



SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INDUSTRIA Y ENERGÍA

Evaluación del empleo de ensilado de vísceras de pescado en la alimentación animal

Evaluation of the use of fish viscera silage in animal feed

Isabel Cabrera Estrada¹, Mercedes Arbona Cabrera², Dayami Valladares Aguilar³

- 1- Isabel Cabrera Estrada. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Facultad de Química y Farmacia, departamento de Ingeniería Química, Santa Clara, Cuba. E-mail: icabrera@uclv.edu.cu
- 2- Mercedes Arbona Cabrera. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Facultad de Química y Farmacia, departamento de Ingeniería Química, Santa Clara, Cuba. E-mail: marbona@uclv.cu
- 3- Dayami Valladares Aguilar. Unidad Empresarial de Base INDUVILLA Santa Clara, Cuba.

Resumen:

- **Problemática:** La Unidad Empresarial de Base INDUVILLA de Santa Clara, produce diferentes alimentos derivados del pescado de agua dulce y genera durante los procesos de elaboración desechos líquidos y sólidos.
- **Objetivo(s):** evaluar el empleo de ensilado de vísceras de pescado en la alimentación animal particularizando en el uso de la preparación de dietas para la preceba de alevines.
- **Metodología:** Se realizaron estudios experimentales, balances de masa y energía y análisis estadístico.
- **Resultados y discusión:** Se obtuvo la formulación para el ensilado biológico de pescado, con composición de 78,75 % de vísceras, 15 % de miel final, 5 % de inóculo bacteriano, 1% de sacarosa y 0,25 % de benzoato de sodio. Se comprobó la estabilidad del ensilado durante 70 días manteniéndose el pH en valores de 4,5.



Simposio Internacional de Industria y Energía Convención 2021
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
EVALUACIÓN DEL EMPLEO DE ENSILADO DE VÍSCERAS DE PESCADO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

- **Conclusiones:** Se aplicó el ensilado como alimento en la dieta de precebas de clarias y el Factor de Conversión Alimentaria fue 4,37 con un índice de supervivencia de 92,5%. Se propuso la elaboración de pellets conformados con el ensilado y residuos agrícolas para lograr mayor facilidad de transportación y aprovechamiento del alimento. Se diseñó una planta con una capacidad de producción de 966,17 t/año, los indicadores económicos VAN y TIR, fueron de \$ 2613349,102 y 64 % respectivamente. El tiempo de recuperación de la inversión fue 1,8 años.

Abstract:

- **Problem:** *The INDUVILLA Base Business Unit of Santa Clara produces different foods derived from freshwater fish and generates liquid and solid waste during the manufacturing processes.*
- **Objective (s):** *to evaluate the use of fish viscera silage in animal feed, particularly in the use of preparing diets for the pre-fattening of fingerlings.*
- **Methodology:** *Experimental studies, mass and energy balances and statistical analysis were carried out.*
- **Results and discussion:** *The formulation for the biological fish silage was obtained, with a composition of 78,75% of viscera, 15% of final honey, 5% of bacterial inoculum, 1% of sucrose and 0,25% of benzoate of sodium. The stability of the silage was checked for 70 days, keeping the pH at values of 4,5.*
- **Conclusions:** *The silage was applied as food in the claria pre-fattening diet and the Feed Conversion Factor was 4,37 with a survival rate of 92,5%. The production of pellets made from silage and agricultural residues was proposed to achieve greater ease of transportation and use of food. A plant was designed with a production capacity of 966,17 t/year, the NPV and IRR economic indicators were \$ 2613349,102 and 64% respectively. The payback time for the investment was 1,8 years.*

Palabras Clave: Residuos sólidos; Alimentación animal; Ensilado de pescado.

Keywords: Solid waste; Animal feeding; Fish silage.



Simposio Internacional de Industria y Energía Convención 2021
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
EVALUACIÓN DEL EMPLEO DE ENSILADO DE VÍSCERAS DE PESCADO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

1. Introducción

La industria alimentaria es la encargada de la elaboración, transformación, preparación, conservación y envasado de los alimentos de consumo humano y animal. Las materias primas de esta industria consisten principalmente de productos de origen vegetal, animal y fúngico y se producen en explotaciones agrarias, ganaderas y pesqueras. Gracias a la ciencia y la tecnología de alimentos el progreso de esta industria se ha visto incrementado, aumentando el número de posibles alimentos disponibles en la dieta.

La industria alimentaria genera un efluente de residuos antes de su tratamiento con un contenido extremadamente alto de materia orgánica soluble. Mediante el aislamiento de los residuos sólidos, la concentración de sustancias orgánicas solubles en las aguas residuales se reduce y aquellos pueden emplearse con mayor facilidad como subproductos, alimentos o combustible. La utilización de los subproductos de los procesos de un modo rentable reduce el costo global del tratamiento de residuos y, en última instancia, el costo del producto final.

La Unidad Empresarial de Base INDUVILLA de Santa Clara, produce diferentes alimentos derivados del pescado de agua dulce y genera durante los procesos de elaboración desechos líquidos y sólidos. El objetivo de esta investigación es evaluar el empleo de ensilado de vísceras de pescado en la alimentación animal particularizando en el uso de la preparación de dietas para la preceba de alevines.

2. Metodología

Para la preparación del ensilado biológico se utilizaron los siguientes componentes:

Vísceras de pescado

Las vísceras fueron recolectadas y refrigeradas para ser procesadas lo más frescas posibles. Para iniciar el proceso fueron cocinadas durante un tiempo de 20 minutos a la temperatura de ebullición del agua con el objeto de disminuir la carga microbiana patógena que éstas poseen. Una vez cocinadas fueron enfriadas en forma rápida, agregando agua fría alrededor del recipiente. Una vez enfriados los residuos fueron colados con el objeto de atrapar los compuestos sólidos que quedaron después del proceso de cocción.

Miel final



Simposio Internacional de Industria y Energía Convención 2021
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
EVALUACIÓN DEL EMPLEO DE ENSILADO DE VÍSCERAS DE PESCADO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Se utilizó un 15 % de miel final como fuente principal de carbohidratos dentro de la mezcla. Esta miel fue analizada en los laboratorios del central Heriberto Duquesne ubicado en el municipio de Remedio en Villa Clara.

Sacarosa

Aunque la miel final cuenta con un 14% de glucosa libre y un 35% de sacarosa se decidió utilizar sacarosa pura en un porcentaje de 1%. Pues se ha demostrado que la sola presencia de la miel final puede tener un efecto inestable en el ensilado, alterando el producto al almacenarlo en largos períodos

Inóculo

Se utilizaron bacterias lácticas *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaris*

Benzoato de Sodio

Según literatura, se debiera utilizar el ácido sórbico para la realización del ensilado puesto que evita el crecimiento de mohos y levaduras en el ensilado, pues éstos se consideran microorganismos capaces de desarrollarse en condiciones extremas tanto de temperatura como de pH. Pero este es un ácido difícil de obtener en Cuba por lo que se decidió probar con el benzoato de sodio el que es más común y económico.

Estos componentes fueron estudiados por Tejeda el cual logró un ensilado con características satisfactorias. (Tejeda, 2018)

Para la evaluación del ensilado en la alimentación de alevines de clarias, el ensayo se desarrolló en la UEB IINDUVILLA ubicada en Santa Clara, Villa Clara. Se elaboró a nivel de banco una dieta de ensilado biológico como única fuente proteica de origen animal de precebas de bagre africano de peso promedio inicial de $13 \pm 0,25$ g, las cuales fueron situadas en una caja de PVC con capacidad de 58 L de agua, se colocaron un total de 200 ejemplares atendiendo a las condiciones reales de estos en los estanques donde son distribuidos 3500 peces por metro cúbico de agua.

Alimentación

El ensilado biológico fue suministrado en dos raciones (10:00 h y 17:00 h) durante 15 días a 200 clarias en etapa de precebas con un peso promedio inicial de $13 \pm 0,25$ g. La dieta fue suministrada mediante la relación kg de ensilado igual al 10 % del peso vivo total como está establecido en el Estanque Minerva "ACUACAM". Se determinó la cantidad de ensilado necesario para los 15 días del ensayo a partir de un balance de materiales.



Simposio Internacional de Industria y Energía Convención 2021
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
EVALUACIÓN DEL EMPLEO DE ENSILADO DE VÍSCERAS DE PESCADO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

kg de ensilado necesario = $0,1 \times \text{peso vivo total (kg)} \times 15 \text{ días} \times 2 \text{ raciones/día}$

kg de ensilado necesario=7,968 kg

Preparación del ensilado

Se elaboraron 9 kg de ensilado biológico. Para su preparación se utilizaron vísceras de pescado, miel final, inóculo bacteriano y benzoato de sodio. Se mantuvo la composición de la mezcla estudiada a escala de laboratorio (Tejeda, 2018; Escudero 2019).

Para la elaboración del ensilado biológico se utilizaron desechos generados del procesamiento del pescado. Para iniciar el proceso fue separada el agua de las vísceras proveniente del lavado del pescado mediante un colador. Posteriormente fueron cocinadas las vísceras en una estufa de leña durante un tiempo de 45 minutos a la temperatura de ebullición del agua con el objeto de disminuir la carga microbiana patógena que éstas poseen. Una vez cocinadas fueron enfriadas en forma rápida, agregando agua fría alrededor del recipiente. A continuación, fueron molidas en una máquina cortadora Cúter. Luego se añadió la miel final como fuente principal de carbohidratos dentro de la mezcla, el inóculo y el de benzoato de sodio como conservante. La mezcla se homogenizó con una paleta de madera durante 20 minutos. Posteriormente fue envasado en tanquetas limpias y desinfectadas. El ensilado se incubó en condiciones anaerobias a temperatura ambiente por un período de 7 días hasta la disminución del pH indicado para el consumo animal.

Se analizó el pH del ensilado a los 15 días de ensayo con el objetivo de conocer la estabilidad del producto. El análisis se realizó en el laboratorio de microbiología de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Se utilizó un potenciómetro electrónico con electrodo de vidrio de lectura directa.

Al final del ensayo se realizó un pesaje individual de los peces utilizando una balanza analítica modelo 440-51N. Las variables respuestas consideradas en el ensayo fueron: peso medio final en gramos, Factor de Conversión Alimentaria (FCA), y % de supervivencia(S), las que aparecen en las ecuaciones 1 y 2 respectivamente.

$$FCA = \frac{\text{Alimento añadido}}{\text{Ganacia peso}} \quad (1)$$

$$\% S = \frac{\text{Número de peces finales}}{\text{Número de peces iniciales}} * 100 \quad (2)$$

Según lo reportado por Valladares, 2021.



Simposio Internacional de Industria y Energía Convención 2021
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
EVALUACIÓN DEL EMPLEO DE ENSILADO DE VÍSCERAS DE PESCADO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Para la formulación de los pellets Se emplearon el ensilado biológico y residuos agrícolas, particularizándose en paja de arroz.

3. Resultados y discusión

Uno de los parámetros más importante para la producción del ensilado biológico es el contenido proteico de las vísceras utilizadas. Los resultados de la caracterización fisicoquímica de las vísceras analizadas presentaron un 13,38 % de proteína. Los valores de pH medidos al ensilado biológico durante los 15 días fueron inferiores a 4,5. Dicho valor muestra la fase o fenómeno de acidificación por parte de los microorganismos. El pH es uno de los índices de mayor importancia que debe ser controlado durante todo el proceso y almacenamiento del ensilado biológico de pescado, ya que refleja el desarrollo del proceso, la calidad del ensilado y manifiesta cualquier cambio que pueda afectar el producto. En la tabla 1 aparecen los índices de mortalidad de las clarias gariepinus durante los 15 días de ensayo. La dieta fue suministrada en dos raciones (10:00 h y 17:00 h).

Día	Ración 1 10:00 am (kg)	Ración 2 5:00 pm (kg)	Mortalidad
1	0,266	0,266	0
2	0,266	0,266	3
3	0,266	0,266	0
4	0,266	0,266	2
5	0,266	0,266	0
6	0,266	0,266	1
7	0,266	0,266	2
8	0,266	0,266	0
9	0,266	0,266	3
10	0,266	0,266	3
11	0,266	0,266	0
12	0,266	0,266	0
13	0,266	0,266	1
14	0,266	0,266	0
15	0,266	0,266	0

Tabla 1. Índices de mortalidad de las clarias gariepinus durante los 15 días de ensayo. Fuente:

Elaboración propia.



Simposio Internacional de Industria y Energía Convención 2021
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
EVALUACIÓN DEL EMPLEO DE ENSILADO DE VÍSCERAS DE PESCADO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

En la tabla 2 se observan los resultados de los indicadores nutricionales obtenidos en el bioensayo realizado con clarias gariepinus durante 15 días de alimentación. Estos valores son respecto a la dieta con ensilado biológico suministrada a 200 clarias y la dieta establecida con pienso animal que se emplea en el cultivo de precebas de clarias en el estanque ubicado en la Minerva UEB "ACUACAM", sometiendo los peces a una misma tasa de alimentación (10% del peso corporal).

Indicadores	Dieta ensilado biológico	Dieta pienso animal
Peso inicial (g/pez)	13,28	13,28
Peso final (g/pez)	22,41	23,37
Conversión alimentaria	4,37	3,95
Supervivencia (%)	92,5	95,1

Tabla 2. Comportamiento de los indicadores productivos con las dietas en precebas de clarias gariepinus.

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó una comparación evaluando la dieta con ensilado biológico en precebas de clarias respecto al alimento comercial. La conversión alimenticia se determinó mediante la relación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso de los peces en el período de ensayo, el valor fue expresado en unidades de alimento utilizado para producir una unidad de peso vivo del animal (kg:kg). El factor de conversión alimenticia como valor que determina la eficiencia productiva de las dietas es el más importante, el valor más alto es el menos eficiente.

Se puede apreciar que el índice de supervivencia fue alto en ambos tratamientos (mayor que 90 %), lo cual evidencia que el cambio de la dieta no fue promotor de mortalidades, ni variaciones de tallas dentro de los grupos que condujeran al canibalismo.

Se realizó un análisis de varianza con el uso del software STATGRAPHICS para la variable conversión alimentaria, el cual permitió determinar que existen diferencias significativas ($p > 0,05$) en el crecimiento de los peces con el uso del ensilado biológico respecto al alimento comercial. Estas diferencias en el crecimiento fueron motivadas al utilizar el mismo por ciento de adición de alimento/ peso corporal (10%) sin tener en cuenta las diferencias de materia seca y proteína bruta entre las dietas, la diferencia entre el contenido de humedad de ambas dietas es de gran importancia pues la proteína en el ensilado está contenida en su materia seca. Dicha afectación puede ser eliminada si la tasa de adición del ensilado que es un alimento semihúmedo se calcula en función del alimento



Simposio Internacional de Industria y Energía Convención 2021
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
EVALUACIÓN DEL EMPLEO DE ENSILADO DE VÍSCERAS DE PESCADO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

a ingerir (gramos de proteína bruta/ gramos de peso vivo) y de esta forma se cuantifica el consumo de materia seca que aporte los requerimientos nutricionales de la especie para no afectar el crecimiento.

Según los resultados obtenidos en este bioensayo, para el período de tiempo analizado, se puede plantear que el ensilado biológico de vísceras de pescado es una valiosa fuente de proteína de origen animal que puede utilizarse como alternativa al pienso animal sin afectar el índice de supervivencia.

En cuanto al factor de conversión alimentaria se hace necesario que al aplicar esta tecnología de alimentación se tengan en cuenta cuantificar el consumo de materia seca que aporte los requerimientos nutricionales (proteína bruta principalmente) de la especie para no afectar el crecimiento. Teniendo en cuenta que el ensilado tiene una consistencia semi-líquida se requiere la adición de otros componentes para lograr la dureza del alimento.

A partir de estos resultados se procedió a la formulación de pellets que permitieron una disminución de la humedad del alimento

Debido a los resultados satisfactorios obtenidos experimentalmente a continuación, se realiza una evaluación preliminar de una planta para la obtención del ensilado biológico a partir de las vísceras de pescado y la pelletización del alimento. El esquema aparece representado en la figura 1.



Simposio Internacional de Industria y Energía Convención 2021
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
EVALUACIÓN DEL EMPLEO DE ENSILADO DE VÍSCERAS DE PESCADO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

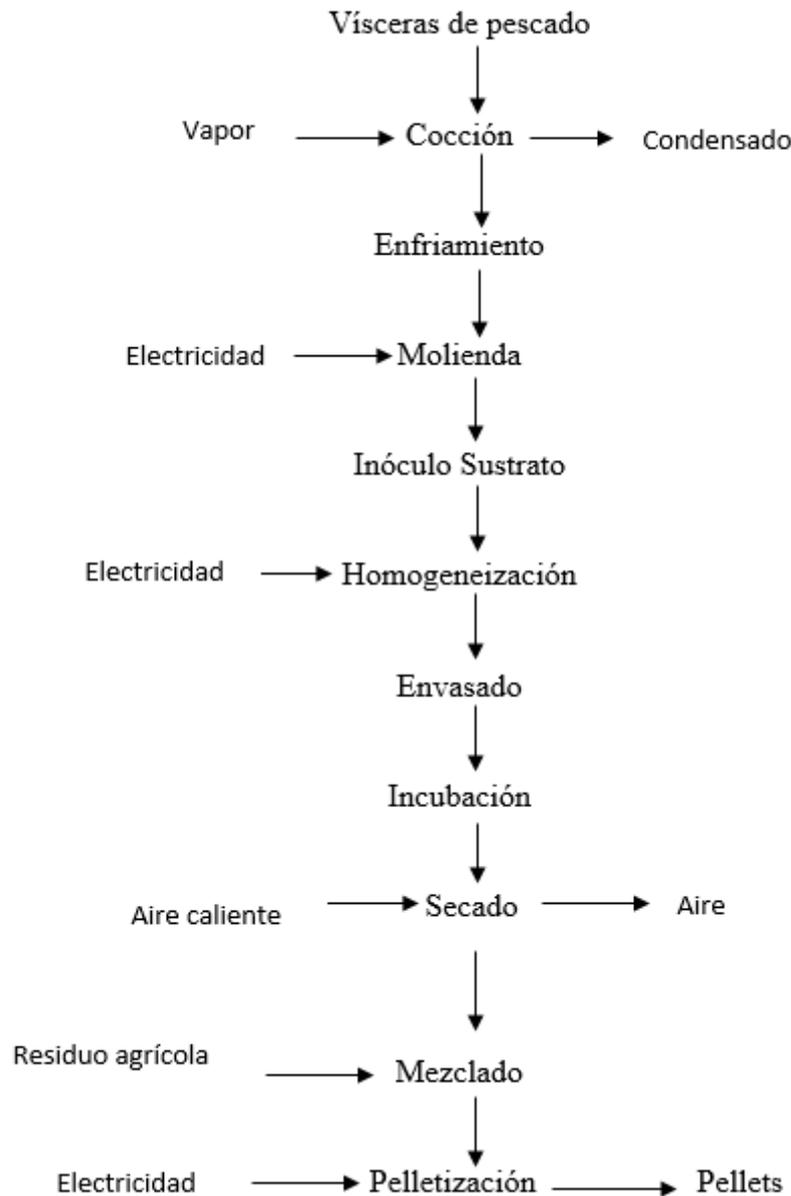


Figura 1. Esquema tecnológico del proceso. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3 se reflejan los equipos empleados y su costo y en la tabla 4 los datos empleados para el cálculo de la ganancia. Para el costo de inversión se utilizó la metodología de Peters.



Simposio Internacional de Industria y Energía Convención 2021
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
EVALUACIÓN DEL EMPLEO DE ENSILADO DE VÍSCERAS DE PESCADO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Equipo	Número de equipos	Costo de adquisición total actualizado (USD)
Molino Modelo:CM-42 con capacidad para 1,5 toneladas por hora	1	5000
Tacho de 2,2 m ³	1	2883,72
Tanque mezclador de 2,8 m ³ y agitador de hélice de 1,20 kW	1	8000
Tanques de almacenamiento de PVC	7	700
Bombas rotatorias de desplazamiento positivo	2	3000
Bomba centrífuga (Del tacho hacia el mezclador)	1	1922,48
Bomba centrífuga (Del mezclador hacia los tanques de almacenamiento)	1	2242,90
Tuberías (m)	30	1121,45
Secador Modelo FBD:UFD-500 con capacidad de 500 kg/lote	1	6000
Peletizadora Modelo 250D	1	300

Tabla 3. Costo de adquisición del equipamiento. Fuente: Elaboración propia.

Producto	Precio (\$/tonelada)	Cantidad anual(t/año)	Ingresos (\$/año)
Pellets de vísceras de pescado	80 000	966,17	77 293 600

Tabla 4. Datos empleados para el cálculo de la ganancia. Fuente: Elaboración propia.



Simposio Internacional de Industria y Energía Convención 2021
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
EVALUACIÓN DEL EMPLEO DE ENSILADO DE VÍSCERAS DE PESCADO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Se consideró que durante el primer año no se obtendrá ganancia por la puesta en marcha de la instalación y los posibles ajustes del equipamiento e insumos. En la tabla 5 se reflejan los indicadores de rentabilidad para el proceso de elaboración de pellets de vísceras de pescado. El comportamiento del VAN se ilustra en la figura 2 donde se observa que el tiempo de recuperación de la inversión (PRD) será de aproximadamente 1,8 años.

Índice	Valor
VAN (\$)	2 613 349,102
TIR (%)	64

Tabla 5. Valor actual neto y tasa interna de rentabilidad en el proceso de elaboración de ensilado biológico de pescado. Fuente: Elaboración propia.

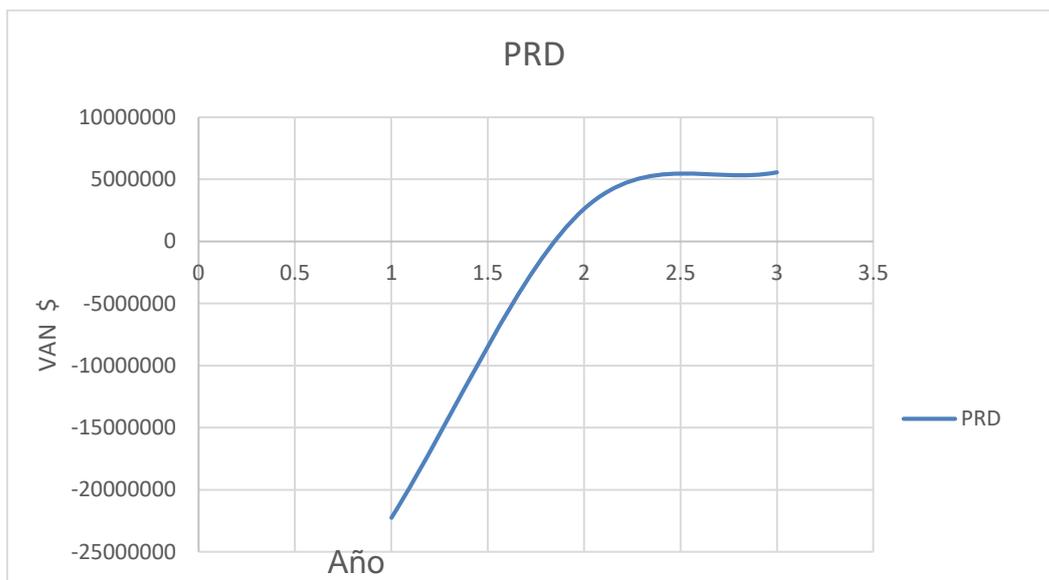


Figura 2. Variación del Valor Actual Neto en el período de tiempo analizado. Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones

1. El empleo de ensilado biológico a nivel de banco en la dieta de precebas de clarias gariépinus arrojó un índice de supervivencia de 92,5% y un Factor de Conversión Alimentaria de 4,37.
2. Según la cantidad de desperdicio generado anualmente en la UEB "INDUVILLA" se puede implementar una planta para la elaboración de pellets de vísceras de pescado con una producción de 966,17 toneladas al año.



Simposio Internacional de Industria y Energía Convención 2021
Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
EVALUACIÓN DEL EMPLEO DE ENSILADO DE VÍSCERAS DE PESCADO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

3. Los indicadores económicos VAN y TIR, calculados para un período de 15 años, demuestran la aceptabilidad de la inversión necesaria para implementar la instalación de la planta, haciéndose factible la inversión, obteniéndose un valor de VAN de \$ 2 613 349,102 y una TIR de 64 %.
4. El tiempo de recuperación de la inversión es de 1,8 años.

5. Referencias bibliográficas

1. Escudero, L., Reutilización de desechos sólidos en Empresa Pesquera de Villa Clara PESCAVILLA, tesis presentada en opción al título de ingeniera química, Universidad Central Marta Abreu de las Villas Cuba, 2019.
2. Peters, M. S. 1991. Plant design and economics for chemical engineers, United State.
3. Tejeda, L.A, Propuestas de medidas de producciones más limpias para la industria del procesamiento del pescado de agua dulce en Villa Clara, tesis presentada en opción al título de ingeniero químico, Universidad Central Marta Abreu de las Villas Cuba, 2018.
4. Valladares, D., Propuesta de medidas de producciones más limpias en la industria INDUVILLA de Villa Clara para mitigar el impacto negativo sobre el medio ambiente de los residuos generados, tesis presentada para optar por el grado científico de Máster en Ingeniería Ambiental, UCLV, 2021.