

Contenido mineral de productos pesqueros conservados de forma tradicional y de consumo en las Islas Canarias

Gómez, R.*; Moreno-Rojas, R.*; Millán, R.**; Vioque, M.* y Sanjuán, E.**†

* Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Córdoba. Campus de Rabadanes. Edificio Darwin. 14014-Córdoba. España.

** Higiene, Inspección y Control Alimentario. Facultad de Veterinaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Trasmontaña. 35416 - Arucas (Las Palmas). España.

† Autor para correspondencia.

Mineral Content In Traditional Conservation and Intake Fish Products From The Canary Islands

Palabras clave: *Pescado, Contenido mineral, Conservación, Islas Canarias.*

Keys words: *Fish, Mineral content, Traditional conservation, Canary Islands.*

RESUMEN: Se ha determinado el contenido de Cu, Fe, Zn, Mn, Ca, Mg, Na y K en diferentes especies marinas (cazón, calamar, sepia, boquerón, abadejo, cherne, congrio, corvina, corvinato, roncador, sama morisca o dorada y sargo), conservadas mediante técnicas tradicionales de las Islas Canarias. Se estudiaron 49 muestras agrupadas según formas de conservación (*desechado al sol* n=17, *salado* y *seco* n=18 y *desechado por acción del aire* n=14). Las determinaciones analíticas se realizaron mediante espectrofotometría de absorción atómica con llama, previa mineralización por vía seca. Los análisis de varianza para discriminar el factor "forma de conservación" establecieron (a) diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.001$) para los contenidos en hierro, calcio, sodio y potasio; (b) significativas ($p < 0.01$) para el contenido de cobre; y no significativas ($p > 0.05$) para los contenidos de cinc, magnesio y manganeso.

Los tests de homogeneidad de medias a posteriori de Tukey (HSD, $p < 0.05$), mostraron diferentes grupos según elementos: los *desechados* al sol presentaron mayor concentración de cobre y potasio, y los *salados* y *secos* las mayores de hierro y sodio. Finalmente, en el caso del calcio se formaron tres grupos independientes que, de mayor a menor concentración, fueron *desechados mediante la acción del aire*, *salado* y *seco* y *desechado al sol*. El análisis factorial de tipo componentes principales para determinar la relación entre especies/procesos de conservación, permitió comprobar la independencia de los "boquerones" del resto de especies y la relación entre sí de los productos *desechados al sol* ("cazón" y "calamares *desechados*").

SUMMARY: The Cu, Fe, Zn, Mn, Ca, Mg, Na and K contents in various marine species (tope shark, long-finned squid, European anchovy, pollack, wreck-fish, European conger, meagre, brown meagre, grunt, gilthead seabream and white seabream) from the Canary Islands conserved by using traditional techniques were determined. An overall 49 samples conserved *viz.* by sun-drying ($n = 17$), salting ($n = 18$) and wind-drying ($n = 14$), were analysed, using flame atomic absorption spectrophotometry following dry mineralization. Analyses of variance intended to discriminate the factor "conservation procedure" revealed (a) highly significant differences ($p < 0.001$) in the Fe, Ca, Na and K contents; (b) significant differences ($p < 0.01$) in the Cu content; and (c) statistically insignificant differences ($p > 0.05$) in the Zn, Mg and Mn contents.

Tuckey's mean homogeneity test (HSD, $p < 0.05$) showed the samples to cluster according to their contents in the different elements. Thus, sun-dried samples exhibited increased Cu and K contents whereas salted samples contained the greatest amounts of Fe and Na. Finally, samples formed three different clusters in terms of their Ca contents, which decreased in the following order: wind-dried > salted > sun-dried samples. Principal component factor analysis was used to correlate the species with the conservation procedures studied. This multivariate technique revealed anchovy to depart from the other species in this respect, and sun-dried fish species (squid and shark) to be mutually related.

Introducción

Las Islas Canarias, por su localización geográfica privilegiada y su excelente clima, prácticamente durante todo el año, es uno de los destinos turísticos preferidos por los europeos, recibiendo el apelativo de "islas afortunadas".

Tanto las personas que habitan en las islas como los turistas deseosos de impregnarse de los hábitos y costumbres, son consumidores habituales de diferentes especies de pescado conservados mediante técnicas originarias de la tradición popular, en ocasiones mejoradas por avances en la tecnología alimentaria. Estas formas particulares de conservación de especies marinas de las islas han sido poco estudiadas en cuanto a sus características composicionales y de estabilidad, por lo que estimamos oportuno abordarlas parcialmente en el presente estudio.

Hemos de tener en cuenta la importancia del pescado en la alimentación humana, en particular en poblaciones de costa y aún más en las islas. Aproximadamente el 14 por ciento de la proteína animal consumida por el hombre procede de las capturas marinas [8]. Además, se estima que en torno al 25 por ciento de las capturas destinadas al consumo humano se desecan de alguna forma con la finalidad de incrementar su vida útil y de almacenamiento. La desecación constituye, por tanto, el medio más usado para reducir el

contenido total de agua, suponiendo la modalidad de desecación natural por exposición al aire y al sol un proceso particularmente usado en países en vías de desarrollo con recursos marinos disponibles y que la utilizan para minimizar los gastos de energía [11].

El pescado curado se puede definir como aquel que se ha conservado sin necesidad de refrigeración o congelación, excluyendo también los productos esterilizados enlatados. Fundamentalmente el secado, ahumado y salazón, o combinaciones de estos tratamientos, constituyen los medios básicos de preparación de estos productos.

Los métodos utilizados para curar el pescado se han desarrollado, en gran parte, para adaptarse al clima de cada región. En consecuencia, la elaboración tradicional dependerá del clima además de otros factores relacionados con las condiciones de captura y hábitos de consumo. Así, en el Archipiélago Canario los métodos tradicionales de curado de pescado se utilizan con frecuencia para conservar estos productos altamente perecederos. A menudo, el pescado así curado se destina a la preparación de platos conocidos y apreciados por el consumidor local y el turista.

Existe una enorme diversidad de las especies marinas que son susceptibles de captura en el Archipiélago Canario. Esto se explica en base a la diversidad ambiental marina fruto, en parte, de la peculiar situación de las islas respecto de las corrientes, sobre todo de la rama descendente del giro de las Azores del sistema de corrientes del Atlántico Norte, que ocurre en dirección sur-suroeste, generando un ambiente más frío que el que le correspondería por la latitud que ocupan [6].

Es de destacar que en las Islas Occidentales y en los sectores sur-suroeste de cada isla, las especies existentes van a presentar unas características más tropicales que en el caso de las Islas Orientales y en las costas noroeste, de naturaleza más templada, habiéndose catalogado más de 1000 especies de invertebrados en el

conjunto del Archipiélago [3], y en torno al medio millar de peces [4].

Algunas de las prácticas para conservar el excedente de pelágicos costeros, especialmente la fracción conocida como "majuga", integrada por sardina pequeña y boquerón, se seca, sobre todo en las Islas Orientales, dando lugar a los conocidos "pejines". Otro recurso pelágico oceánico son las potas, que se capturan con potera e iluminación nocturna, encontrándose este recurso subexplorado. Los recursos de fondo litorales o de bajura (demersales y semidemersales litorales) han constituido durante mucho tiempo el soporte principal de las comunidades de pescadores isleñas. El excedente de las capturas de Vieja y Abade se salaba o secaba, preparándose las conocidas "jareas" en época en que las demandas de pescado fresco no era grande y no existían los medios de conservación actuales. La forma tradicional de aprovechamiento de los "pejecueros" (tiburones, cazón) en Canarias ha sido secándolos al sol para preparar los conocidos "tollos".

Es casi inexistente la información de la fracción mineral de este tipo de productos, sobre todo por sus peculiares características de conservación que hacen que difieran respecto a la concentración mineral de las especies en fresco. En este trabajo se pretende aportar información sobre ocho minerales de un total de 49 muestras que se agrupan en diferentes clases según su forma de conservación.

Material y Métodos

Muestras

Los productos pesqueros estudiados se clasificaron en tres grupos atendiendo al procedimiento de conservación al cual se han sometido, y que también propiciará el posterior estudio estadístico. Dentro de cada grupo se encuadran diversas especies que pueden a su vez sufrir ciertas peculiaridades en el proceso que también indicamos a continuación y tendrán la consiguiente consideración estadística.

1. Pescado desecado al sol:

a) Especies de escualos, fundamentalmente **cazón** (*Gaelorhinus galeus*), que mediante esta preparación se denominan como "tollos", constituidos por tiras de masas musculares longitudinales desecadas. Se tomaron 9 muestras.

b) **Calamar** (*Loligo vulgaris*), cefalópodo decápodo, se preparan desecados al sol, pudiéndose utilizar o no aditivos:

- Calamares secos **sin aditivos**: suelen ser consumidos crudos o tras un ligero paso por brasas. Se tomaron 4 muestras.

- Calamares secos, **con aditivos**: sal, pimienta, azúcar y glutamato monosódico. Se tomaron 4 muestras.

2. Pescado salado y seco:

Este grupo encuadra principalmente pescados de gran tamaño a los cuales se ha sometido a un proceso de salazón una vez eviscerados y abiertos ventralmente de forma similar a como se conserva el bacalao de forma tradicional. Se suelen presentar en cortes longitudinales o transversales, siendo esto último lo más común. También incluye este grupo a una especie de pequeño tamaño que no se suele eviscerar (*Engraulis encrasicolus*).

a) Grandes:

- **Abadejo** (*Gadus pollachius*, L.). Se tomaron 3 muestras.

- **Cherne/a** (*Polyprion americanum*). Se tomaron 4 muestras.

- **Congrio** (*Conger conger*, L.). Se tomaron 4 muestras.

- **Corvina** (*Argirosomus regius*). Se tomaron 3 muestras.

b) Pequeños:

- **Boquerones** o "**longorones**" (*Engraulis encrasicolus*, L.) 4 muestras (cada muestra se componía de la mezcla de varios individuos).

3. Pescado desecado al aire o pescado "jareado":

Esta forma de conservación del pescado consiste en abrirlo ventralmente, eviscerarlo y posteriormente exponerlo a la acción del aire para su desecación colgado de tendedores. Esta modalidad se suele aplicar a diversas especies, generalmente espáridos (F. Sparidae).

- **Corvina** (*Argirosomus regius*). 2 muestras.
- **Corvinato, Corva, Corvallo o Verrugato** (*Sciaena umbra*). 3 muestras.
- **Roncador o Tonelero** (*Pomadasys incisus*, L.). 3 muestras.
- **Sama zapata, Sama morisca, Dorada** (*Sparus aurata*). 3 muestras.
- **Sargo** (*Diplodus sargus*). 3 muestras.

Análisis químicos

La humedad se determinó por desecación en estufa de aire caliente (105 ± 1 °C) hasta peso constante [2]. Para el análisis de la composición mineral se siguió el método de mineralización vía seca con adición de H_2SO_4 descrito por Zachariadis *et al.* (1995) [14]. Los análisis se realizaron utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica modelo Perkin-Elmer 2380, equipado con un automuestreador Perkin-Elmer AS-50, empleándose acetileno como combustible y aire como oxidante. Con excepción del Na y K, que se analizaron por espectrofotometría de emisión con el mismo instrumento, todos los elementos se determinaron empleando lámparas de cátodo hueco unielemento. El Mn fue el único elemento mineral que precisó de corrector de fondo de la lámpara de Deuterio y para la determinación de Ca y Mg se adicionó cloruro de lantano ($LaCl_3$) al objeto de evitar interferen-

cias aniónicas que pudieran afectar el resultado del análisis. La determinación analítica de las muestras se realizó por duplicado.

Análisis estadístico

Los resultados de los análisis químicos fueron evaluados estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA) y el test de Tukey de homogeneidad de medias, $p < 0.05$, (SAS, 1990), [12].

Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se muestran la humedad (g/100g) y el contenido mineral (mg/Kg) de las diferentes especies pesqueras agrupadas de acuerdo a su proceso de conservación. Los contenidos de humedad de todos los productos analizados se presentan relativamente reducidos en comparación con los mismos productos sin procesar [5, 10, 13], oscilando en un amplio margen, desde 15,13 % para las muestras de corvinato a 55,09 % para las de congrio. Las Figuras 1 a 8 muestran el contenido mineral de las diferentes especies analizadas y las agrupaciones resultantes tras la realización del test de homogeneidad de medias de Tukey (HSD), tanto por procesos como por especies.

Se realizaron diferentes análisis de varianza encaminados a determi-

nar si existían diferencias estadísticamente significativas para cada elemento estudiado, entre los 3 procesos de conservación estudiados (*desechado al sol, salado y seco y desecado mediante la acción del aire o jareado*) dentro de dichos procesos, por el uso de aditivos o la forma de preparación de los pescados, y por último entre especies de pescado aún pertenecientes a procesos de conservación distintos. Estos análisis de la varianza se realizaron sobre los datos de concentración de cada elemento estudiado sobre peso fresco, utilizando la humedad como covariable (dada la variabilidad intrínseca de este factor que interactúa con la variabilidad mineral).

Los análisis de la varianza para discriminar el factor **procesos** (*desechado al sol, salado y seco y desecado mediante la acción del aire*) mostró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.001$) para el contenido de hierro, calcio, sodio y potasio y con menor grado de significación ($p < 0.01$) para cobre y por último, no significativas ($p > 0.05$) para el contenido de cinc, magnesio y manganeso.

Los tests de homogeneidad de medias de Tukey (HSD) ($p < 0.05$), mostraron la formación de diferentes grupos según elementos: los pescados *desechados al sol* presentan mayor concentración de cobre y potasio, si bien en cobre *desechado me-*

Tabla 1. Contenido en humedad (g/100 g) y mineral (mg/Kg) de las diferentes especies de pescado agrupadas según su forma de conservación (media \pm desviación típica).

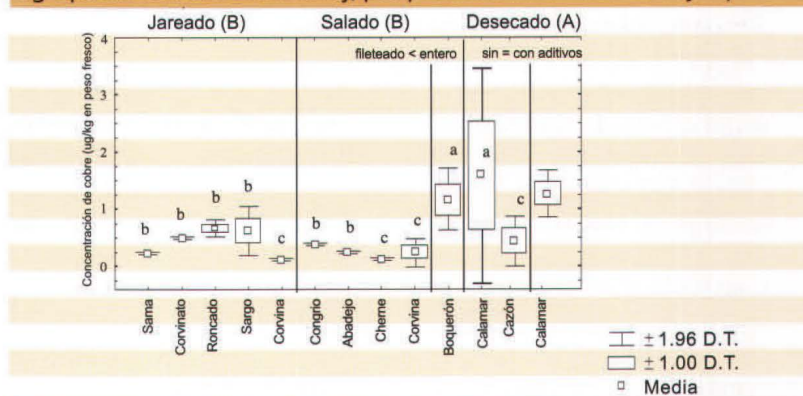
Tratamiento/Especies	Muestras	Humedad X \pm S.D	Cobre X \pm S.D	Hierro X \pm S.D	Cinc X \pm S.D	Manganeso X \pm S.D	Calcio X \pm S.D	Magnesio X \pm S.D	Sodio X \pm S.D	Potasio X \pm S.D
Desechado al sol										
"Tollos" Sin aditivos	n = 9	30,40 \pm 4,78	0,45 \pm 0,12	13,64 \pm 2,41	6,06 \pm 0,8	0,28 \pm 0,10	678,89 \pm 57,46	452,04 \pm 172,99	4739,61 \pm 786,43	3906,81 \pm 196,76
Calamares Sin aditivos	n = 4	20,40 \pm 3,64	1,58 \pm 0,16	7,74 \pm 1,27	13,93 \pm 1,80	0,25 \pm 0,02	265,65 \pm 14,32	542,13 \pm 19,35	2998,23 \pm 223,68	3714,93 \pm 146,92
Calamares Con aditivos	n = 4	32,29 \pm 1,41	1,27 \pm 0,21	7,03 \pm 1,81	16,37 \pm 1,7	0,19 \pm 0,02	265,65 \pm 13,51	365,59 \pm 85,61	7787,68 \pm 1025,15	3748,80 \pm 195,20
Salado y seco										
Abadejo Fileteado	n = 3	54,38 \pm 1,2	0,25 \pm 0,07	6,07 \pm 0,9	3,66 \pm 0,5	0,22 \pm 0,05	664,13 \pm 26,3	143,74 \pm 21,3	20198,87 \pm 1597,2	1564,73 \pm 121,8
Cherne Fileteado	n = 4	47,86 \pm 4,70	0,13 \pm 0,01	7,74 \pm 1,24	4,68 \pm 0,85	0,22 \pm 0,05	431,69 \pm 2,07	257,79 \pm 39,65	28050,08 \pm 891,33	1643,48 \pm 80,02
Congrio Fileteado	n = 4	55,09 \pm 0,45	0,38 \pm 0,06	16,19 \pm 1,3	4,88 \pm 0,75	0,22 \pm 0,01	1328,27 \pm 35,3	168,73 \pm 15,3	29214,08 \pm 1357,2	1710,08 \pm 76,8
Corvina Fileteado	n = 3	49,79 \pm 0,39	0,25 \pm 0,13	9,78 \pm 2,41	4,07 \pm 1,22	0,22 \pm 0,00	398,48 \pm 30,06	206,23 \pm 57,28	27981,43 \pm 1777,49	1763,79 \pm 104,92
Boquerones o "longorones" Entero	n = 4	21,18 \pm 3,79	1,17 \pm 0,27	99,38 \pm 6,63	20,18 \pm 2,82	1,12 \pm 0,36	6774,17 \pm 824,17	892,41 \pm 34,85	8996,28 \pm 1096,55	2953,0 \pm 163,42
Desechado al aire										
Corvina	n = 2	36,95 \pm 0,04	0,13 \pm 0,03	12,44 \pm 0,14	5,70 \pm 0,2	0,33 \pm 0,05	863,37 \pm 93,92	324,97 \pm 0,00	14314,61 \pm 249,00	3072,58 \pm 32,45
Corvinato	n = 3	15,13 \pm 1,3	0,51 \pm 0,08	21,45 \pm 3,9	9,36 \pm 0,93	6,94 \pm 0,1	12485,72 \pm 564,3	468,70 \pm 12,5	5831,34 \pm 125,3	2629,93 \pm 77,3
Roncador	n = 3	17,14 \pm 3,49	0,68 \pm 0,07	36,21 \pm 4,51	9,90 \pm 1,6	0,30 \pm 0,08	9917,74 \pm 889,38	520,78 \pm 56,40	7202,02 \pm 1913,59	2745,70 \pm 107,85
Dorada o "Sama"	n = 3	33,57 \pm 1,2	0,25 \pm 0,06	12,95 \pm 1,7	5,29 \pm 0,93	0,22 \pm 0,02	1062,61 \pm 36,3	618,69 \pm 16,8	17426,94 \pm 2548,3	3383,76 \pm 101,3
Sargo	n = 3	17,39 \pm 3,68	0,63 \pm 0,22	36,42 \pm 3,38	9,22 \pm 1,24	0,38 \pm 0,13	7261,20 \pm 454,53	433,29 \pm 32,07	6876,69 \pm 355,92	2571,29 \pm 42,60

diante la acción del aire y salado y seco forman un sólo grupo homogéneo y en potasio los pescados *desechado mediante la acción del aire* forman un grupo intermedio y *los salados y secos* forman el grupo de más bajas concentraciones. En hierro y sodio, el grupo salado y seco forma el grupo de mayores concentraciones, mientras que los *desechados al sol* forman un grupo con las concentraciones más bajas; el grupo de *desechado mediante la acción del aire* pertenece a ambos grupos en hierro y forma un grupo independiente intermedio en sodio. Por último, en el caso del calcio se forman tres grupos independientes que de mayor a menor concentración fueron para cobre *desechado mediante la acción del aire* > *salado y seco* > *desechados al sol*.

Se estudió si existían diferencias entre el contenido mineral del pescado procesado mediante salado (*salado y seco*) en el hecho de que el proceso se realizara sobre piezas completas o sobre filetes del mismo. Obviamente este estudio lleva implícito el hecho de que las especies estudiadas no son las mismas, pero la especie y la talla en definitiva del pescado condicionan la forma de aplicar el proceso tecnológico, siendo inherente a él. Los estudios estadísticos realizados indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) en todos los casos entre el pescado salado entero y el salado en filetes, siendo las concentraciones de elementos más elevadas en el pescado entero para todos los minerales estudiados excepto para el sodio, que resultó más elevada la concentración en los productos fileteados, lo cual parece lógico al no tener que atravesar la sal la piel y escamas del pescado y, sobre todo, teniendo en cuenta la mayor superficie de exposición a la acción de la sal en este tipo de preparación.

Otro factor que se trató de analizar fue la utilización de aditivos en el proceso *salado al sol*, en los cuales sí existía una especie en común que se podía procesar de una u otra forma (calamar). No se encontró efecto de este factor ($p > 0.05$) en cobre,

Figura 1. Contenido de cobre en las diferentes especies pesqueras y agrupaciones del test de Tukey, por procesos de conservación y especies.



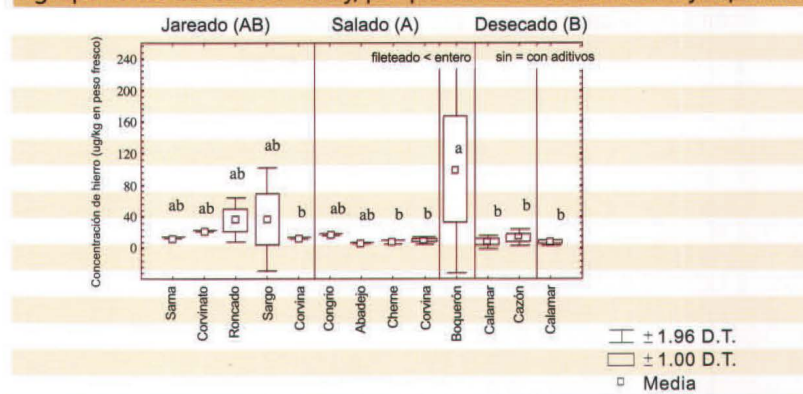
A,B,C Para cada proceso de conservación, la misma letra corresponde a un mismo grupo homogéneo en peso fresco y covariante la humedad.

a,b,c,d Para cada especie, la misma letra corresponde a un mismo grupo homogéneo en peso fresco y covariante la humedad.

> o < Diferencias estadísticamente significativas dentro de los procesos de conservación.

= No existen diferencias estadísticamente significativas dentro de los procesos de conservación.

Figura 2. Contenido de hierro en las diferentes especies pesqueras y agrupaciones del test de Tukey, por procesos de conservación y especies.



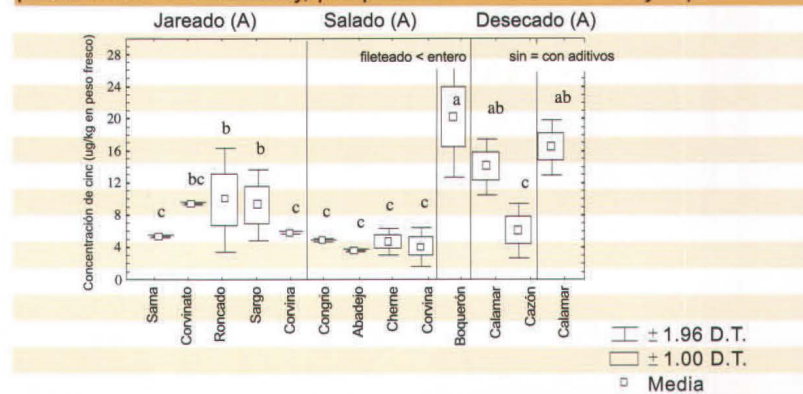
A,B,C Para cada proceso de conservación, la misma letra corresponde a un mismo grupo homogéneo en peso fresco y covariante la humedad.

a,b,c,d Para cada especie, la misma letra corresponde a un mismo grupo homogéneo en peso fresco y covariante la humedad.

> o < Diferencias estadísticamente significativas dentro de los procesos de conservación.

= No existen diferencias estadísticamente significativas dentro de los procesos de conservación.

Figura 3. Contenido de zinc en las diferentes especies pesqueras y agrupaciones del test de Tukey, por procesos de conservación y especies.



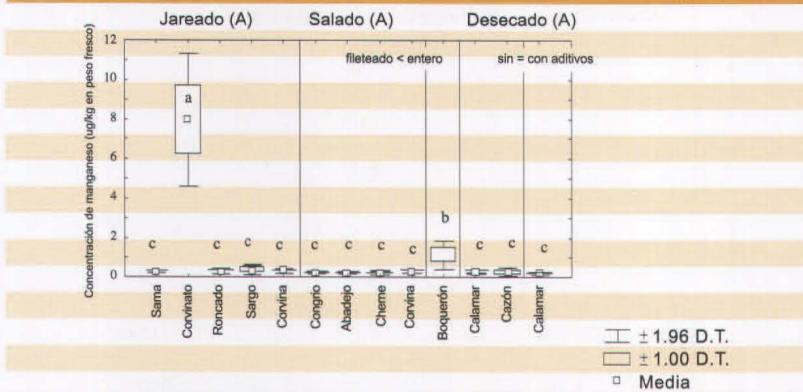
A,B,C Para cada proceso de conservación, la misma letra corresponde a un mismo grupo homogéneo en peso fresco y covariante la humedad.

a,b,c,d Para cada especie, la misma letra corresponde a un mismo grupo homogéneo en peso fresco y covariante la humedad.

> o < Diferencias estadísticamente significativas dentro de los procesos de conservación.

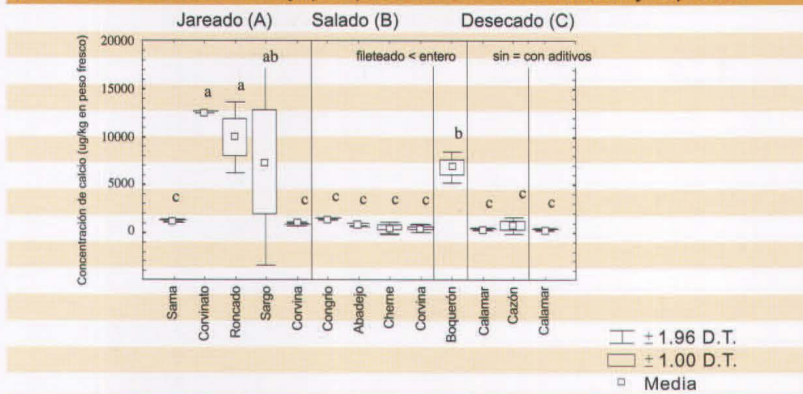
= No existen diferencias estadísticamente significativas dentro de los procesos de conservación.

Figura 4. Contenido de manganeso en las diferentes especies pesqueras y agrupaciones del test de Tukey, por procesos de conservación y especies.



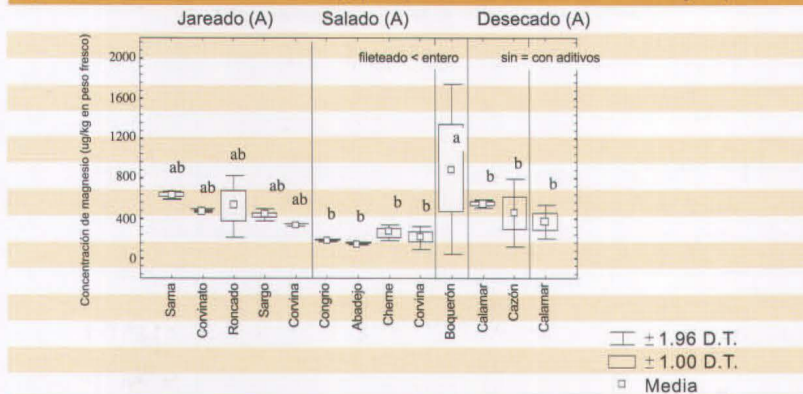
A,B,C Para cada proceso de conservación, la misma letra corresponde a un mismo grupo homogéneo en peso fresco y covariante la humedad.
 a, b, c, d Para cada especie, la misma letra corresponde a un mismo grupo homogéneo en peso fresco y covariante la humedad.
 > o < Diferencias estadísticamente significativas dentro de los procesos de conservación.
 = No existen diferencias estadísticamente significativas dentro de los procesos de conservación.

Figura 5. Contenido de calcio en las diferentes especies pesqueras y agrupaciones del test de Tukey, por procesos de conservación y especies.



A,B,C Para cada proceso de conservación, la misma letra corresponde a un mismo grupo homogéneo en peso fresco y covariante la humedad.
 a, b, c, d Para cada especie, la misma letra corresponde a un mismo grupo homogéneo en peso fresco y covariante la humedad.
 > o < Diferencias estadísticamente significativas dentro de los procesos de conservación.
 = No existen diferencias estadísticamente significativas dentro de los procesos de conservación.

Figura 6. Contenido de magnesio en las diferentes especies pesqueras y agrupaciones del test de Tukey, por procesos de conservación y especies.



A,B,C Para cada proceso de conservación, la misma letra corresponde a un mismo grupo homogéneo en peso fresco y covariante la humedad.
 a, b, c, d Para cada especie, la misma letra corresponde a un mismo grupo homogéneo en peso fresco y covariante la humedad.
 > o < Diferencias estadísticamente significativas dentro de los procesos de conservación.
 = No existen diferencias estadísticamente significativas dentro de los procesos de conservación.

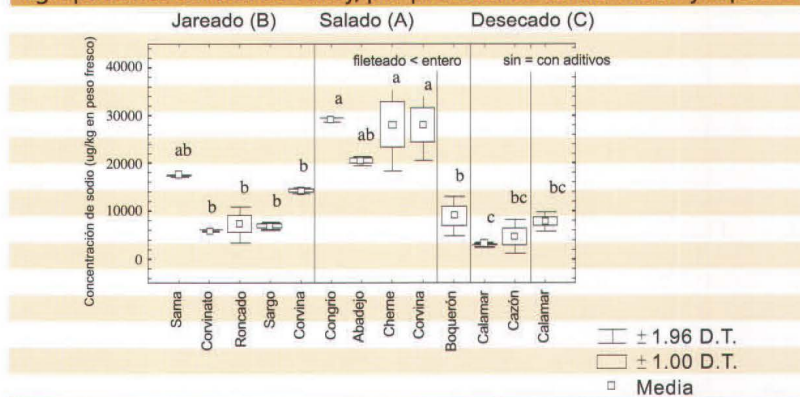
hierro, manganeso, calcio, magnesio ni potasio. En cambio se encontraron ligeras diferencias ($p < 0.05$) en cinc y sodio con concentraciones más elevadas en pescado tratado con aditivos. La mayor presencia de sodio en el calamar con aditivos se explica por la adición de glutamato monosódico como sustancia añadida.

En cuanto al factor **especie** para todos los procesos, los análisis de la varianza, para el conjunto de elementos minerales ofrecen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$) para los contenidos de cobre, hierro, cinc, manganeso, calcio, sodio y potasio y con menor grado de significación ($p < 0.05$) para el magnesio. Los tests de Tukey realizados evidencian en la mayoría de los casos la formación de numerosas agrupaciones que permiten poca discriminación entre especies/proceso.

Si bien se pueden destacar los grupos de mayor concentración de cobre para los calamares desecados al sol (sin y con aditivos) con tasas de 1,58 mg/Kg y 1,27 mg/Kg respectivamente y los boquerones salados y secos (1,17 mg/Kg); en el extremo opuesto, con bajas concentraciones de este elemento, aparece la corvina (0,25 y 0,13 mg/Kg) y el cherne (0,13 mg/Kg). Valores similares han sido citados previamente para muestras de bacalao salado y seco [1], si bien las tasas de cobre encontradas en nuestras muestras superan ligeramente a las dadas por estos autores para boquerones en aceite o ahumados. En hierro destaca formando un grupo de mayor contenido los boquerones salados y secos, con tasas de 99,38 mg/Kg (posiblemente por el aporte de sus vísceras), apenas existiendo diferencias entre las demás especies. En cinc forman grupos de mayores concentraciones los boquerones salados y secos y los calamares desecados al sol (20,18 mg/Kg y alrededor de 15 mg/Kg, respectivamente), estando en el extremo opuesto la sama y la corvina y en general el resto del grupo de especies saladas y secas. En manganeso se forman sólo tres grupos: el de mayor

concentración y muy destacado sobre los demás, formado por el corvinato (6,94 mg/Kg), un grupo intermedio formado por los boquerones salados y secos (1,12 mg/Kg) y en el tercer grupo el resto de las especies estudiadas. En calcio destacan por sus altas concentraciones, las especies de pescado desecado al aire o "jareado" con excepción de la sama; ocupando una posición intermedia los boquerones salados y secos, siendo el resto de las especies las de menor concentración. Con excepción de los boquerones salados y secos, de mayor concentración (892 mg/Kg), el magnesio presentó valores entre 143 mg/Kg y 542 mg/Kg, para las demás especies. Considerando la humedad como covariable se forman grupos homogéneos mientras que la concentración en peso fresco parece evidenciar como más obvios otros tipos de agrupaciones. En el caso del sodio, las especies de mayor tamaño que han sido evisceradas y abiertas ventralmente presentan las concentraciones más elevadas (desde 20,198 mg/Kg para el abadejo a 29,214 mg/Kg para el congrio) mientras que los boquerones, se agrupan con valores similares a los de las especies desecadas al aire (corvina, corvinato, roncador o tonelero, sama y sargo), formándose las agrupaciones de más baja concentración con los productos desecados al sol. Sin duda estas tasas guardan una correspondencia directa con la forma de preparación de la materia prima para su posterior procesado, como ha sido descrito con anterioridad [7]. Por último, en potasio el grupo con concentraciones más elevadas lo forman los productos desecados al sol (tollos y calamares) con valores que oscilan entre 3,714 mg/Kg y 3,906 mg/Kg, incluyéndose también en este grupo los boquerones salados y secos, que se desligan del resto de productos salados (congrío, abadejo, cherne y corvina) que forman las agrupaciones de más baja concentración de potasio (entre 1,564 mg/Kg y 1,763 mg/Kg), asociándose los pescados "jareados" (sama, corvinato, roncador, sargo y corvina) a ambos grupos.

Figura 7. Contenido de sodio en las diferentes especies pesqueras y agrupaciones del test de Tukey, por procesos de conservación y especies.



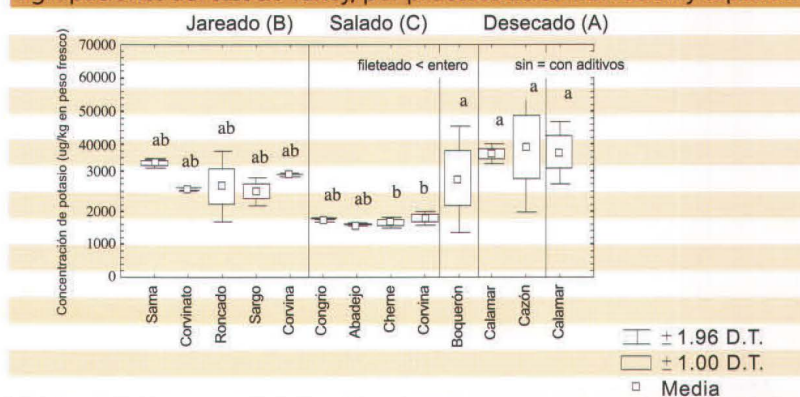
A,B,C Para cada proceso de conservación, la misma letra corresponde a un mismo grupo homogéneo en peso fresco y covariante la humedad.

a,b,c,d Para cada especie, la misma letra corresponde a un mismo grupo homogéneo en peso fresco y covariante la humedad.

> o < Diferencias estadísticamente significativas dentro de los procesos de conservación.

= No existen diferencias estadísticamente significativas dentro de los procesos de conservación.

Figura 8. Contenido de potasio en las diferentes especies pesqueras y agrupaciones del test de Tukey, por procesos de conservación y especies.



A,B,C Para cada proceso de conservación, la misma letra corresponde a un mismo grupo homogéneo en peso fresco y covariante la humedad.

a,b,c,d Para cada especie, la misma letra corresponde a un mismo grupo homogéneo en peso fresco y covariante la humedad.

> o < Diferencias estadísticamente significativas dentro de los procesos de conservación.

= No existen diferencias estadísticamente significativas dentro de los procesos de conservación.

De los diferentes estudios estadísticos univariados realizados sobre los pescados estudiados y sus formas de conservación, destacamos como manifiesto el diferente comportamiento de los boquerones o "longorones" sobre las restantes especies *saladas y secos*, lo cual puede deberse a diferentes condicionantes inherentes a la especie, como el propio tamaño, o el hecho de filetearse o salarse sobre la pieza completa y obviamente la presencia o no de vísceras que repercute sobre el contenido mineral total. Resulta difícil establecer a la luz de los estudios univariantes realizados, y a la selección de especies para su conservación que la tradición marca, si las diferencias observadas son

fundamentalmente debido al proceso de conservación o a la propia especie, por lo que se hace necesario determinar la asociación estadística de las especies en base a su contenido mineral mediante procedimientos multivariantes.

Análisis multivariante

Los estudios multivariantes se realizaron para determinar la relación entre especies/procesos estudiados en base al contenido mineral total analizado. Puesto que se había comprobado la influencia del contenido en humedad en la relación entre elementos y, teniendo en cuenta, que los valores de concentración son

Figura 9. Análisis factorial de tipo Componentes Principales para las distintas especies.

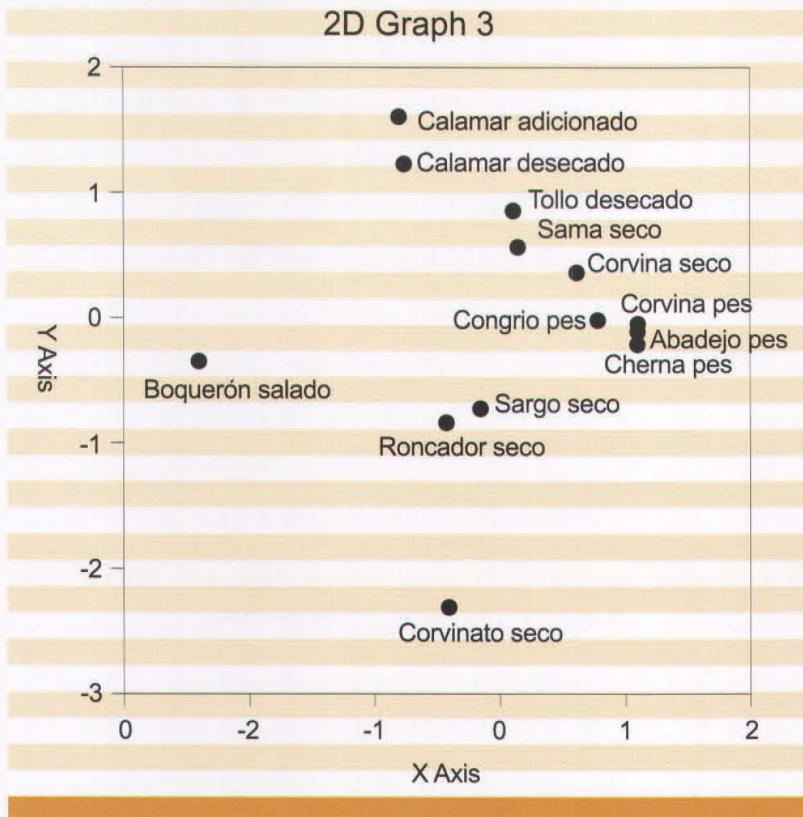
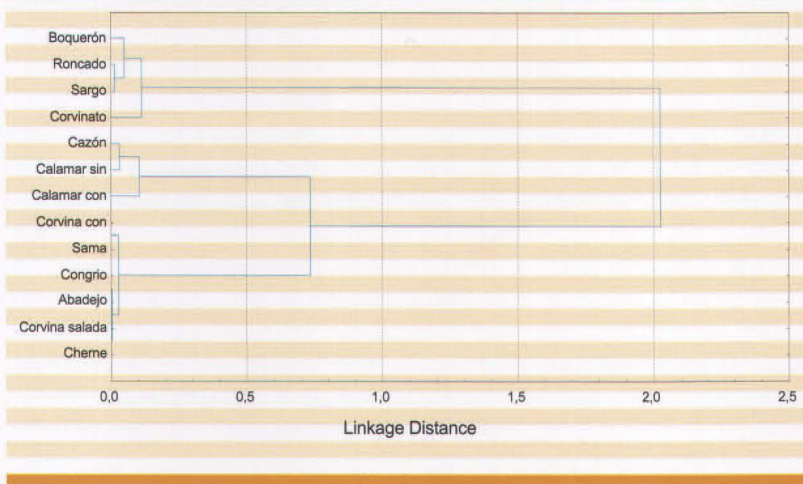


Figura 10. Cluster para las distintas especies con sistema de agrupación (*Joining*), *Ward's methode* y medidas de distancias mediante *1-Pearson r*.



bre peso fresco para cada especie estudiada se ha indicado con anterioridad (Tabla1), se llevó a cabo sobre el peso seco de cara a minimizar la posible influencia de la humedad.

La primera fase de los estudios multivariantes consistió en determinar la relación entre las especies estudiadas mediante un análisis factorial de tipo componentes principales, es-

tableciendo como criterio para la selección de una componente como de utilidad en el estudio, el que presentara un valor propio superior a 1 [9], obteniéndose 2 componentes que explican aproximadamente el 70% de la variabilidad total en las muestras. El resultado de este estudio se presenta en la Figura 9, donde se aprecia cómo la primera componente afecta

en sentido negativo a los boquerones o "longorones" y en el contrario al resto de pescados procesados mediante salado, quedando las especies desecadas al sol y los pescados "jareados" poco afectados por esta componente (próximos a cero). La segunda componente afecta de forma positiva fundamentalmente a los pescados desecados al sol (tollos y calamares), y de forma negativa a tres de las especies desecadas al aire como son el corvino, roncador y sargo. El efecto global de ambas componentes permite comprobar la independencia de los boquerones salados y secos del resto de especies y muy particularmente de otras que como éstas han sido saladas, las cuales se asocian muy estrechamente (congrío, abadejo, cherna y corvina).

También se puede observar la relación entre sí de los productos *desecados al sol* ("tollos" y calamares) y la cierta diferenciación de algunas de las especies "jareadas" como el corvino, roncador y sargo del resto del grupo. También podemos apreciar la relación entre sí de la misma especie conservada por procesos distintos, o con variantes en el proceso, como son los calamares y la corvina en que sus dos formas de conservación se encuentran muy próximas para cada especie.

Además del estudio de componentes principales se realizó un estudio cluster para determinar la relación directa entre las distintas especies. El sistema de agrupación fue el de unión (*Joining*) en forma de árbol, el método empleado el de *Ward's methode* y las medidas de las distancias mediante *1-Pearson r*. El resultado del cluster, en peso seco, se presenta en el dendograma de la Figura 10.

Como se puede observar en la Figura 10, se comprobó la formación de tres grupos cuya relación interna es muy estrecha y en cambio presentan grandes distancias de un grupo a otro. Entre los grupos formados se evidencia la relación entre todos los *productos salados y secos*, excepto los de pequeño tamaño y en piezas enteras (boquerones), y la in-

clusión en este grupo de la corvina y sama "jareadas", especies que como se puede observar en la Figura 9, se encontraban próximas entre sí en el estudio de componentes principales.

Otro grupo lo formarían los productos *desechados al sol* (calamares con y sin aditivos y "tollos"), y por último tendríamos un grupo de especies algo heterogéneas en cuanto a su forma de conservación que incluye los boquerones salados y secos, y las "jareas" de las especies de mayor tamaño como el corvinato, roncadador y sargo. Estas últimas especies mencionadas son las que habíamos comentado que diferenciaban el estudio de componentes principales mediante la componente 1 (boquerones) y mediante la componente 2 (corvinato, roncadador y sargo), por lo que se aprecia un paralelismo elevado entre ambas técnicas multivariantes en cuanto a la relación de los pescados.

Bibliografía

- 1.- Alcaide-Castiñeira, E., Gómez, R. y Fernández-Salguero, J. (1996). Contribución al contenido mineral en productos derivados de la pesca. *Alimentaria*, 269: 63-65.
- 2.- A.O.A.C. (1990). Official Methods of Analysis. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. USA.
- 3.- Bacallado, J.J., Cruz, T., Brito, J., Barquín, J. y Carrillo, M. (1984). Estudio del Bentos Marino del Archipiélago Canario. Catálogo preliminar de los invertebrados bentónicos de Canarias. Confección de un manual de identificación. Gobierno de Canarias. Consejería de Agricultura y Pesca.
- 4.- Brito, A. (1991). Catálogo de los peces de las Islas Canarias. Francisco Lemus Ed. La Laguna. Tenerife.
- 5.- El-Faer, M.Z., Rawdah, T. N., Attar, K. M. and Arab, M. (1992). Mineral and proximate composition of some commercially important fish of the Arabian Gulf. *Food Chemistry*, 45: 95-98.
- 6.- Franquet, F. y Brito, A. (1995). Especies de interés pesquero de Canarias. Gobierno de Canarias. Consejería de Pesca y Transportes: 18.
- 7.- Gómez, R. (1990). Contribución al estudio de la actividad de agua (a_w) en alimentos de humedad intermedia. *Tesis Doctoral*. Universidad de Córdoba. Córdoba. España.
- 8.- Horner, W. F. (1992). Preservation of fish by curing (drying, salting and smoking). In: Fish Processing Technology. Ed. G. M. Hall. Blackie Academic & Professional Wester Cleddens Road, Bishopbriggs, Glasgow G64 2NZ, UK: 31-71.
- 9.- Jambu, M. (1991). Exploratory and multivariate data analysis. Academic Press. Paris.
- 10.- Motohiro, T. (1988). Dried and smoke fish products: preparation and composition. In: Fish Smoking and Drying. The effect of smoking and drying on the nutritional properties of fish. Burt, J. R. Ed. Elsevier Applied Science. London and New York.: 91-121.
- 11.- Piggot, G.M. and Tucker, B.W. (1990). Chapter 6 Controlling Water Activity, In: Seafood. Effects of Technology on Nutrition. Marcel Dekker, Inc. 270 Madison Avenue, New York, 10016: 136-175.
- 12.- SAS. (1990) General Linear Model (GLM) procedures. In: SAS/STAT User's Guide, 4th ed., Cary, NC: SAS Institute Inc.: 45-52.
- 13.- Takahashi, T. O. (1965). Squid meat and its processing. In: Fish as Food. Vol IV. George Borgstrom Ed. Academic Press. London: 15-21.
- 14.- Zachariadis, G., Stratis, J. and Kalligas, G. (1995) Critical comparison of wet and dry digestion procedures for trace-metal analysis of meat and fish tissues. *Mikrochimica Acta*, 119:191-198.