

# CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

Dr. Héctor Nolasco Soria, Director General y Editor

## Líneas de producción de alimentos para acuicultura con tecnología de extrusión y de bajo costo

La Paz, B.C.S., a 25 de Agosto de 2013



Tabla 2. Datos comparativos de costos de las líneas de extrusión de alimentos

Empresa	1	2	3
Capacidad del Extrusor	250Kg/h	220 kg/h	160 Kg/h
Costo de la Línea completa FOB Quindao	\$63,920.00	\$66,240.00	\$65,120.00
Costo/Capacidad (Dólares/por Kg*h-1)	\$255.68	\$301.09	\$407.00

El costo FOB puerto de Quindao, China, incluye todos los equipos listados en la Tabla 1, incluyendo empaque y transporte a Quindao

El objetivo del proyecto fue identificar líneas de producción de alimentos de tecnología de punta y de bajo costo para proponerse como alternativa para su instalación en comunidades acuícolas sociales y privadas. El soporte que las universidades, instituciones de educación superior y centros de investigación pueden ofrecer a estas unidades de producción de alimentos está garantizado, ya que se cuenta con un acervo y experiencia que permitirán realizar los proyectos de escalamiento en colaboración con los productores locales.

Se tomó como base el costo de un equipo de alta calidad, de marca reconocida y de capacidad de producción media-baja, seleccionando como referencia un extrusor modelo E325 (WENGER), de 159-363 Kg/h de capacidad de producción, cuyo precio cotizado en septiembre de 2012 fue de \$248,400.00 dólares (sin empaque, en planta, Sabetha, Kansas, USA). Esta compañía ofrece un tiempo de entrega de 4-6 meses. Se diseñó una línea de producción de alimentos para acuicultura de capacidad media-baja con mayor aplicación en investigación, desarrollo tecnológico, escalamiento y aplicación comercial de pequeña a mediana escala (Tabla 1). Mediante búsqueda, consulta, y solicitud vía internet, se identificó la oferta de las líneas completas de extrusión de alimentos para peces y crustáceos de acuerdo al listado de equipos establecido en la Tabla 1. Se contactaron empresas en América, Europa y Asia. De las empresas que atendieron la solicitud se seleccionaron a las empresas con menor costo de sus líneas de producción y que aceptaron la visita a sus fábricas. Con el fin de evaluar *in situ* la capacidad de los extrusores para producir alimento sedimentable y alimento flotante, en una de las fábricas se realizó una prueba de producción de alimento para peces, utilizando harina de pescado, harina de trigo, harina de soya (31% c/u, aprox.) y aceite de pescado (4%), como materias primas base y una premezcla de vitaminas y minerales. No se utilizó ligante en la formulación. Para el caso del alimento flotante se incrementó el porcentaje de harina de trigo a un 50%, ajustando la pasta de soya. En cada caso se utilizaron 20 Kg de la mezcla, dado que es la cantidad mínima propuesta por el fabricante para la operación del extrusor. Se utilizó un extrusor de doble tornillo con capacidad de producción de 250 Kg/h (DP70 Twin Screw Extruder, Jinan Eagle Food Machinery Co, LTD, Jinan, China). Las condiciones de extrusión fueron T1: 60 °C, T2: 150°C, y T3: 120°C, que corresponde a las temperaturas en las zonas de extrusión para el pre-acondicionamiento, cocción y salida de extrusión, ubicadas en la parte inicial, media y final de los tornillos del extrusor, respectivamente. Los alimentos extruidos se dejaron enfriar a temperatura ambiente (1 h, 25 °C) y se les realizó la prueba de flotabilidad en agua destilada.

Como parte de los resultados se encontró que las propuestas más económicas con tecnología de extrusión se localizaron en la República de China. De este país se tomaron en cuenta las propuestas de tres de las siete empresas que aceptaron la visita a sus fábricas para su comparación económica con el extrusor de referencia. La propuesta comparativa de las tres empresas seleccionadas se muestra en la Tabla 2. En esta tabla se resume el costo de la línea completa, que incluye los equipos listados en la Tabla 1 (con capacidad de producción entre 150 a 300 Kg). Al considerar la inversión inicial respecto a la capacidad de producción de la línea, se encontró que la Empresa 1, tiene el mejor precio, respecto a la capacidad del extrusor ofertado. Sin embargo, las tres empresas tienen precios significativamente bajos respecto a equipos similares en capacidad de producción, como el utilizado como referencia. Si se toma, no la línea completa sino el precio del extrusor de referencia (WENGER modelo E325) el costo es de 683 dólares/Kg de producción por hora, considerablemente superior a lo mostrado en la Tabla 2. Aún equipos de mayor capacidad (800-1000 Kg/h) como el DP90, con pre-acondicionador e inyección de vapor, tiene un costo aproximado de \$28,500.00 (FOB Quindao China), casi 10 veces más económico que el extrusor de referencia, además que ofrecen un tiempo de entrega máximo de 2 meses (para la línea DP70 el tiempo de entrega promedio es de solo 40 días). Debe quedar claro que no se está comparando la calidad de los equipos. Solo se está comparando equipos de tecnología y capacidad de producción similar, que son más accesibles para países en desarrollo, lo que permitiría generar unidades de producción a pequeña y mediana escala, para investigación, desarrollo tecnológico, innovación, desarrollo de nuevos productos, producción de autoconsumo, con el objeto de reducir los costos en la producción acuícola.



Figura 1. Alimentos extruidos con un equipo DP70 (extrusor de doble tornillo, Jinan Eagle Food Machinery, CO. LTD, Jinan China). En color rojo es alimento flotante y en color café alimento sedimentable.

Los resultados de las pruebas demostrativas de extrusión de alimentos para producir alimentos flotantes y alimentos sedimentables en un mismo equipo extrusor de doble tornillo (DP70) fueron exitosos. Aunque las dietas no tenían una formulación específica para alguna especie, si se demostró la propiedad de flotabilidad en cada caso (Fig. 1). El cambio en la formulación o en las condiciones de extrusión en un solo equipo permite modificar las propiedades fisicoquímicas del extruido de acuerdo a las necesidades del producto deseado. Aquí se abre una amplia posibilidad de investigación y desarrollo con nuevos ingredientes y fórmulas mejoradas, por el proceso de extrusión.

### Impacto socioeconómico

El acceso a tecnología de punta a bajo costo permitirá generar un mayor número de unidades experimentales, de desarrollo tecnológico y pruebas de escalamiento pre-comercial y comercial, para apoyar el desarrollo de las empresas acuícolas sociales y privadas, así mismo estimular la generación de nuevas empresas de base tecnológica para la producción de alimentos para acuicultura utilizando materias primas disponibles en la región y de menor costo. Ingredientes alternativos como la pasta de cártamo y langostilla en el Noroeste de México (Galicia et al 2010) o la pasta de coco en el sureste mexicano (González-Garduño et al 2011, Mundo Pecuario 2013), son solo algunos ejemplos de alternativas de nuevos ingredientes para la acuicultura en México. El sector científico y tecnológico nacional podrá apoyar estas unidades de Investigación y Desarrollo y producción para fortalecer el sector acuícola nacional y actividades económicas relacionadas. Este mismo modelo tiene alto potencial de desarrollo en Centroamérica y Sudamérica.

Contacto: <http://pcti.mx>, [hnolesco2008@hotmail.com](mailto:hnolesco2008@hotmail.com)

<sup>1</sup>Héctor Nolasco Soria, <sup>2</sup>Fernando Vega-Villasante, <sup>1</sup>Roberto Civera-Cerecedo, <sup>3</sup>Carlos A. Álvarez-Gonzalez, <sup>1</sup>Dariel Tovar-Ramírez, <sup>1</sup>Ernesto Goytortua-Bores y <sup>2</sup>Daniel Espinosa-Chaurand.

<sup>1</sup>Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

<sup>2</sup>Centro Universitario de la Costa-UdeG

<sup>3</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco-DACBIOL

hnolasco04@cibnor.mx

### Resumen

El objetivo fue explorar el potencial de producción de alimentos para acuicultura utilizando tecnología de punta de costo relativamente bajo. Se identificaron líneas de producción de alimentos para peces y crustáceos con equipos de extrusión con capacidad para producir de 150 Kg/h a 300 Kg/h. En comparación con equipos de extrusión convencionales, de alta eficiencia, tecnología de punta, pero de muy alto costo, se propone el uso de equipos alternativos de marcas emergentes, de tecnología aceptable y de precio accesible. Se realizó un análisis, particularmente para la instalación de pequeñas empresas sociales y privadas con el propósito de producir alimentos para especies acuícolas utilizando los ingredientes disponibles en la región, con el fin de abaratar los costos de producción de alimentos y en consecuencia la de alimentación en los sistemas acuícolas.

**Palabras clave:** alimentos, acuicultura, extrusión, bajo costo, Jinan Eagle Food Machinery Co.

### Abstract

The aim of this study was to explore the potential of aquafeed production using low cost technology. We identified food production lines for fish and crustaceans with extrusion equipment which capacity to produce 150 kg / h to 300 kg / h. In comparison with conventional extrusion equipment, that have high efficiency, advanced technology, but a very high cost, we propose the use of alternative equipment of emerging brands, with acceptable technology and affordable. Particularly for the installation of small social and private enterprises for food production for aquaculture species, using the local ingredients available in the region, in order to reduce the costs of feed production and consequently feed costs in aquacultural systems.

**Key words:** food, aquaculture, extrusion, low cost, Jinan Eagle Food Machinery Co.

**Área temática:** Área 7. Ingenierías.

### Problemática

Para que el cultivo de crustáceos y peces sea rentable y sostenible es necesario el desarrollo de "alimentos amigables al ambiente" de alto valor nutricional con ingredientes de bajo precio. Debe considerarse que en los sistemas intensivos de producción, el alimento artificial es la fuente principal de nutrientes y representa el mayor costo de operación en las granjas (Galicia et al 2010). El uso de ingredientes alternativos en la formulación de alimentos es limitado debido a que los estudios se han realizado básicamente a nivel experimental y se requiere de estudios de escalamiento pre-comercial o comercial. Lo anterior, a su vez ha sido poco desarrollado por la falta de plantas de producción de alimentos de mediana escala, debido principalmente a su alto costo en el mercado. La mayoría de los productores de organismos en cultivo dependen del alimento comercial y no tienen infraestructura para producir sus propios alimentos con ingredientes locales de bajo costo.

Tabla 1. Línea de extrusión de alimentos para animales

Preparación de materias primas	
1	Molino de granos
2	Silo de almacenamiento
3	Molino de carne
4	Cuarto de congelación 3x3x3m
5	Balanza 0-150 kg
Sistema de Cocción Extrusión	
6	Mezcladora
7	Elevador de tornillo
8	Extrusor de doble tornillo
9	Moldes (4)
Sistema de secado	
10	Elevador de aire (extrusor a secador)
11	Secadora
Sistema saborizador y de recubierta	
12	Elevador de aire (secador a saborizador)
13	Tambor de saborización
14	Spay de aceite
15	Banda de enfriamiento con ventiladores
Sistema de empaque	
16	Elevador de aire (a la empacadora)
17	Silo de producto
18	Empacadora (pesaje, cierre por sellado o cierre por cocido con hilo)
19	Cambio de Voltage a 220 V 60 Hz
20	Empaque y transporte a Quindao, China

### Usuarios

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, de Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Economía (SE), quienes a través de sus programas de apoyo al sector pesquero, acuícola y productivo, pueden impulsar el desarrollo de unidades de producción de alimentos para animales en cultivo, con impactos positivos a nivel ecológico, social y económico.

### Proyecto

El continente americano posee un amplio litoral costero, que les ha permitido a los países del Atlántico y del Pacífico, además de sus actividades de pesca, realizar proyectos de acuicultura, como la única alternativa del incremento de producción de alimentos marinos y dulce-acuícolas para las necesidades del mercado y de la población. En el caso particular de México, posee más de 11 mil kilómetros de costas, de los cuales 8,475.06 corresponden al litoral del Pacífico (76%) y 3,117.71 al del golfo de México y mar Caribe (23%). La Plataforma continental incluyendo islas, es de aproximadamente 394 mil km<sup>2</sup>, siendo más amplia en el golfo de México. México también cuenta con 12,500 km<sup>2</sup> de lagunas costeras y esteros así como de 6, 500 km<sup>2</sup> de aguas interiores, como lagos, lagunas, represas y ríos (SAGARPA 2008), lo que le da un alto potencial de desarrollo acuícola. Se calcula que para la próxima década, más del 40% de los productos marinos para consumo vendrán de la acuicultura, que ha mantenido un ritmo de crecimiento del 9% anual (Gravning 2007).