

## Desarrollo de un prototipo de máquina separadora de carne de carpa (*Cyprinus carpio*) para pequeña escala

Booman, A.<sup>(i)</sup>; Márquez, A.<sup>(i y ii)</sup>

<sup>(i)</sup>INTI-Mar del Plata

<sup>(ii)</sup>Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Mar del Plata (FI-UNMdP)

### Introducción

La Carpa es un pez cuya proliferación en lagunas de la Provincia de Buenos Aires, se correlaciona con la disminución del Pejerrey (*Odontesthes bonaerensis*) de reconocida importancia económica.

El aumento de la carpa es explicado por cambios ambientales <sup>[1]</sup>. Su explotación comercial para consumo se ve como un mecanismo para controlar la especie y mantener la actividad económica en la zona.

El principal inconveniente es que la especie, apreciada por otras culturas, no es reconocida como pescado de calidad en nuestro medio. Esto se debe a la dureza y coloración de su carne y a lo dificultoso de su fileteado. Espinas intramusculares representan un problema específico en carpa. <sup>[2]</sup>

La carne de la carpa, separada mecánicamente de sus espinas, huesos y escamas, es muy apta para ser procesada y conformada como hamburguesas. De este modo se logra un producto que tiene muy buena aceptación. <sup>[3]</sup>

La industrialización y comercialización de carne de Carpa podría constituirse en una actividad sustentable si se realiza en pequeña escala o en la forma de micro emprendimientos <sup>[4]</sup>.

Para realizar esta actividad es necesario utilizar máquinas que separan la carne de las espinas, piel y huesos, denominadas genéricamente como "separadoras" o "minceadoras" y cuyo costo es sumamente elevado para la escala propuesta.\*

Por otro lado estas máquinas manejan volúmenes muy elevados de materia prima\*\* y presentan problemas técnicos derivados de la particular textura ósea de esta especie.

Se fijó como objetivo principal desarrollar la tecnología adecuada a 1/10 de la escala de las máquinas actuales, demostrando la factibilidad de

construir una máquina separadora para la especie y el tipo de explotación, y transferirla a los Municipios que actualmente están interesados en desarrollar la mencionada explotación.

### Metodología / Descripción Experimental

Se trabajó con el grupo de tareas que realizó los primeros estudios de rendimiento y de variaciones estacionales de la especie <sup>[6]</sup> y se estudió la misma desde el punto de vista morfológico, estructura de huesos y distribución de espinas.

Una vez realizado el descabezado, se extrajeron y desecaron esqueletos armados de la estructura ósea y sus principales ligamentos, ya que éstos últimos no son visibles en las placas radiográficas (Fig. 1).



Fig. 1: Estructura ósea de la Carpa (descabezada)

Las propiedades mecánicas de la carne se midieron con una máquina Instron 4442, usando los punzones y métodos de obtención de probetas desarrollados *ad hoc* para esta especie <sup>[7]</sup>. Esto permitió contar con una primera estimación de la magnitud de las presiones y esfuerzos necesarios para el procesamiento.

Una vez formada una imagen clara del tipo y distribución de la carne, y su vinculación con la estructura ósea, se procedió a idear diversos

\* rango de 30.000 a 50.000 us\$ [5]

\*\* rango de 500 a 2000 kg/hora

dispositivos para separar la carne de las espinas y de la piel.

Primeramente el desarrollo se orientó hacia dispositivos de mano capaces de extraer la carne del pescado eviscerado y abierto longitudinalmente. Para impulsar estos dispositivos se diseñó una transmisión flexible de bajo costo, y las primeras pruebas hicieron pensar en la factibilidad del proceso con máquina de mano.

Sin embargo, pruebas posteriores mostraron que para acercarse a los rendimientos de las máquinas industriales se insumía mucha mano de obra, y que, por otro lado, el grado de desmenuzado de la carne era mucho mayor, característica ésta no deseable para los productos tipo hamburguesa cuya aceptación ya había sido probada<sup>[2]</sup>.

Se trabajó entonces teniendo como prioridad un desmenuzado con mínima destrucción y efectiva separación de la piel y espinas, utilizando placas planas para la compresión y grandes palancas para generar las fuerzas, llegándose a la conclusión de que los esfuerzos y estructura necesarios resultarían en máquinas de gran peso y energía involucrada.

A partir de ese punto se trabajó en diseñar mecanismos que proporcionarían los desplazamientos y presiones medidos sobre superficies pequeñas, pero en forma continua y rápida. Los esquemas hechos a mano en dos dimensiones se dibujaban luego en computadora utilizando el software Working Model (Versión Demo), graficando así los esfuerzos a lo largo de los desplazamientos. Se diseñó entonces en base a las fuerzas y movimientos así visualizados y se mandaron a maquinar las piezas a talleres especializados. Se arribó así a un prototipo cuyo movimiento de rotación es suministrado por un motorreductor y cuyos movimientos alternativos se realizan en forma manual, con adecuados brazos de palanca.

Con este prototipo se procesaron pequeñas carpas y corvinas, y también besugo y pez palo. Se probaron asimismo los tiempos y sincronismos de los movimientos manuales, quedando así determinados para el accionamiento mecánico del modelo a plena escala.

## Resultados

Se construyó el prototipo que se puede apreciar en la figura 2, en el que se utiliza un pequeño cilindro perforado como unidad de corte y separación, y una serie de dispositivos adicionales que proporcionan los movimientos relativos y presiones necesarias.

También se puede apreciar (Fig. 2) el inicio del pasaje de un semifilet de corvina pequeña, con columna vertebral, piel y espinas, y la aparición de carne limpia dentro del tambor



Fig. 2: Prototipo manual en funcionamiento

A una escala del 50-60% del tamaño previsto, y con un par de accionamientos manuales, este prototipo tiene toda la funcionalidad deseada, y la sola limitante del tamaño de las piezas que admite y de la velocidad y consistencia del accionamiento manual.

El cilindro perforado de pequeño diámetro (Fig. 3) resulta fácil de fabricar a partir de caño inoxidable y permite obtener un desmenuzado de características similares al producido con las máquinas a gran escala que usan costosos tambores de gran diámetro.



Fig. 3: Cilindro con carne sin piel ni espinas

La extracción de la casi totalidad de la carne separable se puede observar en Fig.4, tomada sobre el remanente de varios besugos, luego de separar la carne. (El besugo es reconocido como uno de los pescados marinos de carne mas dura)



Fig. 4: Piel, aletas, escamas y espinas luego de extraer la carne

En las figuras 5 y 6 se pueden observar las elevadas proporciones de carne obtenidas con esta tecnología. Los valores corresponden a pruebas de funcionamiento efectuadas con besugo y corvina, ésta última seleccionada por su similitud morfológica con la carpa.

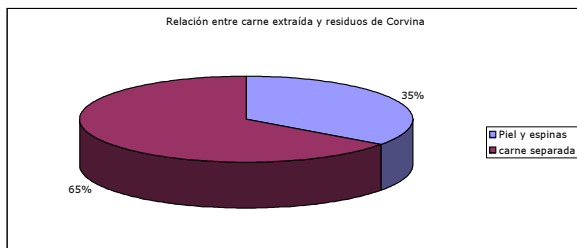


Fig. 5: Rendimiento del prototipo con corvina obtenido durante una prueba de funcionamiento.

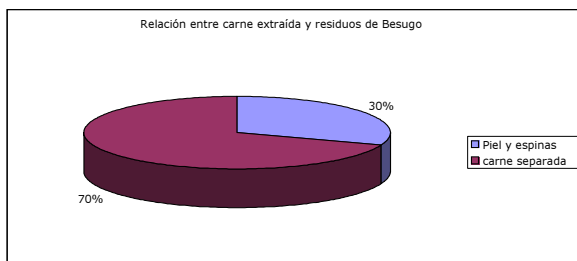


Fig. 6: Rendimiento del prototipo con besugo, obtenido durante una prueba de funcionamiento.

El rendimiento obtenido con corvina (65%) es comparable con el 66% obtenido con carpa procesada con máquina industrial Bibun de 1,5 kw. [5]

Además se superó el objetivo de lograr una calidad similar al de las máquinas de gran escala, con una textura similar y un contenido de huesos muy inferior al obtenido con máquina industrial Bibun.

## Conclusiones

Se diseñó un nuevo mecanismo para la separación de carne de pescado que cumple con los objetivos de baja inversión y fácil operación, condiciones sine qua non para que las máquinas separadoras puedan ser utilizadas por microemprendimientos y explotaciones regionales.

Se resolvieron con el diseño los problemas de costo de fabricación y de operación logrando una muy baja cantidad de huesos, comparable sólo a la obtenida a gran escala en dos pasadas.

El tipo mecanismo, si bien permite cierta ampliación de escala y es sanitariamente más congruente con el sistema HACCP que las máquinas actuales con cinta de goma, tiene movimientos alternativos no escalables a producciones 10 veces mayores.

Una unidad a plena escala ya se encuentra en proceso de ajuste final del diseño. Su construcción ha sido solicitada por el municipio de Guaminí. La próxima etapa del desarrollo que llega hasta la fabricación y ajuste de un modelo final está siendo financiada mediante el subsidio de la Provincia de Buenos Aires, Resolución 553/04 (Concurso CIC).

## Referencias

- [1] R. Quirós. "Rendimiento pesquero potencial de carpa de las lagunas de Alsina y Cochicó, Informe final", Marzo 2003.
- [2] Laslo Váradi "Equipment for the production and processing of carp" Aquaculture 129 (1995) 443-466
- [3] Pruebas efectuadas en Escuela 29 y el Casei, en Guaminí, sobre aproximadamente 4000 hamburguesas elaboradas en INTI Mar del Plata. Primer informe de avance, Proyecto Utilización de Carpas para la producción de Hamburguesas, Carta acuerdo entre el Municipio del partido de Guaminí y el INTI, junio 2002.
- [4] Memoria Técnico-Económica del Proyecto Utilización de Carpas para la producción de Hamburguesas, Carta acuerdo entre el Municipio del partido de Guaminí y el INTI, junio 2002.
- [5] Zugarramurdi, A., Parin, M.A. y Lupín, H.M. "Ingeniería Económica aplicada a la Industria Pesquera" FAO Documento Técnico de Pesca No. 351; 268pp. (1998)
- [6] A. Zugarramurdi, M. Parin, L. Gadaleta, G. Carrizo, C. Montecchia, R. Boeri, D. Giannini, "Seasonal Variation in Condition Factor, Gonadosomatic Index and Processing Yield of Carp (Cyprinus carpio)", Journal of Aquatic Food Product Technology, Vol.12 (2): 33-4 Año de edición: 2003. Código de ISBN - ISSN: 1049-8850

[7] A.C. Booman, A. Márquez "Evaluación objetiva de textura para correlacionar con factores de calidad" 4tas Jornadas de Desarrollo Tecnológico,