

Mejoramiento de la textura de un producto reconstituido de trozos de camarón empleando la enzima Transglutaminasa

Denisse Álvarez- Anchundia^{1*}; María Fernanda Carrillo²; Nibia, Novillo-Luzuriaga³; Rigoberto Peñafiel-León⁴

Resumen

La Costa Ecuatoriana alberga diferentes especies de camarones de alta calidad y gran interés comercial, entre ellos destaca el *Litopenaeus vannamei* debido a su mayor adaptación en la acuicultura. En la amplia gama de mariscos, el camarón cumple el más alto potencial de materia prima cuando se lo transforma en productos que contengan mayor valor agregado debido a sus características organolépticas y excelente calidad, además parte del camarón cosechado o extraído del mar no se exporta, puesto que existe un subproducto que incumple las exigencias de los importadores debido a que se encuentra troceado y se conoce como venta local o camarón quebrado. La enzima transglutaminasa con sus propiedades de ligar proteínas, es un ingrediente clave para reconstituir estos pedazos de bajo valor comercial. El objetivo de este estudio fue desarrollar un producto alimenticio reconstituido a base de pedazos de camarón con una mejor adherencia y compactación en la proteína de la carne del crustáceo. Se evaluó mediante análisis sensorial la aceptabilidad de esta enzima en el producto elaborado, obteniendo mayor preferencia los productos con transglutaminasa por su textura y sabor, cabe destacar que las características organolépticas y el contenido nutricional del camarón no fueron alterados de acuerdo a los análisis realizados.

Palabras Clave: Camarón; enzima; transglutaminasa; valor agregado; organoléptico.

Improvement of the texture of a reconstituted product based on shrimp pieces using the enzyme transglutaminase

Abstract

The Ecuadorian Coast hosts different species of shrimp of high quality and commercial interest, among them *Litopenaeus vannamei* stands out due to its greater adaptation in aquaculture. Shrimp fulfills the highest potential of raw material, when it is transformed into products that contain greater added value due to its organoleptic characteristics and excellent quality, in the wide range of seafood. In addition, part of the shrimp harvested or extracted from the sea is not exported, since there is a sub-product that does not meet the requirements of importers because it is cut up and is known as local sale or broken shrimp. The enzyme transglutaminase with its properties of binding protein is a key ingredient to reconstitute these pieces of low commercial value. The objective of this study was to develop a reconstituted food product based on pieces of shrimp with better adhesion and compaction in the crustacean meat protein. The acceptability of this enzyme in the processed product was evaluated by sensorial analysis, obtaining more preference the products with transglutaminase for their texture and flavor, it should be noted that the organoleptic characteristics and the nutritional content of the shrimp were not altered according to the analyzes carried out.

Keywords: Shrimp; enzyme; transglutaminase; added value; organoleptic.

Recibido: 18 de julio de 2016

Aceptado: 29 de mayo de 2017

¹ Bióloga. Jefe de producción y Logística HERBU S.A; denisse3a@hotmail.com

² Doctora en Química y Farmacia. Docente Facultad de Ciencias Químicas Universidad de Guayaquil; maria.carrillor@ug.edu.ec

³ Máster en Nutrición, Directora Carrera de Licenciatura en Nutrición, Universidad Estatal de Milagro-Ecuador. nnovillo@unemi.edu.ec

⁴ Ingeniero en Alimentos. Director Maestría en Procesamiento y Conservación de Alimentos, Facultad de Ingeniería Química Universidad de Guayaquil-Ecuador; rigoberto.penafiel@ug.edu.ec

*Autor para la correspondencia: denisse3a@hotmail.com

I. INTRODUCCIÓN

Los procesadores de alimentos constantemente tratan de crear productos exitosos al menor costo posible, para lo cual utilizan ingredientes innovadores como la enzima transglutaminasa cuyo uso está aprobado por la Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, USDA (2015) en niveles de hasta 65 ppm en carnes, pollos y frutos de mar. Su aplicación se basa en entrecruzar dos proteínas diferentes, formando enlaces covalentes entre los aminoácidos Glutamina y Lisina. Es decir, regenera las uniones de pedazos de carne para formar un solo trozo carneo, crea conexiones entre las partículas de proteínas, las cuales causan su aglutinación. (Barreiro y Seselovsky, 2003).

Un término muy utilizado en la industria del camarón, es el "valor agregado del camarón" y se menciona a cualquier tipo de modificación que se pueda realizar al crustáceo luego de la eliminación de la cabeza (o "descabezado"). El valor agregado incluye entre otras presentaciones, pelado con o sin vena, crudo o cocinado y diversos cortes como estilo mariposa, tail on o tail off, redondo (pelado y desvenado con cola) y corte western (un corte mariposa profundo que aplana el camarón), las cuales están diseñadas con el fin de ahorrar tiempo y trabajo en restaurantes, hoteles, comercios al menudeo, o en la cocina del consumidor. Mucho de este proceso de "valor agregado" se realiza en países en los que la mano de obra es más económica y en los que la acuicultura se ha convertido en una industria en proceso de auge.

Uno de los principales subproductos de las exportaciones de camarón, son las ventas locales, las mismas que no cumplen con las exigencias para los productos de exportación, no por su calidad organoléptica, sino porque en la mayoría de los casos no cumplen con la calidad física del importador, por tratarse en su mayoría de producto troceado o mudado.

En la actualidad, el consumidor es más exigente pide cada vez más productos de conveniencia que tengan uniformidad en cuanto a peso y forma, a más de su valor nutritivo, así mismo, la industria alimentaria está constantemente innovando, creando productos exitosos al menor costo posible. Ejemplo de ello es aprovechar pedazos o trozos de carne para crear los llamados 'productos reconstituidos', que aprovecha piezas de carne más pequeñas a través del moldeado para constituir una sola pieza, que posteriormente se convierte en productos que se adaptan perfectamente a los deseos del consumidor.

Generalmente en la producción de carne reconstituida generalmente se utilizan sustancias auxiliares como, enzimas naturales y proteínas naturales, para asegurar su consistencia, ternura, jugosidad, buen sabor y color, una estructura firme, y uniformidad en peso y forma (Barreiro, Seselovsky, 2003)

La enzima transglutaminasa es utilizada en aplicaciones de panadería, pues tiene la finalidad de crear una red proteica que suple la ausencia del gluten y ayuda a que el pan pueda elevarse durante el leudado (Vergara, 2011). También sirve de mucha utilidad en aplicaciones de cárnicos, lácteos y pescados por lo que tiene mucha eficiencia para ligar las proteínas (Aguilar-Zárate, et al., 2012). En productos cárnicos se ha utilizado en combinación con alginato sódico (0.5 – 1%) con un tiempo de amasamiento entre 15 a 30 minutos para compactarlos (Echavarría, Restrepo, & Sepúlveda, 2013).

El uso de la Transglutaminasa en preparados cárnicos y productos pesqueros ayuda a mejorar la firmeza, elasticidad, viscosidad, termoestabilidad y capacidad de retención de líquidos. Además permite transformar recortes de Carne o Pescado sin valor comercial en porciones estandarizadas con un alto valor añadido (Barreiro, 2003)

La transglutaminasa con la adición de caseinato de sodio induce a una buena reacción de entrecruzamiento entre los trozos de carne cruda, su aplicación comercial origina un único corte de carne. Este valor agregado al producto hace que la carne cruda o cocida pueda ser cortada en rodajas o fetas (Márquez et al., 2006).

Existen dos tipos de transglutaminasa, las calcio dependientes, las cuales se extraían de tejidos u órganos como el hígado y plasma de mamíferos, en pescados y plantas (transglutaminasa tisular) pero en escasa cantidad y de una calidad media y su aplicación en alimentos era difícil; y las que no requieren calcio para su actividad, ni tampoco de cofactor o coenzima, y se obtiene gracias a un método de fermentación, en el que se emplea almidón y otras materias primas. Ajinomoto, uno de los proveedores de la enzima, cultiva la producción de transglutaminasa a partir del microorganismo *Streptomyces mobaraensis*, y luego purifica el producto desde el medio de cultivo (Vergara, 2011)

La transglutaminasa se muestra activa en un rango de pH de 5 a 8, y a temperaturas que oscilan entre los 0° y 70°C. Se puede utilizar en todo tipo de carnes y pescados pero el resultado es óptimo en carnes rojas y libres de

grasa. Una vez que se ha formado la carne reconstituida no se dispersa ni siquiera con la congelación o cocimiento (Márquez, 2006). Los productos reestructurados tienen una alta demanda debido a su conveniencia económica y fácil utilización.

Actualmente no existe legislación armonizada en el ámbito comunitario sobre el uso de enzimas utilizadas como aditivos alimentarios. En España, el uso de enzimas se regula mediante la inclusión en las listas positivas de reglamentaciones técnico sanitarias y normas de calidad específicas. En Francia, la transglutaminasa de *Streptomyces mobaraensis*, está autorizada desde 1999, pero únicamente para productos que se vendan cocidos, con un tratamiento térmico, bajo la responsabilidad del fabricante, que inactive la enzima, y con la condición de que el consumidor sea informado del tratamiento aplicado en la carne, también se la autoriza como coadyuvante tecnológico para utilizarla en productos de la carne elaborados a partir de piezas de carne y también en productos de la pesca. Esta autorización está limitada a productos precocinados, de manera que el tratamiento térmico aplicado garantice la inactivación de la enzima (Agencia de Salud Pública de Catalunya, 2015)

En Alemania, la transglutaminasa se considera un coadyuvante tecnológico y no un aditivo alimentario. En los productos cárnicos tratados para el calor, como el jamón cocido, la transglutaminasa no existe en el producto final, porque se destruye en el proceso de tratamiento térmico, y de esta manera no tiene ya ningún efecto tecnológico. Utilizando transglutaminasa en el procesamiento de carne cruda o productos crudos de carne, la enzima tampoco tiene un efecto tecnológico en el producto final. A diferencia de los aditivos alimentarios, los coadyuvantes tecnológicos no necesitan autorización. El único requisito es que los coadyuvantes tecnológicos no presenten un riesgo para la salud humana (Agencia de salud Pública de Catalunya, 2015)

El Codex Alimentarius, recoge la transglutaminasa de *Streptomyces mobaraensis* en el Inventario de sustancias utilizadas como coadyuvantes de elaboración. En la entrada de la transglutaminasa del Inventario, se recoge que no ha sido evaluada por el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) y no se fijan especificaciones. (Agencia de Salud Pública de Catalunya, 2015; Codex Alimentarius, 1981)

Food and Drug Administration, FDA (Estados Unidos de América) califica a la transglutaminasa de *Streptomyces mobaraensis* como segura (GRAS) en diversas ocasiones desde 1997 y para diversos usos, por ejemplo, para la carne procesada, productos de la pesca, quesos, crema de quesos, postres helados, etc., con determinadas condiciones de uso (Agencia de Salud Pública de Catalunya, 2015)

El objetivo de este estudio ha sido desarrollar un producto reconstituido a base de trozos de camarón de poco valor comercial con una mejor adherencia y compactación en la proteína de la carne del crustáceo, sin alterar sus características organolépticas, utilizando la enzima transglutaminasa .

II. DESARROLLO

1. Materiales y métodos

En este trabajo de investigación, se desarrollaron 3 formulaciones cuya materia prima en común fue el camarón en trozos o pedazos, a las cuales se les adiciono especias para mejorar y resaltar el sabor característico del crustáceo. A la primera prueba se le adicionó la enzima transglutaminasa para ligar sus proteínas y reconstituir un producto de características organolépticas y apariencia .

En la etapa inicial se realiza el análisis organoléptico del camarón de la especie *Litopenaus vannamei* y se pesa en una balanza gramera analítica (Camry precisión 1000/001g), adicionalmente se pesan los demás ingredientes como son la enzima transglutaminasa GRANOZYME LP. (Granotec); GRANOMIX TBG (Granotec); GRANOMIX AF L. (Granotec) además de las especias y condimentos como: ajo, cebolla, pimienta, curry, cilantro, romero, almidón, conservantes como el E300 (Ácido Ascórbico) como antioxidante y el E331 (Citrato sódico) como corrector de acidez. Finalmente se pesa la apanadura.

Luego de tener los ingredientes listos y pesados por un lado, se empieza con el troceado de camarón pues se desea que los trozos sean pequeños para que haya mayor adherencia, después de este procedimiento en el primer amasado se añade el GRANOMIX AF L. y se amasa anualmente durante un tiempo aproximado de 3 a 4 minutos. Posteriormente el paso siguiente es el segundo amasado dentro del cual se procedió a dividir en tres muestras, a la primera se añadió GRANOZYME LP en dosis al 1% y se amasó durante 3 a 4

minutos más (Tabla 1), a la segunda muestra se añadió 90 gramos de huevo batido y también se amasa por el mismo tiempo que la primera muestra (Tabla 2), finalmente a la tercera muestra se mantiene como control (Tabla 3), es decir no se añade ningún material que ayude a compactar y sólo se amasa por segunda ocasión durante 3 a 4 minutos.

Las masas se separan se cubren con fundas plásticas, presionando adecuadamente para eliminar las burbujas de aire entre los trozos del camarón y se sellan herméticamente con selladora eléctrica (Selladora eléctrica Marca SIMBO 110V) y se deja reposar durante 24 horas a temperatura de refrigeración de 2 a 4 °C con la finalidad de polimerizar los diferentes trozos de proteína y obtener un aglomerado homogéneo y resistente a futuros procesos de manipulación, congelación, apanado y fritura.

Una vez que el producto está reconstituido y previo a su congelación, se procede a realizar cortes con diversas formas que se desean obtener ya sea en nuggets o hamburguesas. Para desarrollar los cortes específicos se usa una cortadora eléctrica (Marca Cutter Bone 2000) una vez que el producto está congelado. Finalmente las porciones son congeladas a temperaturas de -18 °C y se pasan a través de la mezcla de GRANOMIX TBG, cuya solución es preparada con un 55% de agua y 45% de granomix TBG. Posteriormente se sumerge el producto en esta mezcla, se espolvorea con apanadura y se vuelve a congelar.

Finalmente, se empacaron en fundas de polietileno de 70 micras como empaque primario para mantener las características organolépticas y luego fueron colocadas dentro de una caja parafinada resistente a la humedad cumpliendo con los requerimientos de etiquetados necesarios para informar al consumidor.

Las tres formulaciones fueron pasadas por un batido para adherencia de la apanadura (tabla 4)

Tabla 1. Muestra de camarón, con adición de enzima Transglutaminasa

| INGREDIENTES | PORCENTAJE (g/100gr) |
|------------------|----------------------|
| CAMARÓN TROCEADO | 95,6 |
| GRANOMIX AF L | 3,4 |
| GRANOZYME LP | 1 |
| HUEVOS | 0 |
| TOTAL | 100 |

Tabla 2. Cobertura para todas las pruebas

| DESCRIPCIÓN | PORCENTAJE (gr/100) |
|-------------|---------------------|
| MASA | 87 |
| BATIDO | 8 |
| APANADURA | 5 |
| TOTAL | 100 |

ANÁLISIS SENSORIAL

Se realizó una encuesta a un grupo de 30 personas (18 mujeres – 12 hombres), para conocer el grado de satisfacción de los productos desarrolladas entre las muestras aplicadas con enzima y la muestra que no contenía enzima, utilizando una escala hedónica donde la puntuación empieza con puntuación de 1 a la descripción me disgusta muchísimo hasta el valor de 9 me gusta muchísimo (Anzaldúa – Morales, 1982). Adicionalmente se realizó un estudio de preferencia entre la muestra que contiene enzima y la que no contiene. Las pruebas fueron desarrolladas con los empleados de la empresa HERBU S.A.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

En la recepción, se realizó análisis organoléptico del camarón, el mismo que comercialmente es denominado camarón quebrado, juvenil o ventas locales. Se pesaron los ingredientes para cada una de las pruebas realizadas. (Tabla 5)

Tabla 3. Pesos de los ingredientes para cada formulacion desarrollada

| INGREDIENTES | PRIMERA FORMULACION | SEGUNDA FORMULACION | TERCERA FORMULACION |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| CAMARÓN | 3 Kilos (6.6 lbs) | 3 kilos (6,6 lbs) | 3 kilos (6,6 lbs) |
| GRANOMIX AF L | 102 gr | 102 gr | 102 gr |
| GRANOZYME LP | 30 gr | 0 | 0 |
| HUEVOS | 0 | 90 gr | 0 |

Los porcentajes de los ingredientes utilizados, son Granomix AF L al 3.4 % del peso del camarón para todas las pruebas, Granozyme LP 1% para la primera formulación y Huevos 3% para la segunda.

Se troceó o picó el camarón, ya que es recomendable que los pedazos de la carne sean pequeños para lograr una mejor adherencia. Se los mezcló con el granomix AFL, el mismo que contiene especias y preservantes como al ácido ascórbico y se amasa manualmente por 3 a 4 minutos.

A la primera formulación se le agregó el 1% de la enzima y se amasó manualmente por 3-4 minutos más. A la segunda, se le agregó 90 gramos de huevo batido y se amasa manualmente por 3-4 minutos. Y a la tercera no se le agregó nada, y se amasó manualmente por 3 a 4 minutos.

Se colocaron las masas, separadas por formulación, en fundas plásticas presionando adecuadamente para eliminar burbujas de aire entre los pedazos del camarón y se sellaron herméticamente para evitar que entre aire a la masa. Se lo dejó reposar durante 24 horas a una temperatura de refrigeración (2-4°C) con el fin de polimerizar los diferentes pedazos de carne y obtener un aglomerado homogéneo y resistente a futuros procesos de manipulación, congelación, apanado y fritura. Se realizaron los respectivos cortes de acuerdo a la presentación del producto y posteriormente son pasadas por la mezcla de Granomix TBG y apanadura y se llevaron a congelación a -18°C.

2. Resultados

Se seleccionó a un grupo de panelistas para analizar la adherencia y compactación de las proteínas en el producto desarrollado.

Formulación 1.

Se adicionó la enzima transglutaminasa y se pudo observar como la masa tanto en crudo como cocido fue más compacta a la hora de su manipulación, su textura fue más homogénea y al momento de la masticación del producto se percibió su jugosidad, con un sabor característico del camarón, sin dejar sabor residual.

Formulación 2.

Se utilizó el huevo como aglutinante natural, las

muestras no tuvieron una forma compacta, pero no se desmenuzaron al ser manipuladas por poseer el aglutinante del huevo, que ayudó a mantener el conglomerado del camarón, la masa no estaba totalmente compacta y fue un poco difícil su manipulación al momento del sumergirla al batido y posterior apanado. Al momento de su fritura, los pedazos de carne se dispersaron, pero no en su totalidad. Su textura fue parecida a la muestra de la primera formulación y aún se sintió jugosa su carne, y se mantuvo su sabor característico pero con un ligero sabor a huevo.

Formulación 3.

Se desarrolló sin la adición de un aglutinante químico o natural, la falta de una sustancia pegante en la masa de camarón, hizo que los pedazos no se compacten como lo hicieron en las formulaciones anteriores, lo que provocó una difícil manipulación del producto al momento del apanado y posterior cocción, al momento de la fritura, los pedazos de carne se separaron de la masa original. La textura de esta muestra fue más dura que las otras dos pruebas realizadas, y desapareció la jugosidad de la carne, característica de este marisco cuando no es tratado con ningún tipo de químico.

En la figura 1, se puede apreciar más claramente la diferencia de la textura y compactación de los fragmentos de carne en el producto desarrollado, destacándose la formulación 1, por su apariencia, sabor y textura.



Figura 1. Textura de las muestras desarrolladas

Resultados Análisis Sensorial

Treinta personas participaron en el panel sensorial, de los cuales fueron 60% mujeres y 40% hombres. Se analizó el grado de preferencia de las muestras con enzima y sin enzimas y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Para la muestra desarrollada con enzima las calificaciones fueron 10% me gusta bastante 80% me gusta mucho y 10% me gusta muchísimo, mientras que para la muestra sin enzima un 20% determinó que le gusta ligeramente la muestra, un 36,6 % gusta moderadamente , un 26,6% gusta

mucho y tan solo un 16,8% de los encuestados mostraron muchísimo gusto por la muestra. Por lo tanto se obtiene los datos obtenidos el análisis de varianza de los resultados sensoriales sobre la aceptación en términos generales que se muestran en la tabla 4 y tabla 5.

Tabla 4. Datos obtenidos de los resultados sensoriales

| Calificación | Descriptivos | | | | | | |
|--------------------|--------------|-------|----------------|--|-----------------|--------|--------|
| | N | Media | Error estandar | 95% del intervalo de confianza para la media | | Mínimo | Máximo |
| | | | | limite inferior | limite superior | | |
| Muestra con enzima | 30 | 7,33 | ,175 | 6,98 | 7,69 | 6 | 9 |
| Muestra con enzima | 30 | 8,00 | ,083 | 7,83 | 8,17 | 7 | 9 |
| Total | 60 | 7,67 | ,105 | 7,46 | 7,88 | 6 | 9 |

Tabla 5. Análisis de varianza ANOVA

| Calificación | ANOVA | | | | |
|------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Entre grupos | 6,667 | 1 | 6,667 | 11,837 | ,001 |
| Dentro de grupos | 32,667 | 58 | ,563 | | |
| Total | 39,333 | 59 | | | |

A partir de los datos obtenidos, se puede indicar que existe una diferencia significativa mayor del 5% entre las muestras en términos de gustos, así mismo dentro de los resultados de la prueba de preferencia 24 evaluadores prefirieron la muestra que contenía la enzima lo que representa un 80%, al determinar el nivel de significancia para un 5% se requiere un mínimo de 21 muestras elegidas, por lo tanto la muestra que contiene enzima es significativamente preferida.

Determinación del pH del producto desarrollado utilizando transglutaminasa

Se determinó el pH, cuyo resultado ha sido de 7,5 que es ligeramente alcalino, este parámetro es importante y tiene gran influencia en el

almacenamiento, por lo que debe ser controlado, el uso de conservantes como ácido ascórbico es recomendable para evitar el ranciamiento, debido al gran contenido de lípidos o grasas que se encuentran presentes en el camarón.

Resultados microbiológicos

Se analizó el contenido microbiológico de la formulación 1 con el fin de determinar si el producto cumple con las normas de inocuidad requeridas para el consumo humano (Tabla 6).

Resultados nutricionales

En la Tabla 7, se muestra los resultados del análisis nutricional de la formulación 1, con adición de la enzima

Tabla 6. Análisis microbiológico de la formulación 1

| PARÁMETROS | MÉTODO | RESULTADOS | UNIDAD | RANGO DE ACEPTACIÓN |
|------------------|----------------|------------------------|------------------------|---------------------|
| AEROBIOS TOTALES | AOAC 986,33 | 4.10 X 10 ⁴ | UFC/g | <3x10 UFC/g |
| C. TOTALES | AOAC 991,14 | 1.1 X 10 ² | UFC/g | <2x10 UFC/g |
| E.COLI | AOAC 991,14 | <1 X 10 | UFC/g | <10 UFC/g |
| S. AUREUS | AOAC 2003,07 | <1 X 10 | UFC/g | <3x10 UFC/g |
| SALMONELLA | AOAC RI 960801 | AUSENCIA | AUSENCIA/ PRESENCIA | AUSENCIA |

Tabla 7. Resultados nutricionales de la muestra de la prueba 1

| PARÁMETROS | MÉTODO | RESULTADOS | UNIDAD | RANGO DE ACEPTACIÓN |
|--------------------|-------------------------------|------------|-------------------|-----------------------|
| Nitrógeno proteico | SM 4500-NO3-B 22ND ED.2012 | 24,5 | g./100g. porción | 27g./100g. porción |
| Carbohidrato | ICUMSA | 2,6 | g./100g. porción | 1.24 g./100g. porción |
| Grasas | SM 5520-D 22ND ED. 2012 | 1.4 | g./100g. porción | 2.35 g./100g. porción |
| Sodio | SM 3500-Na-B 22ND ED.2012 | 175 | mg./100g. porción | 613 mg./100g. porción |
| Potasio | SM 3500-K-B 22ND ED.2012 | 305 | mg./100g. porción | 176 mg./100g. porción |
| Calcio | SM 3500-Ca B 22ND ED.2012 | 111 | g./100g. porción | 56 g./100g. porción |
| Hierro | SM 3500-Fe B 22ND ED.2012 | 1,9 | g./100g. porción | 2.7g/100g. porción |

III. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado las respectivas experimentaciones se pudo determinar la aplicación y uso de la enzima transglutaminasa para poder reconstituir trozos de camarón que inicialmente son parte de un subproducto del procesamiento del camarón *Litopenaeus vannamei* y que finalmente puede transformarse en un producto con valor agregado, que puede comercializarse como materia prima en forma de nuggets y otras formas que son utilizados en diversas aplicaciones culinarias.

Entre las muestras realizadas con el camarón para la reconstitución de los pedazos en un producto terminado, se pudo determinar que si se aplica un aglutinante natural como el huevo, o sin el uso de cualquier compactante, no se pueden obtener resultados óptimos. Mientras que el uso de la enzima transglutaminasa se demuestra que genera gran compactación, sin embargo se tiene que dejar reposar la muestra en condiciones de refrigeración entre los 2 y 40C para que las proteínas se polimericen y se obtenga un producto con grado de compactación ideal.

IV. RECOMENDACIONES

Dado que su tamaño muestral para la aplicación de los tests es tan pequeño se recomienda que se amplíe el estudio a una población mayor para solo así poder estratificar por género, edad, clase social y otros parámetros de interés en el campo de desarrollo de nuevos productos.

Finalmente, este estudio puede ser tomado como base para poder experimentar y tratar de elaborar diferentes tipos de aplicaciones con alimentos de estructuras similares como, pescado, calamar, pulpo y que con el uso de la enzima transglutaminasa puedan elaborarse productos finales con valor agregado a partir de trozos que resultan del procesamiento de la industria de pescados y mariscos.

V. REFERENCIAS

Agencia de Salut Publica de Catalunya (2015). Transglutaminasa: evaluación de la seguridad y del uso en los alimentos. Consultado en Noviembre de 2015. Disponible en <http://salutpublica.gencat.cat/es/seguretatalimentaria/infoacsa/infoacsa-118/>

- Norma Técnica Ecuatoriana INEN 0456:81 (1981). Langostinos y camarones congelados (crustáceos). Consultado en Noviembre de 2015. Disponible en <http://www.normalizacion.gob.ec/normas-oficializadas/>
- Codex Alimentarius. (1981). Norma para los camarones congelados rápidamente. Consultado en Noviembre de 2015. Disponible en <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/standards/list-of-standards/es/>
- Aeschlimann D. y Paulsson M. (1994). Transglutaminase: Protein cross-linking enzyme in tissues and body fluids. *Thromb. Haemost.* 71: 402–415
- Aguilar-Zárate, P., Aguilar-Zárate, M., Inungaray, M. L. C., & Rivera, O. M. P. (2012). Importancia de la producción de transglutaminasa microbiana para su aplicación en alimentos. *Revista Científica*, 4(8).
- Anzaldúa-Morales, A. (1993). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Editorial. Acribia, S. A. Zaragoza. España.
- Ando H., Adachi M., Umeda K., Matsuura A., Nonaka M., Uchio R., Tanaka H. y Motoki M. (1989). Purification and characteristics of a novel transglutaminase derived from microorganisms. *Agric. Biol. Chem.*, 53: 2613–261
- Arthur., G., (1990). Seafood Preservation & Processing, Food Technology. Williams and Wilkins Co., Baltimore
- Barreiro F, Seselovsky R., (2003). Usos de la transglutaminasa en la industria alimentaria. Elaboración de carne reconstituida *Ingenio*, . 6 (10) pp. 157-164
- Casp A. y Abril J., (2003). , *Procesos de conservación de alimentos*. Ediciones mundiprensa.
- Cobb Bryant (1990) . Physiology of Shrimp, Effect on use as food. Department of animal science, Texas A&M University
- Echavarría, E., Sepúlveda, T., Restrepo, F., (2013) Reestructurado de carne usando enzima transglutaminasa transferasa y alginato, *Journal of Agricultural and Animal Sciences*. 2 (2): 42-51.
- Jaros D., Partschfeld C., Henle T. y Rohm H. (2006). Transglutaminase in Dairy Products: Chemistry, Physics, Applications. *Journal of Texture Studies*. 37: 113-155.
- Kämpfer, P., Kroppenstedt, R. M. & Dott, W. (1991). A numerical classification of the genera *Streptomyces* and *Streptoverticillium* using miniaturized physiological tests. *J Gen Microbiol* 137, 1831–1891..
- Kuraishi C., Sakamoto J. y Soeda T. (1996). The usefulness of Transglutaminase for food processing. *Biotechnology for improved foods and flavors Biotechnology for improved foods and flavors. ACS symposium series 637*, 29–38 pp.
- Katoh, N., A. Hashimoto, H., (1984). Effect of temperature on the rate for the setting of meat pastes from Alaska pollack, white croaker and tilapia. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 50: 2103-2108.
- Lawrie R.A., (1977). Ciencia de la carne. Editorial Acribia. Zaragoza- España, 2da Edición.
- Márquez, E.; Arévalo, E., Barboza, Y., (2006). Efecto de la concentración de transglutaminasa y tiempo de reacción en la estabilidad de productos reestructurados. *Revista Científica XVI* (6): 663.
- Márquez E., Arévalo E., Barboza Y., Benítez B., Rangel L. y Archile A. (2006). Efecto de la concentración de transglutaminasa y tiempo de reacción en la estabilidad de productos reestructurados. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 6: 662-667.
- Vergara Olivares, P. (2011). Efecto de adición de enzima transglutaminasa en el desarrollo de pan a base de harina de quínoa (*Chenopodium quinoa Willd*). Disponible en <http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/116490>