

La ictiocola de esturión

Caracterización, empleo en creaciones artísticas y en restauración de bienes culturales

Javier Bueno Vargas (editor)



Esta publicación surge de la ayuda concedida al proyecto de investigación:
INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE LA VEJIGA DE ESTURIÓN PRODUCIDA EN PISCIFACTORÍAS ESPAÑOLAS PARA SU EMPLEO COMO ADHESIVO EN CREACIONES ARTÍSTICAS Y CONSERVACIÓN-RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES.

Financiado por: **CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL EN PATRIMONIO, PatrimoniUN- 10. Convocatoria 2014**



Investigador principal: Dr. Javier Bueno Vargas

Grupo de investigación pCultural+3i (HUM 966 Patrimonio cultural: Intervención, investigación, innovación).



Instituciones colaboradoras:



Universidades participantes:



ISBN 978-84-338-5847-4
Dep. Legal GR./1758-201

El editor y la editorial no se hacen responsables de las ideas, expresiones y opiniones de los autores de los distintos capítulos, tampoco se hacen responsables de su exactitud o verosimilitud y delega cualquier responsabilidad legal en los autores.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PRESENTACIÓN	11
Javier Bueno Vargas	
Agradecimientos	15
LAS COLAS ANIMALES: LA ICTIOCOLA DE ESTURIÓN	17
Javier Bueno Vargas, Elena Vázquez Jiménez	
Resumen/Abstract	17
Las colas animales	18
El esturión: historia de un pez casi extinguido	21
Principal legislación, normativa e informes vinculados al esturión y a su conservación	26
La industria del esturión en España: causa fundamental de su desaparición y de su recuperación	31
Definiciones de las principales colas animales	36
Los adhesivos y sus clasificaciones: las colas animales	39
Obtención y preparación de las colas animales: procesos tradicionales y contemporáneos	41
Preparación experimental de cola de esturión a partir de vejigas frescas	49
Curriculum Vitae	51
Bibliografía	53
ANEXOS	56
Ficha de seguridad de la cola de pescado y esturión comercializada por la empresa CTS	56
Datos técnicos sobre Salianski-Kremer Isinglass Glue (63110) comercializado por la empresa Kremer.	60
LA COLA DE ESTURIÓN EMPLEADA EN LA CREACIÓN ARTÍSTICA Y EN LA CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES	65
Elena Vázquez Jiménez, Javier Bueno Vargas	
Resumen/Abstract	65
El esturión y su vinculación al arte	66
La representación del esturión en el arte en la Península Ibérica	68
Los adhesivos de origen animal empleados en las creaciones artísticas: la cola de esturión	71
La cola de esturión como material para la conservación y restauración de bienes culturales	75
Curriculum Vitae	85
Bibliografía	86
A. NACCARI: EL ESTURIÓN OLVIDADO QUE PUEDE REGRESAR	91
Alberto Domezain Fau, José Antonio Hernando Casal.	

Resumen/Abstract	91
Breve historia de los esturiones en la Península Ibérica	91
La mala relación entre los esturiones ibéricos y la ciencia	95
¿Se pueden recuperar los esturiones del Guadalquivir y de otros ríos Ibéricos?	98
Curriculum Vitae	100
Bibliografía	101

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS Y MORFOLÓGICAS DE LOS ESTURIONES.

LA VEJIGA NATATORIA	105
Cristina E. Trenzado Romero, Ana Sanz Rus, Rosa M ^a Ferrer Martín, Ramón Carmona Martos.	
Resumen/Abstract	105
Principales características biológicas de los esturiones. El esturión <i>A. naccarii</i> .	106
Características anatómicas y funcionales de la vejiga natatoria del esturión <i>A. naccarii</i> .	111
Composición proximal de la vejiga natatoria del esturión <i>A. naccarii</i>	113
Perfil aminoacídico de la vejiga natatoria del esturión <i>A. naccarii</i>	114
Análisis histológico ultraestructural de la vejiga natatoria del esturión <i>A. naccarii</i>	116
Curriculum Vitae	119
Bibliografía	120

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE ESTURIÓN MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE “DNA BARCODING”

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE ESTURIÓN MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE “DNA BARCODING”	123
Dolores Segura Pachón, Pilar Ortiz Calderón, Andrés Garzón Villar, Manuel Muñoz Ruiz.	
Resumen/Abstract	123
Introducción	125
Objetivos	126
Metodología	126
Resultados	132
Curriculum Vitae	134
Bibliografía	136

OBTENCIÓN DE COLÁGENO A PARTIR DE VARIOS SUBPRODUCTOS DE ESTURIÓN (ACIPENSER NACCARII)

OBTENCIÓN DE COLÁGENO A PARTIR DE VARIOS SUBPRODUCTOS DE ESTURIÓN (ACIPENSER NACCARII)	137
María Dolores Suárez Medina, María Isabel Sáez Casado, Tomás Francisco Martínez Moya.	
Resumen/Abstract	137
Introducción	138
Material y métodos	139
Resultados y discusión	141
Agradecimientos	143
Curriculum Vitae	143

Bibliografía _____	144
--------------------	-----

**EVALUACIÓN DE ADHESIVOS FILMS A BASE DE COLA DE ESTURIÓN EXTRAÍDA
DE LAS VEJIGAS COMERCIALES Y DE LAS VEJIGAS PROCEDENTES**

DE LA PISCIFACTORÍA DE GRANADA _____	147
---	------------

Gemma M^a Contreras Zamorano, Livio Ferrazza, M^a Teresa Pastor Valls.

Resumen/Abstract _____	147
------------------------	-----

Metodología _____	148
-------------------	-----

Parte experimental _____	153
--------------------------	-----

Conclusiones _____	161
--------------------	-----

Curriculum Vitae _____	161
------------------------	-----

Bibliografía _____	163
--------------------	-----

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1	Diferentes formatos comerciales de colas animales procesadas sólidas y líquidas. BUENO, J. (Autor). _____	18
Imagen 2	Macrofotografía de la aplicación de cola de esturión para fijar una tinta negra metaloácida de una nota musical, en un libro de coro con soporte pergamino del siglo XVII. BUENO, J. (Autor). _____	19
Imagen 3	Miniatura con fondo dorado (con oro de ley con adhesivo animal), representando a Santiago. Libro de coro 324, folio 1v. Abadía del Sacro Monte de Granada. BUENO, J. (Autor). _____	20
Imagen 4	Esturiones en las piscinas la piscifactoría de Caviar de Riofrío. BUENO, J. (Autor).	21
Imagen 5	Sollos hembras de la fábrica de carne y caviar de esturión de Villa Pepita en Coria del Río (Sevilla) en 1936. ALGARÍN, S., 2002, p. 36 _____	26
Imagen 6	A la izquierda imagen de la fábrica de caviar situada en el chalet Villa Pepita y a la derecha el actual restaurante, levantado sobre la antigua factoría. La imagen de la izquierda se encuentra publicada en la revista AZOTEA, 2002, p.18., derecha VÁZQUEZ, E. (Autora). _____	31
Imagen 7	Captura del esturión en el río Guadalquivir Revista AZOTEA, 2002, p.38.	32
Imagen 8	Adultos y alevines de esturión <i>A. naccarii</i> . Abajo a la izquierda junto al borde de una piscina y a la derecha, relación de tamaño. DOMEZAIN, A. (Autor). _____	34
Imagen 9	Secuencia de la salida de un esturión en una piscina de Caviar de Riofrío s.l. BUENO, J. (Autor). _____	35
Imagen 10	Vista de algunas de las piscinas de Caviar de Riofrío s.l. BUENO, J. (Autor). _____	35
Imagen 11	Integración en el paisaje urbano y visita de parte de los miembros del proyecto de investigación a las instalaciones de Caviar de Riofrío s.l. BUENO, J. (Autor). _____	36
Imagen 12	Tableta comercial de cola de conejo y cola granulada. BUENO, J. (Autor).	37
Imagen 13	Vejiga fresca de <i>A. naccarii</i> y seca de esturión seca de esturión <i>Beluga</i> adquirida en un comercio de Florencia. BUENO, J. (Autor). _____	46
Imagen 14	Tres macrofotografías de distintos formatos de cola, en perlas, cubos y cilindros con escala de tamaño (esquina inferior izquierda). BUENO, J. (Autor). _____	47
Imagen 15	Macrofotografías de las colas analizadas en el proyecto: la primera se encuentra comercializada en polvo y la segunda se comercializa seca. La tercera es una vejiga secada durante el proyecto, procedente de la piscifactoría Caviar de Riofrío en Granada. BUENO, J. (Autor). _____	47
Imagen 16	Obtención, lavado de una vejiga fresca y eliminación de una piel oscura en fresco de <i>A. naccarii</i> (luego se eliminará en seco) y vejigas ya secas en el laboratorio de la Univ. Pablo Olavide. BUENO, J. (Autor). _____	50
Imagen 17	Productos obtenidos mediante secado de vejigas y cartilago procedentes de la piscifactoría Caviar de Riofrío en Granada. BUENO, J. (Autor). _____	51
Imagen 18	Para los investigadores de este proyecto, esta parece ser una representación bastante clara de un esturión, ya que resaltan las cuatro barbillas y hay una línea dorsal que bien podrían ser los escudetes, la forma de la cabeza y una posible boca ventral. Mosaico del Siglo IV-V d.C. de la Calle Primavera de Granada (foto del panel “Granada romana hoy” de la exposición “La Granada Falsificada. El pícaro Juan de Flores”, 2012. Diputación	

	de Granada, Delegación de Cultura, Casa Molino Ángel Ganivet (con autorización de los autores). _____	66
Imagen 19	<i>Mosaico de Neptuno</i> , Itálica (Sevilla). Folleto expositivo. _____	67
Imagen 20	Detalle del mosaico anterior. Folleto expositivo. _____	67
Imagen 21	Grupo escultórico <i>El último esturión</i> , de M. Mazuecos en Alcalá del Río (2007, Sevilla). VÁZQUEZ, E. (Autora). _____	70
Imagen 22	Luis Grosclaude, <i>esturión</i> (2006). _____	71
Imagen 23	Pruebas de fijación de una capa acrílica con cola de esturión al 1% en agua. BUENO, J. (Autor). _____	80
Imagen 24	Grabado de la época, relacionado con una gran captura de esturiones en Córdoba. DOMEZAIN, A, 2009, pp. 423-452. _____	92
Imagen 25	Fotos de las antiguas latas de caviar del Guadalquivir, producidas en Villa Pepita. SABATER, A. (Autor). _____	93
Imagen 26	Ilustración tomada de la revista <i>azotea</i> . ALGARÍN, S., 2002, p. 30. _____	93
Imagen 27	Vista de la presa con la entrada de la escala y detalle del interior. Ilustraciones tomadas de la Revista <i>AZOTEA</i> . ALGARÍN, S., 2002, pp. 22-23. _____	95
Imagen 28	Ejemplar conservado en la Universidad de Porto (Portugal), erróneamente reclasificado como <i>A. sturio</i> . Todas sus características taxonómicas se corresponden con el género <i>Huso</i> , en la foto se pone de manifiesto como las membranas braquiostegas se juntan entre sí, dejando libre el istmo (carácter diferencial del género). DOMEZAIN, A. (Autor). _____	97
Imagen 29	Ejemplar de casi dos metros conservado en la Universidad de Porto (Portugal), erróneamente reclasificado como <i>A. sturio</i> , cuando todos sus caracteres morfológicos son de <i>H. huso</i> ; y es <i>H. huso</i> . DOMEZAIN, A. (Autor). _____	97
Imagen 30	Ejemplar conservado en la Universidad de Coímbra, (Portugal). Erróneamente reclasificado como <i>A. sturio</i> . Todos sus caracteres pertenecen a <i>A. naccarii</i> , en la foto puede apreciarse un morro corto con las barbillas colocadas netamente más cerca de la punta del morro que de la boca. Es un <i>A. naccarii</i> . DOMEZAIN, A. (Autor). _____	98
Imagen 31	Esturión <i>Acipenser naccarii</i> . CARMONA, R. (Autor). _____	110
Imagen 32	Cavidad abdominal de un ejemplar de <i>Acipenser naccarii</i> donde se observa la vesícula biliar (asterisco blanco) rodeada de parénquima hepático, el estómago pilórico (Ep), el estómago glandular (Eg), el apéndice pilórico (Ap), el intestino anterior (Ia), la válvula espiral (Ve) y la vejiga natatoria (Vn) con el conducto neumático (cabeza de flecha) que la conecta al esófago. CARMONA, R. (Autor). _____	112
Imagen 33	Vejiga natatoria de <i>Acipenser naccarii</i> . Cara pigmentada en contacto con la cavidad celómica a la izquierda y cara sin pigmentar a la derecha. BUENO, J. (Autor). _____	112
Imagen 34	Microscopía electrónica de transmisión (MET) en vejiga natatoria de esturión <i>Acipenser naccarii</i> . A: Se aprecian fibras elásticas (*) de tamaño irregular. Estas se sitúan entre fibras de colágeno cortadas de modo transversal (punta de flecha) y longitudinal (flecha). B: Detalle de la periferia de las fibras elásticas zonas más teñidas de proteínas microfibrilares (flecha). La barra de escala corresponde a 1,5 µm. para A y a 410 nm para B. _____	117
Imagen 35	Microscopía electrónica de transmisión (MET) de la vejiga natatoria y la piel de esturión <i>Acipenser naccarii</i> . A: Piel de esturión donde se aprecian fibras de colágeno cortadas de modo transversal (punta de flecha) y longitudinal (flecha). B: vejiga natatoria donde	

se muestran abundantes fibras elásticas (*) intercaladas entre las fibras de colágeno cortadas longitudinalmente (flecha). Nótese las estriaciones características de las fibras de colágeno. Se aprecia un fibroblasto con abundantes vesículas secretoras (f). La barra de escala indica 2,5 μm . para A y 1,5 μm . para B. _____ 117

Imagen 36 Microscopía electrónica de barrido (SEM) en vejiga natatoria de esturión. A: Fibras de elastina formando una extensa red ramificada. B: Fibras de colágeno con estriaciones transversales (flecha) entre las que se intercalan las fibrillas de elastina de menor diámetro (*). Barra de escala: 3,4 μm . (A) y 5 μm . (B). _____ 118

Imagen 37 Extracción de ADN de las muestras de vejiga de esturión. _____ 132

Imagen 38 Imagen con los resultados _____ 133

Imagen 39 Vejiga de esturión comercial y de la vejiga de esturión de la piscifactoría de Granada. IVCR (Autor). _____ 149

Imagen 40 Hidratación de las vejigas de esturión en agua desionizada. IVCR (Autor). _____ 149

Imagen 41 Cola de esturión ya hidratada al baño maría. IVCR (Autor). _____ 150

Imagen 42 Expansión de la disolución sobre lámina de monosilicato para el secado. IVCR (Autor). _____ 150

Imagen 43 Estudio morfológico superficial de los films obtenidos de la vejiga procedente de Granada después del secado a 40°C. Imágenes de microscopía estereoscópica. IVCR (Autor). _____ 151

Imagen 44 Ejemplo de las probetas obtenidas del film de la cola de esturión comercial. IVCR (Autor). _____ 151

Imagen 45 Ejemplo del estudio morfológico superficial de los films secados a 25°C de la vejiga comercial y Granada antes del ciclo de envejecimiento. Imágenes de microscopía estereoscópica y microscopía electrónica de barrido (SEM) en modalidad electrones retrodispersados. IVCR (Autor). _____ 153

Imagen 46 Estudio morfológico superficial de los films secados a 40°C. En este caso se muestra la superficie de las tiras obtenidas de la vejiga procedente de Granada antes del ciclo de envejecimiento. Imágenes de microscopía estereoscópica y microscopía electrónica de barrido (SEM) en modalidad electrones retrodispersados. IVCR (Autor). _____ 154

Imagen 47 Estudio morfológico superficial de los films obtenidos de la vejiga comercial secados a 25°C, después del ciclo de envejecimiento. Imágenes de microscopía estereoscópica y microscopía electrónica de barrido (SEM) en modalidad electrones retrodispersados. IVCR (Autor). _____ 155

Imagen 48 Estudio morfológico superficial de los films obtenidos de la vejiga procedente de Granada secados a 25°C, después del ciclo de envejecimiento. Imágenes de microscopía estereoscópica y microscopía electrónica de barrido (SEM) en modalidad electrones retrodispersados. IVCR (Autor). _____ 156

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Perfil aminoacídico de la vejiga del esturión <i>Acipenser naccarii</i> . Los valores son Media \pm SEM (n=3). Se muestra la proporción relativa (%) de cada aminoácido en un mismo tejido. _____	115
Gráfico 2	Resultado de la secuencia. _____	131
Gráfico 3	Espectros de Absorbancia vs número de onda mostrando las bandas fundamentales del grupo peptídico en la vejiga de esturión comercial (en rojo) y de la piscifactoría de Granada (en azul). _____	157
Gráfico 4	Espectros de Absorbancia vs número de onda mostrando las bandas fundamentales en la vejiga de esturión comercial (en rojo) y de la piscifactoría de Granada (en azul) después de la preparación de films. _____	158
Gráfico 5	Espectros de Absorbancia vs número de onda mostrando las bandas fundamentales en la vejiga de esturión comercial después de la preparación de films. Antes del ciclo de envejecimiento (en rojo) y después del ciclo de envejecimiento (en gris). _____	158
Gráfico 6	Espectros de Absorbancia vs número de onda mostrando las bandas fundamentales en la vejiga de esturión procedente de Granada después de la preparación de films. Antes del ciclo de envejecimiento (en azul) y después del ciclo de envejecimiento (en gris). _____	159
Gráfico 7	Espectro de reflectancia de las probetas de la cola de esturión comercial. _____	160
Gráfico 8	Espectro de reflectancia de las probetas de la cola de esturión de Granada. _____	161

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de los peces según BENTON, 2004. _____	107
Tabla 2 Clasificación de los <i>Acipenseriformes</i> según BEMIS, FINDEIS y GRANDE, 1997. _____	108
Tabla 3 Composición proximal de diferentes tejidos del esturión <i>Acipenser naccarii</i> y de extracto comercial utilizado como cola. Los valores son media \pm SEM (n=3). a, b, c: Diferencias significativas entre tejidos y muestra comercial para un mismo parámetro analizado. ss: valores referidos a sustancia seca. CE (cola de esturión: extracto seco comercial). _____	114
Tabla 4 Diferencias significativas del perfil de aminoácidos en vejiga natatoria, piel y cartilago de <i>Acipenser naccarii</i> y cola de esturión comercial. a, b, c: Diferencias entre tejidos para un mismo aminoácido. CE (cola de esturión: extracto seco comercial). Siendo a valores inferiores y b valores superiores. _____	116
Tabla 5 Solución de lisis. _____	128
Tabla 6 Tampón de extracción CTAB. _____	129
Tabla 7 Solución Lavado 1 CTAB. _____	129
Tabla 8 Solución Lavado 2 CTAB. _____	129
Tabla 9 Tampón TE. _____	129
Tabla 10 Contenido en humedad y de HXP (mg/g muestra seca) de las muestras analizadas y los rendimientos de ASC, PSC y ASC+PSC. Valores son media \pm SD (n=4). _____	142
Tabla 11 Medidas de las coordenadas colorimétricas y variación de color en las probetas de la cola de esturión comercial y Granada antes y después del ciclo de envejecimiento. _____	160

PRESENTACIÓN

Javier Bueno Vargas

Los adhesivos cuyos componentes principales son proteínas procedentes de diversos órganos de mamíferos y peces, han sido tradicionalmente empleados como aglutinantes, pegamentos y consolidantes en todos los tiempos. Se obtienen si se despolimeriza la principal proteína, el colágeno, que si después se hidrata, nos permite conseguir otros productos denominados colas¹. Estas, son utilizadas habitualmente en el ámbito de la gastronomía, la salud o la perfumería. En esta publicación centraremos la atención en su uso, y especialmente, de la ictiocola de esturión, en el ámbito de las creaciones artísticas y su conservación y restauración.

PRESENTATION

Adhesives, which major components are proteins, especially collagen from different organs from mammals and fishes, have traditionally been used as binders, adhesives and consolidating at all times. Although they are commonly used in the field of gastronomy, health or perfumery, in this paper we discussed about the use of glues of animal origin in the field of the artistic creation and the preservation and restoration of works of art. In this paper showed the results from different scientific analysis in samples obtained from sturgeon *A. naccarii* and various commercial fish glues. We focus the attention on the use of these adhesives and especially on the use of sturgeon isinglass in the field of artistic creation and in the preservation and restoration of works of art.

Los adhesivos pueden clasificarse, como veremos, de diferentes formas; entre otras, por su origen, su naturaleza química, presencia o no de grasa o en función de las proteínas de las que se obtienen. En cuanto a las colas animales, se verá que reciben diferentes denominaciones en función de su origen (ictiocolas, cola de pescado, cola de esturión, cola de conejo, cola de pergamino, cola de retazos, etc.), de su uso o quien las utiliza, (como la cola de carpintero o de tejadas) o por su grado de adhesión o pureza (cola fuerte, gelatina, etc.). También hoy día pueden adquirirse en diversas variantes y presentaciones (líquidas, tabletas, granuladas o vejigas secas).

Entre las colas de pescado, el adhesivo obtenido de diversos órganos del esturión es considerado el de mejor calidad; calidad que a su vez se determinará si puede depender tanto del órgano que se emplee en su confección (piel,

¹ JIMENO, A, et al. *Biología*, Madrid: Santillana, 1996, pág. 84.

cartílago o vejiga natatoria), como del proceso de fabricación-desechado, su posterior rehidratación, el calentamiento necesario o la forma de aplicación². A modo de ejemplo de su eficacia, se puede reseñar que en el tratamiento de bienes culturales este adhesivo permite obtener excelentes resultados como fijativo o consolidante incluso en concentraciones por debajo del 1% y no aporta brillo o cambio de color.

Y si bien conocíamos algunas de las propiedades de la ictiocola de esturión por la práctica artística y por estudios en el ámbito de la biología o investigaciones en las que se mencionaban sus características, la información se encontraba muy dispersa. La disponibilidad e interés de un equipo interdisciplinar de docentes e investigadores (configurado por dieciséis conservadores-restauradores, biólogos especializados en el estudio de los peces, químicos o historiadores del arte) de cuatro universidades andaluzas y de un centro oficial de restauración valenciano, la obtención de varias ayudas a la investigación y el contar con la inestimable colaboración y disponibilidad de una piscifactoría andaluza especializada en la cría del esturión, configuraron el punto de partida de los resultados que se presentan.

Así hemos podido conocer mejor a este prehistórico animal y su trágica situación actual especialmente en Europa y España, ya que se encuentra casi extinguido de los ríos españoles desde la segunda mitad del siglo pasado (conoceremos las principales causas de su desaparición); también se conocerán los estudios y propuestas para su reintroducción (que ya está ocurriendo en otros países como Francia, en donde también fue esquilado). El disponer de suficientes muestras obtenidas en el mercado y directamente de esturiones de la piscifactoría especializada en su cría, así como una financiación inicial suficiente para comenzar el estudio propuesto, nos ha permitido realizar esta recopilación de datos históricos y científicos más profundos y detenidos sobre la caracterización, propiedades, preparación y uso de la ictiocola de esturión especialmente en el ámbito del arte y la conservación- restauración.

La ayuda que ha permitido obtener los resultados que se presentan, se consiguió en el ámbito del “CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL EN PATRIMONIO, PATRIMONIUN-10” que en su convocatoria de 2014, subvencionó el proyecto de referencia internacional denominado *Investigación y análisis para la producción y comercialización de la vejiga de esturión producida en piscifactorías españolas para su empleo como adhesivo en creaciones artísticas y conservación-restauración de bienes culturales*³.

² Próximamente se espera empezar a estudiar la influencia del sexo del animal, la especie o la edad en la calidad del producto.

³ Proyecto 2014/00000732; Investigador principal y dirección: Javier Bueno Vargas; subvención conseguida: 9.000 euros, período de ejecución: octubre 2014-noviembre 2015.

Esta investigación ya se había iniciado en el año 2012 desde la Universidad de Sevilla, cuando se obtuvo financiación para un proyecto conjunto universidad-empresa (modalidades de I+D) destinado a la *Caracterización, producción y posible comercialización de las vejigas de esturión y trucha producidos en Riofrío (Granada), para su empleo como adhesivo orgánico en creaciones artísticas y conservación-restauración de bienes culturales*⁴.

Gracias a la ayuda conseguida de Patrimonium-10, desde la Universidad de Sevilla se ha coordinado el proyecto y además se han preparado muestras frescas y experimentado en el secado natural de muestras de vejigas, piel y cartílago de esturión *Acipenser naccarii*; también se ha realizado una recopilación de datos sobre la historia del esturión, las diferentes tipologías de colas y su preparación, así como una revisión bibliográfica en lo referente a su uso para la creación artística y para la conservación y restauración de bienes culturales a lo largo de la historia.

En la piscifactoría granadina *Caviar de Riofrío*⁵ se ha conocido mejor al esturión, aportándose un capítulo sobre su historia en la Península Ibérica, la identificación de esturiones conservados disecados en Andalucía y la posible recuperación de este pez en el río Guadalquivir y en otros ríos ibéricos. También se han obtenido numerosas muestras de piel, cartílago y vejiga natatoria de *Acipenser naccarii*, de especímenes de diferente sexo, edad y peso, de donde se han obtenido las muestras frescas para los análisis científicos realizados.

El equipo de investigadores de la Universidad Pablo Olavide, ha realizado estudios de ADN de muestras de vejiga procedente de la piscifactoría de Riofrío (Granada) y una muestra comercial en polvo de cola de piel de esturión.

En contacto con equipos de especialistas e investigadores de diferentes departamentos de la Universidad de Granada, se ha procedido a la extracción de muestras de los peces de Riofrío para su caracterización y estudio en comparación con productos similares adquiridos en el mercado internacional. Se ha realizado el estudio histológico de la vejiga natatoria,

⁴ Proyecto OTRI 2012/00000162, realizado mediante la colaboración de investigadores y docentes de los grupos de investigación *Pintura y Nuevas Tecnologías (HUM 555)* de la Universidad de Sevilla y *Nutrición y alimentación de peces (G08-RNM-156. Ref. 2435)* de la Universidad de Granada, con las empresas *Caviar de Riofrío S.L.* y *Predela Conservación y Restauración de obras de arte S.L.* La financiación se obtuvo del *Programa de ayudas para actividades de Transferencia de Tecnología* subvencionado por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía y cofinanciada con Fondos Estructurales FEDER, en la convocatoria 2011-12 dentro de la modalidad de *Participación en proyectos de cooperación con empresas* y fue gestionado a través de la OTRI (Oficina de Transferencia de la Investigación de la Universidad de Sevilla). Investigador principal y dirección: Dr. Javier Bueno Vargas; subvención: 2.500 euros; duración: abril-junio 2012.

⁵ Caviar de Riofrío. Camino de la Piscifactoría, 2, 18313 Riofrío, Granada.

piel y tejido esquelético cartilaginoso con análisis por microscopía óptica y análisis químico de la vejiga de esturión *Acipenser naccarii* teniendo en cuenta parámetros como proteínas, cenizas, lípidos, humedad y contenidos de aminoácidos. Y se ha conocido la ultraestructura, determinación del color, los componentes minerales y el contenido en colágeno de diversas muestras de piel, cartilago, vejigas natatorias y productos comerciales (vejigas y colas en polvo/gránulos). Como se verá en el capítulo sobre estudio histológico, el análisis científico comparado de la ultraestructura de la vejiga natatoria y la piel de esturión puso de manifiesto diferente proporción de los tipos de fibras proteicas presentes en ambos tejidos: la piel presentó un alto contenido de fibras colágenas y en la vejiga natatoria y entre las fibras de colágeno, se detectaron agrupaciones elásticas formadas a partir de fibrillas de elastina, que confirmarían la mayor flexibilidad de la cola obtenida de la vejiga del esturión.

Desde la Universidad de Almería, otro equipo de investigadores ha obtenido colágeno a partir de varios subproductos del esturión. Se han extraído las fracciones del colágeno soluble en ácido y colágeno soluble en pepsina a partir de la vejiga, el cartilago y la piel procedentes de esturiones cultivados y se han comparado sus características con las de dos productos de origen comercial normalmente utilizados en creaciones artísticas o en su restauración.

Desde el Instituto Valenciano de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, un equipo de restauradores y científicos han realizado el estudio de propiedades y comportamientos físicos, químicos, mecánicos y ópticos de films realizados tanto con adhesivos obtenidos de las vejigas natatorias recogidas en la piscifactoría granadina de Riofrío, como de productos similares adquiridos en el mercado nacional e internacional. La finalidad de este estudio ha sido la comparación sobre la preparación de films y el estudio sobre la estabilidad químico-física de las distintas colas de esturión, corroborando la posible aplicabilidad del adhesivo experimental en el sector de la restauración de Bienes Culturales. El estudio sobre la evaluación de las probetas obtenidas de los films de los adhesivos preparados se ha realizado antes y después de ciclos de envejecimiento acelerado en condiciones controladas de temperatura y humedad con ausencia de luz. Los ensayos realizados han comprendido las observaciones morfológicas superficiales con diferentes equipos científicos y técnicas analíticas (microscopía estereoscópica y electrónica, espectrofotómetro de contacto y espectroscopia infrarroja).

La finalización de esta fase del estudio de la ictiocola de esturión coincide con la terminación del proyecto subvencionado e implica la publicación de los resultados obtenidos hasta el momento; lo que nos permite presentar

una gran cantidad de resultados que a su vez generan nuevas expectativas para profundizar en el conocimiento y mejorar de uso de este adhesivo de alta calidad (y precio).

Agradecimientos

Sin duda debo agradecer a todos los investigadores implicados su interés y dedicación a esta iniciativa.

Especialmente quiero agradecer al Dr. Alberto Domezain y a los responsables y trabajadores de la piscifactoría *Caviar de Riofrío* su disponibilidad, información, tiempo y facilidades para conseguir las muestras necesarias.

Y a la Dra. Elena Vázquez Jiménez su indispensable colaboración y aportaciones tanto para la gestión del proyecto como en la investigación realizada.

Dr. Javier Bueno Vargas
Promotor e investigador principal del proyecto
Grupo de Investigación HUM966: Patrimonio Cultural: Intervención,
Investigación, Innovación
Facultad de Bellas Artes
Universidad de Sevilla

LAS COLAS ANIMALES: LA ICTIOCOLA DE ESTURIÓN

ANIMALS GLUES: STURGEON ISINGLASS

Javier Bueno Vargas, Elena Vázquez Jiménez

Resumen

En este capítulo, hemos recogido información sobre los tipos de colas proteínicas obtenidos de diversos órganos de mamíferos y peces y centramos nuestra atención en la ictiocola de esturión. Se conocerá la historia del esturión y la principal legislación y normativas que promueven la conservación de este pez de España y Europa. También se recoge información de las industrias españolas vinculadas al esturión y su explotación comercial, especialmente en Andalucía, así como las causas de la desaparición en nuestro país y algunas de las propuestas de reintroducción del esturión en los ríos europeos.

Además se presentan las diferentes clasificaciones de los adhesivos aplicados en el arte y su conservación-restauración y especialmente las de los productos de origen animal. Se recogen también las distintas formas para obtener y preparar la ictiocola de esturión y la experimentación realizada para conseguir esta ictiocola partiendo de vejigas frescas obtenidas de *A. naccarii* procedentes de una piscifactoría especializada en esturiones.

Abstract

In this chapter, we have summarized information about the types of protein glues obtained from different mammals and fish organs, focusing our attention on the sturgeon isinglass. We have studied the history of the sturgeon and the main laws and regulations for the conservation of this fish in Spain and Europe.

We have also collected information from the Spanish industries related to sturgeon and commercial exploitation, especially in Andalusia. We have also summarized the causes of the its disappearance in our country as well as some of the sturgeon reintroduction proposals in the European rivers.

Furthermore, we have collected different classifications of adhesives applied in art and conservation and, especially those of animal origin. We have summarized the different ways to obtain and prepare the sturgeon isinglass, we have even experienced how to get this isinglass starting from the row material, the fresh bladders obtained from *A. naccarii* from a sturgeon fishfarm.

Las colas animales

Hoy día en el mercado hay disponibles diversas variantes de colas proteínicas⁶ procedentes de diversos órganos de mamíferos y peces que podemos adquirir en formato líquido, tabletas, granulados o vejigas secas. Estos productos han sido empleados como aglutinantes, adhesivos y consolidantes en todos los tiempos⁷.



Imagen 1 Diferentes formatos comerciales de colas animales procesadas sólidas y líquidas⁸. BUENO, J. (Autor).

⁶ Son moléculas fundamentales en la organización celular de los seres vivos, debido a su número y a la enorme variedad de funciones desempeñadas (reserva, estructural, homeostática, transporte, defensiva, hormonal, enzimática). Se trata de polímeros formados a partir del mismo conjunto de 20 monómeros o aminoácidos, unidos por enlaces peptídicos. PASTOR, 2013, p. 193.

⁷ MASSCHELEIN-KLEINER, L., 1995, pp. 56-57.

⁸ Imágenes de las colas líquidas obtenidas de internet; de izquierda a derecha de *Productos de conservación*, Sennelier y Kremer [en línea]. [Consulta: 30/10/2015] <www.productosdeconservacion.com>, <http://www.sennelier.es/es/Cola-pescado-l-quida_fiche_4339.html> y <www.kremer-pigmente.com>.