

ORIGINAL ARTICLE /ARTÍCULO ORIGINAL

PREVALENCE OF INFECTION BY *KUDOJA PERUVIANA* (MATEO, 1972) (MYXOSPOREA: KUDOIDAE) IN THE SOMATIC MUSCLES OF THE PERUVIAN HAKE *MERLUCCIIUS GAYI PERUANUS* (GINSBURG, 1954) (PERCIFORMES: MERLUCCIIDAE) FROM THE CENTRAL COAST OF PERU

PREVALENCIA DE INFECCIÓN POR *KUDOJA PERUVIANA* (MATEO, 1972) (MYXOSPOREA: KUDOIDAE) EN LA MUSCULATURA SOMÁTICA DE LA MERLUZA PERUANA *MERLUCCIIUS GAYI PERUANUS* (GINSBURG, 1954) (PERCIFORMES: MERLUCCIIDAE) DE LA COSTA CENTRAL DEL PERÚ

Jhon Chero^{1,2}, Celso Cruces^{1,2}, José Iannacone^{2,3}, Gloria Sáez¹, Lorena Alvariano² & Alicia Diestro⁴

¹ Laboratorio de Parasitología. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática (FCNNM). Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). El Agustino, Lima, Perú. ² Laboratorio de Ecofisiología Animal (LEFA). Facultad de Ciencias Naturales y Matemática (FCNNM). Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). El Agustino, Lima, Perú.

³ Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma (URP). Santiago de Surco, Lima, Perú.

⁴ Laboratorio de Entomología Médica y Veterinaria. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Lima, Perú.

E-mail: joseiannacone@gmail.com / cristhian-5645@hotmail.com / celso_rdt10@hotmail.com

Neotropical Helminthology, 2015, 9(1), jan-jun: 73-85.

ABSTRACT

The genus *Kudoa* presents marine fish parasites that produce intense muscular histolysis, causing softening and liquefaction of muscle tissues. This study assesses the prevalence of infection of *Kudoa peruviana* in somatic musculature of the "Peruvian hake" *Merluccius gayi peruanus* from the central coast of Peru. Sixty two specimens of *M. gayi peruanus* were acquired during the months of January and February 2014 in Fishing Terminal window, Callao, Peru. The examination in each host fish consisted of exhaustive search, accounting and recording of cysts of *K. peruviana* in somatic musculature. The prevalence, mean intensity and mean abundance of *K. peruviana* were 59.67%, 241.62 and 144.19, respectively. Females had higher prevalence values than males. Correlations between size versus host prevalence and abundance of *K. peruviana* were found. No differences between the values of the relative condition factor (k_n) between parasitized and non-parasitized males and females, and between the size ranges of *M. gayi peruanus* were observed. The comparison between the values of prevalence of *K. peruviana* in *M. gayi peruanus* in 1971-1972 versus 2014 in the coastal area of Callao, shows significant differences for total hosts, for females and for host size (size 33 cm and size 33.1 cm). However, the prevalence in 2014 versus 1977-1978 was significant only in females and size in the range of 33 cm. Prevalence values of *Kudoa* in 16 South American teleost hosts were compared, showing that the Merlucciidae family and *M. gayi peruanus* have the highest number of studies.

Keywords: *Kudoa* - mixosporidio - Peruvian hake - pseudocysts - prevalence.

RESUMEN

El género *Kudoa* presenta parásitos de peces marinos que producen una intensa histólisis muscular, que consiste en el ablandamiento y licuefacción de los tejidos musculares. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la prevalencia de infección de *Kudoa peruviana* en la musculatura somática de la “Merluza peruana” *Merluccius gayi peruanus* de la costa central del Perú. 62 especímenes de *M. gayi peruanus* fueron adquiridos durante los meses de enero y febrero del 2014 en el Terminal Pesquero de Ventanilla, Callao, Perú. El examen en cada pez hospedero consistió en la búsqueda exhaustiva, contabilización y registro de quistes de *K. peruviana* en la musculatura somática. La prevalencia, intensidad media y abundancia media de *K. peruviana* fue de 59,67%, 241,62 y 144,19, respectivamente. Las hembras presentaron mayores valores de prevalencia que los machos. Se encontró correlación entre la talla del hospedero versus la prevalencia y abundancia de *K. peruviana*. No se observó diferencias entre los valores del factor de condición relativo (k_n) entre parasitados y no parasitados, entre machos y hembras, y entre los rangos de tallas de *M. gayi peruanus*. La comparación entre los valores de prevalencia de *K. peruviana* en *M. gayi peruanus* en 1971-1972 versus 2014 en la zona costera del Callao, nos muestra diferencias significativas para el total de hospederos, para las hembras y para las tallas de hospederos (talla 33 cm y talla 33,1 cm). Sin embargo, para la prevalencia en 1977-1978 versus 2014 nos muestran diferencias significativas solamente en las hembras y en el rango de talla 33 cm. Se comparan los valores de prevalencia de *Kudoa* en 16 hospederos teleósteos sudamericanos, observándose que la familia Merlucciidae y *M. gayi peruanus* presentan la mayor cantidad de estudios realizados.

Palabras clave: *Kudoa* - merluza peruana - mixosporidio - pseudoquiste - prevalencia.

INTRODUCCIÓN

Los myxosporidios son un grupo muy diverso de parásitos tisulares, que presentan como hospederos a peces marinos y de agua dulce de importancia económica (Moran et al., 1999; Lom & Dykova, 2006). Generalmente se hallan involucrados en la alteración de la textura muscular de los peces (Mateo, 1972; Lom & Dykova, 2006; Jones et al., 2012). El género *Kudoa* (Meglitsch, 1947) comprende a los myxosporidios con cuatro valvas, cada una de las cuales contiene una capsula polar (Moran et al., 1999; Henning et al., 2013). Actualmente se reconocen alrededor de 95 especies de *Kudoa* distribuidas en todo el ámbito global (Eiras et al., 2014a). Son parásitos mayormente de peces marinos perciformes y pleuronectiformes (Mackenzie & Kalavati, 2014), que producen una intensa

histólisis muscular, conocida como “milkiness” que consiste en el ablandamiento y licuefacción de los tejidos musculares por acción de las enzimas proteolíticas producidas por el parásito, las que son usadas para desglosar los tejidos del hospedero y usar los productos en el crecimiento y desarrollo del parásito (Tsuyuki et al., 1982; Cruz et al., 2003; Henning et al., 2013). Moran et al. (1999) señalan que este tipo de parásito es perjudicial en los productos pesqueros, debido principalmente al sitio de infección (musculatura somática). Por tal motivo, son de preocupación para la acuicultura y pesca de peces silvestres debido al impacto en la calidad del producto (Okada et al., 1981; Henning et al., 2013; Eiras et al., 2014b). Además, algunas especies de *Kudoa* tienen implicancias en salud pública al causar intoxicación alimentaria en los seres humanos (Grabner et al., 2012).

En la costa peruana se han registrado dos especies del género *Kudoa*: *K. peruviana* Mateo, 1972 parásito de *Merluccius gayi peruanus* Ginsburg, 1954 (Merlucciidae), y *K. sciaenae* parásito de peces de la familia Sciaenidae como *Paralanchurus peruanus* (Steindachner, 1875), *Sciaena deliciosa* (Tschudi, 1846), *Cheilotrema fasciatum* Tschudi, 1846 (= *Sciaena fasciata*) y *Stellifer minor* (Tschudi, 1846) Terán, Llicán & Luque, 1990 (Terán *et al.*, 1990; Luque *et al.*, 1991; Tantaleán & Huiza, 1994; Eiras *et al.*, 2014a). Tantaleán & Huiza (1994) registran a *Kudoa sarmientae* Verano, 1987 que parasita a *Odontesthes regia regia* (Humboldt, 1821) (Atherinidae) y *Kudoa estela* Verano, 1987 en musculo esquelético de *Prionotus stephanophrys* (= *Prionotus quiescens*) Lockington, 1881 (Triglidae). Sin embargo, al no encontrarse publicadas en ninguna revista científica, Eiras *et al.* (2014a) no las registra como especies válidas.

En 1972 se realizó una primera aproximación cuantitativa de la prevalencia de infección de *K. peruviana* en *M. gayi peruanus* de la zona costera del Callao (Mateo, 1972). Posteriormente, Durán & Oliva (1980) evaluaron la prevalencia de *K. peruviana* en el mismo hospedero y en la misma localidad. Sin embargo, durante estos últimos 35 años no se ha efectuado ningún análisis de la prevalencia en esta especie de Mixosporidio. Por lo que el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la prevalencia de la infección de *K. peruviana* en la musculatura somática de *M. gayi peruanus* de la costa central del Perú.

MATERIAL Y MÉTODOS

62 especímenes de “Merluza peruana”, *M. gayi peruanus* (Merlucciidae), pez endémico de la costa el Perú (Chirichigno & Vélez, 1998), fueron adquiridos durante los meses de enero y febrero (verano) del 2014 en el

Terminal Pesquero de Ventanilla, Callao, Perú. La identificación, el nombre científico, así como el nombre popular en inglés y español del pez hospedero está de acuerdo al trabajo de Chirichigno & Vélez (1998). Cada pez hospedero fue sometido a un minucioso examen microscópico. El examen macroscópico consistió en la búsqueda exhaustiva de los quistes de *K. peruviana* en toda la musculatura somática de los peces, los que fueron contabilizados y registrados. Mientras que, en el examen microscópico los peces fueron fileteados y luego se precedió a realizar preparaciones por disociación de diversas zonas musculares. Se realizaron preparaciones temporales tomando pequeñas porciones del musculo finamente cortadas y disgregadas en azul de metileno, las que se visualizaron al microscopio óptico. En algunos casos se procedió a su fijación con metanol y fueron coloreados utilizando Giemsa y Tricrómica de Gomori (Terán *et al.*, 1990). Las esporas fueron fotografiadas usando un Microscopio LEICA - DM500 con cámara LEICA - ICC50 HD Software LAS (Leica Application Suite)–EZ versión 1,80, 2009, Switzerland. Parte del material colectado se encuentra depositado en la Colección Científica de Protozoos y Metazoos Parásitos de la Universidad Nacional Federico Villarreal (CPYMP) con los números 150 y 151.

A cada hospedero se le tomaron dos parámetros morfométricos: longitud total (LT) en cm y peso (W) en g. También se determinó el sexo de cada espécimen (Chero *et al.*, 2014). Se utilizó la prueba estadística de t de Student para comparar las diferencias entre la LT y el W de los peces machos y hembras, cumpliéndose previamente para la LT y el W con la obligación de normalidad con la prueba de Kolmogorov-Smirnov con la modificación de Lilliefors y de homocedasticidad de varianzas con la prueba de Levene.

Los índices ecológicos parasitológicos (prevalencia, abundancia e intensidad media

de infección) siguieron a Bush *et al.* (1997). Se determinó la prevalencia (P), intensidad media (IM), y abundancia media (AM) de los quistes de *K. peruviana* para el total de hospederos, por sexos y por rangos de tallas del hospedero. La designación como especie núcleo siguió a Bush & Holmes (1986).

El coeficiente de correlación de Spearman se usó para determinar la relación entre la LT del hospedero con la AM de quistes de *K. peruviana*. La influencia de la talla del hospedero en la P de infección de *K. peruviana* se determinó usando el coeficiente de correlación de Pearson, transformando previamente los valores de P a raíz cuadrada de arcoseno y con una división en tres rangos de talla (LT 30 cm; LT 30,1 y 35 cm; LT 35,1 cm). En todos los casos se verificó la normalidad de los datos empleando la prueba de Kolmogorov-Smirnov con la modificación de Lilliefors y la homocedasticidad de varianzas en base a la prueba de Levene. Se aplicó la prueba de X^2 Razón de Verosimilitud para tablas de contingencia 2x2 para determinar el grado de dependencia entre el sexo del hospedero y la P de este Mixosporidio. El factor de condición relativo (K_n) fue obtenido en base al W y LT del pez *M. gayi peruanus*, a partir de la fórmula: $K_n = \frac{W}{W^*}$. Donde: W = peso del pez (g). W^* = peso estimado por regresión, a partir de la fórmula final: $W = 86,952 + 5,433(\log LT)$ ($F = 6,81$; $p = 0,01$, $r = 0,32$) (Longart *et al.*, 2011). También se calculó la correlación de Pearson entre el número de quistes de *K. peruviana* y el valor de k_n de *M. gayi peruanus*. Se empleó la prueba de t de Student para comparar los valores de k_n entre parasitados y no parasitados, y entre sexos. El ANDEVA se usó para comparar los valores de k_n entre los tres rangos de talla (LT 30 cm; LT 30,1 y 35 cm; LT 35,1 cm).

Se compararon los valores de prevalencia obtenidos durante el 2014 con los valores de prevalencia de 1971-1972 y 1977-1978 en la

zona del Callao, Perú según el sexo y los dos rangos de talla (LT 33 cm y LT 33,1 cm) (Mateo, 1972; Duran & Oliva, 1980) empleando el estadístico de X^2 . El grado de significancia fue evaluado a un nivel de 0,05. Para la determinación de los estadísticos descriptivos e inferenciales se usó el paquete estadístico IBM SPSS 21,0 del año 2012.

RESULTADOS

De los 62 especímenes de *M. gayi peruanus* examinados, el 61,29 % de los hospederos fueron machos y el 38,71 % hembras. La longitud promedio de los hospederos fue de 33,86 cm, con un rango de 30,7-38,6 cm. La LT de los machos ($n=38$) fue de $23,03 \pm 2,36$ cm y de las hembras ($n=24$) fue de $23,80 \pm 2,10$ cm. Se encontraron diferencias significativas en relación a la LT entre ambos sexos ($t = 2,77$; $p = 0,007$; $n=62$) (Tabla 1). El peso promedio de los peces fue de $272,62 \pm 97,21$ g con un rango de 110,8– 531,5 g. Se encontraron diferencias en relación al peso promedio entre ambos sexos ($t = 2,71$; $p = 0,01$; $n=62$), siendo las hembras ($309,83 \pm 113,33$) más pesadas que los machos ($234,77 \pm 93,44$).

El hábitat y las características de las esporas de *K. peruviana* son señaladas en las Figuras 1 y 2. Durante todo el muestreo se colectó un total de 8940 quistes de *K. peruviana* (Tabla 1). La tabla 1 muestra la prevalencia, intensidad media y abundancia media de infección de *K. peruviana* en la musculatura somática de los 62 especímenes muestreados de *M. gayi peruanus*. Del total de hospederos, el 59,67% ($n=37$) presentaron los músculos parasitados con *K. peruviana*. *K. peruviana* sería considerada una especie núcleo por presentar valores de prevalencia > 45%. Con respecto al rango de tallas se observó que los hospederos con LT 35,1 presentaron los valores más altos de infección ($P=85,71\%$). Mientras que,

los peces con LT ≤ 30 presentaron los valores más bajos (P=29,41%) (Tabla 1). Se encontró correlación entre la LT de los hospederos versus P de *K. peruviana* ($r=0,99$; $p=0,02$) y entre la LT y el número de pseudoquistes de *K. peruviana* ($r=0,52$; $p=0,01$). Las hembras presentaron valores de prevalencia mayores (P=75%) al de los machos (P=50%). Además, se encontró relación entre el sexo del hospedero y los valores de prevalencia de la infección muscular de *K. peruviana* ($X^2=13,33$; $P=0,0003$), siendo las hembras las que presentan mayor infección.

La Tabla 2 nos muestra que no se observó diferencias entre los valores del factor de condición relativo (k_n) entre parasitados y no parasitados, entre machos y hembras, y entre los rangos de tallas de *M. gayi peruanus* adquiridos del Terminal Pesquero de Ventanilla, Callao, Perú. No se observó correlación entre el número de quistes de *K. peruviana* y el valor de k_n de *M. gayi peruanus* ($r=0,07$; $p=0,58$).

La comparación entre los valores de prevalencia de *K. peruviana* en *M. gayi peruanus* durante 1971-1972 (Mateo, 1972) y en 2014 en la zona costera del Callao (Costa Central de Perú) nos muestra diferencias significativas para el total de hospederos, para las hembras y para las tallas de hospederos (LT ≤ 33 y LT $> 33,1$). Sin embargo, para los datos de prevalencia durante 1977-1978 versus 2014 nos muestran diferencias significativas en las hembras y en el rango de LT ≤ 33 (Tabla 3).

La tabla 4 nos muestra los valores de prevalencia de *Kudoa* spp. en 15 hospederos teleosteos sudamericanos. Se observa que la familia Merlucciidae presenta el 53,33% del total de estudios realizados para conocer la prevalencia de la infección de estos tipos de parásitos, siendo el Perú uno de los países con mayor número de trabajos. Además, *M. gayi peruanus* ha sido el hospedero en el que se han desarrollado más estudios (20%).

Tabla 1. Prevalencia, intensidad media (IM) y abundancia media (AM) de infección muscular somática de quistes de *Kudoa peruviana*, número de hospederos, número de hospederos infectados, por sexo y en tres rangos de longitud total de *Merluccius gayi peruanus* (Merlucciidae) adquiridos del Terminal Pesquero de Ventanilla, Callao, Perú. LT= Longitud total.

| Localización | Número de <i>M. gayi peruanus</i> | Promedio LT de <i>M. gayi peruanus</i> | Número de hospederos infectados | Número de quistes | Prevalencia (%) de <i>K. peruviana</i> | IM | AM |
|-------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------|-------------------|--|--------|--------|
| Total | 62 | 33,86 | 37 | 8940 | 59,67 | 241,62 | 144,19 |
| Machos | 38 | 30,88 | 19 | 3406 | 50 | 179,26 | 89,63 |
| Hembras | 24 | 35,21 | 18 | 5534 | 75 | 307,44 | 230,58 |
| LT ≤ 30 | 17 | 25,30 | 5 | 1181 | 29,41 | 236,20 | 69,47 |
| LT $> 30,1$ y ≤ 35 | 24 | 33,29 | 14 | 2008 | 58,33 | 143,43 | 83,67 |
| LT $> 35,1$ | 21 | 38,43 | 18 | 5751 | 85,71 | 319,50 | 273,86 |

Tabla 2. Comparación entre los valores del factor de condición relativo (k_n) entre parasitados y no parasitados, entre machos y hembras y entre rangos de tallas de *M. gayi peruanus* adquiridos del Terminal Pesquero de Ventanilla, Callao, Perú. t = prueba de t de student. F = Prueba de Fisher del ANDEVA. P = nivel de significancia.

| k_n | | Valor de la prueba estadística | P |
|----------------|-----------------|--------------------------------|------|
| Sexo | | | |
| Macho | Hembra | t | |
| 0,99 | 1,11 | 1,21 | 0,23 |
| Parasitismo | | | |
| No parasitados | Parasitados | t | |
| 1,03 | 1,05 | 0,18 | 0,85 |
| Talla | | | |
| 30 cm | 30,1 cm y 35 cm | F | |
| 1,01 | 0,96 | 2,21 | 0,13 |

Tabla 3. Prevalencia de *Kudoa peruviana* en musculatura somática de *Merluccius gayi peruanus* adquirido en el Puerto del Callao, Perú (1971-1972 y 1977-1978) y en el Terminal Pesquero de Ventanilla, Callao, Perú (2014). X^2 = valores del chi cuadrado. P = nivel de significancia. * = Comparación de los valores de prevalencia de 1971-1972 vs 2014. ** = Comparación de los valores de prevalencia de 1977-1978 vs 2014. Valores en negritas indican diferencias significativas.

| <i>Kudoa peruviana</i> | Prevalencia 1971-1972 | Prevalencia 1977-1978 | Prevalencia 2014 | X^2 * | P | X^2 ** | p |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|---------|-------|----------|-------|
| Total de hospederos | 39,55 | 60,7 | 59,67 | 8,10 | 0,004 | 0,03 | 0,858 |
| Machos | 40,57 | 53,33 | 50 | 1,79 | 0,180 | 0,22 | 0,637 |
| Hembras | 38,03 | 17,5 | 75 | 27,81 | 0,000 | 66,5 | 0,000 |
| LT 33 cm | 0 | 30,43 | 45,71 | 59,25 | 0,000 | 4,95 | 0,026 |
| LT 33,1 cm | 42,42 | 66,67 | 77,78 | 26,07 | 0,000 | 3,08 | 0,079 |
| Referencias | Mateo (1972) | Duran & Oliva (1980) | Presente estudio | | | | |

Tabla 4. Prevalencia de *Kudoa* spp. en orden cronológico según referencias en 16 hospederos teleósteos de América del Sur. N=Número de hospederos examinados. n= Número de hospederos infectados.

| Especie | Hospedero | Familia | Localidad | N | n | P (%) | Referencia |
|--------------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------|------|-----|-------|--|
| <i>Kudoa peruviana</i> | <i>Merluccius gayi peruanus</i> | Merlucciidae | Perú | 177 | 70 | 39,55 | Mateo (1972) |
| <i>Kudoa peruviana</i> | <i>Merluccius gayi peruanus</i> | Merlucciidae | Perú | 140 | 85 | 60,7 | Duran & Oliva (1980) |
| <i>Kudoa rosenbuschi</i> | <i>Merluccius hubbsi</i> | Merlucciidae | Argentina | 1211 | 243 | 20,07 | Sardella <i>et al.</i> (1987) |
| <i>Kudoa sciaenae</i> | <i>Stellifer minor</i> | Sciaenidae | Perú | 100 | 96 | 96 | Oliva <i>et al.</i> (1992) |
| <i>Kudoa</i> sp. | <i>Mugil platamus</i> | Mugilidae | Brasil | 150 | 40 | 26,66 | Knoff & Serra-Serra (1993) |
| <i>Kudoa rosenbuschi</i> | <i>Merluccius hubbsi</i> | Merlucciidae | Argentina | 87 | 22 | 25,28 | Mackenzie & Longshaw (1995) |
| <i>Kudoa rosenbuschi</i> | <i>Merluccius australis</i> | Merlucciidae | Chile | 70 | 13 | 18,57 | Mackenzie & Longshaw (1995) |
| <i>Kudoa thyrithes</i> | <i>Paralichthys adpersus</i> | Paralichthyidae | Chile | 16 | 1 | 6,25 | Castro & Burgos (1996) |
| <i>Kudoa</i> sp. | <i>Gobiosox marmoratus</i> | Gobiosocidae | Chile | 108 | 1 | 0,93 | Pardo-Gandarillas <i>et al.</i> (2004) |
| <i>Kudoa</i> sp. | <i>Trichiurus lepturus</i> | Trichiuridae | Brasil | 47 | 9 | 19,2 | De Andrada <i>et al.</i> (2005) |
| <i>Kudoa allitaria</i> | <i>Macrurus magellanicus</i> | Merlucciidae | Argentina | 3 | 3 | 100 | Whipps & Diggles (2006) |
| <i>Kudoa aequidens</i> | <i>Aequidens plagiognathus</i> | Cichlidae | Brasil | 28 | 10 | 35,71 | Casal <i>et al.</i> (2008) |
| <i>Kudoa</i> sp. | <i>Merluccius australis</i> | Merlucciidae | Chile | 104 | 76 | 73,1 | Torres <i>et al.</i> (2014) |
| <i>Kudoa</i> sp. | <i>Genypterus blacodes</i> | Ophidiidae | Chile | 81 | 17 | 21 | Torres <i>et al.</i> (2014) |
| <i>Kudoa</i> sp. | <i>Scomberomorus brasiliensis</i> | Scombridae | Brasil | 10 | 8 | 80 | Eiras <i>et al.</i> (2014b) |
| <i>Kudoa peruviana</i> | <i>Merluccius gayi peruanus</i> | Merlucciidae | Perú | 62 | 37 | 59,67 | Presente estudio |

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran un alto porcentaje de infección en la musculatura somática de *M. gayi peruanus* por el mixosporidio *K. peruviana* (P=59,67%) en la zona del Callao. Duran & Oliva (1980) reportaron también para *M. gayi peruanus* de la zona costera del Callao valores altos de prevalencia. Sin embargo, Mateo (1972) encontró valores moderados de infección (39,55%) en el mismo hospedero y en la misma localidad. La variación en la prevalencia de infección en estos tres estudios (Mateo, 1972; Duran & Oliva, 1980; presente estudio) puede ser atribuida a la amplitud del periodo de evaluación, al número de hospederos examinados y a las variaciones ecológicas en el área de muestreo (Mateo, 1972: año 1971-1972, 24 meses, n=177; Duran & Oliva, 1980: año 1977- 1978, 24 meses; n = 140; presente estudio: año 2014, 2 meses, n=62). En un pez esciénido de la costa peruana, *S. minor* se encontró una alta prevalencia de infección por *K. sciaenae* (Oliva *et al.*, 1992). En otros peces teleósteos de Sudamérica también se han reportado altas prevalencias de infección (Knoff & Serra-Serra, 1993; Whipps & Diggles, 2006; Torres *et al.*, 2014; Eiras *et al.*, 2014a).

El mixosporidio *K. peruviana* produce en sus hospederos una condición patológica conocida como miolicuefacción *post-mortem*, este fenómeno consiste en el ablandamiento y la pérdida del tono muscular (Mateo, 1972; Costa *et al.*, 2014a). Según Mateo (1972) las esporas y las enzimas histolíticas responsables de la licuefacción se liberan cuando se tiene una incorrecta manipulación y conservación de los peces lo que ocasiona que la fina membrana quística se rompa. Este fenómeno es de gran importancia pues afecta económicamente la industria pesquera (Cruz *et al.*, 2003; Yokoyama *et al.*, 2012; Henning *et al.*, 2013). Tomando en consideración la alta prevalencia y el hábitat de *K. peruviana*, y porque además

su hospedero es un pez de gran demanda en los mercados de la costa peruana, por su bajo costo, es necesario realizar estudios que evalúen las posibles implicancias en la salud del hombre, teniendo en cuenta que existe evidencia de otras especies de *Kudoa* que producen efectos negativos en la salud pública al ser agentes de intoxicación alimentaria en los seres humanos (Grabner *et al.*, 2012).

Los hospederos con LT 35,1 cm presentaron los valores más altos de prevalencia de infección y los peces con LT 30 cm presentaron los valores más bajos. Se encontró correlación entre la LT de los hospederos *versus* Prevalencia de *K. peruviana*, y entre la LT y la abundancia de quistes de *K. peruviana*. Cruz *et al.* (2003) señalan altos valores de prevalencia, pero bajos de intensidad de infección para *Kudoa* sp. en todos los tamaños de clase de *Trachurus trachurus* L. y atribuyen sus resultados al ciclo biológico de *Kudoa* en sus dos hospederos (pez- invertebrado “anélido-poliqueto”) en el ambiente marino, en la que *T. trachurus* estaría adquiriendo en su dieta los anélidos que son hospederos intermediarios de *Kudoa*, los cuales son consumidos en forma diferencial en relación a la talla del pez (Yokoyama *et al.*, 2012). Hallett *et al.* (1997) señalan que *Kudoa ciliatae* Lom, Rohde & Dykova, 1992 se acumula con la edad y el tamaño del pez hospedero *Sillago* spp., al adquirir más parásitos con el tamaño y a que los parásitos han proliferado con el tiempo en el pez hospedero. Lo indicado por estos investigadores podría explicar la correlación existente entre la LT del hospedero, y la prevalencia y la abundancia de pseudoquistes de *K. peruviana*. Sin embargo, Orrego & Mendo (2012) señalan para *M. gayi peruanus* en la costa peruana que los peces teleósteos, los moluscos cefalópodos y los crustáceos, son los ítems tróficos importantes, más no citan como de importancia a los anélidos poliquetos. Por lo que habría que dilucidar cual el hospedero intermediario de *K. peruviana* en la merluza peruana.

No se encontró diferencias entre los valores del factor de condición relativo (k_r) entre parasitados y no parasitados, entre machos y hembras, y entre los rangos de tallas de *M. gayi peruanus*. Lizama & Ambrosio (2002) señalan “que el factor de condición es un índice que refleja, a través de su variación, información en el estado fisiológico del pez en relación a su bienestar al reflejar interacción entre los factores biótico y abiótico”. Ballón *et al.* (2008) encontró un incremento en el factor de condición de la merluza peruana entre 1971 y el 2004. Se ha encontrado que la abundancia del trematodo endoparásito *Aporocotyle wilhelmi* se encuentra asociada a valores altos

del factor de condición relativo de la merluza peruana en la costa central del Perú (Chero *et al.*, 2014).

Kudoa peruviana presentó una prevalencia, intensidad media y abundancia media de 59,67%, 241,62 y 144,19, respectivamente en la “Merluza peruana” *Merluccius gayi peruvianus*. Se encontró asociación entre el tamaño del pez hospedero y la prevalencia y abundancia media de *K. peruviana*. Se observaron variaciones en la prevalencia de infección entre 1971-72, 1977-78 y el 2014. La familia Merlucciidae presentó la mayor cantidad de estudios realizados.

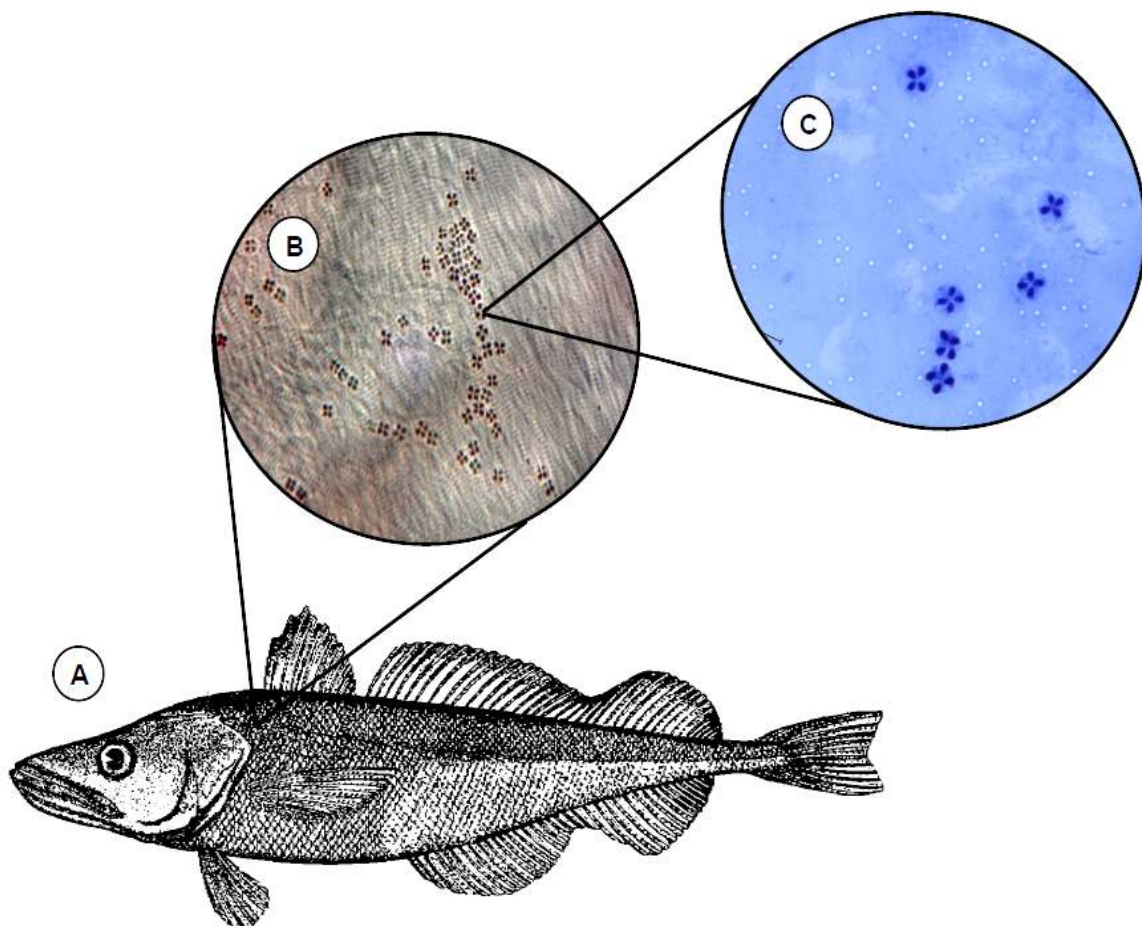


Figura 1. Hábitat de *Kudoa peruviana* (Kudoidae) en *Merluccius gayi peruanus* (Merlucciidae). En A detalle del hospedero. En B esporas de *K. peruviana*. En C detalle de las esporas teñidas con Giemsa.

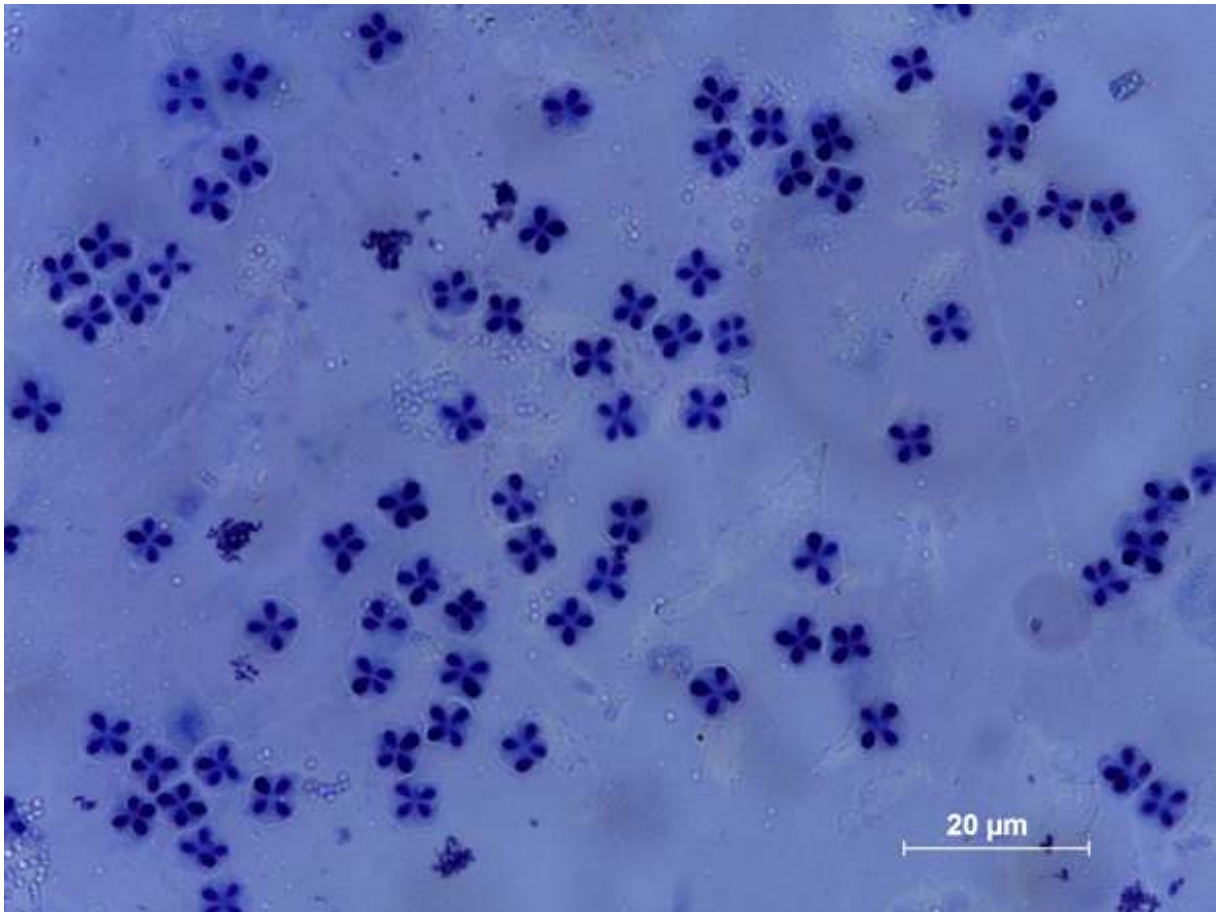


Figura 2. Esporas de *Kudoa peruviana* (Kudoidae) en *Merluccius gayi peruanus*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballón, M, Wosnitza-Mendo, C, Guevara-Carrasco, R & Bertrand, A. 2008. *The impact of overfishing and El Niño on the condition factor and reproductive success of Peruvian hake, Merluccius peruanus*. Progress in Oceanography, vol. 79, pp. 300-307.
- Bush, AO & Holmes, JC. 1986. *Intestinal helminthes of lesser scaup ducks: an interactive community*. Canadian Journal of Zoology, vol. 64, pp. 142-152.
- Bush, AO, Lafferty, KD, Lotz, JL & Shostak, AW. 1997. *Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited*. The Journal of Parasitology, vol. 83, pp. 575-583.
- Casal, G, Matos, E, Matos, P & Azevedo, C. 2008. *Ultrastructural description of a new myxosporean parasite Kudoa aequidens sp. n. (Myxozoa, Myxosporea) found in the sub-opercular musculature of Aequidens plagiozonatus (Teleostei) from the Amazon liver*. Acta

- Protozoologica, vol. 47, pp. 135–141.
- Castro R & Burgos, R. 1996. *Kudoa* thyrsites (*Myxozoa*, *Multivalvulida*) causing «milky condition» in the musculature of *Paralichthys adspersus* (*Neopterygii*, *Pleuronectiformes*, *Paralichthyidae*) from Chile. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, vol. 91, pp. 163-164.
- Chero, J, Cruces, C, Iannacone, J, Sáez, G, Alvarino, L, Rodríguez, C, Rodríguez, H, Tuesta, E, Pacheco, A & Huamani, N. 2014. *Parasitological indices of the Peruvian hake Merluccius gayi peruanus* Ginsburg, 1954 (*Perciformes: Merlucciidae*) acquired at the Fishing Terminal of Ventanilla, Callao, Peru. *Neotropical Helminthology*, vol. 8, pp. 141-162.
- Chirichigno, N & Vélez, M. 1998. *Clave para identificar los peces marinos del Perú*. Publicación Especial del Instituto del Mar. 2^{da} Ed. Callao, Instituto del Mar del Perú. 500 p.
- Cruz, C, Vaz, A & Saraiva, A. 2003. Occurrence of *Kudoa* sp. (*Myxozoa*) in *Trachurus trachurus* L. (*Osteichthyes*) in Portugal. *Parasite*, vol. 10, pp. 165-167.
- De Andrada, CG, Tortelly, R, Nogueira, PP, Andrade, CL & De Lima, FC. 2005. *Infecção por Kudoa Meglitsch, 1947 (Myxozoa: Multivalvulida) em musculatura esquelética de espada Trichiurus lepturus L. (Teleostei: Trichiuridae)*. *Parasitología latinoamericana*, vol. 60, pp. 150-153.
- Duran, L & Oliva, M. 1980. *Estudio parasitológico en Merluccius gayi peruanus* Ginsburg 1954. *Boletín Chileno de Parasitología*, vol. 35, pp. 18-21.
- Eiras, JC, Saraiva, A & Cruz, C. 2014a. *Synopsis of the species of Kudoa Meglitsch, 1947 (Myxozoa: Myxosporae: Multivalvulida)*. *Systematic Parasitology*, vol. 87, pp. 153-180.
- Eiras, JC, Lima, JTAX, Cruz, CF & Saraiva, A. 2014b. *A note on the infection of Scomberomorus brasiliensis (Osteichthyes, Scombridae) by Kudoa sp. (Myxozoa: Multivalvulida)*. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 74, pp. S164-S166.
- Grabner, DS, Yokoyama, H & Kinami, R. 2012. *Diagnostic PCR assays to detect and differentiate Kudoa septempunctata, K. thyrsites and K. lateolabracis (Myxozoa, Multivalvulida) in muscle tissue of olive flounder (Paralichthys olivaceus)*. *Aquaculture*, vol. 338–341, pp. 36–40.
- Hallet, SL, O'Donoghue, PJ & Lester, RJG. 1997. *Infections by Kudoa ciliatae (Myxozoa: Myxosporae) in Indo-Pacific whiting Sillago spp.* *Diseases of Aquatic Organisms*, vol. 30, pp. 11-16.
- Henning, SS, Hoffman, LC & Manley, M. 2013. *A review of Kudoa induced myoliquefaction of marine fish species in South Africa and other countries*. *South African Journal of Science*, vol. 109, pp. 1-5.
- Jones, RM, Forster, I, Liaoc, X & Ikonomou, G. 2012. *Dietary nicarbazin reduces prevalence and severity of Kudoa thyrsites (Myxosporae: Multivalvulida) in Atlantic salmon Salmo salar post-smolts*. *Aquaculture*, vol. 342–343, pp. 1-6.
- Knoff, M & Serra-Serra, NM. 1993. *Protozoarios parásitos de Mugil platanus Gunther, 1880 do litoral do estado do Rio de Janeiro, Brasil*. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, vol. 2, pp. 25-28.
- Lizama, M de los AP & Ambrósio, AM. 2002. *Condition factor in nine species of fish of the Characidae family in the upper Paraná River, Floodplain, Brazil*. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 62, pp. 113-124.
- Longart, RY, Acosta, V, Parra, B & Lista, M. 2011. *Aspectos biométricos de Hemirhamphus brasiliensis (Pisces:*

- Hemirhamphidae*), Isla de Cubagua, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, vol. 29, pp. 385-398.
- Lom, J & Dykova, I. 2006. *Myxozoan genera: definition and notes on taxonomy, life-cycle terminology and pathogenic species*. *Folia Parasitologica*, vol. 53, pp.1-36.
- Luque, JL, Iannacone, J & Farfán, C. 1991. Parásitos de peces óseos marinos en el Perú: Lista de especies conocidas. *Boletín de Lima*, vol. 74, pp. 17-28.
- Mackenzie, K & Longshaw, M. 1995. *Parasites of the hakes Merluccius australis and M. hubbsi in the waters around the Falkland islands, southern Chile, and Argentina, with an assesment of their potential value as biological tags*. *Canadian Journal of Fish Aquatic Science*, vol. 52, pp. 213-224.
- Mackenzie, K & Kalavati, C. 2014. *Myxosporean parasites of marine fishes: their distribution in the world's oceans*. *Parasitology*, vol. 141, pp. 1709-1717.
- Mateo, E. 1972. *Investigación parasitológica de la Merluza (Merluccius gayi peruanus)*. Instituto del mar del Perú, Informe, vol. 40, pp.1-12.
- Morán, JDW, Whitaker, DJ & Kent, ML. 1999. *A review of the myxosporean genus Kudoa Meglitsch, 1947, and its impact on the international aquaculture industry and commercial fisheries*. *Aquaculture*, vol. 172, pp. 163-196.
- Okada, M, Areche, N & Yshikawa, E. 1981 *Myxosporidian infestation of Peruvian hake*. *Japanese Society of Fisheries Science*, vol. 47, pp. 229-238.
- Oliva, M, Luque, JL, Terán, L & Llican, L. 1992. *Kudoa sciaenae (Myxozoa: Multivalvulidae) cyst distribution in the somatic muscle of Stellifer minor (Tschudi, 1844) (Pisces: Sciaenidae)*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, vol. 87, pp. 33-35.
- Orrego, H & Mendo, J. 2012. *Variación interanual de la dieta de la merluza Merluccius gayi peruanus (Guitchenot) en la costa peruana*. *Ecología Aplicada*, vol. 11, pp. 103-116.
- Pardo-Gandarillas, MC, Garcías, F & George-Nascimento, M. 2004. *La dieta y fauna de endoparásitos del pejesapo Gobiesox marmoratus Jenyns, 1842 (Pisces: Gobiesocidae) en el litoral central de Chile están conectadas pero no correlacionadas*. *Chilena de Historia Natural*, vol. 77, pp. 627-637.
- Sardella, NH; Trincherro, JL & Manca, EA. 1987. *Efectos del deterioro producido por mixosporidios de la especie Kudoa rosenbuschi en la musculatura de Merluccius hubbsi*. *Revista de Investigaciones de Desarrollo Pesquero*, vol. 7, pp. 105-112.
- Tantaleán, M & Huiza, A. 1994. *Sinopsis de los parásitos de peces marinos de la costa peruana*. *Biotempo*, vol. 1, pp. 53-101.
- Teran, L, Llicán, L & Luque, JL. 1990. *Kudoa sciaenae n. sp. (Myxozoa, Multivalvulida), parásito muscular de peces de la familia Sciaenidae (Osteichthyes) en al mar peruano*. *Revista Ibérica de Parasitología*, vol. 50, pp. 25-29.
- Torres, P, Puga, S, Castillo, L, Lamilla, J & Miranda, JC. 2014. *Helminths, myxozoos y microsporidios en músculos de peces comercializados frescos y su importancia como riesgo potencial para la salud humana en la ciudad de Valdivia, Chile*. *Archivos de medicina Veterinaria*, vol. 46, pp. 83-92.
- Tsuyuki, H, Williscroft, SN, Kabata, Z & Whitaker, DJ. 1982. *The relationship between acid and neutral protease activities and the incidence of soft cooked texture in the muscle tissue of Pacific hake Merluccius productus infected with Kudoa paniformis and K. thyrsites, held for varying times under different prefreeze chilled storage conditions*. *Canadian Technical Reports*

of Fisheries and Aquatic Sciences, vol. 1130, pp. 1-39.

Whipps, CM & Diggles, BK. 2006. *Kudoa alliaris in flesh of Argentinian hoki* *Macruronus magellanicus* (Gadiformes; Merlucciidae). Diseases of Aquatic Organisms, vol. 69, pp. 259-63.

Yokoyama, H, Grabner, D & Shirakashi, S. 2012. *Transmission Biology of the Myxozoa, Health and Environment in Aquaculture*. Carvalho, E. (Ed.), ISBN:

978-953-51-0497-1, InTech, Available for free : <http://www.intechopen.com/books/health-and-environment-in-aquaculture/transmission-biology-of-themyxozoa>.

Received April 10, 2015.
Accepted May 2, 2015.