiempo	A través de análisis: Físico químico Microbiológico Sensorial.  <b>Población:</b> 25 kg <b>Muestra:</b> 2.5 kg

## Anexo 2.

### **Anova de un solo factor: firmeza vs. producto**

#### **Método**

Hipótesis nula            Todas las medias son iguales  
Hipótesis alterna        No todas las medias son iguales  
Nivel de significancia    $\alpha = 0.05$   
*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

**Tabla 27.**

#### **Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PRODUCTO	2	12.8533	6.42667	613.45	0.000
Error	21	0.2200	0.01048		
Total	23	13.0733			

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla 28.**

#### **Análisis de Medias: firmeza vs producto**

PRODUCTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
F	8	7.4000	0.0756	(7.3247; 7.4753)
T	8	5.8000	0.1069	(5.7247; 5.8753)
TG	8	7.3000	0.1195	(7.2247; 7.3753)

*Desv.Est. agrupada = 0.102353*

Fuente: Elaboración propia (2019).

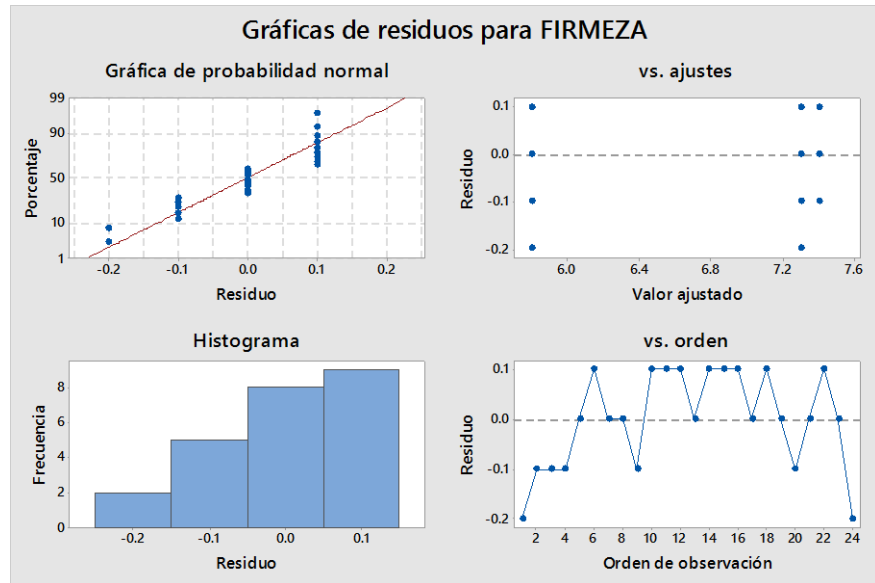
**Tabla 29.**

#### **Prueba de Tukey: firmeza vs producto**

PRODUCTO	N	Media	Agrupación
F	8	7.4000	A
TG	8	7.3000	A
T	8	5.8000	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

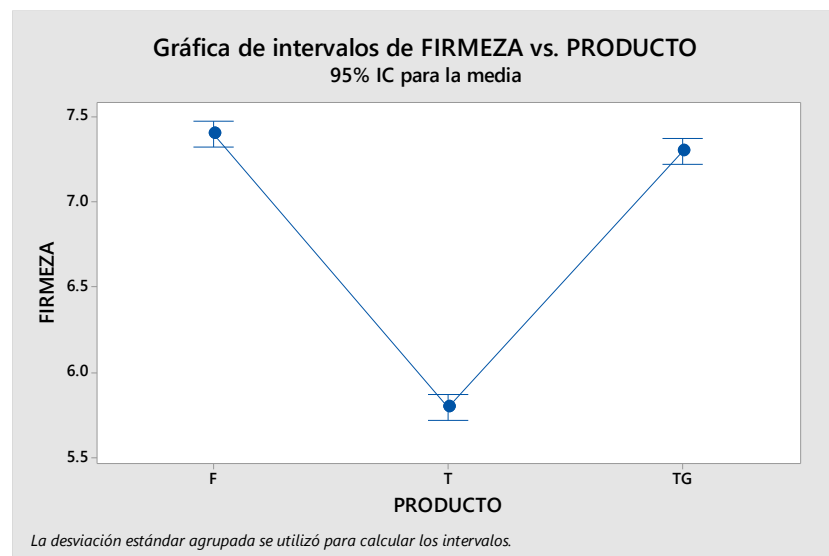
Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 19.**

***De residuos para firmeza***

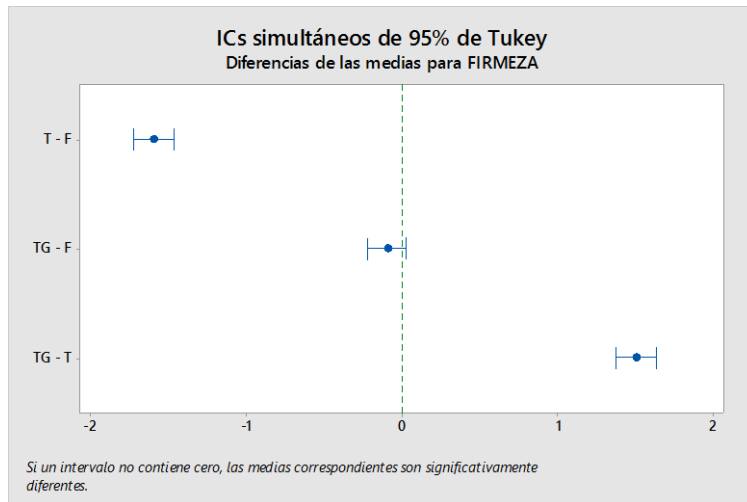
Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 20.**

***De intervalos de firmeza vs productos***

Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 21.**

***Diferencia de las medias para firmeza***

Fuente: Elaboración propia (2019).



### Anexo 3.

#### **Anova de un solo factor: elasticidad vs. producto**

##### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

**Tabla 30.**  
**Análisis de Varianza: elasticidad vs producto**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PRODUCTO	2	17.4400	8.72000	832.36	0.000
Error	21	0.2200	0.01048		
Total	23	17.6600			

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla 31.**  
**Análisis de Medias: elasticidad vs producto**

PRODUCTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
F	8	7.5000	0.0756	(7.4247; 7.5753)
T	8	5.6000	0.1069	(5.5247; 5.6753)
TG	8	7.3000	0.1195	(7.2247; 7.3753)

Desv.Est. agrupada = 0.102353

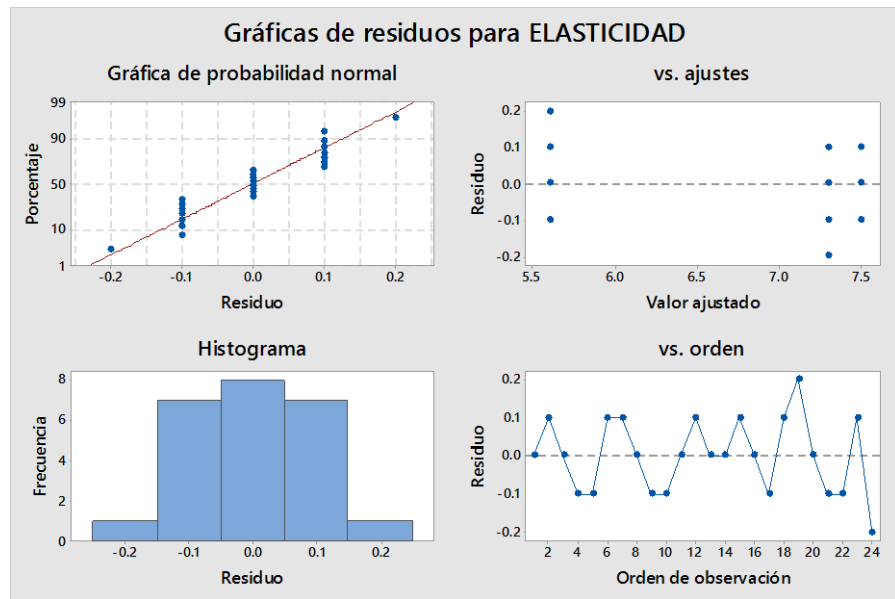
Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla 32.**  
**Prueba de Tukey: elasticidad vs producto**

PRODUCTO	N	Media	Agrupación
F	8	7.5000	A
TG	8	7.3000	B
T	8	5.6000	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

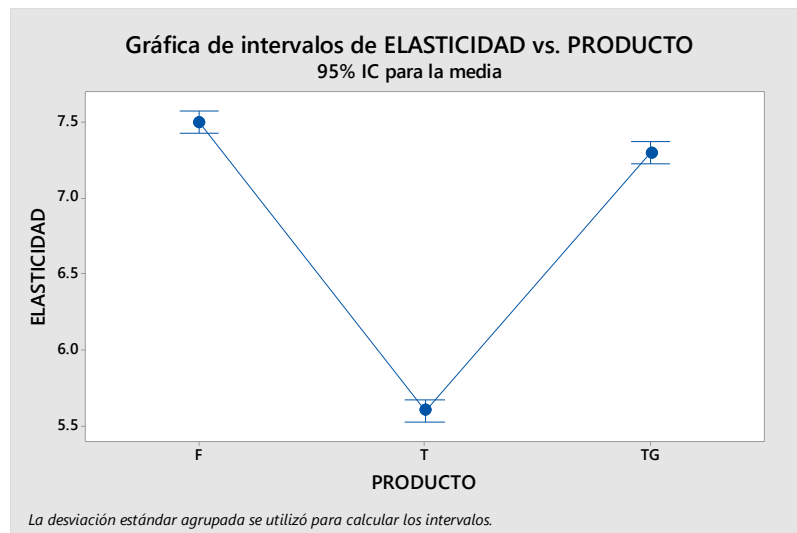
Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 22.**

***De residuos para elasticidad***

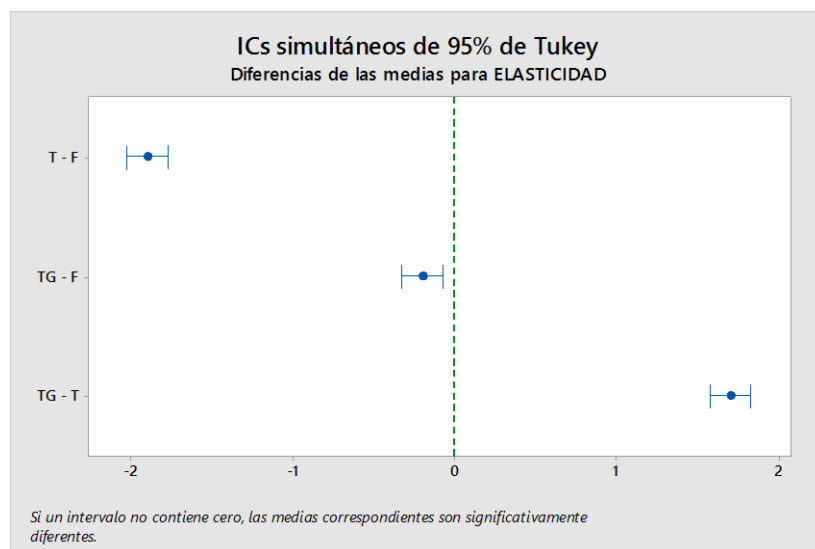
Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 23.**

**De intervalos de elasticidad vs producto.**

Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 24.**

***Diferencia de las medias para elasticidad***

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### **Anexo 4.**

#### **Anova de un solo factor: cohesividad vs. producto**

##### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

**Tabla 33.**  
**Análisis de Varianza: cohesividad vs producto**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PRODUCTO	2	16.3733	8.18667	955.11	0.000
Error	21	0.1800	0.00857		
Total	23	16.5533			

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla 34.**  
**Análisis de Medias: cohesividad vs producto**

PRODUCTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
F	8	7.4000	0.0756	(7.3319; 7.4681)
T	8	5.7000	0.0756	(5.6319; 5.7681)
TG	8	7.5000	0.1195	(7.4319; 7.5681)

*Desv.Est. agrupada = 0.0925820*

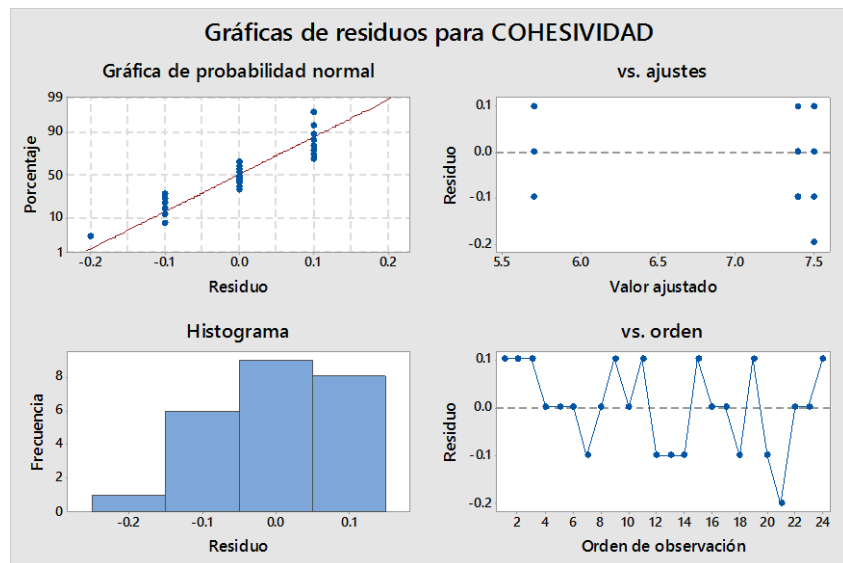
Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla 35.**  
**Prueba de Tukey: cohesividad vs producto**

PRODUCTO	N	Media	Agrupación
TG	8	7.5000	A
F	8	7.4000	A
T	8	5.7000	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

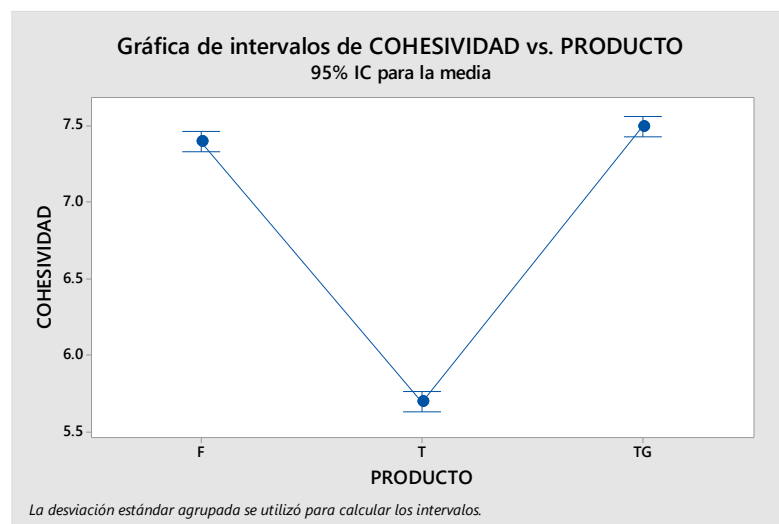
Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 25.**

***De residuos para cohesividad***

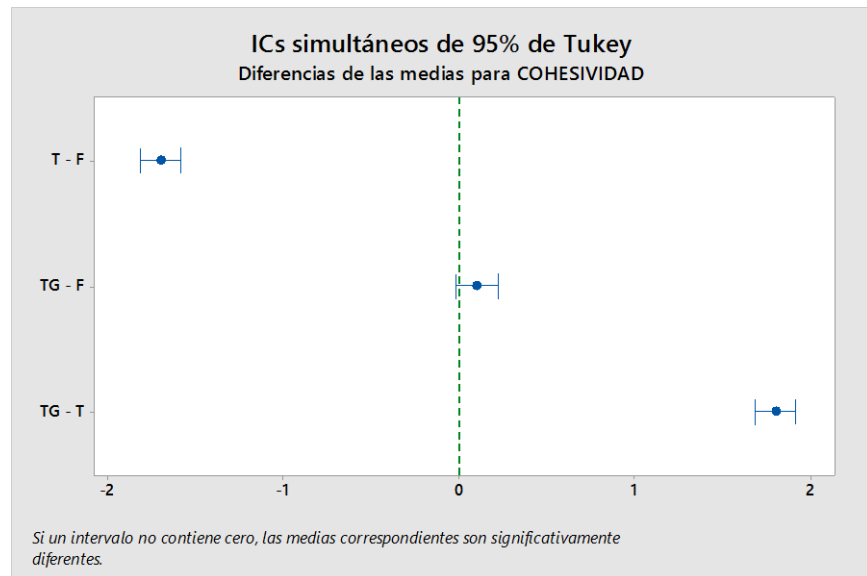
Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 26.**

***De intervalos de cohesividad vs producto***

Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 27.**

***Determinar diferencias de las medias para cohesividad***

Fuente: Elaboración propia (2019).

## Anexo 5.

### **Anova de un solo factor: masticabilidad vs. producto**

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

**Tabla 36.**  
**Análisis de Varianza: masticabilidad vs producto**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PRODUCTO	2	16.3733	8.18667	573.07	0.000
Error	21	0.3000	0.01429		
Total	23	16.6733			

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla 37.**  
**Análisis de Medias: masticabilidad vs producto**

PRODUCTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
F	8	7.3000	0.0756	(7.2121; 7.3879)
T	8	5.6000	0.1690	(5.5121; 5.6879)
TG	8	7.4000	0.0926	(7.3121; 7.4879)

*Desv.Est. agrupada = 0.119523*

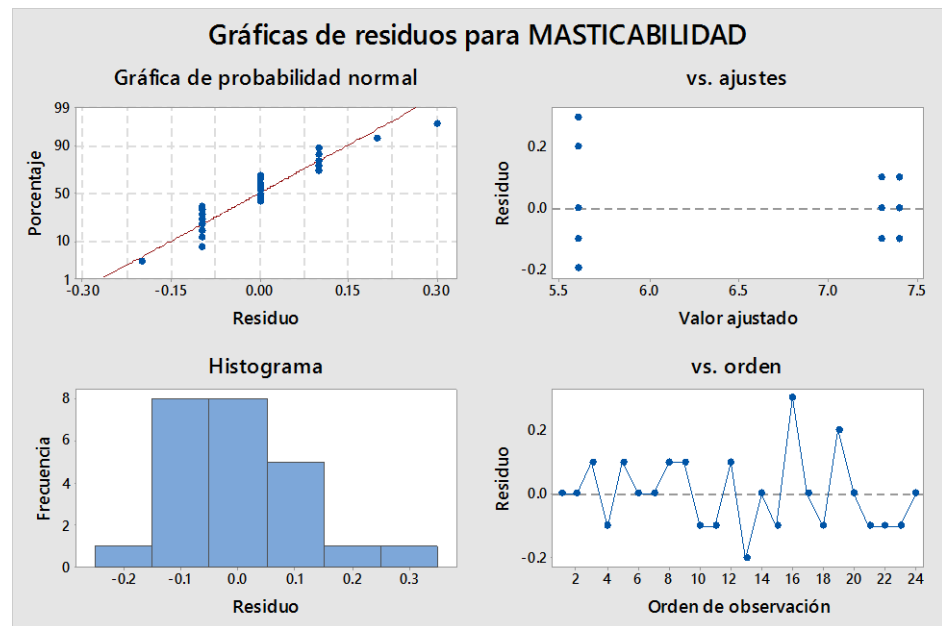
Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla 38.**  
**Prueba de Tukey: masticabilidad vs producto**

PRODUCTO	N	Media	Agrupación
TG	8	7.4000	A
F	8	7.3000	A
T	8	5.6000	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

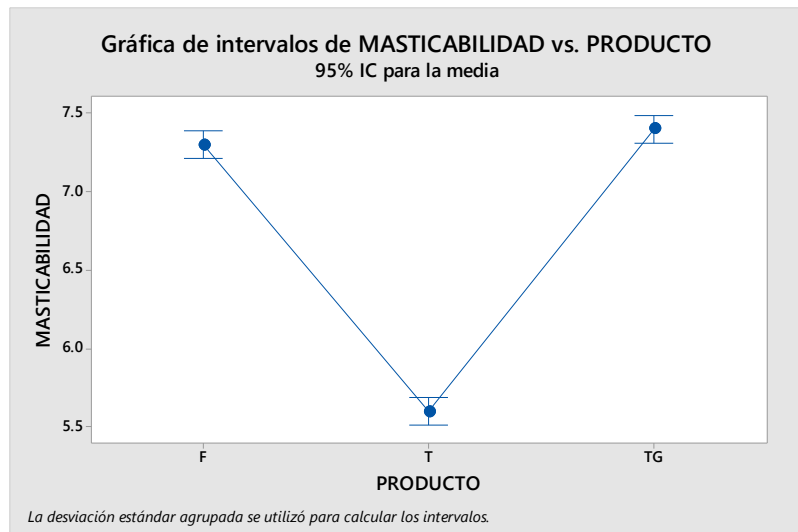
Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 28.**

***De residuos para masticabilidad***

Fuente: Elaboración propia (2019).

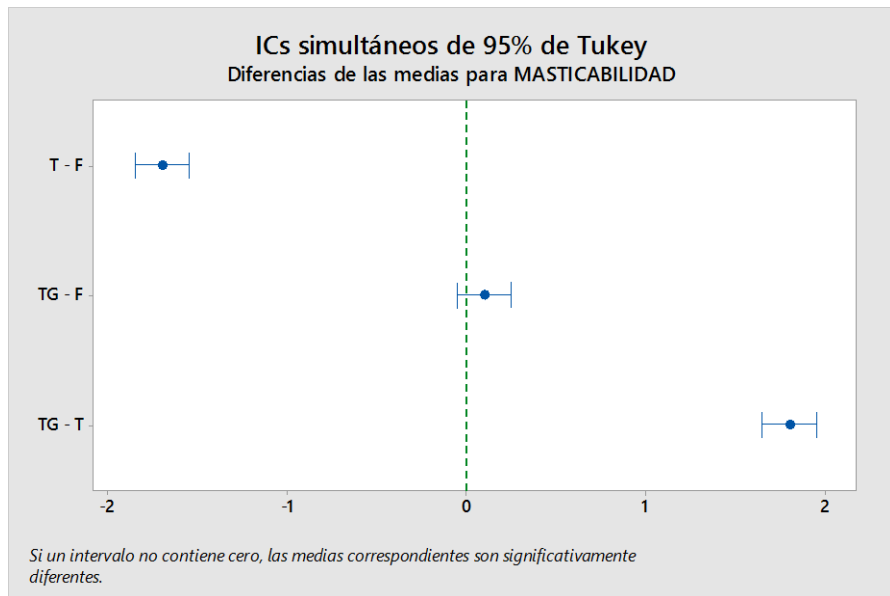


**Figura 29.**

***De intervalos de masticabilidad vs producto***

Fuente: Elaboración propia (2019).





**Figura 30.**

***Diferencia de las medias para masticabilidad***

Fuente: Elaboración propia (2019).

## Anexo 6.

### **Anova de un solo factor: textura 10 días vs. producto**

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

#### **Tabla 39.**

##### **Análisis de Varianza: textura 10 días vs. producto**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PRODUCTO	2	14.560	7.2800	25.91	0.000
Error	21	5.900	0.2810		
Total	23	20.460			

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### **Tabla 40.**

##### **Análisis de Medias: textura 10 días vs. producto**

PRODUCTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
F	8	7.200	0.659	(6.810; 7.590)
T	8	5.500	0.385	(5.110; 5.890)
TG	8	7.100	0.510	(6.710; 7.490)

*Desv.Est. agrupada = 0.530049*

Fuente: Elaboración propia (2019).

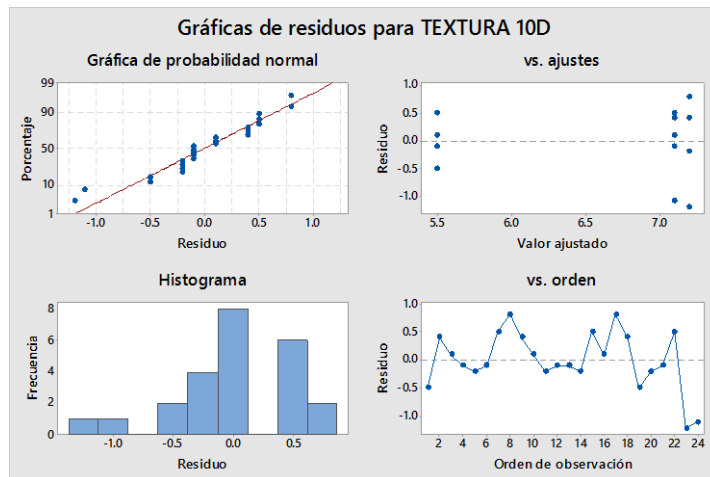
#### **Tabla 41.**

##### **Prueba de Tukey: textura 10 días vs. producto**

PRODUCTO	N	Media	Agrupación
F	8	7.200	A
TG	8	7.100	A
T	8	5.500	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

Fuente: Elaboración propia (2019).

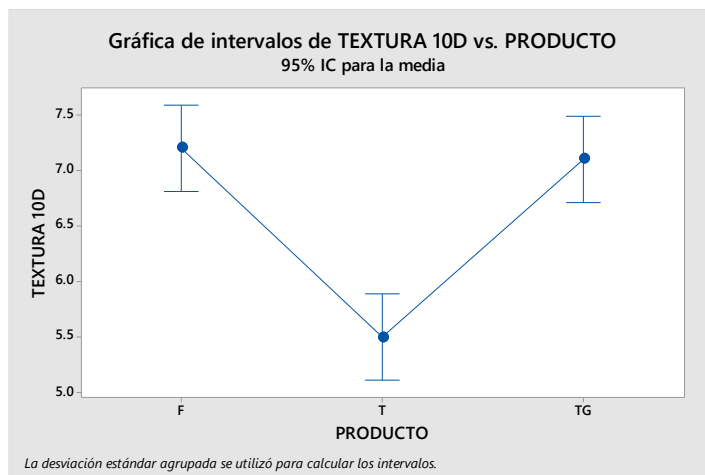


**Figura 31.**

***De residuos para textura de nuggets***

Nota. Testigo, fosfato 0.3% y TG 0.2% por 10 días.

Fuente: Elaboración propia (2019).

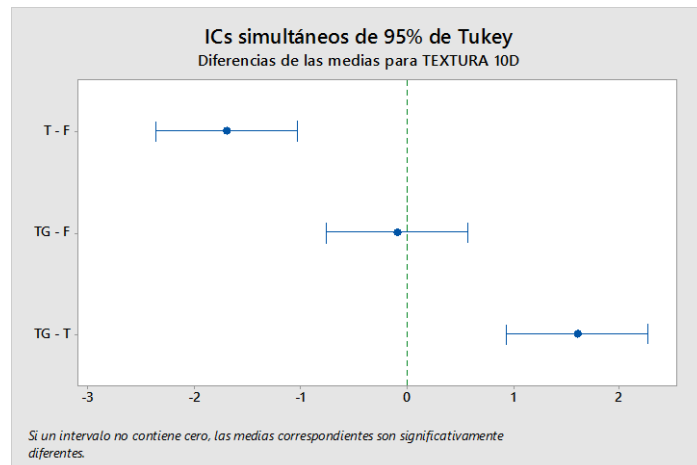


**Figura 32.**

***De intervalos de textura en nuggets***

Nota. Testigo, fosfato 0.3% y TG 0.2% por 10 días.

Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 33.**

***Diferencia de las medias en textura en nuggets***

*Nota. Testigo, fosfato 0.3% y TG 0.2% por 10 días.*

Fuente: Elaboración propia (2019).

## Anexo 7.

### **Anova de un solo factor: textura 20 días vs. producto**

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

**Tabla 42.**

#### **Análisis de Varianza: textura 20 días vs. producto**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PRODUCTO	2	14.560	7.2800	57.91	0.000
Error	21	2.640	0.1257		
Total	23	17.200			

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Tabla 43.**

#### **Análisis de Medias: textura 20 días vs. producto**

PRODUCTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
F	8	7.000	0.444	(6.739; 7.261)
T	8	5.3000	0.2563	(5.0393; 5.5607)
TG	8	6.900	0.338	(6.639; 7.161)

Desv.Est. agrupada = 0.354562

Fuente: Elaboración propia (2019).

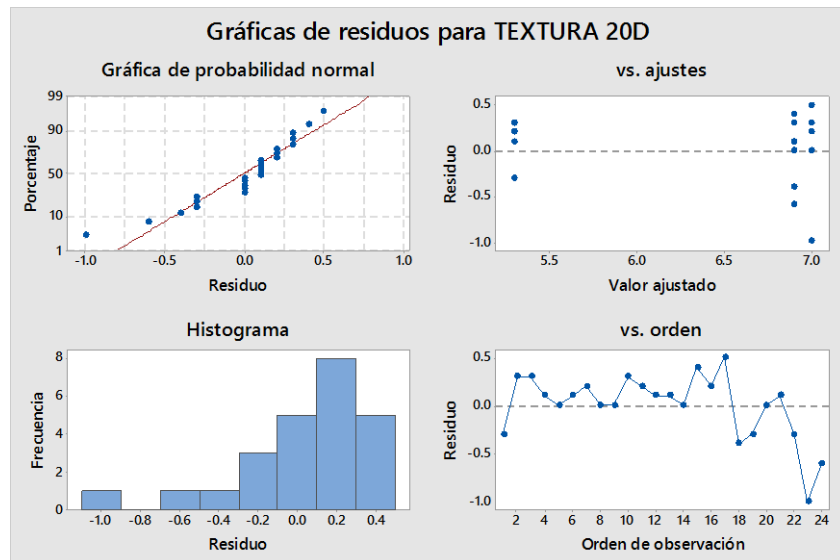
**Tabla 44.**

#### **Prueba de Tukey: textura 20 días vs. producto**

PRODUCTO	N	Media	Agrupación
F	8	7.000	A
TG	8	6.900	A
T	8	5.3000	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fuente: Elaboración propia (2019).

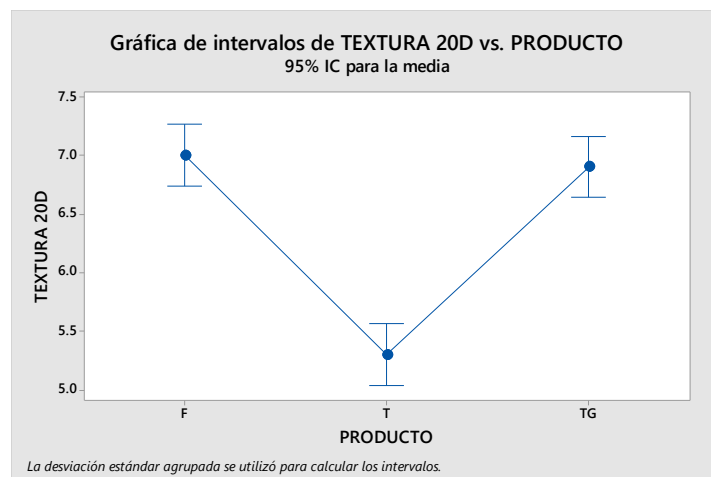


**Figura 34.**

***De residuos para textura de nuggets***

Nota. Testigo, con fosfato 0.3% y con tg 0.2% por 20 días

Fuente: Elaboración propia (2019).

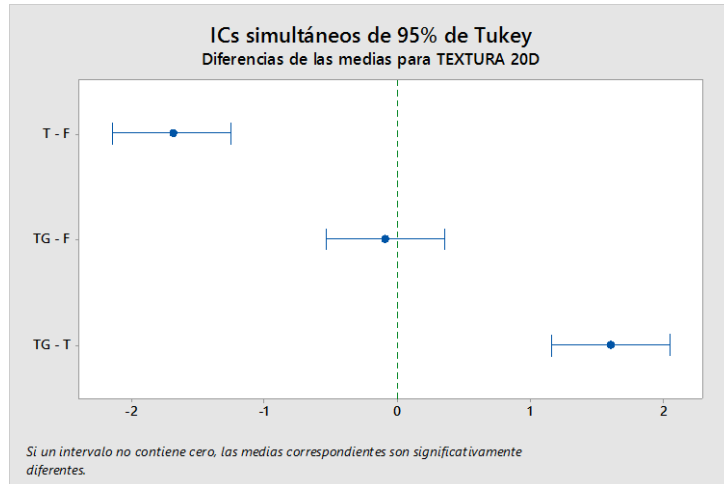


**Figura 35.**

***De intervalo de textura en nuggets***

Nota. Testigo, con fosfato 0.3% y con tg 0.2% por 20 días

Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 36.**

***De diferencia de las medias en textura en nuggets***

Nota. Testigo, con fosfato 0.3% y con tg 0.2% por 20 días

Fuente: Elaboración propia (2019).

## Anexo 8.

### **Anova de un solo factor: textura 30 días vs. producto**

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

#### **Tabla 45.**

##### **Análisis de Varianza: textura 30 días vs. Producto**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PRODUCTO	2	18.293	9.1467	25.54	0.000
Error	21	7.520	0.3581		
Total	23	25.813			

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### **Tabla 46.**

##### **Análisis de Medias: textura 30 días vs. Producto**

PRODUCTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
F	8	6.900	0.614	(6.460; 7.340)
T	8	5.000	0.657	(4.560; 5.440)
TG	8	6.800	0.515	(6.360; 7.240)

Desv.Est. agrupada = 0.598411

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### **Tabla 47.**

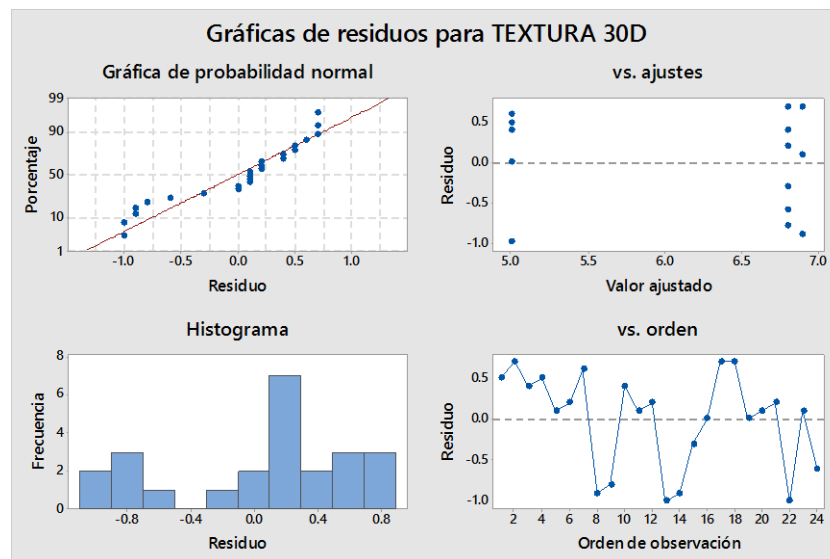
##### **Prueba de Tukey: textura 30 días vs. Producto**

PRODUCTO	N	Media	Agrupación
F	8	6.900	A
TG	8	6.800	A
T	8	5.000	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Fuente: Elaboración propia (2019).



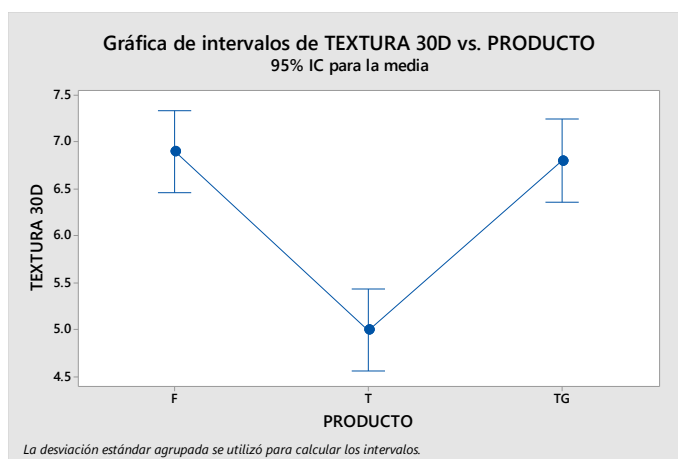


**Figura 37.**

***De residuos para textura de nuggets***

Nota. Testigo, con fosfato 0.3% y con TG 0.2% por 30 días

Fuente: Elaboración propia (2019).

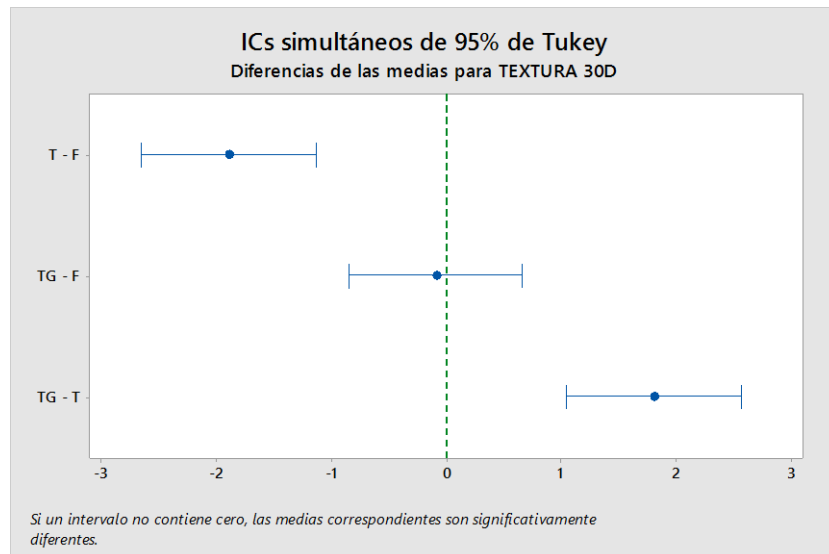


**Figura 38.**

***De intervalo de textura en nuggets***

Nota. Testigo, con fosfato 0.3% y con TG 0.2% por 30 días

Fuente: Elaboración propia (2019).



**Figura 39.**

***Diferencias de las medias en textura de nuggets***

Nota. Testigo, con fosfato 0.3% y con TG 0.2% por 30 días

Fuente: Elaboración propia (2019).

## Anexo 9.

### **Anova de un solo factor: textura 40 días vs. producto**

#### Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

*Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.*

#### **Tabla 48.**

##### **Análisis de Varianza: textura 40 días vs. Producto**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
PRODUCTO	2	20.803	10.4017	33.84	0.000
Error	21	6.455	0.3074		
Total	23	27.258			

Fuente: Elaboración propia (2019).

#### **Tabla 49.**

##### **Análisis de Medias: textura 40 días vs. Producto**

PRODUCTO	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
F	8	6.700	0.602	(6.292; 7.108)
T	8	4.725	0.625	(4.317; 5.133)
TG	8	6.700	0.411	(6.292; 7.108)

*Desv.Est. agrupada = 0.554419*

Fuente: Elaboración propia (2019).

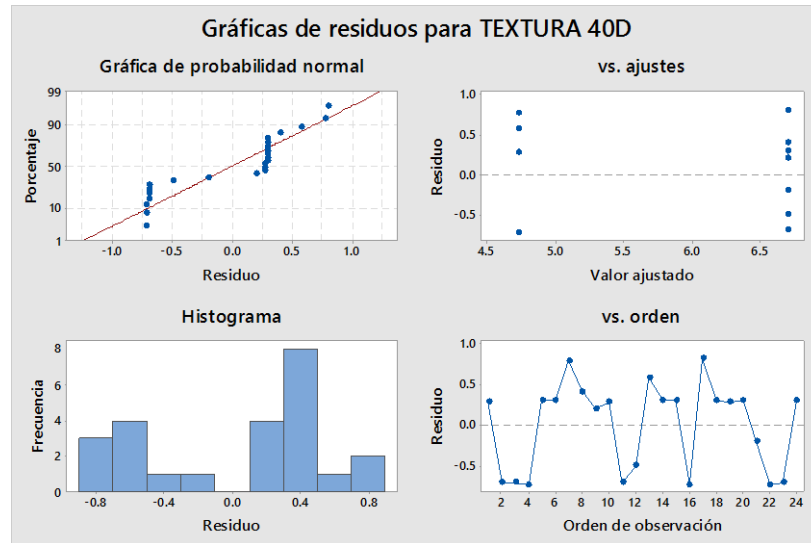
#### **Tabla 50.**

##### **Prueba de Tukey: textura 40 días vs. Producto**

PRODUCTO	N	Media	Agrupación
F	8	6.700	A
TG	8	6.700	A
T	8	4.725	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

Fuente: Elaboración propia (2019).

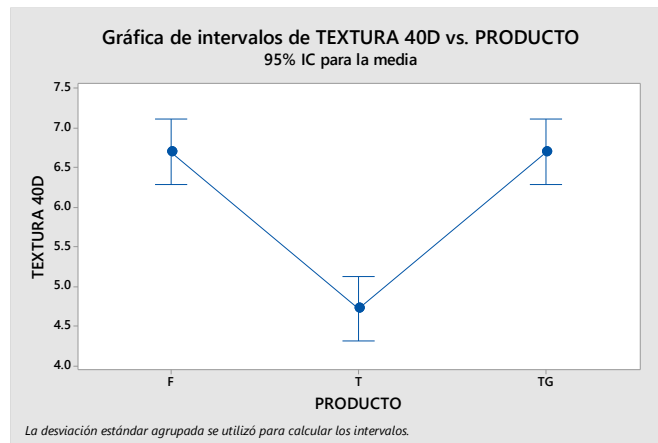


**Figura 40.**

***De residuos para textura de nuggets***

Nota. Testigo, con fosfato 0.3% y con TG 0.2% por 40 días

Fuente: Elaboración propia (2019)

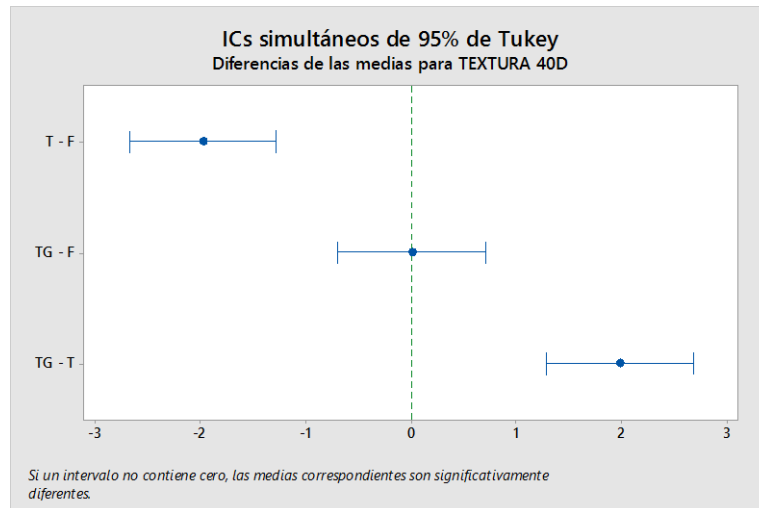


**Figura 41.**

***De intervalo de textura en nuggets.***

Nota. Testigo, con fosfato 0.3% y con TG 0.2% por 40 días

Fuente: Elaboración propia (2019)



**Figura 42.**

***De diferencia de las medias en textura en nuggets.***

Nota. Testigo, con fosfato 0.3% y con TG 0.2% por 40 días

Fuente: Elaboración propia (2019)

## Anexo 10.

### Modelo de ficha test de valoración

Tipo: Valoración  
Test. Descriptivo  
Producto: .....

Nombre; .....  
Fecha. ....  
Hora:.....

Instrucciones:

Por favor califique la calidad de las muestras respecto a la característica ..... que se presentan de acuerdo a la escala de calidad que se indica. Marque sólo una calificación por muestra.

Muestra N° .....	Muestra N°.....	Muestra N°.....
Excelente .....	Excelente.....	Excelente.....
Muy bueno .....	Muy bueno.....	Muy bueno .....
Bueno .....	Bueno .....	Bueno .....
Regular .....	Regular .....	Regular .....
Malo .....	Malo .....	Malo .....

Muchas gracias

Fuente: Elaboración propia (2019).

**Anexo 11.**

***Modelo de ficha test de aceptabilidad***

Tipo: Respuesta subjetiva  
Test. Escala hedónica  
Producto: .....

Nombre; .....  
Fecha. ....  
Hora:.....

Instrucciones:

Por favor califique cada muestra según su magnitud de agrado, de acuerdo a la escala enunciada. Marque sólo una calificación por muestra.

Me gusta mucho .....  
Me gusta moderadamente .....  
Me gusta levemente .....  
No me gusta ni me disgusta .....  
Me disgusta levemente .....  
Me disgusta moderadamente .....  
Me disgusta mucho .....

Muchas gracias

Fuente: Elaboración propia (2019).