

## Uso efectivo de los residuos hidrobiológicos de pota (*Dosidicus gigas*) para la producción de harina

Effective use of hydrobiological waste of squid (*Dosidicus gigas*) for the production of flour

Herrera Rivera Dulce María<sup>1</sup>, Palacios Carreño Liz Ediht<sup>1</sup>, Ramirez Guarnizo Pamela<sup>1</sup>  
Universidad Nacional de Frontera, Sullana, Piura, Perú.

### RESUMEN

El presente trabajo de investigación determinó el uso efectivo de los residuos hidrobiológicos de pota (*Dosidicus gigas*) para la producción de harina, con el fin de prever una estrategia que permita reducir la contaminación y las pérdidas residuales. Para este se realizó una investigación de tipo aplicada, estableciéndose dos variables: Uso efectivo de los residuos hidrobiológicos de pota (*Dosidicus gigas*) y Producción de harina. Se creó un modelo matemático a través del Spline Cúbico con datos referentes a los residuos de pota y a la producción de harina. Lográndose determinar que la pota residual presenta bajo rendimiento en cuanto a la producción de harina, representado por 10,85%, sin embargo, la rentabilidad que genera este producto presenta un impacto positivo para las empresas y así mismo para la conservación del ambiente.

**Palabras claves:** Pota (*Dosidicus gigas*), Harina residual, residuos hidrobiológicos, Spline cúbico, contaminación.

### ABSTRACT

The present research work determined the effective use of hydrobiological waste of squid (*Dosidicus gigas*) for the production of flour, in order to foresee a strategy that allows reducing pollution and residual losses. For this, an applied research was carried out, establishing two variables: Effective use of hydrobiological waste of squid (*Dosidicus gigas*) and Flour production. A mathematical model was created through the Cubic Spline with data referring to squid waste and flour production. It was determined that the residual squid presents low performance in terms of flour production, represented by 10.85%, however, the profitability generated by this product has a positive impact for companies and also for the conservation of the environment.

**Keywords:** Squid (*Dosidicus gigas*), Residual flour, hydrobiological waste, Cubic Spline, contamination.

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Frontera. Email: [2022101026@unf.edu.pe](mailto:2022101026@unf.edu.pe)

## 1. INTRODUCCIÓN

En el Perú, la pesca de la pota o calamar gigante (*Dosidicus gigas*) es considerada la segunda actividad pesquera más importante del país después de la anchoveta. La mayoría de los destinos de desembarco de este recurso son las plantas procesadoras de pota (*Dosidicus gigas*), para su posterior exportación de productos congelados. En los dos primeros trimestres del presente año, las exportaciones peruanas de calamar gigante, alcanzaron los US\$ 672 millones (MINCETUR, 2023). Según Mincetur, el principal destino de los envíos de la pota nacional es Asia (63%), posteriormente China (47%), siendo el máximo importador de pota (*Dosidicus gigas*) ya que las ventas de este recurso sumaron US \$169 millones.

En el año 2020, se registraron 115 plantas procesadoras de calamar gigante en todo el país, donde la actividad principal fue el congelado. Actualmente, la harina y el congelado de pota se encuentran entre los productos más demandados y las actividades económicas que aportan importantes ingresos económicos al país. Sin embargo, al igual que en el caso de la harina, estas actividades presentan ineficiencias en la productividad, ya que la pota (*Dosidicus gigas*) se cocina y luego se exponen a la luz solar, lo que se hace de manera informal ya que no se cuenta con una planta de harina, lo cual provoca mal olor en los alrededores, teniendo un impacto negativo en el medio ambiente y en la salud de los pobladores.

Teniendo como base teórica, Walter (1956) explica que la economía circular evalúa el impacto en la creación de empleo, en la competitividad económica, en el uso eco inteligente de los recursos y en la prevención de residuos, basada a través de tres objetivos: Bienes más duraderos, reducción o prevención de residuos y desarrollo de actividades de reacondicionamiento. Mientras que, la teoría de sostenibilidad incluye el desarrollo como un proceso armonioso, en el uso de los recursos, la dirección de la inversión, la dirección del cambio tecnológico y el cambio institucional (Pichs, 2002).

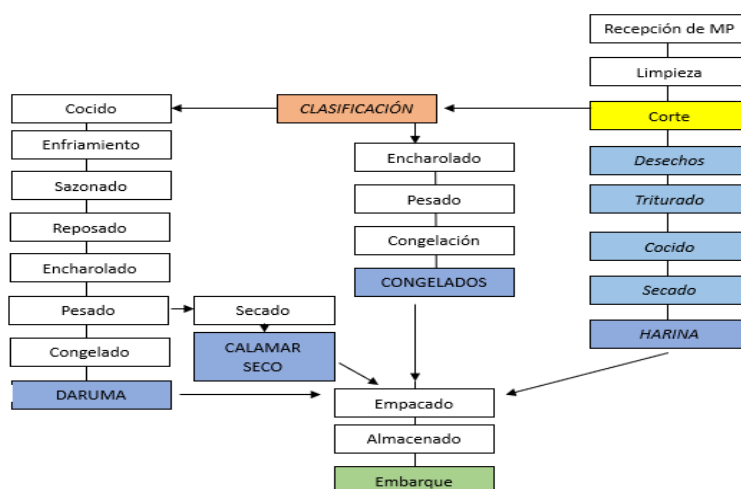
Quevedo (2019), sostiene que el emprendimiento se basa en que el emprendedor sea innovador mediante el aporte de nuevas ideas, con la finalidad de desarrollar un patrón de producción al realizar un proceso antes no probado. Asimismo, la eficiencia productiva ocurre cuando una economía maximiza la producción a partir de los recursos disponibles, sin embargo, si las economías no utilizan sus recursos adecuadamente, pueden realizar ajustes económicos para mejorar la eficiencia y aumentar la producción (Becerril, O. & Munguía, G., 2013).

Según Kreuzer (1986), la pota (*Dosidicus gigas*) es un molusco formado por tubo, aleta, tentáculos y vísceras. Su composición química está dada por humedad, grasas, proteína, sales minerales y calorías. Los residuos del calamar gigante se dan mediante el proceso de corte, eviscerado, limpieza y fileteado, de lo cual se obtiene el manto, las aletas, los tentáculos y el tubo, que es destinada para la producción de congelados, calamar seco y cocida, mientras que los residuos que conforman una menor parte de la extracción total de este recurso, son destinados a la industria de harina.

La harina de pota (*Dosidicus gigas*) abarca tres definiciones, 1. Producción, agregar valor a un producto a través de la transformación (Tawifk, L. & Chauvel, A., 1993); 2. Valor agregado, la cantidad en la que se incrementa el valor de un producto en cada etapa de producción, excluyendo los costes iniciales y 3. Uso efectivo, alcanzar el resultado deseado con los recursos disponibles.

**Figura 1.**

*Proceso de generación de residuos y tratamiento de pota (*Dosidicus gigas*).*



**Nota.** Autor propio.

Lokesh et al., (2021). En su investigación utilizó residuos biológicos, como escamas de pescado y polvo de cáscara de coco (CS), para desarrollar compuestos a base de fibras naturales. Donde aplicó un modelo matemático cuadrático y cúbico sobre los resultados experimentales de ensayos de tracción y flexión para cada probeta. Los resultados de la regresión muestran que el modelo de regresión cúbica produce mejores resultados de predicción que el modelo de regresión cuadrática para todas las muestras compuestas. Así mismo, Suning et al. (2022).

En su trabajo propusieron determinar las condiciones y características de los residuos de camarón, su valor económico y direcciones políticas para la implementación de la economía circular; para ello, se empleó el análisis económico ratio R/C y análisis de jerarquía de procesos. Según los resultados, los desechos de camarón no tienen valor económico; mientras que el análisis económico muestra que los residuos de camarón para la producción de quitosano a gran escala no son rentables desde un enfoque financiero. Por otra parte, Fasihi et al. (2021). En su estudio evaluó que las industrias situadas en los países desarrollados han implementado la logística inversa en su cadena de suministro, debido a las problemáticas ambientales. Puesto que, el pescado es un bien poco durable, la cadena de suministro busca mejorar su valor económico. De tal manera, Pinzón, L. y Sánchez, C. (2016), en su trabajo determinó que los desechos de la industria piscícola (como es el caso de las vísceras de pescado) pueden ser utilizados para producción de biodiesel, el cual genera un serio problema ambiental en los departamentos del Huila y Tolima, con el objetivo de evaluar la producción de biodiesel como alternativa de aprovechamiento de los desechos orgánicos y generador de fuentes de energía, para así, minimizar el problema de contaminación ambiental, y generar un valor agregado. En tal sentido, Ahmad et al. (2022).

En su artículo se aplicó un modelo dinámico de procesamiento de pescado para una transformación respetuosa con el medio ambiente, a partir del uso efectivo. Sin embargo, la explotación de productos del mar sigue incrementando, lo que contribuye a la contaminación ambiental. El escenario de aplicación utiliza desechos y maximiza la producción, aumentando el rendimiento de pescado ahumado líquido y convirtiendo los residuos en petis mediante un modelo basado en un enfoque de sistemas dinámicos. Así mismo, Toledo et al. (2007), en su investigación evaluaron el impacto biológico y económico del ensilado químico de pescado,

como alternativa de alimentación única de alevines de *Clarias gariepinus*, para ello se ensilo manchuelo entero (*Opisthonema oglinum*), con combinaciones de ácidos orgánicos e inorgánicos: 3% de ácido fórmico; 2% ácido sulfúrico 98% y 2% de ácido fórmico y otro tipo de ensilado con 2,6% de ácido fosfórico y 2,6% de ácido cítrico.

Por otra parte, Díaz, J y Coaquira, E. (2022), diseñaron un sistema de gestión de residuos sólidos orgánicos de truchas (*oncorhynchus mykiss*) y evaluaron los impactos ambientales. Cuyas variables de investigación fueron el peso, producción y rendimiento en canal de las pesquerías en las regiones de Juli y Pomata departamento de Puno. Para ello, se empleó el modelo matemático de Regresión lineal múltiple y los supuestos de linealidad, independencia, homocedasticidad, normalidad y multicolinealidad para la validación y aplicación del modelo. Así como, la aplicación Normas ISO 9001:2015 y matriz Leopold modificada. Además, Váquiro et al., (2023). En su presentación, validan modelos de crecimiento basados en la ecuación logística para predecir y analizar la utilización de hidrolizados de vísceras de pescado como fuente de proteína de dietas de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

Por último, Belli et al. (2023), presentan su artículo cuyo objetivo es describir un diseño de tratamiento sostenible para eviscerados de recursos hidrobiológicos del mercado Modelo de Ica, Perú. Se valoró, la selección del eviscerado de las siguientes especies: jurel (*Trachurus murphyiNichols*), bonito (*Sarda chiliensis chiliensisCuvier*), lisa (*Mugil cephalusLinneaus*) y caballa (*Scomber japonicus peruanus Linneaus*). Concluyéndose, que la propuesta de tratamiento, como práctica de la sostenibilidad y eficiencia productiva es convertir los residuos de los recursos hidrobiológicos antes mencionado en alimento animal.

## 2. MÉTODOS Y MATERIALES

La presente investigación supone como hipótesis general ante el problema presentado, que El uso efectivo de los residuos hidrobiológicos de pota (*Dosidicus gigas*) tiene un impacto positivo para la producción de harina, de la misma manera la hipótesis específica planteada respecto al primer problema específico, fue que, El modelo matemático está basado en la producción y en la eficiencia de los residuos hidrobiológicos de pota (*Dosidicus gigas*); mientras que por su parte, se supuso para el segundo objetivo específico que, La mayor parte de los residuos hidrobiológicos de pota (*Dosidicus gigas*) se utiliza en la producción de harina; como supuesto del tercer objetivo se planteó que La producción de harina es alta debido a la conversión de los residuos hidrobiológicos de pota (*Dosidicus gigas*) y según al cuarto problema, se planteó que El uso efectivo de los residuos hidrobiológicos de pota (*Dosidicus gigas*) en la producción de harina tiene un efecto positivo para el medio ambiente y la salud de las zonas aledañas.

A partir del análisis se logró identificar dos variables de investigación; como variable independiente se consideró el Uso efectivo de los residuos hidrobiológicos de pota, que se define como la selección de los desechos de pota obtenidos durante el proceso de fabricación, para darle valor agregado, generando una economía circular, las dimensiones que se implican son el Valor agregado y Optimización de la producción; por su parte, la variable dependiente es la Producción de harina, que consiste en transformar la materia prima, en un polvo fino y suave, destinado para el consumo humano o para alimento de animales, las dimensiones evaluadas para esta variable fueron el Costo de producción, Proceso productivo y Calidad, en referencia al tipo de variable se identificó que ambas son cuantitativas continuas – cualitativas nominales.

El tipo de investigación es aplicada, dado que, a partir de la creación de un modelo matemático, influiremos en la toma de decisiones de las empresas con respecto a la eficiencia del uso de los residuos hidrobiológicos generando un conocimiento útil y práctico; es de diseño no experimental, puesto que, se observó y analizó las variables, considerando datos recolectados previamente con situaciones ya existentes, es de carácter transversal; debido a que, se recogieron los datos en un tiempo único con el propósito de describir y evaluar las variables y la incidencia de su interrelación en un momento dado.

Como se menciona líneas atrás el método es Cuantitativo – Cualitativo, ya que se recolectaron datos referentes a las magnitudes de producción de pota y se evaluó la cantidad de harina residual obtenida, con el fin de relacionarlos a partir de un modelo matemático, así mismo, se describió la relación que existe entre el uso efectivo de los residuos hidrobiológicos de *Dosidicus gigas* en la producción de harina, como oportunidad de aprovechamiento y optimización de los recursos.

Para esta investigación la población y muestra, estuvo en base a datos representativos de la producción y tratamiento de pota de los dos primeros trimestres del año 2023, recopilados mediante entrevistas al personal encargado de la logística de producción en la empresa PROANCO S.R.L, sobre las cantidades de pota procesada, el porcentaje de residuos extraídos y los costos de producción.

En el desarrollo se determinó que, la producción de harina industrial sigue un proceso de 15 etapas, en las que se describe las máquinas y herramientas a utilizar, como el Transportador helicoidal, cocina, pre – Strainer, Prensa Mecánica y Molino desintegrador, de la misma manera se definió en primer lugar como parte del proceso productivo de harina, la etapa de Recepción de la materia prima (residuos de *Dosidicus gigas*), almacenamiento, cocción, pre – Strainer (proceso donde se cuele la cocción), prensado, separador de sólidos, centrifugación, evaporación, rompequeque, secado, molienda, enfriamiento, adición de antioxidantes, ensaque y almacenamiento.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A partir de la entrevista se logró determinar que La empresa PROANCO S.R.L, es una entidad dedicada al acopio, procesamiento y exportación de recursos hidrobiológicos, ubicada en la carretera Tambogrande Km. 2.1 Mz C, Lote 5 Zona Industrial- Sullana, principalmente desarrolla actividades de congelación, cocido y tratado de recursos marinos, en particular de la especie *Dosidicus gigas*, comúnmente conocida como Pota, para el consumo humano directo.

Así mismo, se determinó las temporadas de producción de pota (*Dosidicus gigas*):

- Temporada de alta producción: Entre los meses de enero hasta abril.
- Temporada de media producción: Durante los meses de mayo y diciembre.
- Temporada de baja producción: Comprende desde el mes de junio hasta el mes de noviembre.

Considerando los datos recogidos, se optó por diseñar un modelo matemático que relacione la producción de harina residual, a partir de los residuos de pota (*Dosidicus gigas*), para ello se utilizó el método de Spline cúbico.

**Tabla 1.**

*Producción de harina residual durante los 2 primeros trimestres del 2023.*

Meses	Residuos (TM)	Harina (TM)
Enero	937.26	101.70
Febrero	1 048.80	113.79
Marzo	1 011	109.69
Abril	764.42	82.94
Mayo	558.36	60.58
Junio	430.84	46.75
Total	4 750.68	515.45

Así mismo, se consideró las diferentes temporadas de producción, para lo que se dividió los datos en tramos. De la misma manera se tuvo en cuenta las condiciones del método para su planteamiento, obteniéndose el siguiente modelo matemático mediante el siguiente sistema de ecuación:

$$\begin{aligned}
 S(x) = & \{-0.0000000001x^3 + 0.0000002782x^2 + 0.10828192x \\
 & + 0.0487760236, (760 \leq x) - 0.0000000003x^3 \\
 & + 0.0000007782x^2 + 0.1079020231x \\
 & + 0.1443865314, (431 < x < 760) 0.0000000006x^3 \\
 & - 0.0000008354x^2 + 0.1088029685x \\
 & - 0.0232974268, (x \leq 431)
 \end{aligned}$$

Donde  $x$  representa los residuos de pota (*Dosidicus gigas*) y  $S(x)$  representa la producción de harina.

Siendo así que:

- $S(x) = -0.0000000001x^3 + 0.0000002782x^2 + 0.10828192x + 0.0487760236, (760 \leq x)$  temporada alta de producción de pota.
- $S(x) = -0.0000000003x^3 + 0.0000007782x^2 + 0.1079020231x + 0.1443865314, (431 < x < 760)$  temporada media de producción de pota.
- $S(x) = 0.0000000006x^3 - 0.0000008354x^2 + 0.1088029685x - 0.0232974268, (x \leq 431)$  temporada baja de producción de pota.

Con respecto a los resultados obtenidos del objetivo específico 2, aproximadamente el 60% de los residuos de pota (*Dosidicus gigas*) se aprovecha para darles valor agregado, siendo vendidos en su forma seca.

El 40% restante se comercializa a la empresa EXALMAR, quien se encarga de darles un nuevo uso en su producción. La empresa PROANCO S.R.L no añade valor a los residuos de pota a través de la producción de harina residual. Por ello, se planteó un análisis de la producción de harina a base de los residuos de pota (*Dosidicus gigas*).

**Tabla 2.**  
*Residuos de pota durante los 2 primeros trimestres del 2023.*

Meses	Residuos de pota (Tn)		
	Materia prima	Residuos totales	Residuos reutilizables
Enero	5 207	1 562.1	937.26
Febrero	5 893	1 768	1 048.80
Marzo	5 730	1 685	1 011
Total 1er trimestre	16 830	5 015.1	2 997.06
Abril	4 260	1 270.7	764.42
Mayo	3 102	930.6	558.36
Junio	2 688	806.4	430.84
Total 2do trimestre	10 050	3 007.7	1 753.62
Total, semestral	26 880	8 022.8	4 750.68
Porcentaje semestral	100%	29.84%	59.21%

**Nota.** Se evidencia la magnitud de residuos que pueden ser utilizados para la producción de harina en la empresa PROANCO S.R.L.

Con respecto al objetivo 3, resultó que los costos de producción de harina de pota industrial incurridos por tonelada, son \$982.81, que corresponden a los costos de mano de obra tanto directa como indirecta, la materia prima y los CIF. Por otra parte, se determinó que la producción de harina, presenta un rendimiento de 10.85% de los residuos hidrobiológicos, siendo así que, por cada 10 KG de residuos de pota, se puede producir 1.085 KG de harina.

**Tabla 3.**  
*Utilidad aproximada para la producción de harina residual en los 2 trimestres del año 2023.*

Meses	Utilidad (\$)
Enero	144 128.22
Febrero	154 262.05
Marzo	155 451.57
Abril	117 541.74
Mayo	85 853.37
Junio	66 253.63

**Nota.** La Tabla 2 muestra la utilidad estimada para la producción de harina residual de pota de la empresa PROANCO S.R.L en el primer semestre del año 2023. *Fuente.* Elaboración propia.

Considerando lo mencionado anteriormente, y que el precio por tonelada de harina residual durante el año 2023 es de 2400 USD, se realizó un mapeo sobre los costos de producción, el ingreso y la utilidad que hubiera obtenido la empresa PROANCO S.R.L, si hubiera producido harina. Ante lo que se logró constatar que la utilidad generada a partir de la producción de harina residual es de aproximadamente 60%, como se muestra en la siguiente tabla.

Según el objetivo 4, se puede señalar que el efecto del uso efectivo de los desechos de pota (*Dosidicus gigas*) para producir harina presenta beneficios positivos para el medio ambiente. Para evitar la descomposición del calamar gigante y, como resultado, el desagradable olor que se expande en los alrededores. Además, se evita la degradación del suelo al dejar de enviar grandes cantidades de desechos del calamar gigante al relleno sanitario.

En lo que respecta a la discusión relacionada al objetivo específico 1, a partir de la revisión literaria y los resultados obtenidos, la estimación del modelo matemático realizado permite identificar que la producción de harina a partir de los residuos hidrobiológicos de pota (*Dosidicus gigas*) está influenciada por las temporadas altas, medias y bajas de la producción del calamar gigante. Los resultados obtenidos, a su vez, muestran similitudes con los encontrados por, Suning et al. (2022) y Belli et al. (2023), afirmando que para el desarrollo del modelo matemático se empleó la variable de los residuos hidrobiológicos, la cual es significativa para darle un valor agregado o económico. Empleamos el modelo matemático de regresión logarítmica concordando con Diaz y Coaquira (2022), quienes aplicaron una regresión, pero de tipo lineal múltiple, teniendo en cuenta como una de sus variables a la producción. No obstante, Lokesh et al. (2021) empleo un modelo de regresión cúbico situación contraria al modelo determinado, ya que se empleó la interpolación del spline cúbico, para considerar las variaciones significativas en la producción de pota a lo largo de los diferentes meses.

Con relación al objetivo específico 2, se argumenta que durante el desarrollo de la investigación se optó por darle valor agregado a los residuos de pota (*Dosidicus gigas*) a través de harina residual. Los resultados presentan semejanza con la investigación de Pinzón, L. et al. (2016), donde sostuvo que los desechos de la industria piscícola se les puede dar valor añadido en la conversión de biodiesel. En cambio, Suning et al. (2022), enfatiza que los desechos de camarón no tienen valor económico. El presente trabajo desarrolla la Economía Circular (Walter S. 1956) promoviendo la prevención de excesivos residuos e implementando el uso inteligente de los recursos, puesto que más del 50% de los desechos se destinan a la elaboración de harina, además Lokesh, K et al., (2021), menciona que las escamas de pescado y el polvo de CS, podrían usarse para producir material de valor agregado a base de biorresiduos.

Por otra parte, se puede discutir con relación al objetivo específico 3, según Belli, F. et al. (2023), que como práctica de la sostenibilidad y eficiencia productiva se deben convertir los residuos de los recursos hidrobiológicos en valor agregado. Por lo cual, se identificaron los costos y precios de la harina de pota en el mercado productivo, los cuales proporcionan un mejorado nivel de rentabilidad, afirmación que coincide con Ahmad, M. et al. (2022). Se debe tener en cuenta el escenario de reducción de costos de producción y aumento de demanda que afiance la competitividad del nuevo emprendimiento, en el aporte de nuevas ideas, con la finalidad de desarrollar un patrón de producción al realizar un nuevo proceso de producción en la empresa PROANCO S.R.L (Shumpeter, J. 1935).

Considerando el escenario del objetivo 4 Los efectos del uso eficiente de los residuos del calamar gigante para la producción de harina corroboran las investigaciones de Walter (1956), ya que demostró que la prevención o reducción de desechos fomenta la competitividad económica y, en consecuencia, ayuda a que la empresa se mantenga en un mercado establecido, basados en la teoría de economía circular. También, Lokesh et al. (2021) sostiene que la producción de material con valor agregado es crucial para adoptar un enfoque sostenible y ecológico. Asimismo, Pinzón et al. (2016) aprovechó los desechos orgánicos para generar valor

y cuidar el ambiente. En efecto, esta medida busca minimizar el problema de contaminación ambiental en las zonas cercanas a la empresa PROANCO S.R.L.

#### 4. CONCLUSIONES

A partir de lo investigado se concluye que, efectivamente se realizó un modelo matemático donde se efectuaron variables con respecto a la cantidad de residuos de pota (*Dosidicus gigas*) y la cantidad de harina extraída, donde se evaluó la producción de harina considerando temporadas de producción baja, media y alta.

De tal manera, se ha logrado constatar a partir de la entrevista realizada a la empresa PROANCO S.R.L que, en una producción total de pota (*Dosidicus gigas*) la cantidad de residuos percibidos son equivalentes en aproximado a un 30%, de los cuales el 60% cumplen con las características organolépticas apropiadas para ser destinados a la producción de harina, considerando que el otro 40% se pueden utilizar en la producción de subproductos (fertilizantes, bioles, etc), se logró determinar que entidades venden estos recursos de forma directa sin ningún procesamiento, lo que genera contaminación, la pérdida de oportunidades de lucro para la empresa y oportunidades de empleo.

Según la entrevista y la revisión literaria, la productividad de harina residual en relación a los recursos utilizados y la cantidad total de harina producida, los residuos rinden en una magnitud equivalente al 10,85%, lo que representa aproximadamente 1,085 kg de harina residual por cada 10 Kg de residuos de pota (*Dosidicus gigas*), dejando en contraste una baja productividad y rendimiento de los residuos al ser transformados en harina, respaldado por la alta rentabilidad que tiene la producción de harina de pota en relación a los costos y los precios previstos por el mercado demandante (considerando la oferta y las proteínas), que puede llegar a ser equivalente al 60%.

Por último, el uso efectivo de los residuos de pota (*Dosidicus gigas*) para la elaboración de harina si tiene un efecto positivo tanto en el ambiente y la salud de las personas como en la rentabilidad de la empresa PROANCO S.R.L en el mercado, considerando que la producción de pota (*Dosidicus gigas*) generan grandes cantidades de residuos, los cuales son dirigidas a los rellenos sanitarios y producen olores nauseabundos, en tal sentido, el uso efectivo de los residuos de pota es la mejor alternativa para impulsar la economía circular e implementar estrategias de integración.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Agradecer de manera muy especial a la Universidad Nacional de Frontera y en especial a la Facultad de Ciencias Económicas y Ambientales, Escuela de Ingeniería Económica por todas las facilidades brindadas.

Asimismo, a la revista Aypate, y de manera muy especial a su Editor en Jefe y a su Comité Editorial, por la oportunidad brindada de difundir nuestros trabajos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad et al. (2022). Increasing the added value of environmentally friendly fish processing utilizing a dynamic system model. 2453 (1) <https://doi.org/10.1063/5.0094616>
- Becerril, O. & Munguía, G. (2013). Efecto de la globalización sobre la eficiencia técnica en el contexto regional de Colombia. *Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 22, 9 – 31 <https://www.redalyc.org/pdf/3223/322327380002.pdf>
- Belli et al. (2023). Diseño de tratamiento sostenible para eviscerados de residuos hidrobiológicos del mercado modelo de Ica, Perú. *Biotempo*, 20 (1), 85 – 89 <https://doi.org/10.31381/biotempo.v20i1.5720>
- Blasco J. y Pérez J. (2007). Metodologías de investigación en ciencias de la actividad física y el deporte. *Dialnet plus* 978-84-8454-616-0. <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/12270/1/blasco.pdf>.
- Castellano, A y Goizueta, M. (2017). El valor agregado en origen como política de desarrollo agroindustrial y agroalimentario. 104 – 129
- Chirinos et al. (2009). Industrialización y exportación de derivados de la pota. Universidad ESAN.
- Díaz, J & Coaquira, E. (2022). Modelación Matemática para un sistema de gestión de recursos sólidos orgánicos de truchas (*oncorhynchus mykiss*) e impacto ambiental. *Revista de investigaciones*, 11 (4), 227 – 238 <https://doi.org/10.26788/ri.v11i4.3791>
- Fasihi et al. (2021). Developing a Bi-objective Mathematical Model to Design the Fish Closed-loop Supply Chain. *IJE TRANSACTIONS B: Applications*, 34 (5), 1257 – 1268
- Hernández et al. (s.f.). Metodología de la investigación. (736) <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Hernández, S. (1994). Metodología de la investigación. Wordpress 978-970-10-5753-7. <https://seminariodemetodologiadelainvestigacion.files.wordpress.com/2012/03/metodolog3ada-de-la-investigacic3b3n-roberto-hernc3a1ndez-sampieri.pdf>
- Lokesh et al. (2021). Experimentación y análisis de predicción sobre el rendimiento mecánico de compuestos a base de escamas de pescado y polvo de cáscara de coco. *Revista de Fibras Naturales*, 19 (14), 7750 – 7761
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo – MINCETUR (2023). Exportaciones peruanas alcanzan un crecimiento de 6% en el mes de julio. Plataforma digital única del Estado Peruano <https://www.gob.pe/es/n/832851>
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo – MINCETUR (2023). Exportaciones peruanas crecen por segundo mes consecutivo. Plataforma digital única del Estado Peruano <https://www.gob.pe/es/n/774066>.

- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA (2014). La fiscalización ambiental en residuos sólidos. <http://www.oefa.gob.pe/>
- Pinzón, L. & Sánchez, C. (2016). Aprovechamiento de las vísceras de pescado como fuente de energía para minimizar el problema de contaminación ambiental del sector piscícola. *Revista De Investigación Agraria y Ambiental*, 7 (2), 191 – 198 <https://doi.org/10.22490/21456453.1623>
- Quevedo, L. (2019). Aproximación crítica a la teoría económica propuesta por Schumpeter. *Revista Investigaciones y Negocios*, 12 (20).
- Rovegno, N. (2021). Pota. *Sociedad Peruana de Derecho Ambiental*, Wikipesca Perú <https://www.wikipesca.pe/>
- SANIPES (2020). Plantas procesadoras de calamar gigante o pota. Plataforma digital única del Estado Peruano [https://www.sanipes.gob.pe/archivos/pesca/listados-oficiales/LISTADO\\_OFICIAL\\_PLANTAS\\_DE\\_PROCESAMIENTO\\_DE\\_POTA\\_14072020.pdf](https://www.sanipes.gob.pe/archivos/pesca/listados-oficiales/LISTADO_OFICIAL_PLANTAS_DE_PROCESAMIENTO_DE_POTA_14072020.pdf)
- Suning et al. (2022). Circular Economy Policy of Shrimp Waste as an Effort to Implement Green Economy. *Jurnal Kawistara The Journal of Social Sciences and Humanities*, 12(2), 168 – 180 <https://doi.org/10.22146/kawistara.68866>
- Tawfik, L., & Chauvel, A. (1993). *Administración de la producción*. McGraw-Hill.
- Taymer et al. (2007). El Desarrollo sostenible. Perspectivas y enfoques en una nueva época. *Pastos y Forrajes*, 30 (2)
- Toledo et al. (2007). Evaluación del ensilado químico de pescado en la alimentación de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Revista electrónica de Veterinaria*, 8(9), 1695 – 7504
- Váquiro et al. (2023). Modelado matemático del efecto del hidrolizado de vísceras en el desempeño productivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). *Información Tecnológica*, 34 (4), 718 – 764 <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642023000400045>
- Stahel, W. R. (1976). The potential for substituting manpower for energy. European Commission.