

## **Artículo científico**

### **Diseño de una industria para el procesamiento de especies acuícolas en la provincia de Sancti Spíritus, Cuba** ***Design of facilities for the processing of aquiculture species in Sancti Spíritus province, Cuba***

Yadira Rodríguez Fernández  
[yrfernandez@uniss.edu.cu](mailto:yrfernandez@uniss.edu.cu)

Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”. Cuba  
Blas Andiel Rodríguez Rodríguez  
[blas@uniss.edu.cu](mailto:blas@uniss.edu.cu)

Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”. Cuba  
Dailén Pérez Mendoza  
[dailen@uniss.edu.cu](mailto:dailen@uniss.edu.cu)

Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”. Cuba  
Linet Álvarez  
[linet@uniss.edu.ec](mailto:linet@uniss.edu.ec)

Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”. Cuba

## **RESUMEN**

La Empresa Pesquera de la provincia de Sancti Spíritus en Cuba, es la encargada de producir anualmente más de 5 000 toneladas de especies acuícolas de agua dulce que constituyen una fuente de proteína de alta calidad. Una de sus principales producciones es el filete de *Claria Gariepinus* con un volumen en el año 2017 de 870 toneladas, el cual se prevé incrementar para el año 2030 a 2700 toneladas. No obstante, la empresa se encuentra limitada por su capacidad de procesamiento para obtener mayor cantidad de productos que cumplan con los requisitos de inocuidad y calidad. En la presente investigación se desarrolló un procedimiento para el diseño de una industria para el procesamiento de especies acuícolas, con un procedimiento específico para la planeación de la instalación que soporta el proceso de toma de decisiones. Se incluyeron herramientas como la dinámica de grupo, el diseño del flujo de materiales a partir de la utilización de diagrama OTIDA, gráfico de relaciones y diagrama de relaciones, así como el cálculo de las necesidades de espacio y representación de la distribución en planta. El impacto social de la investigación radica en el logro de diseñar una industria pesquera que disminuya las pérdidas post cosecha y aumente los niveles productivos de forma que se beneficie el cliente final. El diseño realizado considera las condicionantes y particularidades del proceso productivo por lo que hace definen áreas de materia prima, área de producción, área de productos terminados y áreas sanitarias y de oficinas.

Recibido: 14/12/2017. Aceptado: 19/05/2018  
Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES

**Palabras claves:** diseño de instalaciones, especies acuícolas, flujo productivo, planificación sistémica del diseño, análisis de factibilidad.

## ABSTRACT

The Fishing Company of the province of Sancti Spíritus in Cuba, is in charge of annually producing more than 5 000 tons of freshwater aquaculture species that constitute a source of high quality protein. One of its main productions is *Claria Gariepinus* fillet with a volume in 2017 of 870 tons, which is expected to increase by 2030 to 2700 tons. However, the company by its processing capacity to obtain more products that meet the requirements of safety and quality is limited. In the present investigation a procedure was developed for the design of an industry for the processing of aquaculture species, with a specific procedure for the planning of the installation that supports the decision making process. It included tools such as group dynamics, the design of the material flow from the use of OTIDA diagram, relationship graph and relationship diagram, as well as the calculation of space needs and representation of plant distribution. The social impact of the research lies in the achievement of designing a fishing industry that reduces post-harvest losses and increases production levels so that the final customer benefits. The design considers the conditions and particularities of the production process for what it does define areas of raw material, production area, area of finished products and sanitary areas and offices.

**Keywords:** design of facilities, aquaculture species, productive flow, Systematic Layout Planning, feasibility analysis.

## INTRODUCCIÓN

Garantizar la calidad de los alimentos, mejorar la seguridad alimentaria y disminuir las pérdidas pos cosecha son objetivos claves para el logro de una cadena alimentaria sostenible (Opara y Mditshwa, 2013). Específicamente, la pesca y la acuicultura realizan contribuciones importantes al bienestar y la prosperidad mundiales dado que en los últimos 50 años, el suministro mundial de productos pesqueros destinados al consumo humano ha superado el crecimiento de la población mundial según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO, 2014).

A escala global, según el último reporte bienal disponible del “Estado de la pesca y la agricultura” publicado por la FAO (2016), la producción acuícola de pescado representó como promedio el 44 % de la producción total de productos pesqueros en el periodo 2013-2015. Este valor es superior al 42,1 % alcanzado en 2012 y al 31,1 % registrado en 2004, mientras que se espera que para el 2015 sea del 52 %. La acuicultura ha venido creciendo de forma acelerada, ubicándose entre las industrias alimentarias más importantes en el consumo de la población; la cual compite de cerca con la industria alimentaria bovina, porcina y aviar (Botero Silva, López Ardila, y Hurtado Azuero, 2009).

Cuba también participa en esa vertiente con el objetivo de aumentar las producciones de alimentos para la población; aunque se reconoce que aún los cubanos no tienen un

marcado hábito de consumir pescados de agua dulce (Hernández Basso, 2013). Para Cuba estas producciones resultan estratégicas debido a que las capturas en el Mar Caribe alcanzaron sus niveles permisibles y pudieran descender más por la influencia del cambio climático (FAO, 2006).

La política de desarrollo de la acuicultura en el país, se ha centrado en dos grupos: las Tilapias, especies adaptadas con éxito a nuestras condiciones y las Carpas chinas cuya importancia radica en su rápido crecimiento y hábitos alimentarios diferentes que han permitido que se cultiven en policultivos (Romero Menéndez, 2011). Según el ingeniero Eduardo Díaz Forte, director de la Empresa de Desarrollo de Tecnologías Acuícolas, del grupo empresarial de la Industria Alimentaria, las prácticas actuales demuestran que el crecimiento de los próximos años en el país, sin abandonar la línea de tilapia y Carpas chinas, será por la vía del cultivo intensivo de clarias, cuyo costo de producción es notablemente inferior con todos los requerimientos higiénicos sanitarios (Hernández Basso, 2013).

Según datos estadísticos correspondientes al año 2016, en Sancti Spíritus se producen anualmente más de 5 551,2 toneladas de especies de agua dulce que constituyen una fuente de proteína de alta calidad, lo cual constituye más del 22 % del total producido por el país (24 455,1 toneladas) en el mismo periodo (Oficina Nacional de Estadística e Información, 2017a). De esta actividad en la provincia está encargada la Empresa Pesquera de Sancti Spíritus (PESCASPIR), la cual cuenta con una Unidad de Base que se encarga del procesamiento de especies acuícolas (INDUPIR). Dicha instalación no cuenta con los requisitos necesarios para un aumento de la producción que pretende la Empresa PESCASPIR para los venideros años.

Por tanto, una de las principales debilidades del sector acuícola en esta provincia es la ausencia de plantas de procesamiento o centros de acopio que permitan a los pequeños y medianos productores obtener un producto inocuo y de calidad, las cuales, a su vez, cumplan con las normas que establecen los parámetros y las condiciones sanitarias adecuadas. Dicha afirmación está en concordancia con los hallazgos realizados por Fredriksson y Liljestrand (2015). A través de una revisión del estado del conocimiento respecto a las cadenas de suministro agroalimentarias, dichos autores plantean que es necesario mejorar la estructura de distribución en las cadenas para disminuir la exposición y contaminación que sufren los alimentos en cadenas largas y garantizar la inocuidad de los productos.

La industria pesquera exhibe desafíos particulares en las cadenas de suministro por: ser productos altamente perecederos, la cantidad de agentes en la cadena de suministro, y la incertidumbre acerca de las características de calidad (Jensen, Nielsen, Larsen, y Clausen, 2010). Por otra parte, la ausencia de cadena de frío afecta la disponibilidad y la calidad del producto (Lemma, Kitaw, y Gatew, 2014). Para ello, se ha de tener en cuenta según Meyers y Stephens (2010), que el diseño de las instalaciones afecta la productividad y la rentabilidad de una cadena de suministro, más que cualquiera otra decisión corporativa.

Además, la calidad y el costo del producto y, por tanto, la proporción de suministro/demanda se ven afectadas directamente por el diseño de la instalación.

Las decisiones de distribución en planta de una instalación se encuentran estrechamente relacionadas con el proceso inversionista del país. En Cuba este proceso se rige por la Resolución 91 del 2006 del Ministerio de Economía y Planificación en la cual se establecen las indicaciones para el proceso inversionista (Ministerio de Economía y Planificación, 2006). Resulta entonces necesario desarrollar un procedimiento para el diseño de una industria para el procesamiento de especies acuícolas en la provincia de Sancti Spíritus, el cual pueda ser implementado en cualquier empresa del sector.

## **MÉTODOS**

Según Krajewski y Ritzman (2000) las decisiones de diseño, concernientes al subsistema de operaciones y que implican compromisos a largo plazo son: diseño del producto, diseño del proceso, mano de obra, nuevas tecnologías, capacidad, localización, distribución en planta y aprovisionamiento. Por tanto; las decisiones de diseño se enmarcan en la selección de las estrategias, de ellas depende el éxito de las empresas, pues diseñar correctamente el producto, el proceso, seleccionar el personal, la tecnología adecuada, así como la solución apropiada a los problemas relacionados con la capacidad, la distribución en planta y la ubicación de las instalaciones traen consigo un buen funcionamiento de la organización (González Rivera, 2015).

El estudio de metodologías para el diseño de distribuciones en planta industriales se produjo fundamentalmente en la década de los años 50, destacándose los estudios de Immer (1950) y Buffa (1955). Posteriormente, en 1961, Muther presenta *Systematic Layout Planning* o método SLP el cual es generalmente aceptado como el más analítico de todos los métodos desarrollados, pues sustituye la mecánica de la resolución del problema por el análisis inteligente y la síntesis creativa que acompaña el procedimiento. No obstante, en Cuba no se cuenta con una herramienta específica para el diseño de instalaciones que comprenda las características de una instalación para el procesamiento de especies acuícolas y el cumplimiento del grupo de normas cubanas para los procesos de producción de alimentos.

Por tanto, se propone en la presente investigación, un procedimiento compuesto por herramientas de la ingeniería industrial el cual está estructurado en 3 etapas, las cuales se describen a continuación.

### **Etapas 1: Análisis de la situación actual del área objeto de estudio**

Para el estudio de esta etapa es necesario partir de tres aspectos fundamentales: la caracterización del proceso, la determinación del potencial como materia prima a utilizar y el análisis de los documentos legales ambientales de la inversión a ejecutar. A continuación, se detallan cada uno de estos aspectos.

**a) Caracterización del proceso**

En este aspecto el objetivo es describir las características generales del proceso para la elaboración de los productos: filete y picadillo del Claria (productos decididos por la empresa), haciendo referencia a sus principales operaciones y cómo se realiza el flujo de materiales. Para ello se puede usar el diagrama de OTIDA (operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenamientos)

**b) Determinación del potencial de materia prima a utilizar**

La determinación del potencial de materia prima a utilizar en el área investigada, estará dado por el volumen de producción a ser procesado, teniendo en cuenta la proyección de la empresa PESCASPIR desde el año 2017 hasta el 2030, a partir de los volúmenes de obtención del clarias, identificados en el aprovisionamiento.

**c) Análisis de los documentos legales - ambientales de la inversión a ejecutar**

En el análisis de los documentos legales-ambientales de la inversión a ejecutar es estrictamente necesario por la entidad ejecutora de la inversión. Es necesario un proceso de evaluación de impacto ambiental, resultado de un estudio previo, que tendrá como resultado el otorgamiento de la licencia ambiental, para luego proceder a la propuesta que se describe en la etapa siguiente.

**Etapa 2: Planeación de la Instalación**

En la administración de operaciones se incluye tanto las decisiones relativas al diseño del sistema de operaciones como las relativas a su operación y control. Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente mencionados, en esta etapa se tiene en cuenta tres aspectos fundamentales:

**a) Localización de la instalación:**

En este caso se determina por sugerencias de la entidad ejecutora, a partir de un análisis realizado anteriormente.

**b) Selección de la tecnología a utilizar**

En este caso la selección de la tecnología a utilizar, se realizará a partir de los equipos que se utilizan en la industria pesquera actual en la provincia y las tendencias actuales para este tipo de industria en Cuba y el mundo.

**c) Diseño de la distribución de la instalación**

La distribución de la instalación se desarrolla a través de la planificación sistemática de la distribución propuesto por Muther (1973).

### **Etapa 3: Evaluación de la factibilidad económica, social y ambiental de las alternativas de inversión**

Para realizar el balance económico, social y ambiental de la implantación de la industria para el procesamiento de especies acuícolas, hay que considerar todos los beneficios asociados a dicha actividad y los gastos que se generan, además de la determinación del costo total invertido. Desde el primer año se considera la construcción de la instalación y el montaje del equipamiento, el cual se utilizará a un 100 % de su capacidad productiva, pues la industria tiene experiencia reconocida por el volumen de procesamiento de *Claria* y por la eficiencia de estos procesos.

Para ello, los costos de inversión serán estructurados según la Resolución 91 del 2006 del Ministerio de Economía y Planificación, siguiendo lo estipulado en el artículo 42 que plantea que, a los fines de la planificación y su control, las inversiones se agrupan en los siguientes componentes: Construcción y Montaje, Equipos y Otros. Se tendrá en cuenta además, el índice de consumo de agua para producciones y servicios según Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (2015), dada la importancia de este recurso en el proceso productivo objeto de estudio. Los costos de mano de obra a tener en cuenta corresponden al análisis del procesamiento de especies acuícolas realizado por Castillo Jiménez (2015). Los imprevistos se estimarán en un 10 % del valor total de la inversión.

### **RESULTADOS**

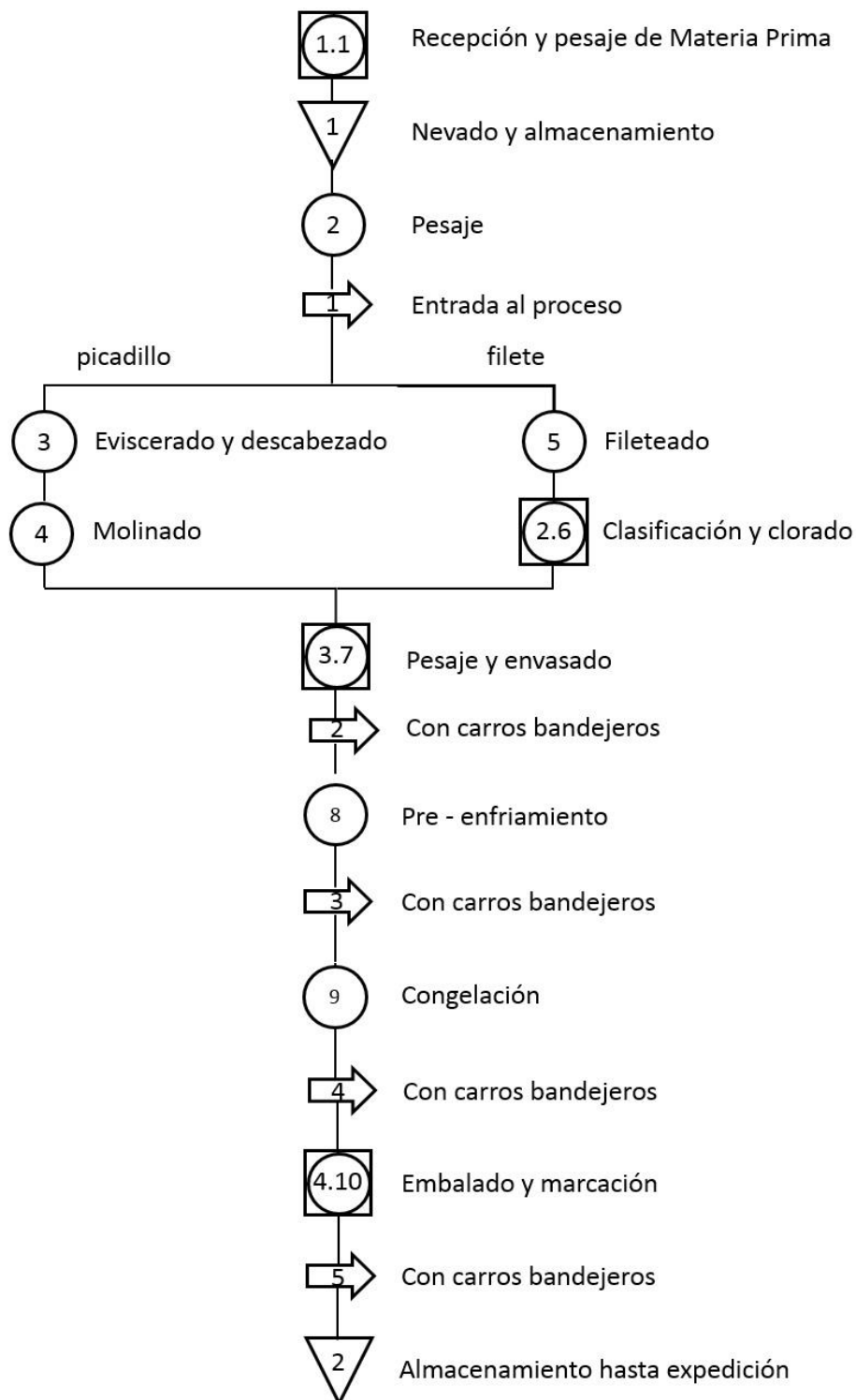
El análisis de la situación actual, del área objeto de estudio, inició con la caracterización del proceso productivo a desarrollar en la mini industria; la cual estará emplazada en la Unidad Estatal Básica del municipio La Sierpe (UEB ACUISIER) según decisión de la empresa. En la figura 1 se muestra una descripción del proceso productivo para el procesamiento de la *Claria Gariepinus* según el diagrama de proceso (OTIDA).

A partir del análisis de la figura 2 se decide que para el año 2018, pueden ser procesadas hasta 1000 toneladas de *Claria Gariepinus* para cumplir el plan de producción, aunque su capacidad total con dos turnos de trabajo será de 3000 toneladas.

Posteriormente se realiza un análisis de los documentos que rigen las conductas a tener en cuenta en temas medioambientales, en este caso la Ley 81 de 1997, de Medio Ambiente (Asamblea Nacional del Poder Popular, 1997).

Queda definida la necesidad de realizar una Evaluación del Impacto Ambiental el cual comprende:

- La solicitud de licencia ambiental.
- El estudio de impacto ambiental, en los casos en que proceda.
- La evaluación del impacto ambiental, a cargo del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
- El otorgamiento o no de la licencia ambiental.

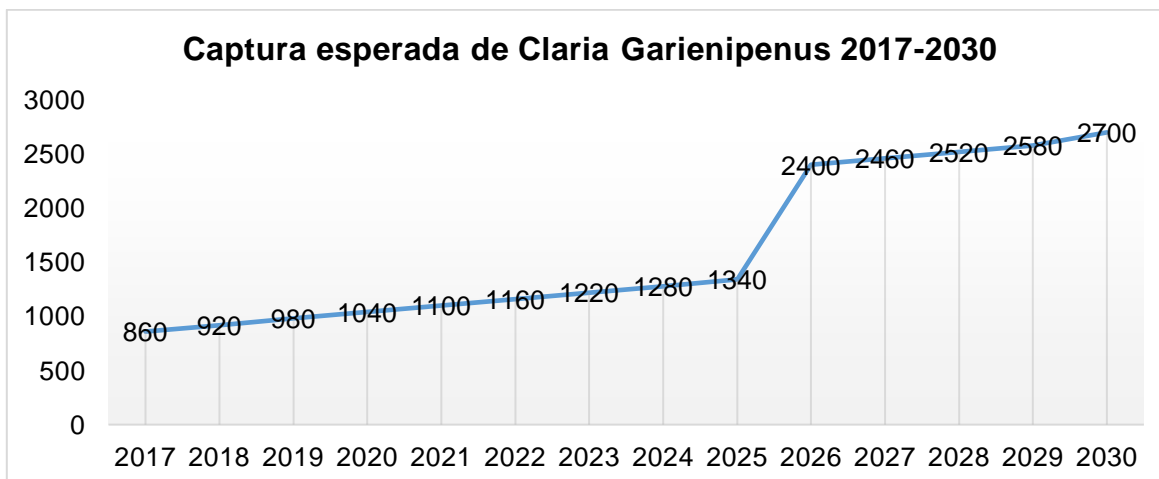


**Figura 1:** Diagrama del procesamiento del Claria.

**Fuente:** Rivadeneira Casanueva (2015).

Recibido: 14/12/2017. Aceptado: 19/05/2018

Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES



**Figura 2:** Proyección estratégica anual 2017 - 2030 para la especie *Claria Gariepinus*.

**Fuente:** Datos estadísticos de la proyección de la UEB ACUISIER.

La documentación se llevará a cabo por la empresa ejecutora de la inversión (PESCASPIR) y se facilitará cuando se requiera por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La información contenida en los indicadores para el funcionamiento del Sistema Nacional de Información Ambiental, a los efectos de evaluar y diagnosticar la situación ambiental existente, sin que medie pago alguno y sin perjuicio de los derechos de propiedad intelectual reconocidos, como estipula el Artículo 36 de la Ley 81. Seguidamente, se realiza la planeación de la instalación a través del procedimiento específico constituido por tres pasos.

A partir de las necesidades de la Industria, su ubicación será en zonas perteneciente a la UEB ACUISIER resultado de una evaluación previa por parte de un equipo de expertos de la entidad. El área ocupa un total de 429 m<sup>2</sup> caracterizada por un terreno plano, con suelos del tipo oscuro plásticos (Vertisuelos) con características de infiltración extremadamente baja y sedimentos limo-arcilloso. Este tipo de superficie no impide el movimiento de tierra y soporta la construcción de la infraestructura para el futuro emplazamiento de la fábrica.

A partir del flujo de procesos y las tendencias mundiales para el procesamiento de pescado, como base para obtener las necesidades de equipamiento tecnológico para la industria propuesta se define la tecnología a utilizar.

#### **Camión cisterna:**

Las características técnicas del medio de transporte se muestran a continuación:

Estanque Isotérmico con las siguientes características: una sola pieza con una estructura soporte metálica Ampliroll, galvanizada, totalmente liso, redondeado, fácil de limpiar; disponibilidad entre 13 000 y 15 000 litros; corta olas incorporadas; transportable en barcaza o camión para transporte de cosecha viva o muerta; escotilla de carga aérea de 600 mm; válvula de salida de peces de 14" a 12"; totalmente desmontable para mejor higienización;



fabricación de polietileno de densidad media y atóxico; y estabilizado con aditivo anti-UV que asegura una larga vida sin alteraciones causadas por los rayos solares. El polietileno usado en la fabricación de estos productos es adecuado para aplicaciones de contacto con alimentos.

#### **Cámara de frío:**

La cámara de frío tendrá dimensiones de 9 x 6 x 2 metros, para una capacidad de almacenamiento de 3,5 toneladas y un consumo de energía: corriente nominal 114 Kw/h. Tendrá una cubierta con paneles forrados en ambas caras (exterior e interior) con lámina de acero galvanizado calibre 24, puertas en acero inoxidable, con herrajes especiales para trabajo pesado, con dispositivos para abrir desde el interior con sistema de corredera o según su necesidad. El aislamiento con paneles de las cámaras será aislado con poliuretano inyectado de densidad 35 kg/m<sup>3</sup> y un ensamble que se puede instalar modularmente, de fácil desarme y transporte.

#### **Planta de hielo:**

El modelo seleccionado es el LIP-100 con compresor Bitzer Tipo 6 F2. Sus dimensiones son de 3,43 x 2,06 x 2,43 metros y capacidad de 10 toneladas diarias. Este modelo utiliza el refrigerante R22/R404A el cual es de fácil adquisición en el país, y necesita una alimentación para su funcionamiento de 36,5 kW.

#### **Congelador de placa:**

El modelo disponible en el país es el SG-30.2Y con compresor Bitzer Tipo 6 F2. Sus dimensiones son de 4,35 x 1,94 x 2,99 metros, con capacidad de congelación de 1,65 toneladas por cada turno de trabajo de 8 horas. Este modelo utiliza el refrigerante R22/R404A y necesita una alimentación para su funcionamiento de 32 kW.

#### **Máquina de picadillo:**

El modelo seleccionado es el JR-D120 de dimensiones 2,45 x 1,18 x 1,80 metros, con capacidad de procesamiento entre 1 000 y 2 000 kg/h. Esta máquina es de acero inoxidable adecuada para carne congelada, así como carne fresca. Necesita para su funcionamiento una alimentación de 7,5 kW.

#### **Diseño de los puestos de trabajo:**

La región donde se construirá la industria es productora por excelencia de arroz y otros cultivos agrícolas, por ende, la mayoría de los hombres en edad laboral están empleados en este sector. No así las mujeres, quienes laboran en otros sectores transportándose diariamente hasta la capital provincial o se dedican a tareas domésticas. Por tanto, se propone que las plazas de trabajo de procesamiento, clorado y envasado sean ocupadas por mujeres. Mientras que las plazas de asistente de proceso deben ser ocupadas por hombres ya que requieren mayores esfuerzos de trabajo.

Los puestos de trabajo se diseñaron en función de las medidas antropométricas de la

población laboral cubana de mujeres entre 18 y 49 años para el percentil 95 % publicadas por Ávila Chaurand, Prado León, y González Muñoz (2007). Las principales características técnicas de los puestos de trabajo se describen a continuación.

Dimensiones de la mesa de trabajo (posición de pie) para procesamiento del producto (12 puestos: uno frente al otro, separados por una estera):

*Altura del plano de trabajo*

$$= \text{mínimo [Altura del codo en posición de pie (Percentil 95%)]} - \text{Rango para la aplicación de fuerza} \\ = 1032 \text{ mm} - 200 \text{ mm} = 832 \text{ mm}$$

$$\text{Profundidad de la mesa} = \text{mínimo [Alcance máximo frontal del brazo (Percentil 95%)]} \\ = 645 \text{ mm}$$

*Ancho de la mesa*

$$= 2 * \text{mínimo [Alcance máximo frontal del brazo (Percentil 95%)]} \\ + \text{Ancho de la estera} = 2 * 645 \text{ mm} + 500 \text{ mm} = 1790 \text{ mm}$$

*Largo de la mesa*

$$= \text{máximo [Alcance lateral máximo del brazo (Percentil 95%)]} \\ * \text{cantidad de puestos} = 750 \text{ mm} * 6 = 4500 \text{ mm}$$

Dimensiones de los asientos y mesas de trabajo para el proceso Pesaje - envasado (2 puestos) y el proceso de Embalado – marcación (2 puestos):

- Asiento:

$$\text{Altura} = \text{mínimo [Altura poplítea (Percentil 95%)]} + \text{Holgura} = 423 \text{ mm} + 30 \text{ mm} \\ = 453 \text{ mm}$$

*Ancho mínimo del asiento*

$$= \text{máximo [Ancho caderas sentado (Percentil 95%)]} + \text{Holgura} \\ = 458 \text{ mm} + 30 \text{ mm} = 488 \text{ mm}$$

*Profundidad del asiento*

$$= \text{mínimo [Distancia sacro – poplítea (Percentil 95%)]} + \text{Holgura} \\ = 528 \text{ mm} + 30 \text{ mm} = 558 \text{ mm}$$

- Respaldo:

$$\text{Borde inferior del respaldo} = \text{máximo [Altura iliocrestal (Percentil 95%)]} = 479 \text{ mm}$$

$$\text{Borde superior del respaldo} = \text{mínimo [Altura subscapular (Percentil 95%)]} \\ = 432 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Ancho del respaldo} &= \text{máximo [Ancho caderas sentado (Percentil 95\%)]} \\ &= 458 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Mesa de trabajo:

$$\begin{aligned} \text{Altura inferior mínima} &= \text{máximo [Altura poplítea (Percentil 95\%)]} \\ &+ \text{máximo [Altura del muslo (Percentil 95\%)]} + \text{Holgura} \\ &= 434 \text{ mm} + 192 \text{ mm} + 30 \text{ mm} = 656 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Altura del plano de trabajo} &= \text{Altura inferior mínima} + \text{Espesor del material} \\ &= 656 \text{ mm} + 20 \text{ mm} = 676 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Profundidad de la mesa} &= \text{mínimo [Alcance máximo frontal del brazo (Percentil 95\%)]} \\ &= 645 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Largo de la mesa} &= \text{máximo [Alcance lateral máximo del brazo (Percentil 95\%)]} \\ &+ \text{Área auxiliar para el pesaje} * \text{cantidad de puestos} \\ &= 750 \text{ mm} + 500 \text{ mm} * 1 = 1250 \text{ mm} \end{aligned}$$

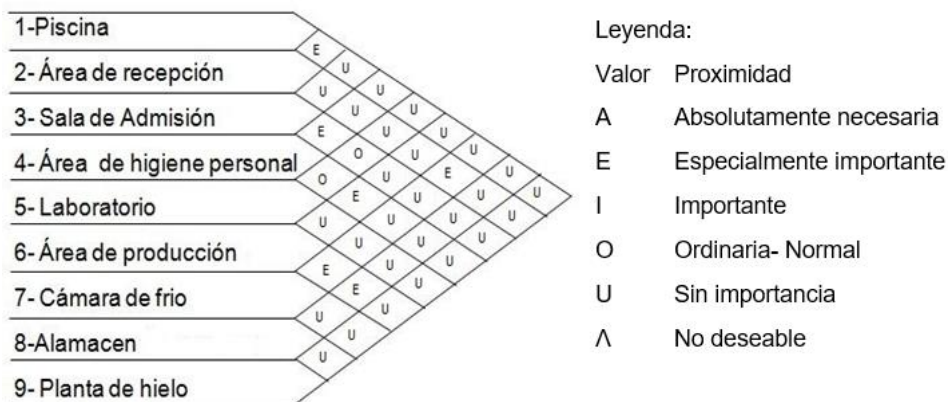
Dimensiones de la mesa de trabajo (posición de pie) para el proceso de Clorado y escurrido (1 puesto):

$$\begin{aligned} \text{Altura del plano de trabajo} &= \text{mínimo [Altura del codo en posición de pie (Percentil 95\%)]} - \text{Rango para la aplicación de fuerza} \\ &= 1032 \text{ mm} - 200 \text{ mm} = 832 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Profundidad de la mesa} &= \text{mínimo [Alcance máximo frontal del brazo (Percentil 95\%)]} \\ &= 645 \text{ mm} \end{aligned}$$

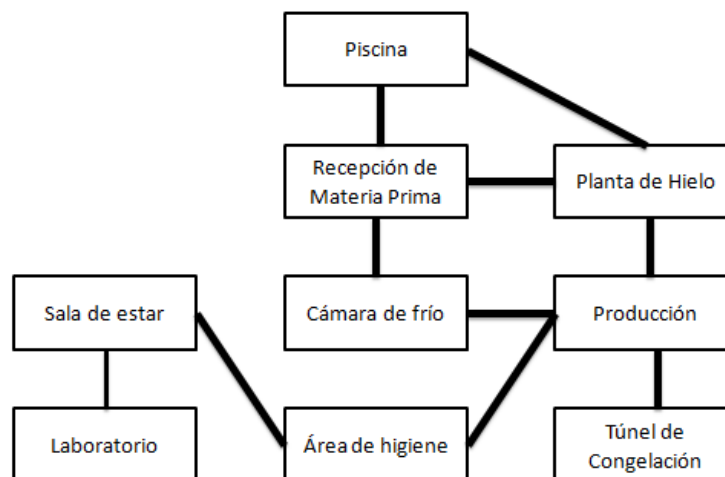
$$\begin{aligned} \text{Largo de la mesa} &= \text{máximo [Alcance lateral máximo del brazo (Percentil 95\%)]} \\ &* \text{cantidad de puestos} = 750 \text{ mm} * 1 = 750 \text{ mm} \end{aligned}$$

La distribución de la instalación comienza con la determinación del flujo de materiales, el cual se estableció a partir de la secuencia de operaciones determinadas por la tecnología en el paso anterior del procedimiento (ver figura 2). Luego se estableció el gráfico de relación entre las actividades que integran el proceso, atendiendo al grado de proximidad con la utilización de la escala establecida por el procedimiento (ver figura 3).



**Figura 3:** Relación entre las actividades del proceso de producción.

A partir del diagrama de flujo y el gráfico de relación, se confeccionó el diagrama de relaciones (figura 4).



**Figura 4:** Diagrama de relaciones de las actividades que intervienen en el proceso de producción.

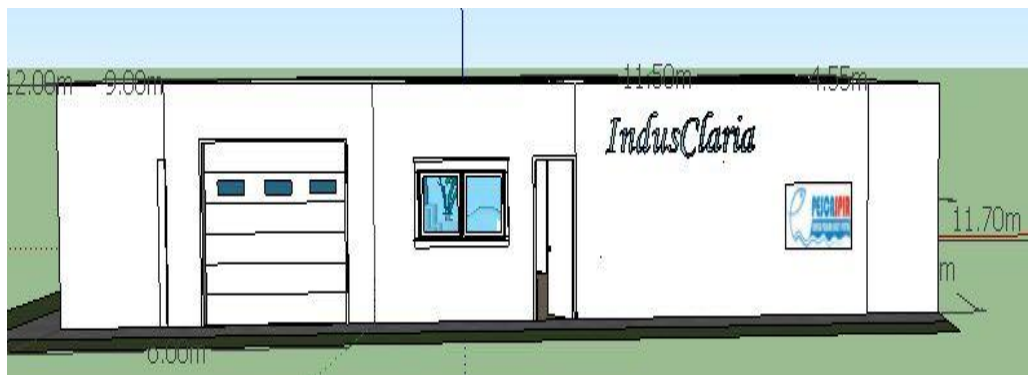
A partir de este punto se comenzó a definir las necesidades de espacio, las cuales fueron especificadas, durante la selección de la tecnología, que fue delimitada como:

- Área de la planta de hielo: 21 m<sup>2</sup>
- Área de recepción: 18 m<sup>2</sup>
- Laboratorio: 15 m<sup>2</sup>
- Área de la cámara de frío: 54 m<sup>2</sup>
- Área de producción: 158,55 m<sup>2</sup>
- Área de higiene personal: 60 m<sup>2</sup>

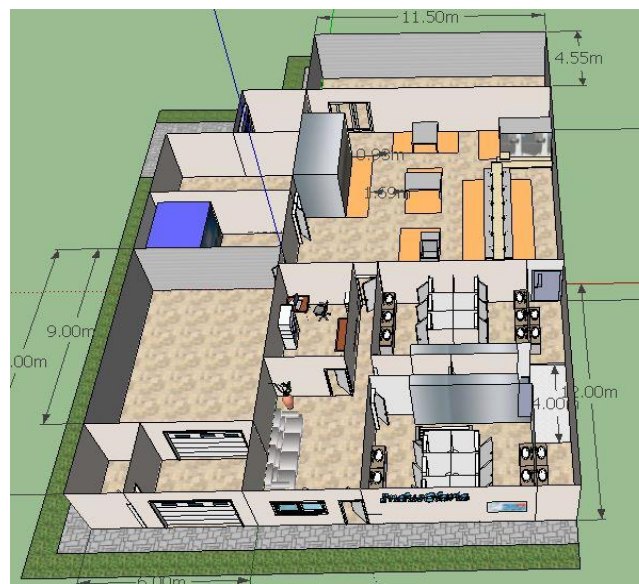
- Área de Admisión: 24 m<sup>2</sup>
- Área de almacén de insumos: 24 m<sup>2</sup>
- Área de almacén de productos terminados: 52,40 m<sup>2</sup>

Una vez confeccionado el diagrama de relaciones y definida el área disponible a utilizar en el desarrollo de los procesos, se realizó el diagrama de relaciones de espacio a escala, como primer esbozo para determinación de la distribución en planta definitiva.

Posteriormente, se realizaron ajustes al diagrama para establecer como tipo de flujo que representa el proceso, el flujo en círculos. A continuación, se determinó la distribución en planta final, la que se muestra en las figuras 5 y 6.



**Figura 5:** Distribución en planta de la industria para el procesamiento del Claria: vista frontal



**Figura 6:** Distribución en planta de la industria para el procesamiento del Claria. Vista frontal de la industria: vista superior.

La evaluación financiera fue realizada en ambas monedas, planificándose gastos en Pesos Cubanos Convertible (CUC) y Pesos Cubanos (CUP) para la determinación de la moneda total y valorar la eficiencia del proyecto. El monto total de la inversión es de 155 400 CUC considerando el valor de las dos monedas. En la Tabla 1 se muestra el costo total de la inversión en pesos cubanos y su dinámica durante los siguientes años:

**Tabla 1:** Resumen de los costos totales de la inversión en CUP.

<b>Conceptos</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>
<b>Ingresos</b>	3 640 320,00	3 640 320,00	3 640 320,00	3 640 320,00
<b>Costos directos</b>				
Servicios	20 384,90	20384,90	20384,90	20384,90
Mano de obra	102 356,04	102 356,04	102 356,04	102 356,04
<b>Costos indirectos</b>				
Mantenimiento (10% de los Costos Fijos)	9 481,62	9 481,62	9 577,39	9 578,36
<b>Costos fijos</b>				
Instalación	12 254,25	0,00	0,00	0,00
Maquinarias y Equipos	82 562,00	0,00	0,00	0,00
Depreciación	0,00	948,16	957,74	957,84
Seguros	0,00	9,48	9,58	9,58
Impuestos	1 274 112,00	1 274 112,00	1 274 112,00	1 274 112,00
Imprevistos	9 481,62	9481,62	9481,62	9481,62
Costo Total de Producción	1 501 150,82	1 407 292,21	1 407 397,65	1 407 398,71
<b>Flujo de caja</b>	2 139 169,18	2 233 027,79	2 232 922,35	2 232 921,29

Por otra parte, los indicadores dinámicos financieros arrojaron los resultados siguientes:

- ✓ El Valor Actual Neto con una tasa de descuento para evaluar el proyecto de 12 % (obtenida por la empresa), obtuvo un valor positivo de 4 640 526,44 CUP.
- ✓ La Tasa Interna de Rentabilidad proyectó un resultado de 141 %.

## **DISCUSIÓN**

A diferencia de las metodologías para el diseño de distribuciones en planta industriales propuestas por Immer (1950), Buffa (1955) y Muther (1973), en esta investigación se utilizó un procedimiento para el diseño de una industria para el procesamiento de especies acuícolas el cual sigue un orden lógico de actividades que garantizan de una forma sencilla

y satisfactoria el cumplimiento de las normas actuales de inocuidad y calidad requeridas según la norma ISO 22000 (2005) y la norma cubana ISO 9001 (2015).

Las herramientas aplicadas dentro del procedimiento facilitaron una mejor comprensión del proceso analizado, permitiendo describirlo y detallar cada uno de los elementos que lo integran por lo que se logró diseñar una industria pesquera compuesta por áreas de materia prima que cumple con la norma cubana NC 492:2006 Almacenamiento De Alimentos—Requisitos Sanitarios Generales.

Se cuenta con un área de producción que cumple con las normas cubanas:

- NC 143:2002 Código de Prácticas. Principios generales de higiene de los alimentos,
- NC 455:2006 Manipulación De Los Alimentos—Requisitos Sanitarios Generales,
- NC 456:2006 Equipos y Utensilios en Contacto con los Alimentos—Requisitos Sanitarios Generales,
- NC 471:2006 Nutrición e Higiene de los Alimentos—Términos y Definiciones,
- NC 483:2007 Filete de Pescado Congelado de la Acuicultura—Especificaciones,
- NC 38-00-05:1986 Sistema de Normas Sanitarias de Alimentos. Limpieza y desinfección—Procedimientos generales, entre otras.

Adicionalmente, se cuenta con un laboratorio para el análisis de los productos terminados que verifica el cumplimiento de las normas cubanas:

- NC 493: 2006 Contaminantes Metálicos en Alimentos—Regulaciones Sanitarias,
- NC 483:2007 Filete de Pescado Congelado de la Acuicultura—Especificaciones, y
- NC 358:2004 Embutidos y Productos Alimenticios Conformados —Especificaciones.

Un aspecto a tener en cuenta para la aprobación de un proyecto de diseño de una industria para el procesamiento de alimentos, es el estudio del otorgamiento de la Licencia Ambiental. Teniendo en cuenta que el vertimiento de contaminantes a las aguas conlleva a una serie de peligros leves y potenciales que pueden afectar a los ecosistemas receptores (Romero López, 2013), se hace necesaria también un estudio sobre el sistema de tratamiento de residuales para el manejo de los residuos a lo largo de todo el proceso. Estos estudios han de garantizar que la propuesta constituya un sistema con la mínima afectación al medio ambiente donde no solo la alta productividad que se alcanzará es factores determinantes para la aplicación y ejecución de la tecnología a utilizar.

## **CONCLUSIONES**

El diseño realizado es capaz de contribuir a la disminución de las pérdidas post cosecha y el aumento de los niveles productivos como beneficio tanto de la empresa como del cliente final.

Inicialmente se procesarán 1 000 toneladas de pescado anualmente con un total de 23 trabajadores en un turno de trabajo de 8 horas, pero el diseño permite aumentar la capacidad de procesamiento a 3 000 toneladas anuales mediante el uso para ello 3 turnos de trabajo.

La producción industrial que se alcanzará a través de este proyecto dará una respuesta positiva a las necesidades de la población de la provincia de Sancti Spíritus, ya que el producto final posee amplio mercado de consumo nacional e internacional.

El proyecto de ejecución de obras debe lograr un equilibrio entre la conservación ambiental y la satisfacción de las necesidades inmediatas de los protagonistas de este desarrollo. Por tanto, ha de concederse prioridad a la tarea de sostener la capacidad productiva de la entidad en estudio y cumplir con un alto nivel de responsabilidad, las normas medio ambientales vigentes, en aras de reducir la vulnerabilidad a los peligros ambientales.

Los proyectos de diseño de mini industrias son de vital importancia para el país pues consideran no solo las condicionantes y particularidades del entorno empresarial cubano, sino también la necesidad de desarrollo local de cada territorio.

## REFERENCIAS

- Asamblea Nacional del Poder Popular. (1997). *Ley No. 81 del Medio Ambiente: Denominación, Principios, Conceptos Básicos y Objetivos* La Habana, Cuba: Gaceta Oficial de la República de Cuba.
- Ávila Chaurand, Rosalio, Prado León, Lilia, & González Muñoz, Elvia. (2007). Dimensiones antropométricas de la población Latinoamericana. *México, Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, División de Tecnología y Procesos, Departamento de Producción y Desarrollo, Centro de Investigaciones en Ergonomía.*
- Botero Silva, Dario Andrés, López Ardila, David Emigdio, & Hurtado Azuero, Sandra Liliana. (2009). *Diseño e implementación de una planta procesadora de tilapia (propescol) en el departamento del Huila, Colombia.* (Programa De Medicina Veterinaria), Universidad De La Salle, Bogotá, Colombia.
- Buffa, Elwood Spencer. (1955). *Secuence analysis for functinal layouts* (Vol. 6).
- Castillo Jiménez, Damaris. (2015). *Mejoramiento de la Calidad de la gestión logística de aprovisionamiento a la Industria Pesquera.* (Tesis en opción al Título Académico Máster en Ingeniería Industrial), Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez", Sancti Spíritus, Cuba. Recuperado de <http://dspace.uniss.edu.cu/handle/123456789/708>
- FAO. (2006). *Capacidad de pesca y manejo pesquero en América Latina y el Caribe.* Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/010/a0236s/a0236s00.htm> Publicado en: Roma, Italia



- FAO. (2014). *El estado mundial de la Pesca y la Acuicultura 2014*. Recuperado de <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/232019/>  
Publicado en: Roma.
- FAO. (2016). *El estado mundial de la Pesca y la Acuicultura 2016*. Recuperado de <http://www.fao.org/publications/sofia/sofia/es/> Publicado en: Roma
- Fredriksson, Anna, & Liljestrand, Kristina. (2015). Capturing food logistics: a literature review and research agenda. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 18(1), 16-34. doi:10.1080/13675567.2014.944887
- González Rivera, Dayami. (2015). Impactos de la asignatura distribución en planta en la formación de estudiantes para la gestión de procesos en ingeniería industrial. *Revista Universidad y Sociedad*, 7, 23-27.
- Hernández Basso, Minerva. (2013). Tendencia de crecimiento futuro. *OPCIONES Semanario Económico y Financiero de Cuba*. <http://www.opciones.cu/cuba/2013-04-11/tendencia-de-crecimiento-futuro/>
- Immer, John R. (1950). *Layout planning techniques*: McGraw-Hill New York, NY.
- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. (2015). *Resolución No. 287 Índice de consumo de agua para producciones y servicios*. La Habana, Cuba: Gaceta Oficial de la República de Cuba.
- Jensen, Toke Koldborg, Nielsen, Jette, Larsen, Erling P, & Clausen, Jens. (2010). The Fish Industry—Toward Supply Chain Modeling. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 19(3-4), 214-226.
- Krajewski, Lee J, & Ritzman, Larry P. (2000). *Administración de operaciones: estrategia y análisis*: Pearson educación.
- Lemma, Yared, Kitaw, Daniel, & Gatew, Gulelat. (2014). Loss in Perishable Food Supply Chain: An Optimization Approach Literature Review. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5(5), 302-311.
- Meyers, Fred. E., & Stephens, Matthew P. (2010). *Manufacturing Facilities Design & Material Handling* (4th Edition ed.): Pearson.
- Ministerio de Economía y Planificación. (2006). *Resolución No. 91: Indicaciones para el Proceso Inversionista*. La Habana, Cuba: Gaceta Oficial de la República de Cuba.
- Muther, Richard. (1973). *Systematic Layout Planning* (4th ed.). Universidad de Michigan.
- Oficina Nacional de Estadística e Información. (2017a). Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca 2016 *Anuario Estadístico de Cuba 2016*. La Habana, Cuba.
- Oficina Nacional de Estadística e Información. (2017b). *Anuario Estadístico de Sancti Spíritus 2016*. Recuperado de <http://www.one.cu/aed2016/28Sancti%20Spiritus/Municipios/07%20Sancti%20Sp%3%ADritus.pdf> Publicado en: La Habana, Cuba

- Oficina Nacional de Normalización. (2015). *NC ISO 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad-Requisitos*. Recuperado de <http://observatorios.uo.edu.cu/calidad/wp-content/uploads/sites/5/2017/06/NC-ISO-9001-a2015-44p-btp.pdf> Publicado en: La Habana, Cuba
- Opara, Umezuruike Linus, & Mditshwa, Asanda. (2013). A review on the role of packaging in securing food system: Adding value to food products and reducing losses and waste. *African Journal of Agricultural*, 8(22), 2621-2630.
- Organización Internacional de Normalización. (2005). *ISO 22000 Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos. Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria*. Recuperado de <http://www.mific.gob.ni/LinkClick.aspx?fileticket=x5tTTvrXSIw=&tabid=915&language=en> Publicado en: Suiza
- Rivadeneira Casanueva, Dariel. (2015). *Diagnóstico de diseño del puesto de trabajo en el área de Fondos Exportables de la Industria Pesquera (INDUPIR) de la provincia Sancti Spíritus*. (Tesis en opción al título de Ingeniero Industrial), Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez", Sancti Spíritus, Cuba.
- Romero López, Teresita de Jesús. (2013). Aporte contaminante del procesamiento de recursos pesqueros en Cuba y su impacto al medio. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 34(2), 17-26.
- Romero Menéndez, Clara (2011). Desarrollo de la Piscicultura en Cuba. *Revista Acuacuba*, 13(2), 21-38.