

Desarrollo, proyección técnica y económica a gran escala, de extracción de proteína hidrolizada de la cabeza de camarón (*Litopenaeus vannamei*), para la empresa Golfo Azul, Choluteca, Honduras

Bryan Jose Pizarro Mera

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2019

ZAMORANO
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE AGONEGOCIOS

Desarrollo, proyección técnica y económica a gran escala, de extracción de proteína hidrolizada de la cabeza de camarón (*Litopenaeus vannamei*), para la empresa Golfo Azul, Choluteca, Honduras.

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Administración de Agronegocios en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Bryan Jose Pizarro Mera

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2019

Desarrollo, proyección técnica y económica a gran escala, de extracción de proteína hidrolizada de la cabeza de camarón (*Litopenaeus vannamei*), para la empresa Golfo Azul, Choluteca, Honduras.

Bryan Jose Pizarro Mera

Resumen. La empresa Golfo Azul trabaja con la especie de camarón *Litopenaeus vannamei*, y en la búsqueda de maximizar su cadena productiva, busca una alternativa para los desechos (cabezas de camarón). Una alternativa es extraer la proteína de dichos desechos. Para esto, el método utilizado en la recuperación de la proteína de la cabeza del camarón, es hidrólisis alcalina, añadiendo dos químicos el NaOH (hidróxido de sodio) y KOH (hidróxido de potasio). Este estudio se realizó con los objetivos de realizar la extracción de proteína, mediante hidrólisis alcalina comparando dos químicos; desarrollar el flujo de proceso; determinar el equipo necesario y analizar la inversión para la extracción a gran escala. Como resultados se obtuvo que, sí existe una diferencia estadística entre, usar KOH obteniendo 57.02% de proteína, versus el NaOH con 49.76% de proteína; se definió el flujo de proceso a gran escala. En cuanto a los equipos son necesarios 29, los cuales tendrán un costo aproximado de USD 1,441,400.00 y el costo de los químicos, dependerá de cual se usará. En conclusión, el KOH permite una extracción de 7.26% más que el NaOH, el flujo de proceso tendrá un tiempo de 33.33 horas y la inversión será de USD 1,441,400.00 en equipos y de un costo anual de USD 103,209.74 con NaOH y de USD 158,186.73 con KOH. Se recomienda usar camarón completo para la extracción de proteína, buscar otro tipo de extracción y un análisis de costo beneficio entre los dos catalizadores.

Palabras clave: Aprovechamiento de desechos, hidrólisis alcalina, integración vertical.

Abstract. The company Golfo Azul works with the shrimp species *Litopenaeus vannamei*, and in the search to maximize its production chain, it's seeking for an alternative for waste (shrimp heads). An alternative is to extract the protein from these wastes. For this, the method used in the recovery of the shrimp head protein is alkaline hydrolysis, adding two chemicals, NaOH (sodium hydroxide) and KOH (potassium hydroxide). This study was conducted with the objectives of carrying out protein extraction, by alkaline hydrolysis comparing two chemicals; develop the process flow; determine the necessary equipment and analyze the investment for large-scale extraction. As results, it was found that there is a statistical difference between using KOH obtaining 57.02% of protein, versus NaOH with 49.76% of protein; the process flow was defined on a large-scale. As for the machinery, 29 are needed, which will cost approximately USD 1,441,400.00 and the different chemical costs will depend on which one will be used. In conclusion, the KOH allows an extraction of 7.26% more than the NaOH, the process flow will have a time of 33.33 hours and the investment will be USD 1,441,400.00 in equipment and an annual cost of USD 103,209.74 with NaOH and USD 158,186.73 with KOH. It is recommended using complete shrimp for protein extraction, looking for another type of extraction for the issue of accessibility of the chemicals and a cost-benefit analysis between the two catalysts.

Key Word: Waste utilization, alkaline hydrolysis, vertical integration.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
5. CONCLUSIONES	19
7. RECOMENDACIONES.....	20
8. LITERATURACITADA.....	21
9. ANEXOS	24

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Promedio de pérdida de peso en el proceso de lavado de las cabezas de camarón.	8
2. Porcentaje de agua contenido en las cabezas de camarón.	9
3. Promedio de pérdida en el proceso de molienda.	9
4. Promedio de cáscara no triturada con tamaño mayor a 0.25mm.	10
5. Cantidad de sobrenadante después de centrifugado para NaOH y KOH.	11
6. Promedio de peso obtenido al secar sobrenadante con NaOH.	12
7. Promedio de peso obtenido al secar sobrenadante con KOH.	12
8. Cuantificación de porcentaje de proteínas en hidrolizado con NaOH.	13
9. Cuantificación de porcentaje de proteínas en hidrolizado con KOH.	13
10. Porcentaje de proteína, según el método tradicional Kjeldahl (AOAC 2001.11).	14
11. Resultados de Prueba “t sudent” con dos muestras independientes.	14
12. Detalle de flujo de proceso, en capacidades de equipos y tiempo requerido.	15
13. Descripción de la inversión en equipos, para extracción de proteína.	16
14. Descripción de la inversión en químicos, para extracción de proteína.	16
15. Calculo de depreciación para diez años, por el método línea recta.	17
16. Beneficios por venta de producto de manera anual.	17

Figuras	Página
1. Flujo de proceso para extracción de proteína mediante hidrólisis alcali.	7
2. Información técnica de lavadora de camarón marca.	0
3. Lavadora de marca “GUOXIN”.	0
4. Lavadora de marca “GUOXIN”.	1
5. Información Técnica de Horno túnel de secado.	1
6. Horno túnel de secado marca.	2
7. Horno túnel de secado marca “Shine”.	2
8. Técnica de trituradora de rodillos marca “AIPAK”.	3
9. Trituradora de rodillos marca “AIPAK”.	3
10. Trituradora de rodillos marca “AIPAK”.	3
11. Información técnica de la clasificadora marca “HD”.	4
12. Información técnica de la clasificadora marca “HD”.	4
13. Información técnica de la clasificadora marca “HD”.	5
14. Información técnica de Marmita industrial marca “Hycook”.	5
15. Marmita industrial marca “Hycook”.	6
16. Marmita industrial marca “Hycook”.	6
17. Información técnica de centrifugadora marca “XBSY”.	6

18. Centrifugadora marca “XBSY”.....	7
19. Centrifugadora marca “XBSY”.....	7
20. Información técnica de liofilizador marca “PMTC”.....	8
21. Liofilizador marca “PMTC”.....	8
22. Liofilizador marca “PMTC”.....	9

Anexos Página

1. Cotización de transporte por "Intercontinental Link Cargo S.A"	24
2. Dimensiones de los equipos.	0
3. Datos técnicos de lavadora de camarón.	0
4. Datos técnicos de la maquinaria de secado.	1
5. Datos técnicos de molino.	3
6. Datos técnicos de Clasificadora (tamizadora).	4
7. Datos técnicos de marmitas.	5
8. Datos técnicos de centrifugadora.	6
9. Datos técnicos de liofilizador.	8

1. INTRODUCCIÓN

El camarón es un producto de origen animal, pertenece al orden de los decápodos, y pertenece la familia de los peneidos (Penaeidae). Con el desarrollo y mejora de técnicas para la cría intensiva de camarón, se dio paso a la producción en Hawái, Estados Unidos, y extensas zonas de Centro y Sudamérica, a principios de la década de 1980, siendo *Penaeus vannamei* la especie principalmente cultivada. Actualmente los principales países productores de *Penaeus vannamei*, son 36, entre ellos los más importante son China, Tailandia, Indonesia, Brasil, Ecuador, México, Venezuela, Honduras, entre otros (Briggs, 2009).

La República de Honduras forma parte del Istmo Centroamericano, que a su vez tiene fronteras con Guatemala, El Salvador y Nicaragua. En Honduras, las principales actividades pesqueras se dan lugar en las costas caribeñas, pacíficas, en el lago de Yojoa y en la represa Hidroeléctrica de Francisco Morazán, según información de la FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015). “En 2013, se reportaron 3,910 personas empleadas en la pesca de agua dulce. El mercado principal para la producción de la costa pacífica son las pescaderías o supermercados de Tegucigalpa” (FAO, 2015). Actualmente los cultivos de mayor importancia son: el cultivo de camarón marino y el cultivo de tilapia (FAO, 2015).

En el mercado se ofrece camarón en presentaciones como congelado con cabeza, congelado sin cabeza y camarón pelado, a su vez estos son los principales productos de exportación hacia los principales mercados de Estados Unidos de Norteamérica, la Unión Europea y Japón. La actual tendencia es hacia el procesamiento de productos con valor agregado. Lo que ubica al cultivo de camarón marino entre los rubros más importantes de Honduras. Tener una gran producción conlleva a un gran procesamiento de camarón en plantas, las cuales le dan el valor agregado que es la clasificación, el pelado y descabezado. Existen otros tipos de valor agregado como el corte del camarón pelado según especificaciones, como por ejemplo, el corte mariposa, desvenado, listo para freír, camarón precocido o en salmuera, entre otras presentaciones (Briggs, 2009).

En la planta procesadora, el camarón es sometido a diferentes procesos según el mercado al que esté destinado. Los desechos de camarón son principalmente por descabezado y pelado, de los cuales entre el 50 y el 70% son de la cabeza, concha y la cola del camarón. Externamente en la cabeza del camarón, se encuentra la concha, los ojos y las antenas de este, mientras que internamente se encuentran diferentes órganos vitales para él mismo, como lo son el estómago, corazón, hepatopáncreas y aparato reproductor, además una pequeña cantidad de musculo (Gastélum, 2002). Estos desechos son fuente de proteína y otros subproductos, los cuales si se los extrae es posible darles diferentes usos, como en la

nutrición animal, creación de aditivos, extracción de polímeros, extracción de pigmentos (astaxantina), extracción de aminoácidos específicos entre otros (Sandoval, 2018).

Existen diferentes métodos de extracción de estas proteínas de la cabeza del camarón. Entre estos métodos, los más comunes son la recuperación de proteína por el método de hidrólisis y “una de las aplicaciones más importantes de los hidrolizados de proteínas es su utilización como fuente de nitrógeno en la formulación de dietas enterales” (GUADIX, GUADIX, PÁEZ-DUEÑAS, & GONZÁLEZ-TELLO, 2000). Los tipos de hidrólisis son alcalina, enzimática y por el método de fermentación. En la hidrólisis alcalina es posible utilizar dos tipos de bases, hidróxido de sodio (NaOH) o hidróxido de potasio (KOH), este método conserva la calidad de las proteínas obtenidas que a comparación de porcentajes de extracción de otros métodos es mayor (Veeranjaneyul, Dora, & Koteswar, 2013). Esta proteína es usada en diferentes industrias, como en la nutrición de peces, o en la elaboración de alimentos balanceados y suplementos para mascotas, también como emulsificantes y gelificantes en algunos alimentos de mascotas del mercado actual. La demanda de materias primas con alto contenido de proteína para la elaboración de alimentos de mascotas, está en constante aumento, debido a la tendencia actual de proveer mayor y mejor calidad de alimentos a las mascotas, y la proteína de cabeza de camarón sería una opción.

Este estudio es realizado para la empresa procesadora de camarón “Golfo Azul”, la cual tiene desechos de camarón (cabeza, concha y colas) de la especie *Litopenaeus Vannamei*, pero la empresa está en crecimiento y por ende sus desechos, por ello busca una alternativa para sus desechos. La extracción de proteína es una opción para la empresa, por ello se realizará un análisis del costo de la inversión en equipos y químicos para procesar los desechos actuales de la empresa y poder extraer la proteína contenida en los mismos.

Objetivos:

- Realizar la extracción de la proteína de los desechos de la empresa (cabeza de camarón específicamente), mediante el método de hidrólisis alcalina, usando y comparando dos bases NaOH y KOH.
- Definir el flujo de proceso y la capacidad de diseño requerida para la extracción de proteína de la cabeza de camarón a gran escala.
- Realizar una estimación de la inversión en equipos y químicos, para realizar la extracción de proteína de los desechos diarios de la empresa “Golfo Azul”.

2. METODOLOGÍA

Para la realización de este proyecto se analizaron diferentes métodos de extracción de proteína mediante hidrólisis. Se encontraron diferentes tipos de hidrólisis entre esas hidrólisis alcalina, hidrólisis enzimática e hidrólisis bacteriana, cada método permitía la extracción de proteína, pero a diferentes porcentajes. (Veeranjaneyul et al., 2013).

Se decidió utilizar el método de hidrólisis alcalina para la extracción de proteína, basado en el trabajo realizado por (Veeranjaneyul et al., 2013), trabajo en el cual se detalla el método de extracción de proteína mediante hidrólisis alcalina, y método por el cual se obtiene una mayor extracción de proteína. Para el proceso de extracción de proteína en este estudio se usó específicamente la cabeza de camarón, a comparación del documento en el cual nos basamos, que utilizó la cabeza, la concha y la cola.

Materia prima.

Desechos de camarón (cabezas de camarón), donados por la planta procesadora “Golfo Azul” ubicada en el kilómetro 3 del Sector de Santa Elena, Honduras, que fueron transportados al laboratorio “LAAZ” (Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano) congelados. La empresa trabaja con camarón *Litopenaeus vannamei*, y los desechos disponibles son de esta especie. La materia prima para este proceso comprende solamente la cabeza del camarón.

Químicos, cristalería y equipo.

Los dos químicos usados, fueron reactivos grado analítico, los cuales fueron preparados de acuerdo a las especificaciones ya establecidas y dadas por el “LAAZ”, los materiales usados son equipo del laboratorio. Se utilizaron los siguientes materiales:

- Solución álcali de NaOH y KOH al 3% de concentración.
- Químicos para análisis de proteína (ácido clorhídrico al 0.1 N, ácido sulfhídrico al 95-98%, ácido bórico al 4%, y catalizador Kjeltab Cu-3.5, FossTM)
- Erlenmeyer
- Pipetas
- Digestor TecatorTM D 20
- Destilador Kjeltac 8200
- Calentador y mezclador
- Centrifuga
- Refrigeradora
- Balanzas
- Licuadora y tritadora
- Liofilizador

Hidrólisis alcalina.

El proceso de hidrólisis está definida como la reacción química mediante la cual se da la ruptura de los enlaces de una sustancia, o descomposición de la materia por acción del agua (Carolina & Omar, 2017), a esto se le añaden catalizadores como el NaOH y KOH que son bases que sirven como agentes activos para descomponer material biológico como proteínas, ácidos nucleicos, carbohidratos y lípidos (Veeranjaneyul, Dora, y Koteswar, 2013). Hidróxido de sodio e hidróxido de potasio

La materia prima se encontraba congelada al salir de la planta procesadora, una vez en el laboratorio se descongelaron las cabezas de camarón se lavaron y fueron pesadas. Una vez lavadas y pesadas, fueron secadas sobre bandejas de aluminio en un horno a 60°C durante nueve horas hasta que estuvieron totalmente secas (crujientes). Se pesaron las cabezas secas, se las molió y lo obtenido de la molienda se pasó por un tamiz número 60, lo que nos dio materia prima en polvo con dimensiones de 0.25 mm. Se realizaron tres moliendas para aprovechar lo más posible y obtener una buena cantidad de materia prima molida para realizar la hidrólisis; una vez finalizada la molienda, estas fueron almacenadas a una temperatura adecuada.

Se preparó la solución álcali de NaOH y KOH al 3% de concentración. Una vez lista la solución, se diluyó la materia prima en una proporción de 1:10 (peso:volumen), es decir, cada gramo de materia prima se diluyó en 10 ml de solución. Se utilizaron 50 g de materia prima la cual se diluyó en 500 ml de solución álcali, la cual se calentó primero a una temperatura de 70°C. Esta mezcla estuvo en constante movimiento y a temperatura constante durante cinco horas. Se hicieron tres repeticiones de este proceso para poder comparar resultados.

Una vez transcurridas las cinco horas, se extrajeron tres muestras, a estas se las colocó en una centrifuga a 6000 rpm por 30 minutos con una temperatura de 4°C. Una vez centrifugadas se extrajo el sobrenadante de cada una, para secarlo por medio de liofilización en la planta de innovación de alimentos (PIA) de Zamorano, obteniendo así el sobrenadante seco (polvo).

Con el sobrenadante listo se evaluó el porcentaje de proteína contenido en el sobrenadante seco, en este estudio se realizó mediante el método tradicional Kjeldahl (AOAC 2001.11), que consiste en una oxidación de la materia orgánica y destilación simple, este método es utilizado para analizar el nitrógeno orgánico (Rossi, Villarreal, Juárez, y Sammán, 2004).

Primero se debe extraer un gramo de muestra liofilizada para ser biodigestado, para lo cual se añaden catalizadores como sulfato de cobre y sulfato de potasio; también se añade ácido sulfúrico el cual cumple con dos funciones, la primera es formar amonio (NH₄) y la segunda es formar otro compuesto el cual es sulfato de amonio (amonio y ácido sulfúrico) esto es para que no se volatilice el nitrógeno logrando atraparlo. La biodigestión se realizó a una temperatura de 420°C por una hora. Después de esto, la muestra digestada fue enfriada a temperatura ambiente para su posterior neutralización y destilación.

Una vez que está digerida la muestra, pasa por un proceso de neutralización, debido a que en el proceso anterior se utilizó ácido sulfúrico y tiene un pH ácido. La neutralización se realiza con NaOH al 40%.

Con la muestra neutralizada, se realiza la destilación, proceso en el cual se convierte el NH_4 a NH_3 , mediante evaporación y posterior condensación de la misma. El amoníaco es atrapado por la solución de ácido bórico.

Finalmente, es necesario realizar una titulación para saber cuánto nitrógeno hay presente en la muestra, el titulante usado fue ácido clorhídrico (HCl) normalizado al 0.1 N, debido a que existe una relación entre, la cantidad de nitrógeno con la cantidad de titulante que se añade en volumen (ml) al ácido bórico. El porcentaje de nitrógeno se determinó mediante la ecuación 1:

$$\% N = \frac{(T-B)*N*14.007}{M*10} \quad [1]$$

Donde:

T= Volumen de ácido utilizado para la muestra, en ml.

B= Promedio del volumen de ácido utilizado para los blancos B1 y B2, en ml.

N= Normalidad del ácido clorhídrico estandarizado, 0.1 N.

M= Peso de la muestra, en g.

La cantidad de nitrógeno en porcentaje que hay en una proteína, varía según los aminoácidos de los cuales este compuesta, el promedio general es de 16% de nitrógeno en proteínas. Esto significa que si se divide el total de la muestra que es el 100% entre 16% nos da un 6.25%. Por ende, este 6.25% se multiplica por el porcentaje de nitrógeno para saber la cantidad de proteína que tiene en la muestra que se analizó. El porcentaje de proteína bruta se determinó usando la ecuación 2:

$$\% \text{ Proteína} = \% N * 6.25 \quad [2]$$

Para el proceso de extracción de proteínas con la base KOH, se siguió exactamente el mismo proceso que con el NaOH, incluyendo la misma cantidad de materia prima, la concentración de la solución álcali al 3% con KOH, la misma proporción para diluir la materia prima. Es igual también el proceso de centrifugación con la misma temperatura, tiempo y las mismas revoluciones. Para la evaluación de la calidad de las proteínas se hacen las mismas pruebas y se mantienen las mismas evaluaciones. Como se observa en la Figura 1, lo único que podría cambiar es el uso del NaOH o del KOH.

Proyección de la extracción de proteína a gran escala.

Para realizar la proyección de producción a gran escala, es necesario haber definido el flujo de proceso para la extracción de proteína, ya que en base a ese flujo se seleccionará el equipo industrial necesario para las operaciones. El gerente general de la empresa “Golfo Azul”, el Ingeniero Napoleón Araujo, especificó que no habría ninguna limitante presupuestaria para el proyecto, ya que cuenta con el financiamiento necesario para realizar este proyecto, además que cuenta con un departamento de compras el cual brindó información sobre los costos de los equipos y de los insumos necesarios.

La planta “Golfo Azul”, tiene una capacidad de procesamiento de 300,000 lb. Procesa 130,000 lb diarias de camarón para cola es decir que se descabezan. Los desechos del camarón para cola, son el 25% de la capacidad diaria de procesamiento por ende los desechos de cabezas de camarón serian de 32,500 lb diarias.

Basados en el trabajo de extracción de proteína realizado en el laboratorio, se pueden estimar los requerimientos de capacidad de los equipos para cada parte del proceso de extracción de proteína. Para ello se utilizó estadística comparativa entre los procesos para obtener promedios, los cuales serán utilizados en el momento de calcular la producción a gran escala.

Para definir si existe o no una diferencia en cuanto a eficiencia de extracción de proteína entre los dos métodos, que se diferencian en usar NaOH o KOH, se realizó una comparación de medias mediante una prueba “t de student” con un grado de confiabilidad del 95% lo que significa un nivel de significancia o valor alfa de 5% (0.05).

Durante el estudio se investigaron diferentes precios, marcas y tiendas de equipos que pudieran cumplir con los requerimientos de capacidades o técnicos. Se trató contactar con empresas como “Electrolux”, “Cleveland”, “Newest”, “Toption”, “Flottweg”, entre otras, pero ninguna de ellas pudo proveer precios o información de sus equipos y hasta ahora se sigue esperando una respuesta a las solicitudes de información. Por ello se consultó con el departamento de compras de la empresa “Golfo Azul”, sobre las cotizaciones y su respuesta fue que podíamos confiar en los precios expuestos por páginas de internet como “Alibaba.com” y “MadeinChina.com”, porque tienen precios de productos, que se apegan al de los mercados en general. Por último, se lo consultó con el gerente general y estuvo de acuerdo con que se utilizaran cotizaciones de estas páginas mencionadas anteriormente.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Proyección de la extracción de proteína a gran escala.

Para realizar la proyección es necesario basarse en el flujo de proceso establecido. Empezando con que la cantidad de materia prima que se recibiría a diario es de 32,500.00 lb. Debido a que la planta procesadora trabaja diariamente, los seis días de la semana por siete meses al año, lo que no da un total de 168 días al año.

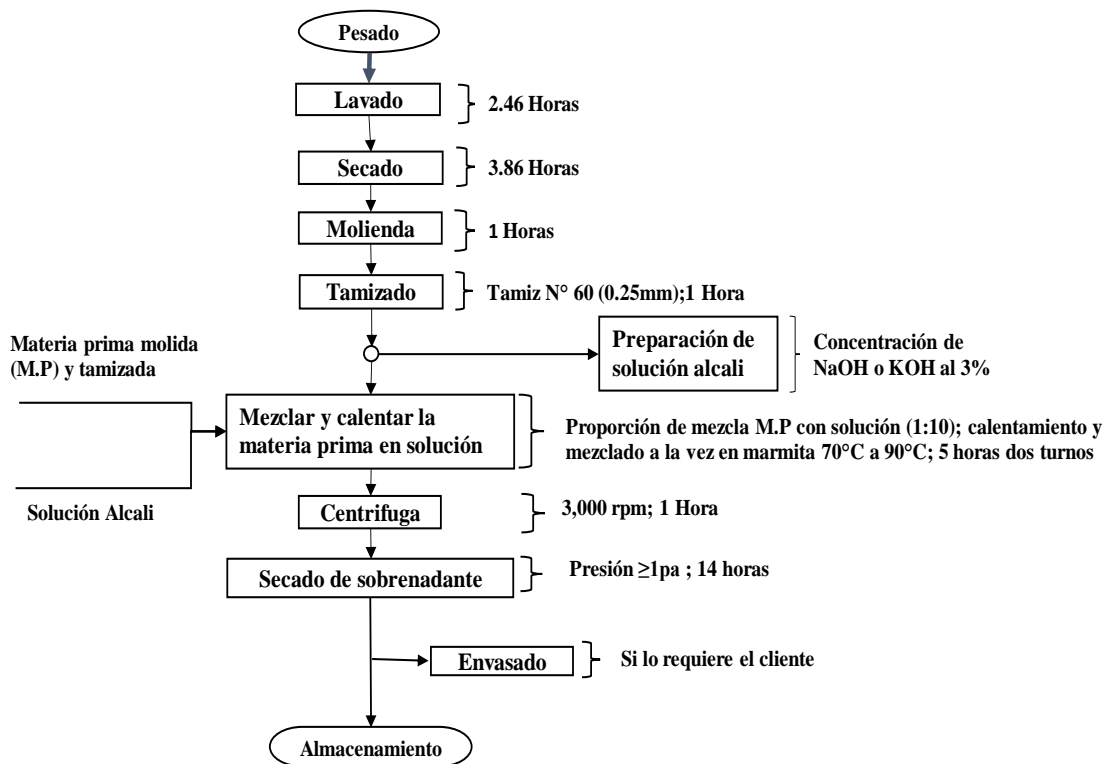


Figura 1: Flujo de proceso para extracción de proteína mediante hidrólisis alcali.

Para la recepción de las cabezas de camarón en la planta, estas deben ser lavadas, para ello será necesario tener una lavadora que permita retirar cualquier suciedad presente. Durante el proceso de lavada en el laboratorio, se observó que existe cierta pérdida de peso el cual se cuantificó y se obtuvo que en promedio se pierde 5.62% del peso, como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Promedio de pérdida de peso en el proceso de lavado de las cabezas de camarón.

	Peso sin lavar (lb)	Peso lavadas (lb)	Porcentaje de peso (%)	Porcentaje perdida (%)	Promedio de pérdida de peso en lavada (%)
NaOH	2.34	2.20	94.75	5.25	5.62
KOH	5.14	4.87	94.02	5.98	

Para el lavado, se analizó que tres lavadoras industriales de marca Guoxin, modelo GX6000, las cuales cuentan con una capacidad de 2,000 kg/h cada una y el precio ronda los USD 5,000; pueden llegar a lavar los 14,741.75 kg en 2.46 horas. Teniendo un costo de USD 15,000 cada lavadora, esta información fue brindada por el departamento de compra de la empresa “Golfo Azul”.

Pero debido a especificaciones claras del gerente general, quien después de analizar el proceso nos sugirió que evitemos este proceso de lavado, por ende, no se considerara dentro de la inversión. Aunque el gerente general no adquiriera el equipo de lavado, debemos considerar el proceso que se realizó en el laboratorio, en el cual si se lavó la materia prima lo que deja un total de 30,673.50 lb o 13,913.28 kg a procesar después del proceso de lavado.

Siguiendo el flujo de proceso, es necesario secar la materia prima y existen diferentes métodos de secado entre los más conocidos están el de liofilización y el secado mediante calor. El método de secado que se eligió junto con el gerente general fue mediante calor, utilizando así hornos de túnel, los cuales cuentan con una banda transportadora que permite el paso de la materia prima a través de un túnel de calor, en donde la temperatura y el tiempo de paso pueden ser ajustados.

Analizando los equipos, se decidió utilizar hornos de túnel de marca “Shine”, modelo Brt-100GM-12X; debido a la eficiencia y la facilidad de uso del equipo y se deberían adquirir tres de estos hornos. El secado es posible realizarlo con este horno industrial de alimentos, que cuenta con una capacidad de procesamiento de 1,200 kg/h, por lo que el lote diario de 30,673.50 lb o 13,913.28 kg de cabeza de camarón, podría ser secado en aproximadamente en 3.86 horas, a una temperatura de entre 85°C y 90°C. El precio de estos hornos en el mercado ronda los USD 50,000, según el departamento de compras de la empresa Golfo Azul.

Al momento de secar la materia prima durante el análisis del laboratorio se analizó y realizó un estimado de la cantidad de agua que se va retirar durante este proceso y se obtuvo que en promedio el agua equivale al 87.06% del peso como se observa en el Cuadro 2. Por ende, de las 30,673.50 lb o 13,913.28 kg de materia prima que entren al proceso de secado, el 12.94% del peso inicial que equivalen a 3,969.15 lb o 1,800.38 kg pasarán al proceso de molienda.

Cuadro 2. Porcentaje de agua contenido en las cabezas de camarón.

Base	Peso inicial (lb)	Peso seco final (lb)	Porcentaje de humedad (%)	Promedio total de agua (%)
NaOH	2.20	0.29	86.69	87.06
KOH	4.87	0.61	87.43	

Para el proceso de molienda de la materia prima, es necesario llevar las cabezas de camarón a tal punto de secado, en el cual se encuentren crujientes para asegurar una buena molienda. La molienda, debe realizarse para poder pasar la materia prima por un tamiz N°60, que permite el paso de partículas con un tamaño de 0.25 mm o menor (Pineda Muñoz, 2015), este proceso se realizó con la finalidad de aumentar el área de contacto al momento de realizar la hidrólisis y que esta sea más eficiente.

Para el proceso de molienda el equipo que podría ser adquirido, es una trituradora de rodillos, marca “AIPAK” modelo WF-50C la cual cuenta con una capacidad de entre 250-2000 kg/hora con un precio de USD 8,000. Logando moler la materia prima de 3,969.15 lb o 1,800.37 kg en aproximadamente 1 hora.

Durante la realización en el laboratorio, se notó que en el proceso de molienda existe una pérdida de peso en promedio del 17.57% como se lo ve en el Cuadro 3, esto se debe al equipo y al manejo del equipo durante el proceso. Por ende, de la cantidad de sustrato que entraría al proceso de molienda que son 3,969.15 lb o 1,800.37 kg se obtendrán 3,271.77 lb o 1,484.05 kg.

Cuadro 3. Promedio de pérdida en el proceso de molienda.

Base	Peso de cabeza seca (g)	Peso molido sin tamizar (g)	Promedio pérdida en molienda (%)
NaOH	216.74	179.51	17.57%
KOH	279.50	229.27	

Una vez lista la molienda de la materia prima, es necesario realizar el proceso de tamizado, para mejorar el área de contacto y que la materia prima pueda interactuar mejor con las bases NaOH o KOH, que se utilizarán en el proceso de hidrólisis para la extracción de la proteína. El tamiz que se usará para este proceso será de medida N°60, con el cual se obtienen partículas de 0.25 mm o de menor tamaño.

Para el proceso de tamizado, el equipo que se adecua a las necesidades en el mercado es una clasificadora de tamiz vibradora de marca “HD” modelo DZSF-1025, la cual permite obtener la materia prima con el tamaño requerido de 0.25 mm o de menor tamaño y este modelo cuenta con una capacidad de hasta 2,000 kg/h, tiene un precio de USD 4,000, y

este modelo tamizaría la materia prima molida de 3,271.77 lb o 1,484.05 kg, en aproximadamente una hora.

Una vez realizado el tamizado, se obtienen dos tipos de materia prima, el primer tipo de materia prima es aquella que cuenta con medidas de 0.25 mm o menor y el segundo tipo de materia prima será aquella con medidas mayores a 0.25 mm. La materia prima que tiene un tamaño mayor a 0.25 mm es casi en su totalidad es parte de la concha del camarón, las cuales no pueden ser mayormente trituradas, y en su mayoría está compuesto por quitina que es el principal compuesto de la concha del camarón.

En base al trabajo realizado en el laboratorio, se ha determinado que al rededor del 16.65% de la materia prima tamizada sería rechazado, como se muestra en el Cuadro 4, debido a que no cumplen con las especificaciones del tamaño. Por ende, la cantidad de materia prima con un tamaño de partícula igual o menor a 0.25 mm será aproximadamente de 2,727.02 lb o 1,236.96 kg aproximadamente, esta pasará al proceso de hidrólisis.

Cuadro 4. Promedio de cáscara no triturada con tamaño mayor a 0.25mm

Base	Peso molido sin tamizar (g)	Peso molido $\leq 0.25\text{mm}$ (g)	Peso molido $\geq 0.25\text{mm}$ (g) (cáscara)	Porcentaje de cáscara molida (%)	Promedio de cáscara (%)
NaOH	179.51	154.21	25.14	16.30	16.65
KOH	229.27	181.78	47.49	16.99	

La siguiente etapa es la preparación de la solución álcali de NaOH y KOH al 3% de concentración, esta solución es necesaria para realizar la hidrólisis. Para lograr esta concentración en 100 ml se deben aplicar tres gramos de NaOH o KOH en 97 ml de agua (H₂O) debido a que existe una relación de peso:volumen (w:v por sus siglas en ingles). Para la materia prima que se procesará diariamente es necesario tener clara la relación entre materia prima y la solución álcali la cual es de 1:10 (w:v), esto nos indica que 1 g de materia prima se debe diluir en 10 ml de solución álcali. Debido a esta relación, se puede estimar que para diluir las 2,727.02 lb de materia prima que se obtendrán del proceso de tamizado, se deben preparar 27,270.20 L de solución álcali.

Por ende, si para realizar 100 ml a una concentración de 3% debemos usar 3 g de NaOH y KOH; para realizar 27,270.20 L de esta solución álcali se necesitan 818.11 kg de NaOH o KOH.

El NaOH tiene un precio de aprox. de USD 700 la tonelada (1,000 lb) y el precio del KOH es de aproximadamente USD 1,100 la tonelada (1,000 lb). El costo para 818.11 kg de NaOH es de USD 572.68 aproximadamente y para el KOH será de USD 899.92 aproximadamente.

Para empezar el proceso de hidrólisis, se debe preparar la solución álcali en marmitas que tengan doble función calentar y mezclar a la vez, para realizar este proceso existen diferentes opciones de equipos en el mercado, por lo cual se buscó el equipo que tenga la mayor capacidad posible. La mayor capacidad ofrecida es de 1,000 L por una marmita con mezclador de marca “Hycook, marmita mezcladora”, y este equipo tiene un precio de USD 12,000.

Una vez lista la solución se debe calentar a 70°C, y agregar la materia prima en una proporción de 1:10 w/v (peso/volumen), esta mezcla debe estar en constante movimiento y a una temperatura de entre 70°C a 90°C durante cinco horas. Sumando el volumen de la materia prima con el de la solución álcali, da un total de 29,997.22 L los cuales realizarán el proceso de hidrólisis. Para este proceso la cantidad de marmitas que se necesitarían adquirir son dieciséis, para hacer dos turnos de cinco horas cada uno.

Después de diez horas, que corresponden a dos turnos, el proceso de hidrólisis habrá terminado, dejando las proteínas separadas y contenidas en el sobre nadante. Para extraer el sobre nadante, existen dos formas las cuales son muy viables para la empresa, una de ellas es acelerar el proceso de precipitación de las partículas mediante el uso de una centrífuga que se separe los sólidos del sobrenadante, o la segunda opción es dejar que por diferencia de pesos los sólidos se precipiten en el fondo, es necesario decir que mediante los dos métodos se obtendrá el mismo resultado con la diferencia del tiempo invertido en estos procesos.

Si el gerente decide adquirir la centrífuga, el modelo del equipo que se ajusta a las necesidades de la empresa, es una centrífuga de marca “XBSY” modelo “LW S630x2583B” que tiene una capacidad de 30 m³ – 40 m³, y un costo aproximado de USD 100,000.

En base al proceso realizado en el laboratorio, es necesario centrifugar a 12,000 rpm por 15 min, pero el equipo permite hasta 3,000 rpm por su capacidad, por ende, se debe mantener esta velocidad por una hora.

En el proceso de separación de sólidos, se espera que aproximadamente un 53.57% del volumen, sea sobrenadante como se muestra en el Cuadro 5. Por lo tanto, del total de 29,997.22 L se estima recuperar un total de 13,927.71 L de sobrenadante, en donde están contenidas las proteínas.

Cuadro 5. Cantidad de sobrenadante después de centrifugado para NaOH y KOH.

Base	Nº repeticiones	Volumen antes de centrifugado (ml)	Volumen de sobrenadante después de centrifugado (ml)	Porcentaje de sobrenadante (%)
NaOH	3	168	90	53.57
KOH	3	168	90	53.57

Una vez que se obtenga el sobrenadante del proceso de centrifugación, este deberá ser secado para una buena manipulación y comercialización. Basándonos en el proceso realizado en el laboratorio, se puede estimar que se obtendrá en promedio 8.71% de dicho volumen en peso seco, esto se puede observar en el Cuadro 6 y 7. Lo que significa que de los 13,927.71 L o 13,927.71 kg de sobrenadante, una vez que sean secados pesarán 2,674.43 lb o 1,213.10 kg.

Cuadro 6. Promedio de peso obtenido al secar sobrenadante con NaOH.

Número de repeticiones NaOH	Volumen antes de centrifugado (ml)	Volumen de sobrenadante (ml)	Peso total de sobrenadante seco (g)	Porcentaje de solidos totales (%)	Promedio de solidos totales (%)
1	56.00	30.00	2.68	8.93	
2	56.00	30.00	2.54	8.47	8.70
3	56.00	30.00	2.61	8.70	

Cuadro 7. Promedio de peso obtenido al secar sobrenadante con KOH.

Número de repeticiones KOH	Volumen antes de centrifugado (ml)	Volumen de sobrenadante (ml)	Peso total de sobrenadante seco (g)	Porcentaje de solidos totales (%)	Promedio de solidos totales (%)
1	56.00	30.00	2.56	8.53	
2	56.00	30.00	2.66	8.87	8.71
3	56.00	30.00	2.62	8.73	

Para el proceso de secado del sobrenadante, el método adecuado es el secado por liofilización, debido al alto contenido de proteínas que contiene el sobrenadante. El equipo en el mercado de marca "PMTTC", modelo FD-300 tiene un precio de USD 240,000 en base a la información brindada por el gerente general, con una capacidad de hasta 7,000 kg y con una duración de secado de 14 horas.

Una vez que el sobrenadante este seco, se habrán obtenido aproximadamente 2,674.43 lb o 1,213.10 kg. El porcentaje de proteína contenida en este sobrenadante dependerá de la base utilizada para el proceso de hidrólisis, con NaOH este tendrá 49.76% de proteína, con KOH este tendrá 57.02% como se muestra en el Cuadro 8 y 9. Este producto podría ser envasado o bien podría ser distribuido al granel, según la necesidad del comprador.

Terminando así la extracción de la proteína de las cabezas de camarón desechadas por la planta de procesamiento.

Durante el proceso realizado en el laboratorio, se realizó la cuantificación de la proteína contenida dentro del sobrenadante seco. Para lo cual se utilizó el método de AOAC 2001.11, que se basa en el método Kjeldahl, el cual determina el nitrógeno orgánico (compuesto presente en todas las proteínas) por medio de una digestión con ácido sulfúrico, destilación de amoníaco y titulación con ácido clorhídrico.

El análisis del sobrenadante seco determinó, que el porcentaje de proteína contenido en el sobrenadante extraído, con NaOH fue en promedio de 49.76%. Mientras que el porcentaje de proteína, contenido en el sobrenadante extraído con KOH, fue en promedio de 57.02%, esto se puede observar en el Cuadro 8 y 9.

Cuadro 8. Cuantificación de porcentaje de proteínas en hidrolizado con NaOH.

Repeticiones	T (ml)	B (ml)	N	M (g)	N (%)	Proteína (%)	Promedio de proteína (%)
1	57.00	0.10	0.10	1.005	7.92	49.53	
2	56.50	0.10	0.10	1.006	7.85	49.04	49.76
3	58.00	0.10	0.10	0.999	8.11	50.71	

Cuadro 9. Cuantificación de porcentaje de proteínas en hidrolizado con KOH.

Repeticiones	T (ml)	B (ml)	N	M (g)	N (%)	Proteína (%)	Promedio de proteína (%)
1	64.60	0.10	0.10	1.00	9.03	56.43	
2	65.60	0.10	0.10	1.00	9.14	57.12	57.02
3	65.90	0.10	0.10	1.00	9.20	57.50	

Para definir si existe diferencia estadística entre los resultados obtenidos de la hidrólisis, realizada con NaOH y KOH, se realizó una prueba estadística “t student”, la cual está diseñada para probar hipótesis en estudios con muestras pequeñas, como en este caso que solo se tiene tres repeticiones por tipo de base NaOH y KOH.

Se definió como hipótesis nula (H_0), que la resta de los promedios de porcentaje de proteína extraída es igual a cero, es decir que no existe diferencia entre los dos promedios de porcentaje de proteína extraída con NaOH y KOH, y se definió como hipótesis alternativa (H_a) que la resta de los promedios de porcentaje de proteína extraída es diferente de cero, es decir que si existe diferencia entre los dos promedios de porcentaje de proteína extraída con NaOH y KOH. Con un grado de confiabilidad del 95% lo que significa un nivel de significancia o valor alfa de 5% (0.05).

Los resultados de la prueba “t de student” demostraron que, si existe una diferencia estadísticamente significativa entre el uso del NaOH y el KOH en el proceso de extracción de proteína, debido a que el valor p ($P(T \leq t)$ two-tail) tiene un valor de 0.000247 como se observa en el Cuadro 11, y es menor que el grado de significancia de 0.05. Por ende, podríamos decir que no se encuentran las evidencias necesarias para aceptar la hipótesis nula, por lo que la rechazamos y se acepta la hipótesis alternativa. Esta prueba “t student”, basada en los porcentajes de proteína obtenida por el método AOAC 2001.11, en muestras con diferentes bases NaOH y KOH, que se repitieron tres veces, como se muestra en el Cuadro 10. Cuando se utiliza la base KOH, se obtiene un 7.26% más porcentaje de proteína que si se utiliza NaOH.

Cuadro 10. Porcentaje de proteína, según el método tradicional Kjeldahl (AOAC 2001.11).

N° de repetición	Porcentaje de proteína obtenido mediante uso de NaOH (%)	Porcentaje de proteína obtenido mediante uso de KOH (%)
1	49.53	56.43
2	49.04	57.12
3	50.71	57.50

Cuadro 11. Resultados de Prueba “t student” con dos muestras independientes.

	NaOH	KOH
Mean	49.759	57.018
Variance	0.73911	0.29643
Observations	3	3
Pooled Variance	0.51777	
df	4	
t Stat	-12.355	
$P(T \leq t)$ two-tail	0.000247	
t Critical two-tail	2.776	

El proceso de extracción de proteína de 32,500 lb de cabezas de camarón, que llegarán a la planta diariamente, tomará 33.32 horas, esto en base a las capacidades y las cantidades del equipo, como se lo detalla en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Detalle de flujo de proceso, en capacidades de equipos y tiempo requerido.

Nombre Equipos	Capacidad del equipo (kg/Hr); (L)	Cantidad de M.P.P (kg) o (L)	Equipos (#)	C.T.E (kg/Hr)	Tiempo (Hr)
Lavadoras	2,000	14,741.75	3	6,000	2.46
Secadoras	1,200	13,913.28	3	3,600	3.86
Molino	2,000	1,800.38	1	2,000	1
Tamizadora	2,000	1,484.05	1	2,000	1
Marmita (L)	1,000	29,997.22	16	16,000	10
Centrifugadora (L)	40,000	29,997.22	1	40,000	1
Liofilizador	7,000	13,927.71	2	14,000	14
Tiempo total (Hr)					33.32

M.P.P (Materia prima a procesar)

C.T.E (Capacidad total de equipos)

Para la cuantificación del costo de la inversión de esta planta, se empezó por el lugar en donde se encontrará, será ubicada el kilómetro 3 del Sector de Santa Elena, Honduras. En el mismo lugar en el que se encuentra la empresa “Golfo azul”, debido a que la empresa cuenta con un terreno a lado de la planta procesadora de camarón, que será destinado para esta nueva planta de extracción de proteína.

En cuanto a la inversión en el equipo, se estima un costo de aproximadamente USD 1,441,400.00, incluyendo el transporte con un costo de USD 3,100 por contenedor. Esta inversión se detallada en el Cuadro 13.

Para obtener el costo de transporte, se realizó una cotización a la empresa colombiana “Intercontinental Link Cargo S.A”, que especificó los precios para contenedores de 40 pies, con una capacidad de 76 m³ o 76 toneladas (12.03×2.35×2.70 metros). Especifico también que el costo de transportar los químicos es más alto, porque la naviera considera a los químicos a transportar como riesgosos, por lo que el precio de flete aumenta en promedio USD 400 más. En base a las medidas de los equipos, se determinó que, en cuatro contenedores de 40 pies habría espacio suficiente para importar todos los equipos, debido a que a estos equipos se los pueden dividir en diferentes partes lo que optimiza el espacio y el transporte.

Cuadro 13. Descripción de la inversión en equipos, para extracción de proteína.

Concepto	Cantidad	Costo por unidad (USD)	Costo total (USD)
Equipo			
Lavadora	3	5,000.00	15,000.00
Secadora de túnel	3	50,000.00	150,000.00
Trituradora de rodillo	1	8,000.00	8,000.00
Clasificadora de tamiz vibrador	1	4,000.00	4,000.00
Marmita	16	12,000.00	192,000.00
Centrifugadora	1	100,000.00	100,000.00
Liofilizador	4	240,000.00	960,000.00
Transporte (contenedores)	4	3,100.00	12,400.00
Costo total			1,441,400.00

El costo de inversión anual en químicos, si se usa NaOH es de USD 103,209.74, o de USD 158,186.73 con KOH, este costo ya incluye el costo del transporte como se lo detalla en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Descripción de la inversión en químicos, para extracción de proteína.

Concepto	Cantidad diaria (kg)	Cantidad al año (kg)	Costo (USD)	Costo (USD)	Costo total (USD)
NaOH (kg)	818.11	137,442	0.70	96,209.74	103,209.74
KOH (kg)	818.11	137,442	1.10	158,186.73	158,186.73
Transporte (Contenedor)		2	3,500.00	7,000.00	

Para analizar la depreciación de esta inversión en equipos, se utilizó el método de depreciación de línea recta, la cual tendrá un costo anual de USD 144,140, con un valor de rescate de cero, como se observa en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Calculo de depreciación para diez años, por el método línea recta.

Depreciación en línea recta			
Año	Anual (USD)	Acumulada (USD)	Valor en libros (USD)
0			1,441,400
1	144,140	144,140	1,297,260
2	144,140	288,280	1,153,120
3	144,140	432,420	1,008,980
4	144,140	576,560	864,840
5	144,140	720,700	720,700
6	144,140	864,840	576,560
7	144,140	1,008,980	432,420
8	144,140	1,153,120	288,280
9	144,140	1,297,260	144,140
10	144,140	1,441,400	0

Valor de rescate igual a cero.

Por otro lado, según la información brindada por el dueño de la empresa, sin especificar el nombre, mencionó que él tiene una oferta de compra por el producto obtenido, por parte de una empresa que se dedica a la producción de alimentos para perros y gatos, a un precio de USD 2,500 por tonelada. Esto nos permite saber que se podría llegar a obtener por el producto un beneficio anual por ventas de USD 509,502.00, como se observa en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Beneficios por venta de producto de manera anual.

Concepto	Precio (USD/Ton)	Cantidad anual producida (Ton)	Total (USD)
Venta de proteína	2,500.00	203.80	509,502.00

Resumiendo, los costos analizados tendríamos el costo de la inversión en los equipos de USD 1,441,400.00. Seguido del costo de adquirir los químicos anualmente, si se elige el NaOH un costo de USD 103,209.74 o si se elige el KOH un costo de USD 158,186.73. Por otro lado, el costo de depreciación sería de USD 53,830 anualmente, con un valor de rescate de cero al año diez. Los ingresos que generaría la empresa anualmente serían de USD 509,502.00.

Discusión.

Se debe tener claro que la empresa Golfo Azul mediante este estudio está buscando una posible opción para sus residuos; esta empresa busca ser ambientalmente responsable disminuyendo su impacto, a lo mínimo posible. Debido a que actualmente ellos mandan sus desechos a un basurero, en el cual lo que se hace, es enterrar la cascara de camarón. Por otro lado, buscan continuar con su estrategia, la cual ha sido desde sus inicios, el estar integrados verticalmente, tanto hacia atrás con su producción de larvas de camarón, con la venta de insumos para el rubro acuícola, como hacía adelante con la planta procesadora de camarón, y actualmente intentando ir más adelante con sus residuos, lo que brinda, un prestigio de ambientalmente responsable.

Durante la realización del proceso en el laboratorio, los descartes se realizan en dos diferentes puntos del proceso. En el tamizado, la materia prima que supere los 0.25 mm, que en su mayoría es concha de camarón que no puede ser mayormente triturada. Se podría llegar a considerar un subproducto por su composición química, la cual es quitina. Actualmente existe buena demanda para este polímero, “después de la celulosa (materia base del papel), es el segundo polisacárido en abundancia” (Velásquez, 2006) debido a que es un polímero, y puede ser usado en diferentes industrias de alimentos y bebidas, tratamiento de aguas, industria de plásticos biodegradables, en agricultura, pigmentos entre otros (Zulay, et al., 2011). El segundo descarte, es el que se da en el proceso de centrifugado, al retirar el sobrenadante queda lo precipitado en el fondo. Por ende, se debería analizar el método de neutralización a gran escala, de este residuo para su posterior uso.

En el estudio realizado por Veeranjanyul et al. (2013), se realizó el proceso de extracción de proteína de las especies *Penaeus monodon*, *Fenneropenaeus indicus*, *Macrobrachium rosenbergii*, y en este estudio se utilizó la especie *Penaeus vannamei*. Además, utilizaron como materia prima la cabeza la concha y la cola, por lo que se muestran resultados de porcentajes de proteína mayores, a comparación de este estudio en el cual se utilizó exclusivamente la cabeza.

Para el financiamiento de esta planta extractora de proteína, el gerente aclaró que no hay una limitante presupuestaria, debido a que podría conseguir el financiamiento necesario para la realización de este proyecto.

4. CONCLUSIONES

- Se realizó la extracción de proteína de los desechos de camarón (cabeza), mediante el método de hidrólisis alcalina, usando como bases NaOH y KOH. Los resultados de la extracción, son diferentes dependiendo del tipo de base utilizada. Con el KOH se logró, obtener 7.26% más de extracción de proteína en el producto final.
- Se definió el flujo de proceso y se determinó que serán necesarias 33.3 horas, proyectando la extracción a gran escala de proteína de la cabeza de camarón, basados en el proceso realizado en el laboratorio.
- Se estimó el costo de adquirir los equipos, en un total de USD 1,441,400.00, el costo anual de NaOH en USD 103,209.74 y el costo anual de KOH en USD 158,186.73.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar una vez más el experimento de extracción de proteínas, utilizando el cuerpo del camarón completo, es decir incluyendo el cuerpo y la cola. Para poder saber cuánta proteína estamos recuperando del total presente en el camarón completo.
- Realizar el proyecto de extracción de proteínas buscando otro medio de extracción como por ejemplo realizando una hidrólisis enzimática o bacteriana, debido a que el NaOH y el KOH son dos bases precursoras en la elaboración de drogas, y por esa razón, estos dos químicos son altamente controlados.
- Realizar un análisis de costo-beneficio en cuanto al uso de NaOH o KOH en el proceso de hidrólisis, esto porque el KOH tiene un costo mayor que el NaOH, pero a la vez mayor eficiencia con 7.56% más de proteína.

7. LITERATURA CITADA

- Alibaba. (s.f). *Alibaba*. Recuperado el 16 de 09 de 2019, de Brigh Machinery: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/tunnel-oven-used-drying-tunnel-for-62131922644.html?spm=a2700.7724838.2017115.78.600b6a89TvRgjr>
- Alibaba. (s.f). *Alibaba*. Recuperado el 16 de 09 de 2019, de Gongyi Guoxin, Machinery: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/GUOXIN-Ozone-Bubble-Water-Fruit-and-62050970874.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.79.28687636sKIy86&s=p>
- Alibaba. (s.f). *Alibaba*. Recuperado el 16 de 09 de 2019, de ONTOP, ENTERPRISE CORPORATION: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Good-Selling-Industrial-Professional-Spice-Food-62181878529.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.191.23ab304e6VT4vG>
- Alibaba. (s.f). *Alibaba*. Recuperado el 16 de 09 de 2019, de Xinxiang Hongda, Vibration Equipment: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Direct-factory-industrial-linear-feed-vibrating-60764800508.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.30.3e722a63OEAuW7&s=p>
- Alibaba. (s.f). *Alibaba*. Recuperado el 16 de 09 de 2019, de Chengdu Haike, Mechanical Equipment Manufacturing Co.: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Industrial-food-processing-automatic-electric-steam-62250350899.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.29.2af0208dungkhl&s=p>
- Alibaba. (s.f). *Alibaba*. Recuperado el 16 de 09 de 2019, de Chengdu West, Petroleum Equipment Co. Ltd: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/China-Industrial-Decanter-Centrifuge-for-Wastewater-60735020740.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.219.2c01353bkbS4Dv>
- Alibaba. (s.f). *Alibaba*. Recuperado el 16 de 09 de 2019, de Changzhou Jiasheng, Machinery Co. Ltd: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/High-Efficiency-Large-Capacity-Industrial-Vacuum-60780762854.html?spm=a2700.galleryofferlist.normalList.145.46e17d9fXu1M7a>
- Briggs, M. (2009). *FAO, CULTURED AQUATIC SPECIES FACT SHEETS*. Recuperado el 2019, de FAO, FIAT PANIS: http://www.fao.org/tempref/FI/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/es/es_whitelegshrimp.htm
- Carolina, L. V., & Omar, S. P. (2017). “*ESTUDIO DE LA HIDRÓLISIS DE PROTEÍNAS EN ANCHOVETA ENTERA (Engraulis ringens) POR ACCIÓN ENZIMÁTICA*”.

- Recuperado el 14 de 09 de 2019, de Universidad nacional del santa facultad de ingeniería escuela académico profesional de INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2983/46308.PDF?sequence=1&isAllowed=y>
- Changoluisa, M. G. (Julio de 2018). *DESARROLLO DE UN MÉTODO PARA EL ANÁLISIS DE ESPECIES DE NITRÓGENO ORGÁNICO USANDO UN DESTILADOR AUTOMÁTICO Y COMPARACIÓN CON MÉTODOS TRADICIONALES*. Recuperado el 14 de 09 de 2019, de UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15944/1/T-UCE-0008-CQU-019.pdf>
- FAO. (2015). *FAO, Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Departamento de Pesca y Acuicultura: <http://www.fao.org/fishery/facp/HND/es#CountrySector-Overview>
- Gastélum, C. P. (09 de 2002). *Estudio circadiano de la producción de enzimas digestivas de camarón blanco Litopenaeus vannamei, durante un cultivo semi intensivo*. Obtenido de Instituto tecnológico de Sonora: https://biblioteca.itson.mx/dac_new/tesis/164_claudia_perez.pdf
- GUADIX, E. M., GUADIX, A., PÁEZ-DUEÑAS, M. P., & GONZÁLEZ-TELLO, P. Y. (2000). *Universidad de Granada, Departamento de Ingeniería Química*. Recuperado el 02 de 09 de 2019, de Procesos tecnológicos y métodos de control en la hidrólisis de proteínas: http://www.ugr.es/~fcamacho/Originales/Trabajos%20Publicados/ARS_2000.pdf
- Pineda Muñoz, S. (10 de 2015). *Universidad politécnica de Madrid*. Recuperado el 31 de 08 de 2019, de Estudio de los materiales que componen el sistema constructivo de las viviendas del casco histórico de Maracaibo (Venezuela): http://oa.upm.es/38244/1/SUSANA_PINEDA_MUNOZ.pdf#page=194
- Rossi, A., Villarreal, M., Juárez, M., & Sammán, N. (28 de 12 de 2004). *The Journal of the Argentine Chemical Society*. Recuperado el 02 de 09 de 2019, de NITROGEN CONTENTS IN FOOD: A COMPARISON BETWEEN THE KJELDAHL AND HACH METHODS: <https://pdfs.semanticscholar.org/53a5/b8d46e32266f21c1c4196d1e3dd08879b6cb.pdf>
- Sandoval, B. (2018). *“OBTENCIÓN DE QUITOSANO MEDIANTE EL MÉTODO DE DESACETILACIÓN A PARTIR DE EXOESQUELETOS DE LANGOSTINO DE CULTIVO “Penaeus vannamei”*. Recuperado el 12 de 09 de 2019, de UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS: <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1747/IND-SAN-REM-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sara Carranza. (2016). *Economía. las tarifas oficiales 2018 para energía Eléctrica en Honduras*. Obtenido de <https://www.elheraldo.hn/economia/1228269-466/las-tarifas-oficiales-2018-para-los-clientes-de-energ%C3%ADa-el%C3%A9ctrica-en-honduras>
- Veeranjaneyul, K., Dora, C., & Koteswar, B. (Diciembre de 2013). *A STUDY ON RECOVERY OF PROTEIN HYDROLYSATE FROM INDUSTRIAL*. Recuperado el

- 09 de 2019, de International Journal of Current Research:
<http://www.journalcra.com>
- Velásquez, C. L. (21 de 09 de 2006). *Avances en Química, 1(2), 15-21 (2006)*. Recuperado el 02 de 09 de 2019, de Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro: <https://www.redalyc.org/pdf/933/93310204.pdf>
- Zulay, M., Páez, G., Rincón, M., Araujo, K., Aiello, C., & Gutiérrez, C. C. (12 de 2011). *Revista Tecnocientífica URU, Universidad Rafael Urdaneta, Facultad de Ingeniería*. Recuperado el 02 de 09 de 2019, de Quitina y Quitosano polímeros amigables.: <file:///D:/OneDrive%20-%20Zamorano/Downloads/QUITINAYQUITOSANOPOLIMEROSAMIGABLES.pdf>

8. ANEXOS

Anexo 1. Cotización de transporte por "Intercontinental Link Cargo S.A"



Cali, septiembre 27 de 2019

ILC- 062

Señor
BRYAN PIZARRO
Hojduras

Ref: Oferta de servicios de Importación Transporte Marítimo FCL/FCL.

Teniendo en cuenta su amable solicitud, adjunto nos permitimos presentarle nuestra oferta de servicios así:

Puerto Embarque/destino:	Shanghai/Puerto Cortes
Flete:	Usd2.500 por contenedor 20' SD FCL/FCL Usd2.600 por contenedor 40' HC FCL/FCL
Tiempo de transito:	30 días aprox
Vigencia:	14 de octubre 2019
Días libres:	14 días

Gastos en Origen:

BL Fee: Usd 50 por juego de bl

Gastos en Destino:

Gasto Naviera:	Usd350 por contenedor
Radicación BL / LCL:	Usd 65 por juego de bl
Collect Fee 1,5% sobre valor flete mínimo:	Usd 35 por juego de bl

Seguro de mercancías:

Colocamos a su disposición una Póliza de Seguro para Transporte de Mercancías, la cual respalda la totalidad del valor declarado y cuyo asegurado es su empresa.

Cobertura:

La carga es asegurada "Bodega a Bodega": Con cobertura completa, Huelga y guerra.

La tasa es del 0.4% más IVA con una mínima de USD90 más IVA.

INTERCONTINENTAL LINK CARGO S.A.S. NIT 900.553.992-9 Carrera 65 No. 14C – 90
Ca 86 Cali – Colombia Celular: 316 495 8582

FT-GL-07 Versión N° 1

Anexo 2. Dimensiones de los equipos.

Equipo	Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Peso (kg)
Lavadora	3	5.00	1.20	1.30	300
Secadora	3	16.50	1.75	2.30	5,000
Molino	1	1.60	1.20	1.75	300
Tamizadora	1	3.00	1.80	1.70	1,400
Marmitas	16	3.15	2.30	3.20	350
Centrifuga	1	5.10	1.55	1.40	7,800
Liofilizador	4	16.50	10.00	5.50	1,500

Anexo 3. Datos técnicos de lavadora de camarón.

Modelo	Tamaño total (mm)	Peso (kg)	De la potencia (kw)	Capacidad (kg/h)
GX5000	5000*1200*1300	500	5,1	1500
GX6000	6000*1200*1300	600	5,5	2000

Figura 2. Información técnica de lavadora de camarón marca.

Fuente: “GUOXIN”.(Alibaba, s.f)



Figura 3. Lavadora de marca “GUOXIN”.

Fuente: (Alibaba, s.f)

Continuación Anexo 3.



Figura 4. Lavadora de marca “GUOXIN”.

Fuente: (Alibaba, s.f)

Anexo 4. Datos técnicos de la maquinaria de secado.

Models	Working Frequency	Input power	Output power	Size(m)	Dehydrated level
Br-12GM-3X	2450MHz	18kw	12kw	7.2*0.65*1.8	100-150kg/h
Br-15GM-4X	2450MHz	20kw	15kw	8.3*0.72*1.8	120-180kg/h
Br-20SG-4X	2450MHz	26kw	20kw	8.5*0.75*1.8	180-250kg/h
Br-30GM-6X	2450MHz	36kw	30kw	10.5*0.95*2.0	280-350kg/h
Br-40GM-6X	2450MHz	46kw	40kw	10.5*1.05*2.0	380-450kg/h
Br-50GM-8X	2450MHz	58kw	50kw	12.2*1.2*2.0	480-550kg/h
Br-60GM-8X	2450MHz	68kw	60kw	13.5*1.2*2.0	500-600kg/h
Br-70GM-10X	2450MHz	78kw	70kw	13.5*1.55*2.0	700-800kg/h
Br-80GM-10X	2450MHz	90kw	80kw	15.51.55*2.0	800-900kg/h
Br-100GM-12X	2450MHz	110kw	100kw	16.5*1.75*2.0	1000-1200kg/h

Figura 5. Información Técnica de Horno túnel de secado.

Fuente: (Alibaba, s.f)

Continuación Anexo 4.



Figura 6. Horno túnel de secado marca.
Fuente: “Shine”. (Alibaba, s.f)



Figura 7. Horno túnel de secado marca “Shine”.
Fuente: (Alibaba, s.f)

Anexo 5. Datos técnicos de molino.

Modelo	Capacidad de producción (kg/h)	Velocidad del eje principal (r/min)	Finura de trituración (malla)	Motor en polvo (kw)	Peso (kg)
WF-15C	10-80	7600	40-120	2,2	170
WF-20C	60-250	4800	40-120	4	320
WF-30C	150-500	4000	40-120	5,5	380
WF-50C	250-2000	3400	40-120	18,5	620
WF-60C	300-2500	3000	40-120	22	870
WF-80C	400-3500	2500	40-120	45	1500

Figura 8. Técnica de trituradora de rodillos marca “AIPAK”.
Fuente: (Alibaba, s.f)



Figura 9. Trituradora de rodillos marca “AIPAK”.
Fuente: (Alibaba, s.f)



Figura 10. Trituradora de rodillos marca “AIPAK”.
Fuente: (Alibaba, s.f)

Anexo 6. Datos técnicos de Clasificadora (tamizadora).

Modelo	Tamaño de la malla (mm)	Granularidad (mm)	Amplitud (mm)	Capas	Capacidad (Kg/h)	Potencia (KW)
DZSF-520	500*2000	0.074-10	4 –10	1 – 6	10 – 50	2 * (0,4-0,75)
DZSF-525	500*2500	0.074-10	4 –10	1 – 6	50 – 250	2 * (0,4-0,75)
DZSF-1020	1000*2000	0.074-10	4 –10	1 – 6	150 – 1000	2 * (0,4-0,75)
DZSF-1025	1000*2500	0.074-10	4 –10	1 – 6	150 – 2000	2 * (0,4-1,1)
DZSF-1235	1200*3500	0.074-10	4 –10	1 – 6	200 – 2500	2 * (1,1-2,2)
DZSF-1535	1500*3500	0.074-10	4 –10	1 – 6	300 – 3500	2 * (1,1-2,2)

Figura 11. Información técnica de la clasificadora marca “HD”.

Fuente: (Alibaba, s.f)



Figura 12. Información técnica de la clasificadora marca “HD”.

Fuente: (Alibaba, s.f)

Continuación Anexo 6.



Figura 13. Información técnica de la clasificadora marca “HD”.
Fuente: (Alibaba, s.f)

Anexo 7. Datos técnicos de marmitas.

Especificaciones para la máquina de cocina industrial	
Dimensiones	2500*2003*2100mm
Volviendo sobre	3150*2003*3200mm
Olla de volumen	650 L – 1000 L
Material	De acero inoxidable SUS304
Grosor del fondo de la olla	10mm
Agitador	5 agitadores planetaria distribuido
Velocidad de agitación	10-30 r/min
Rango de medición de	0-400 (± 2) °C

Figura 14. Información técnica de Marmita industrial marca “Hycok”.
Fuente: (Alibaba, s.f)

Continuación Anexo 7,



Figura 15. Marmita industrial marca “Hycook”.

Fuente: (Alibaba, s.f).



Figura 16. Marmita industrial marca “Hycook”

Fuente: (Alibaba, s.f).

Anexo 8. Datos técnicos de centrifugadora.

Tipo B de alto rendimiento Tres Fase centrífuga especificación									
Modelo	Diametro (mm)	Relación	Velocidad (Rpm)	La fuerza G	Motor principal	Nuevo Motor	Capacidad de	Peso (Kg)	Dimensión (LxWxH) mm
LWS250x1025B	250	4,1	5000	3500	7,5 ~ 11	3 ~ 4	1 ~ 3	1150	2300 x 750 x 1100
LWS350x1435B	350	4,1	4000	3136	15 ~ 22	4 ~ 5,5	3 ~ 6	2500	3400 x 900 x 1400
LWS450x1845B	450	4,1	3800	3640	30 ~ 37	7,5 ~ 11	6 ~ 10	4000	4500 x 1000 x 1400
LWS500x2050B	500	4,1	3500	3430	45 ~ 55	7,5 ~ 11	8 ~ 12	5000	4900 x 1200 x 1470
LWS530x2173B	530	4,1	3300	3232	55 ~ 75	11 ~ 18,5	10 ~ 15	5600	5100 x 1250 x 1500
LWS585x2400B	580	4,1	3000	2948	75 ~ 90	15 ~ 18,5	15 ~ 20	6500	5300 x 1300 x 1750
LWS630x2583B	630	4,1	3000	3175	90 ~ 110	30	30 ~ 40	7800	5100 x 1550 x 1400

Figura 17. Información técnica de centrifugadora marca “XBSY”.

Fuente: (Alibaba, s.f)

Continuación Anexo 8.



Figura 18. Centrifugadora marca “XBSY”.
Fuente: (Alibaba, s.f)



Figura 19. Centrifugadora marca “XBSY”.
Fuente: (Alibaba, s.f)

Anexo 9. Datos técnicos de liofilizador.

Los parámetros		Unidad	Modelo							
			FD-50	FD-75	FD-100	FD-125	FD-150	FD-200	FD-300	
La capacidad de	Estante área utilizable	M2	54,4	75,7	100,9	126,1	150,3	204,3	332,8	
	Capacidad del condensador	Kg/B	1000	1500	2000	2500	3000	4000	7000	
Parámetro básico	Cilindro	Diámetro	Mm	2200	2200	2200	2600	2600	2600	2950
		Longitud	Mm	7570	9770	11620	13000	13580	16100	16500
	Estante de tamaño	Ancho	Mm	540	540	540	540	580	580	840
		Longitud	Mm	3280	4880	6680	6520	7120	9720	10400
	Tamaño de la bandeja	Ancho	Mm	774	774	774	774	850	774	800
		Longitud	Mm	510	510	510	510	550	550	800
	El tamaño de la bandeja	No	64*2	64*3	64*4	80*4	80*4	80*6	80*6	
	Estante de tamaño	Mm								76
	Estante de número	No	17*2	17*2	17*2	21*2	21*2	21*2;	21*2	
	Estante de temperatura	°C	-120°C							
	Rango de	°C	≤ 3°C							
	Estante de la diferencia de temperatura	°C	≤ -55°C							
	Temperatura mínima de trampa fría	°C								
Límite de grado de vacío	Pa	5,0 Pa								
Fundación de	Cantidad de agua de refrigeración: 30 °C, 0,15-mpa	M3/h	34 + 6	45 + 8	52 + 10	82 + 12	90 + 15	106 + 20	104 + 54	
	Control de vapor para deshielo: 0,2-mpa	Kg/hr	200	280		400	480	590	780	
	Consumo de aire comprimido: 0,6-1,0MPa	L/min	0,45							
	Vacío defrostwater	M3/b	0,18	0,27	0,36	0,45	0,53	0,71	1	
Dimensión	Potencia instalada: 400 V, 3PSW, 50Hz (± 5%)	Kw	75 + 12	100 + 19	160 + 23	195 + 30	270 + 36	315 + 45	208 + 91	
	Longitud	Mm	7600	9800		12000	13000	13600	16100	
	Ancho	Mm	9100	7000		4700	5000	5000	6000	
Válido de la zona	Altura	Mm	5000	5000		5000	5500	5500	5500	
			50	75		100	125	150		

Figura 20. Información técnica de liofilizador marca “PMTC”.
Fuente: (Alibaba, s.f)



Figura 21. Liofilizador marca “PMTC”.
Fuente: (Alibaba, s.f)

Continuación Anexo 9.



Figura 22. Liofilizador marca “PMTC”.
Fuente: (Alibaba, s.f)