



**EVALUACION DE MERCURIO
TOTAL EN PECES, AGUA Y
SEDIMENTO EN LA CUENCA DEL
RIO MALINOWSKY,
DEPARTAMENTO DE MADRE DE
DIOS, CAUSADA POR LA
MINERIA AURIFERA ALUVIAL**

**Ing. Giancarlo Barbieri
(PRODUCE)**

El mercurio

- Fuente: Es de origen magmático, expulsado al exterior por erupciones volcánicas.
- Características Químicas

SIMBOLO	Hg
CLASIFICACION	Metales de Transición grupo 12
PUNTO DE FUSION	- 38 °C
PUNTO DE EBULLICION	356.73 °C
DENSIDAD kg/m ³	1,354
VOLUMEN ATOMICO (cm ³ /mol)	14.81
ESTRUCTURA CRISTALINA	Romboédrica
COLOR	Blanco plateado

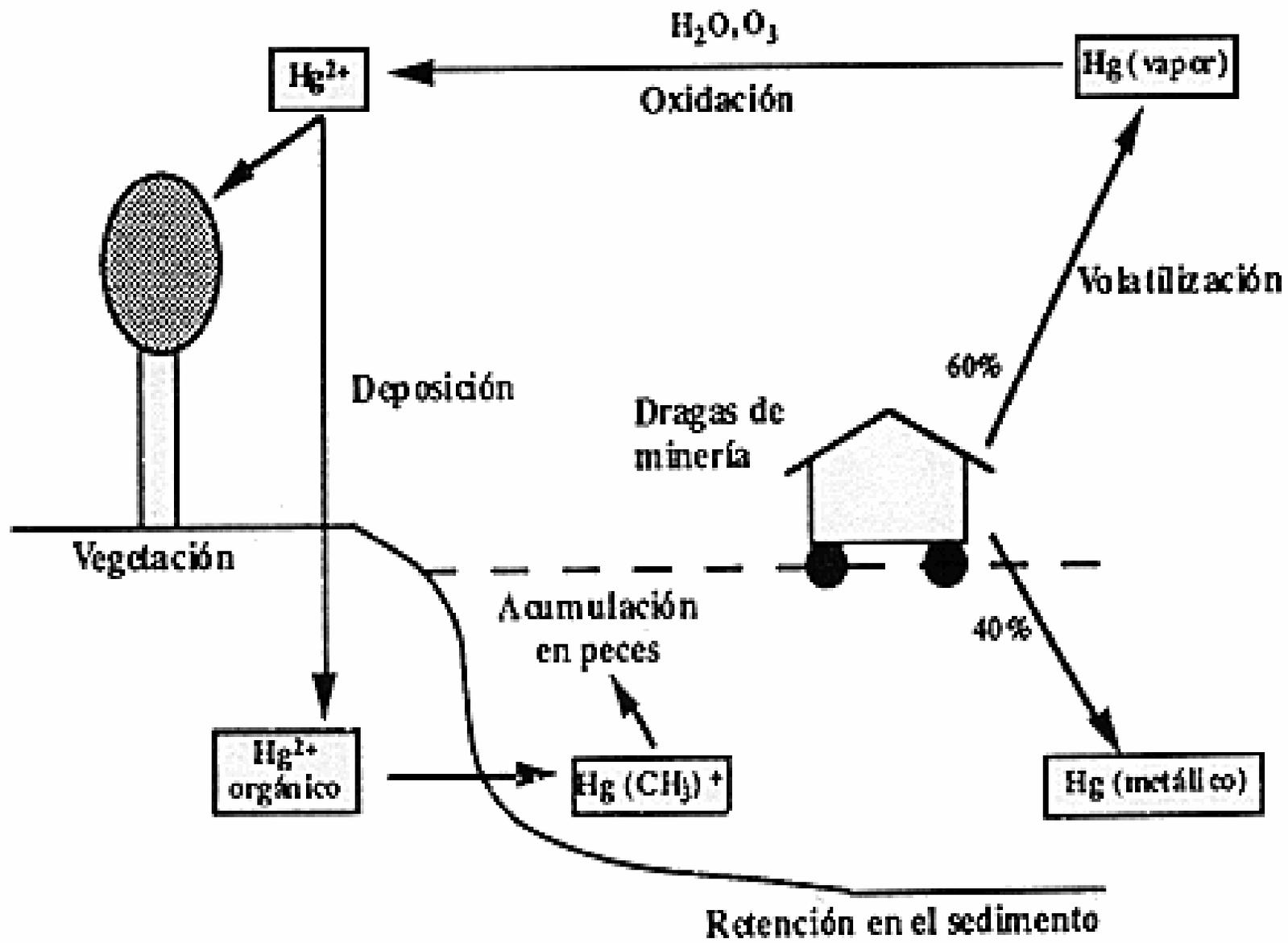
- El mercurio se encuentra en el medio ambiente de tres formas: Elemental, inorgánico y orgánico
- Usos: termómetros, plaguicidas, pilas, fungicidas, pinturas, pesticidas, amalgamas dentales.

El mercurio en la minería

- El mercurio forma fácilmente aleaciones “amalgamas” con otros metales como: oro, estaño, plata.
- Amalgama: Aleación de mercurio con el oro.
- Quema de la amalgama: La aleación es quemada a una $T^{\circ} > \text{de } 360^{\circ}\text{C}$, quedando como producto final el mercurio completamente vaporizado y el oro en el recipiente.







Principales emisiones y transformaciones de mercurio en la floresta amazónica

La importancia del presente estudio, radica principalmente, en que no se han realizado estudios detallados de contaminación por mercurio en esta zona geográfica del Perú; donde se ha desarrollado la actividad minería aurífera aluvial desde los años 60

OBJETIVOS

El objetivo específico que persigue el presente estudio es la determinación de mercurio total en peces, agua y sedimento, en la cuenca del río Malinowsky; así como determinar las especies y los lugares más contaminados por este metal a lo largo del mencionado río.

MATERIALES Y METODOS

➤ AREA DE ESTUDIO

El río Malinowsky esta ubicado a lo largo de los Distritos de Mazuco y Laberinto, en la Provincia de Tambopata, Departamento de Madre de Dios.

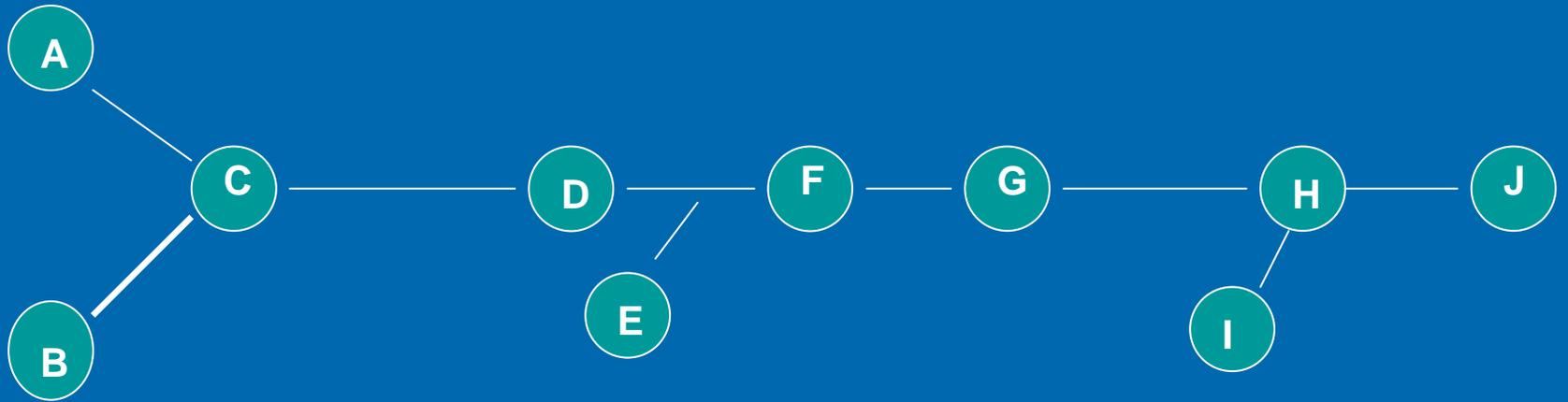


Parámetros limnológicos que presenta anualmente el río Malinowsky

PARÁMETRO	RANGO
ph	5.5 – 8.5 (1), (2), (3)
Oxígeno	6 – 8 mg/L (1), (2), (3)
Sólidos Totales Disueltos	10 – 40 mg/L (1), (3)
Temperatura	23 – 34 °C (1), (2), (3)
Conductividad	20 – 80 us. (1), (2)

(1) Com. per. Ing. Química Carmen Quispe, Marzo, 2003; (2) EMAPAT 1988 y
(3) Chang, 1998.

ESTACIONES DE MUESTREO



ESTACIONES DE MUESTREO

Las estaciones de muestreo fueron ubicadas tomando en cuenta el “Protocolo de Monitoreo de Agua”, recomendado por el Ministerio de Energía y Minas; también se tomó en cuenta la geografía y la difícil accesibilidad de la zona.

MUESTRAS

➤ Sedimento

➤ Agua

➤ Peces



Equipos utilizados para evaluar la calidad de agua

- **Kit de Oxígeno disuelto**
- **Phmetro digital**
- **Conductímetro digital**
- **Termómetro**
- **Medidor de Sólidos Disueltos Totales**

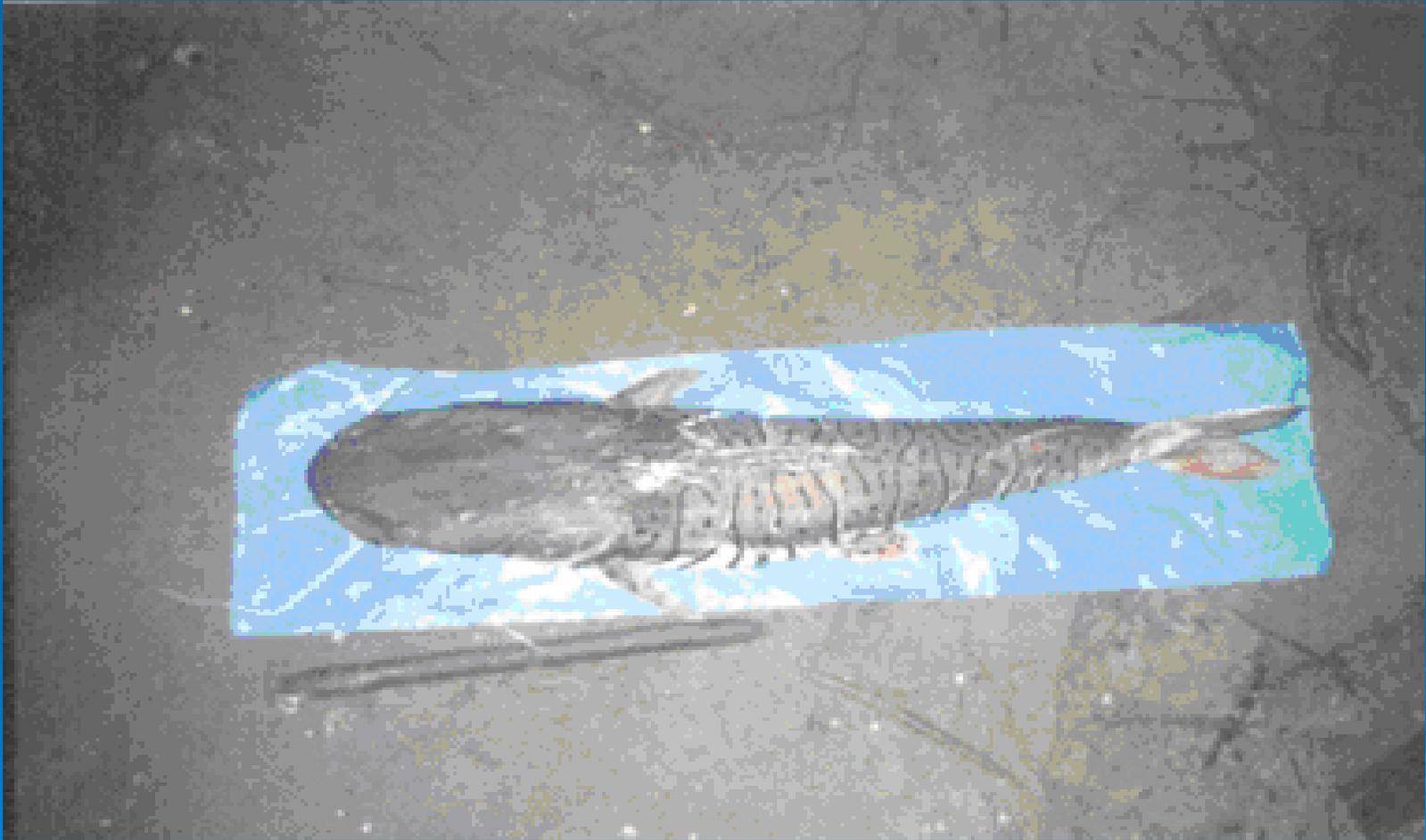


ESPECIES DE PECES SELECCIONADAS

**Se seleccionaron 05 especies diferentes
de tres regímenes alimenticios
distintos:**



Piscívoros (peces que comen peces)



Doncella (*Pseudoplatystoma fasciatum*)

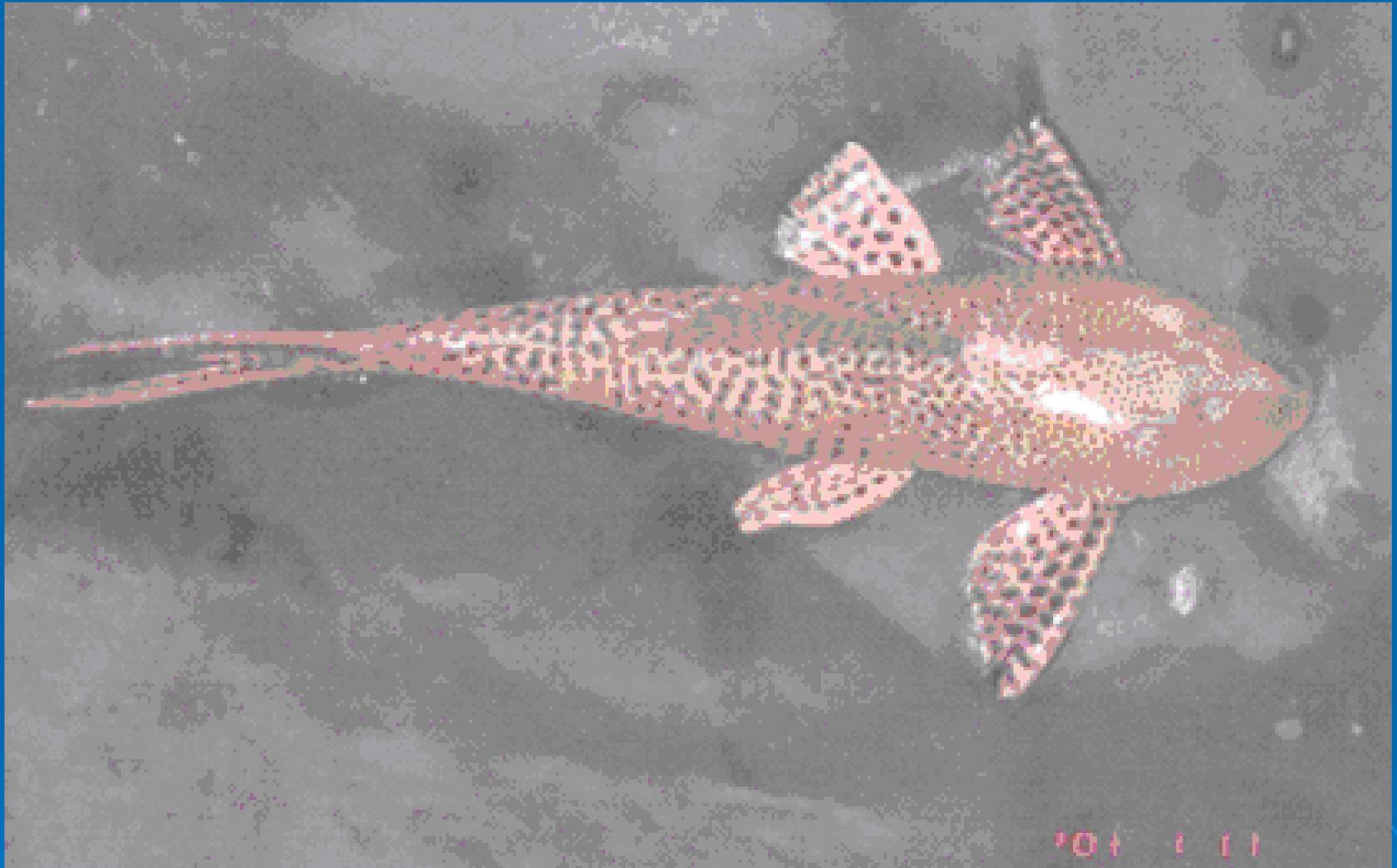


Huasaco (*Hoplias malabaricus*)

Detritívoros (peces que comen barro)



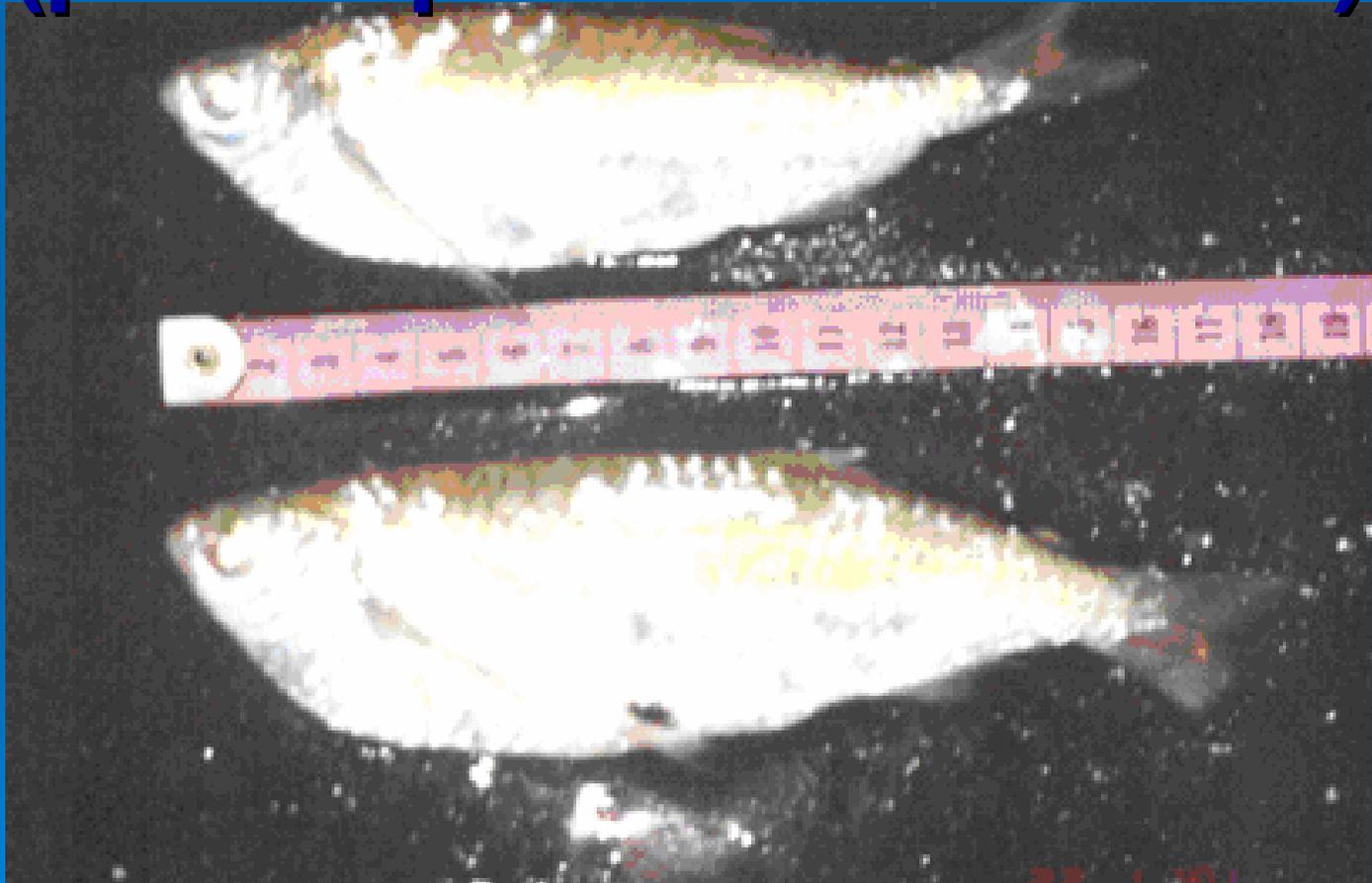
Bocachico (*Prochidolus nigricans*)



Carachama (*Pterigoplicchthys* spp)

Omnívoros

(peces que comen de todo)



Pez Sardina (*Triportheus emargiantus*)



COLECCIÓN DE MUESTRA DEL MUSCULO DORSAL Y CONSERVACION



CONSERVACION DE MUESTRAS

RESULTADOS

Resultados promedios de los parámetros físico – químicos del río Malinowsky

PARAMETRO	RANGO	PROMEDIO
Temperatura	26 – 28.6 °C	27.3 °C
Oxigeno Disuelto	6.6 – 7.3 mg/L	6.9 mg/L
Conductividad	11.6 – 16.6 us	14.1 us
Sólidos Disueltos Totales	5 – 11.6 ppm	8.3 ppm
pH	6.9 – 7.8	7.3
Sólidos en Suspensión	5 – 3342*mg/L	372 mg/L

Concentración promedio de mercurio total en el músculo de cada especie estudiada

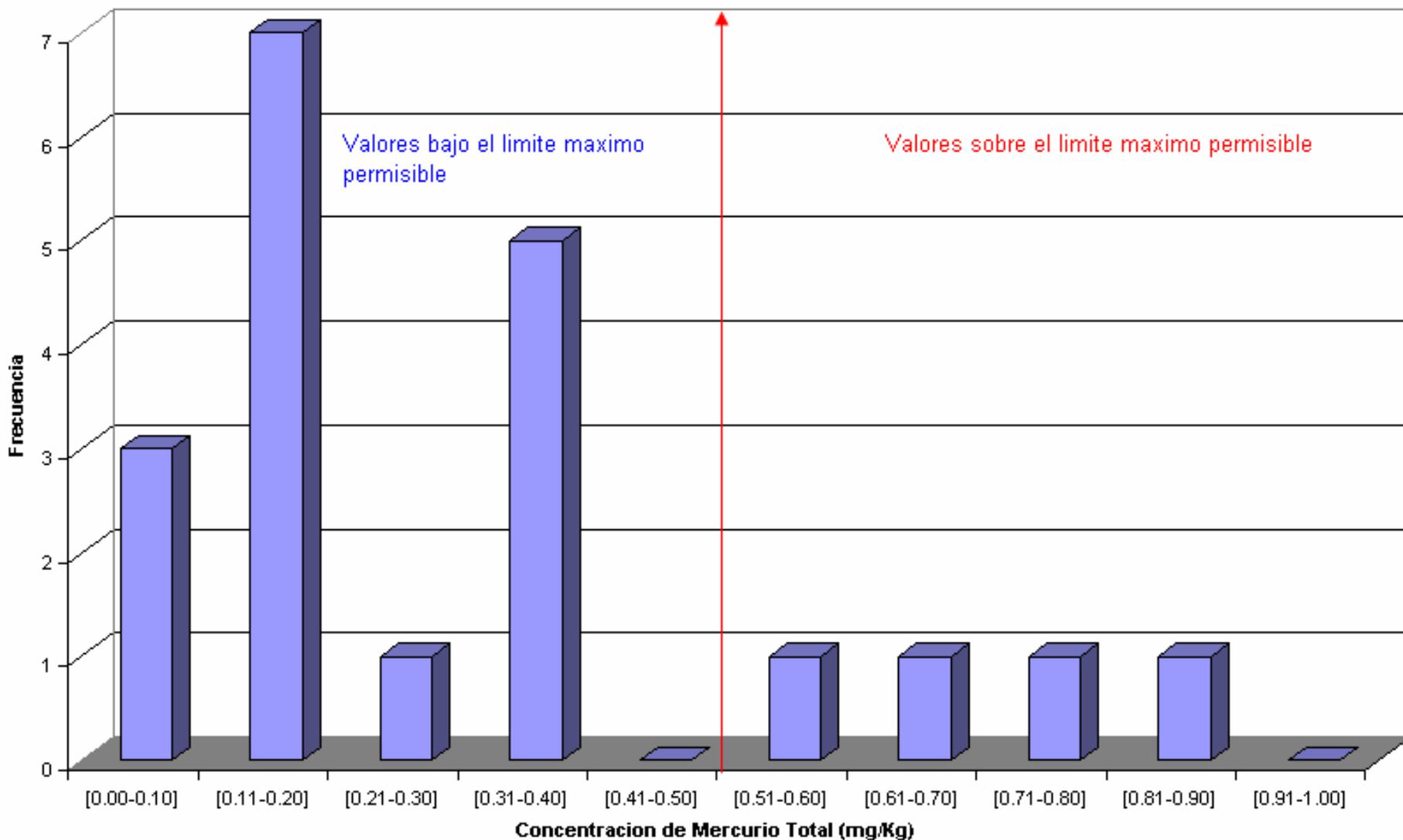
PEZ	HABITO ALIMENTICIO	CONCENTRACION DE Hg (ug/Kg).			N	PESO DEL PEZ (gr)		
		VARIABLES				PROM.	S.D.	RANGO
		PROM	S.D.	RANGO				
Doncella	Piscívoro	274	± 249	40 - 890	20	1,910	± 2210	380- 8100
Huasaco	Piscívoro	276	± 171	60 - 760	37	193	± 140	40- 600
Bocachico	Detritívoro	240	± 222	10 - 750	23	285	± 352	45 - 1300
Carachama	Detritívoro	130	± 110	20 - 470	28	80	± 37.3	40 - 190
Sardina	Omnívoro	198	± 194	20 - 240	17	60	± 20.3	25 - 100
Total	-----	-----	-----	-----	125	-----	-----	-----

LIMITE MAXIMO PERMISIBLE : 500 ug/Kg

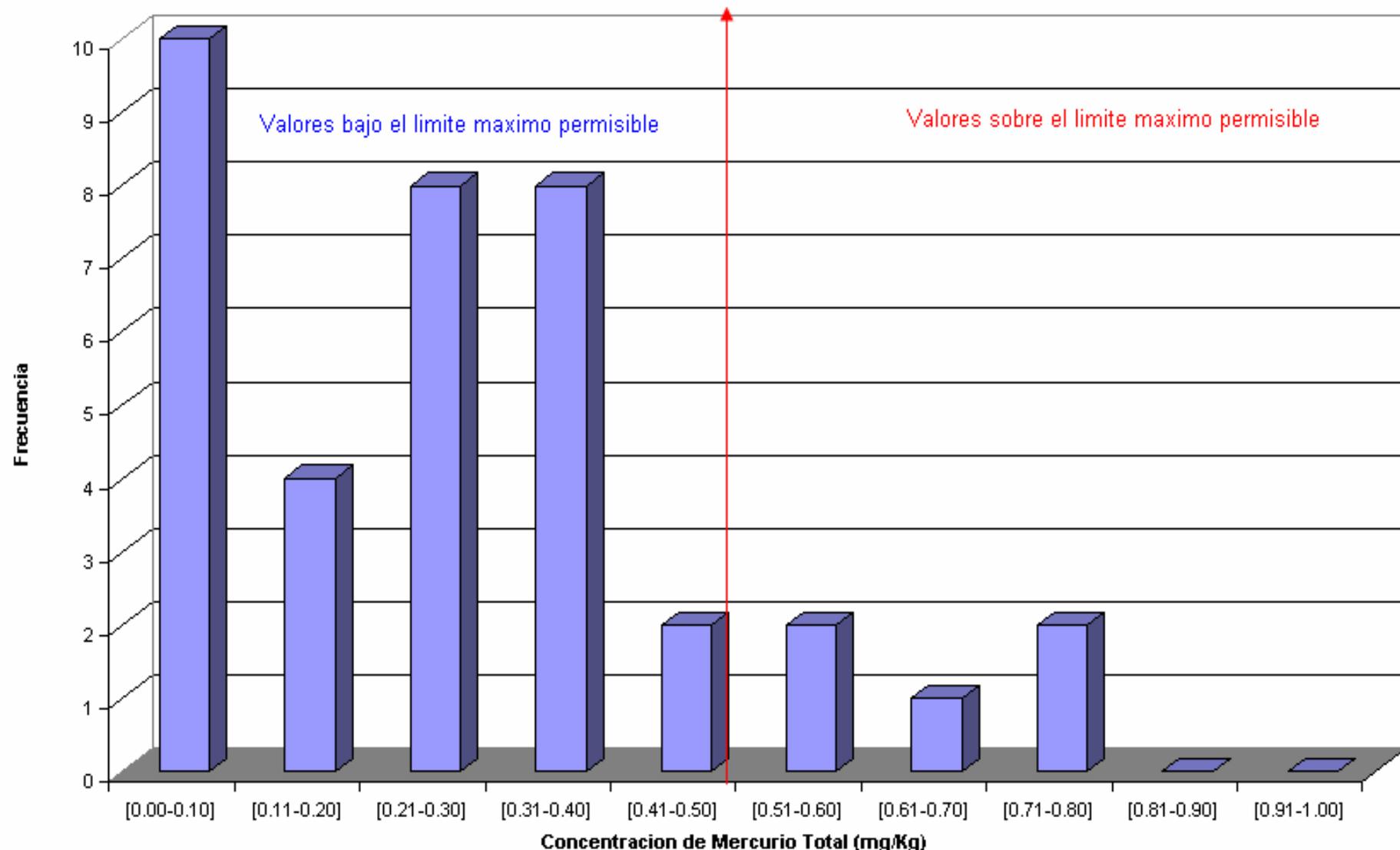
Ecuación de regresión lineal para cada especie y su grado de correlación r^2 .

Especie	Ecuación de regresión lineal entre la concentración de mercurio total (Y) y el peso del pez (X)	Factor de Correlación r^2
Doncella	$Y = 0.092 + 0.1080X$	93.9%
Huasaco	$Y = 0.056 + 0.0011X$	77.4%
Bocachico	$Y = 0.089 + 0.00054X$	74.6%
Carachama	$Y = -0.055 + 0.0022X$	58.6%
Sardina	$Y = -0.075 + 0.0044X$	50.7%

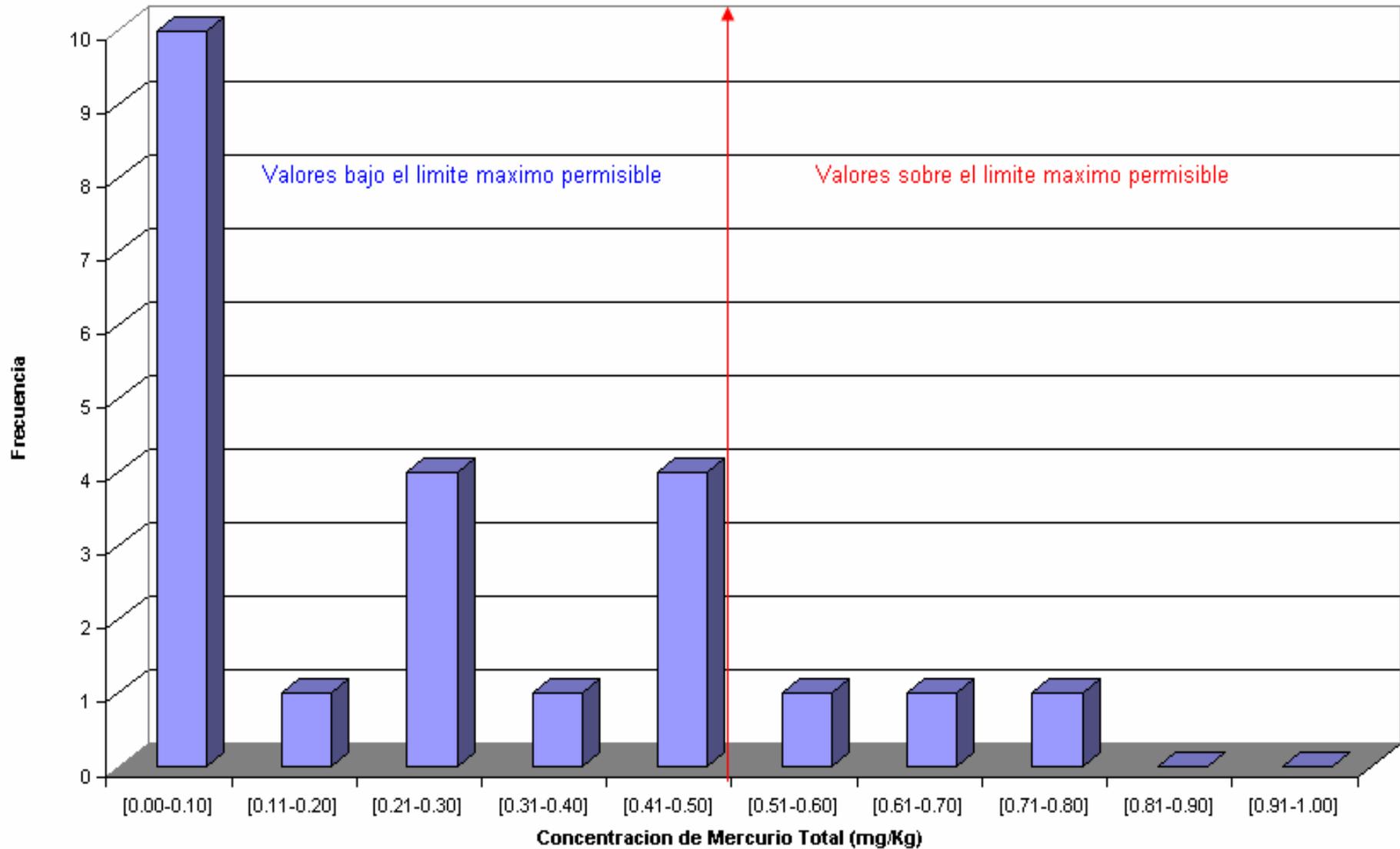
Frecuencias en la Concentración de Mercurio (mg/kg) en la especie Doncella



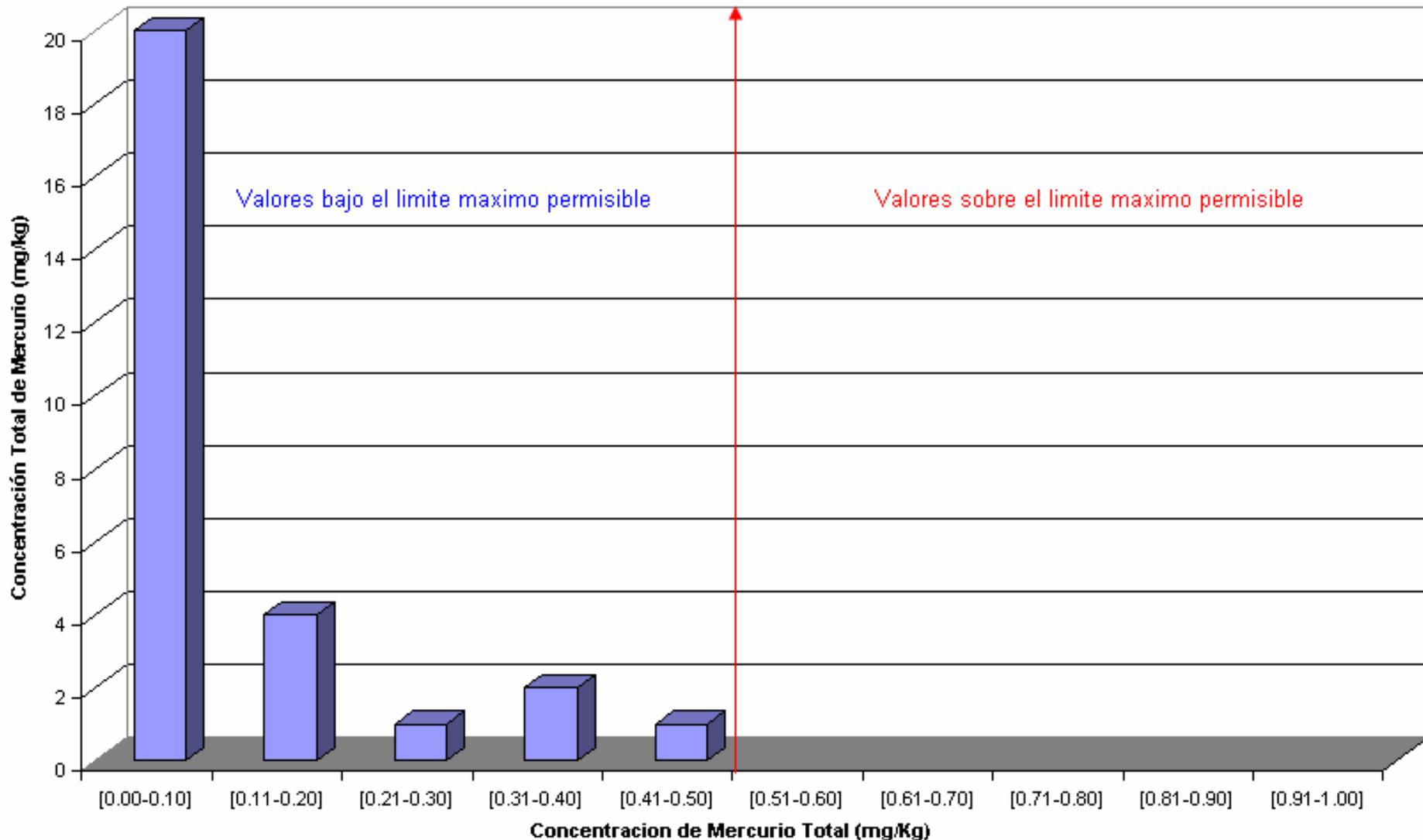
Frecuencias en la Concentración de Mercurio (mg/kg) en la especie Huasaco



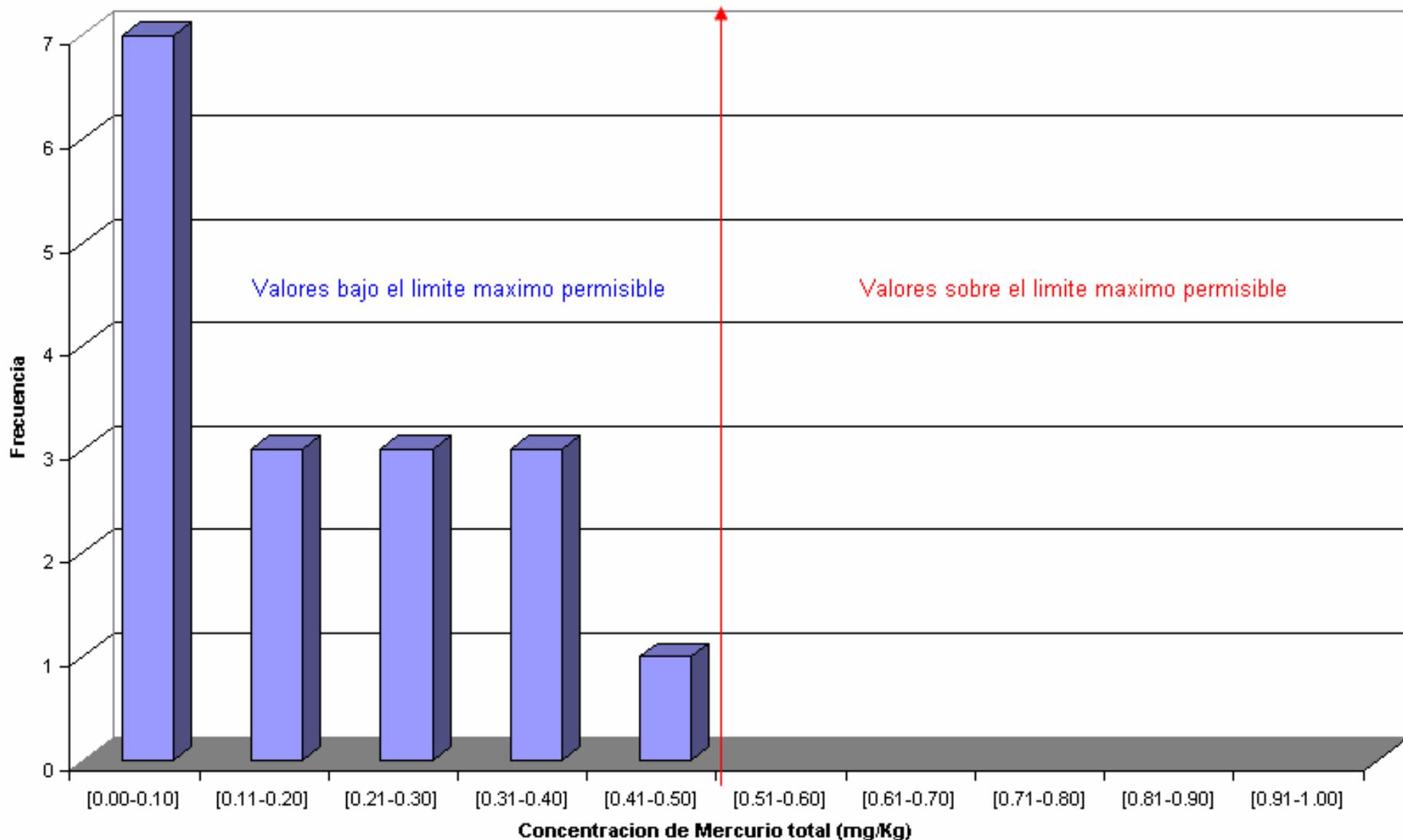
Frecuencias en la Concentración de Mercurio (mg/kg) en la especie Bocachico



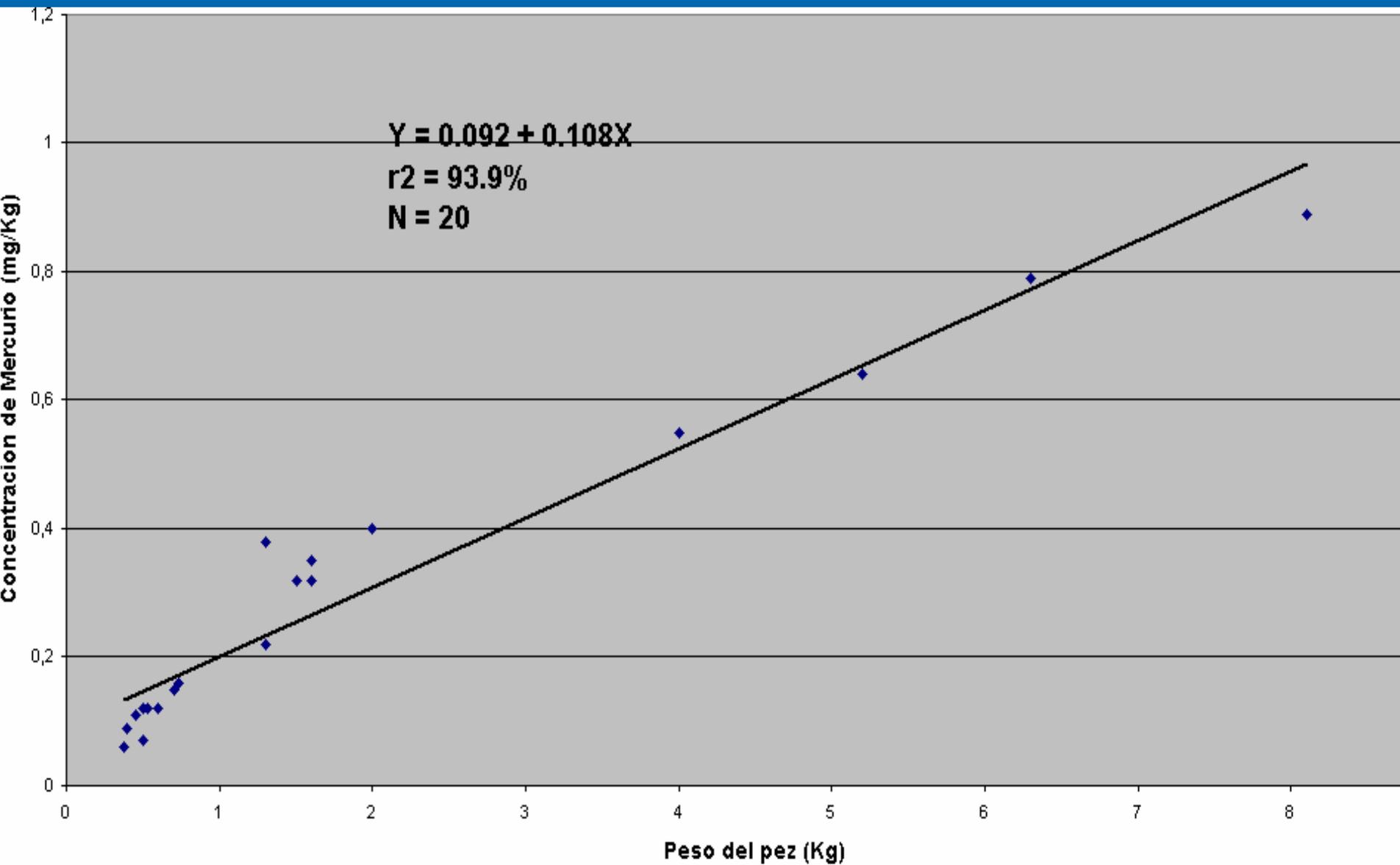
Frecuencia en la Concentración de Mercurio (mg/kg) en la especie Carachama



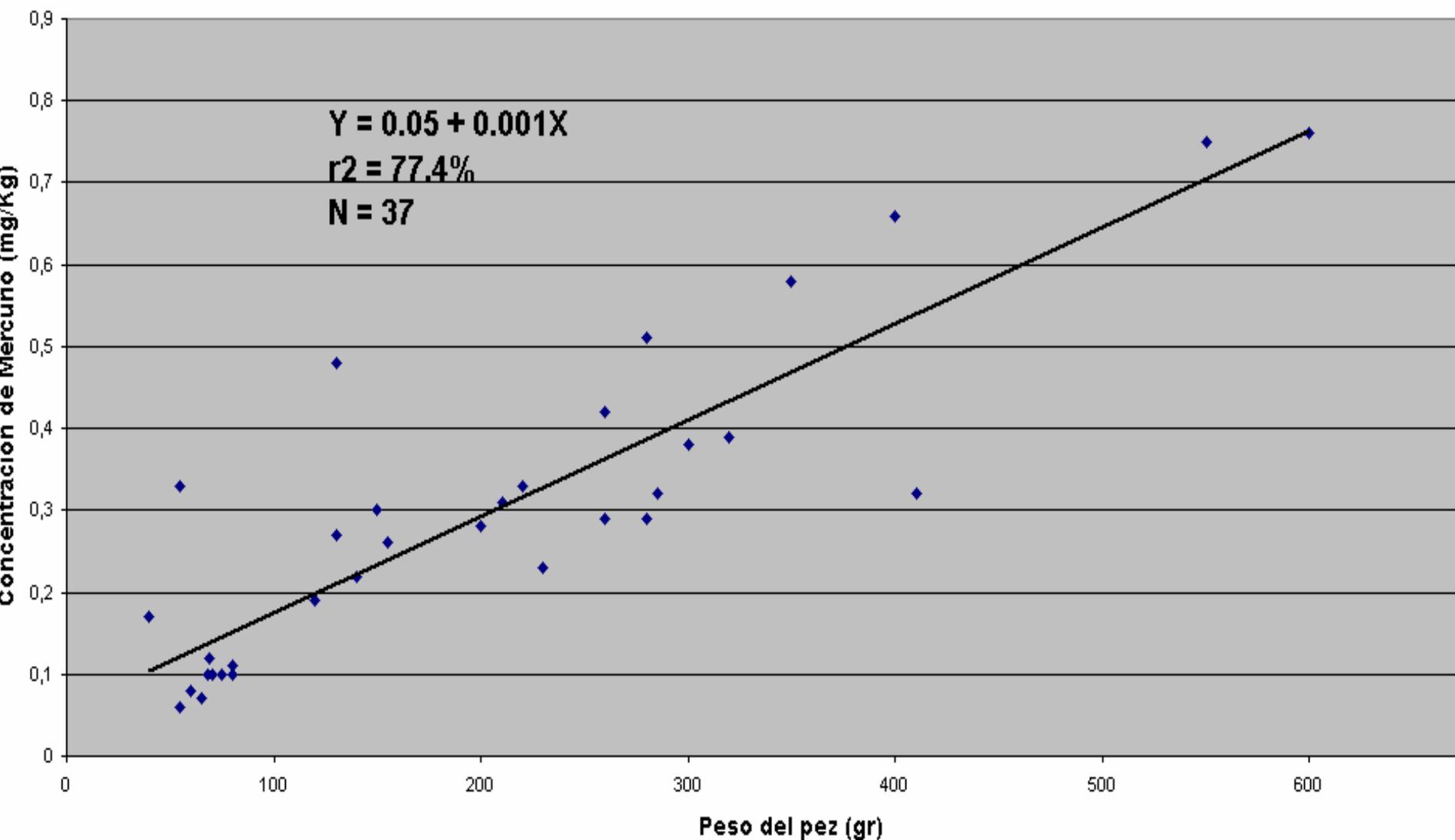
Frecuencias en la Concentración de Mercurio (mg/kg) en la especie Sardina



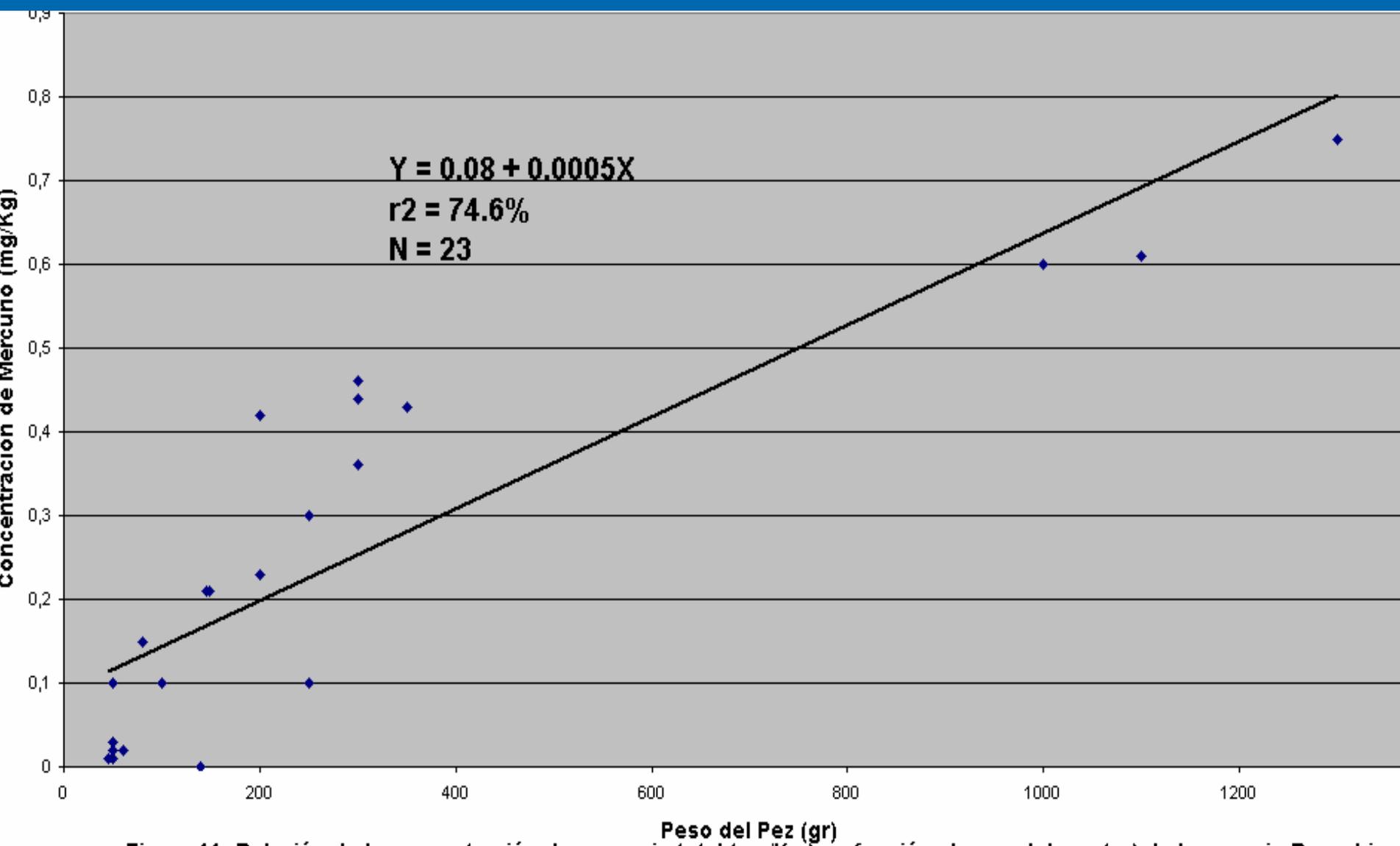
Relacion de la concentracion de mercurio total (mg/Kg) en función del peso del pez (Kg) de la especie Doncella.



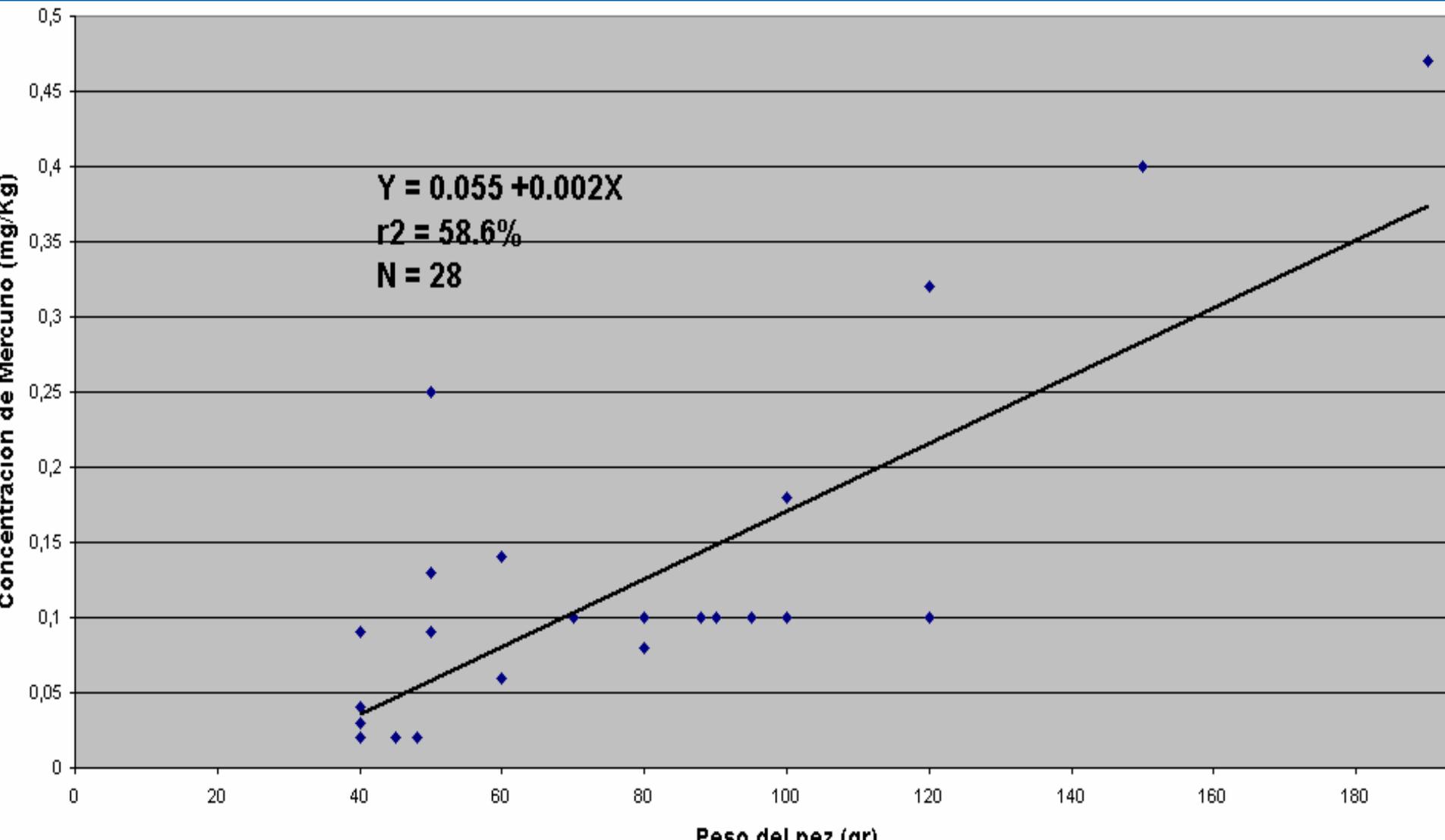
Relación de la concentración de mercurio total (mg/Kg) en función al peso del pez (gr) de la especie Huasaco.



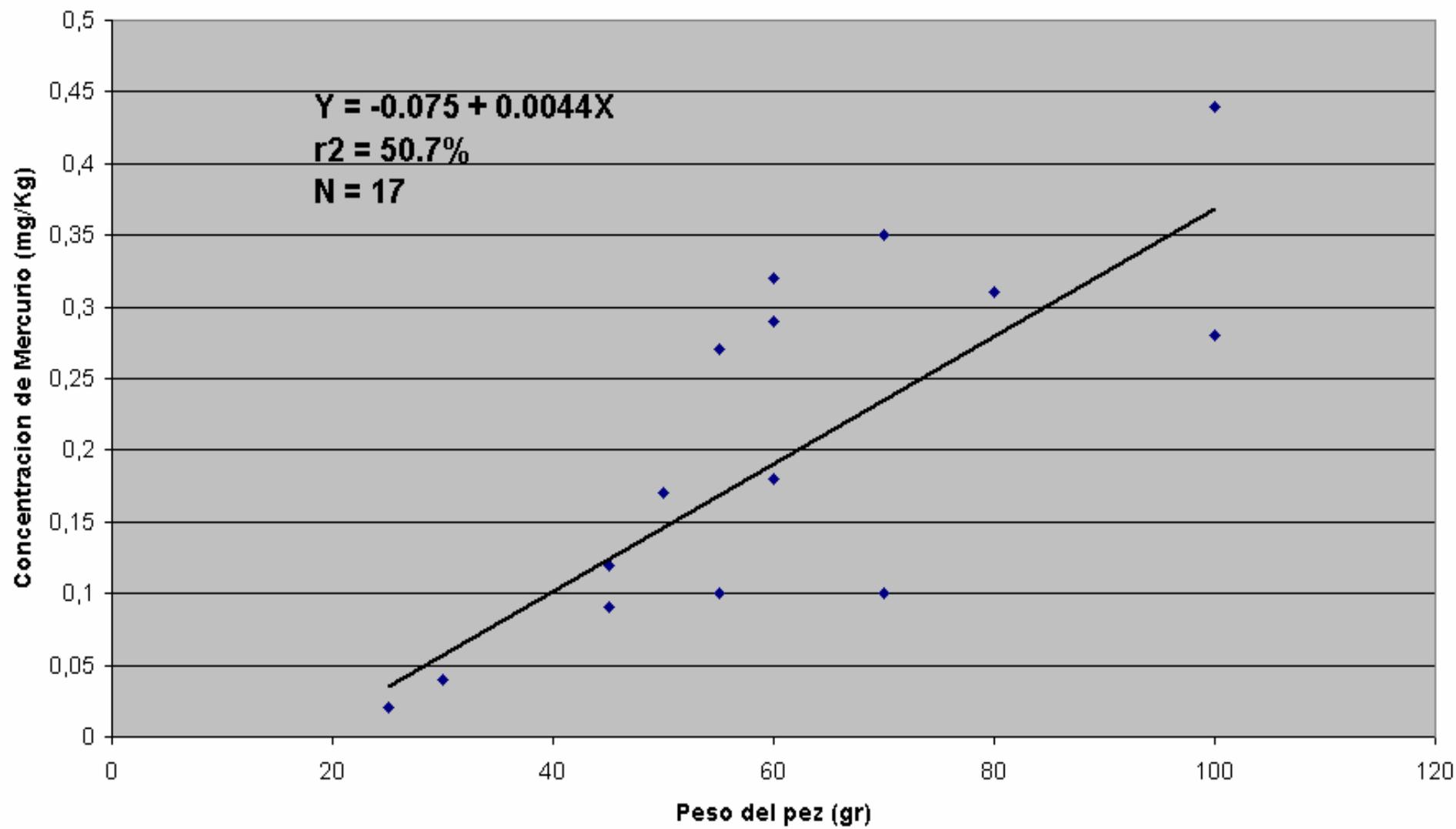
Relación de la concentración de mercurio total (mg/Kg.) en función al peso del pez (gr) de la especie Bocachico



Relación de la concentración de mercurio total (mg/Kg) en función al peso del pez (gr) de la especie Carachama



Relación de la concentración de mercurio total (mg/Kg) en función del peso del pez (gr) de la especie Sardina.

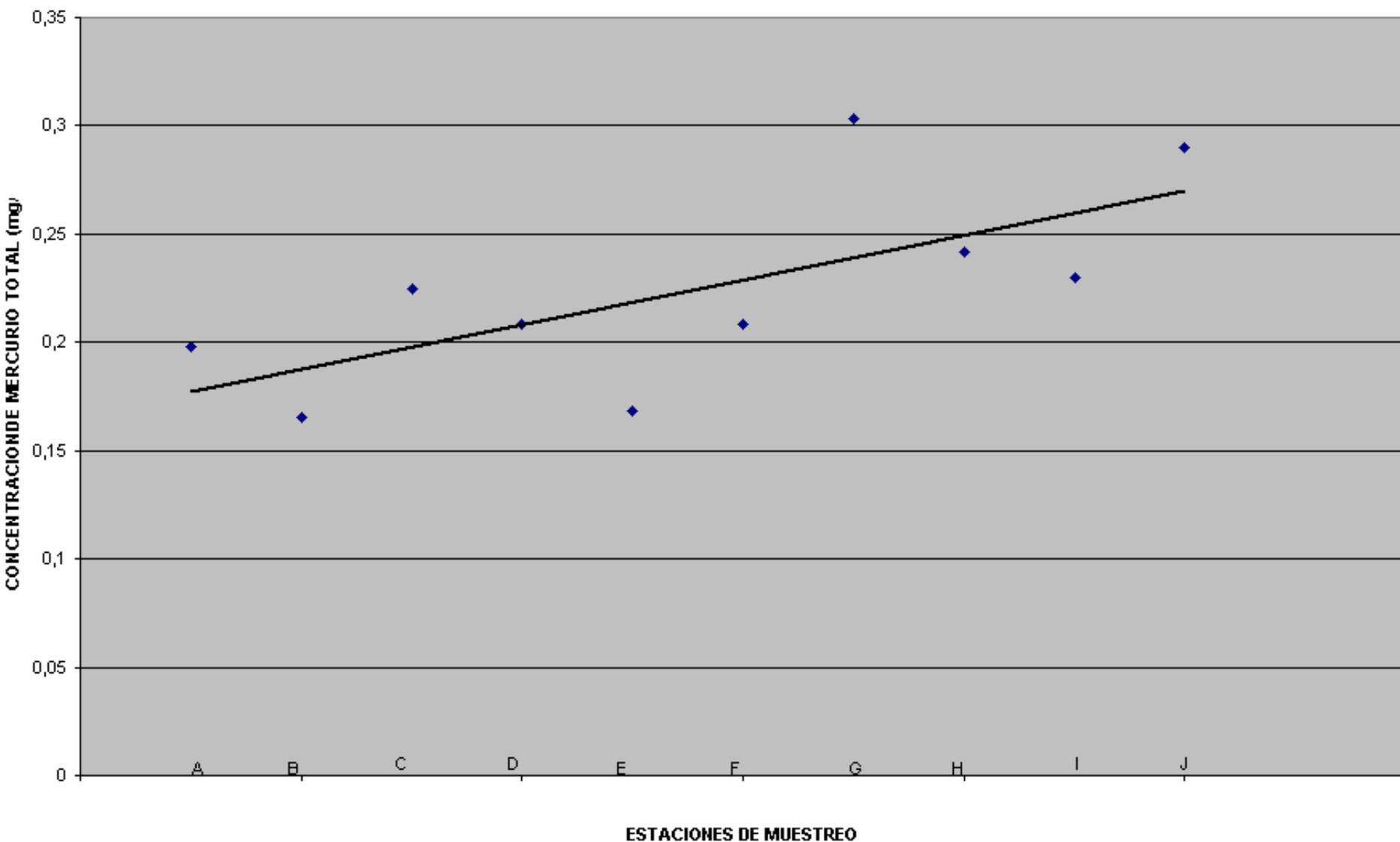


Concentración promedio de mercurio total en sedimentos

UBICACION	ESTACION DE MUESTREO	NUMERO DE MUESTRAS	CONCENTRACION PROMEDIO DE MERCURIO ug/Kg
Cabecera río Malinowsky	A	15	198 ± 65 SD
Río Pumahuaca	B	15	165 ± 80 SD
Conf. río Malinowsky-Pumahuaca	C	15	225 ± 45 SD
Río Malinowsky medio	D	15	208 ±120 SD
Río Malinowskillo	E	15	168 ± 104 SD
Conf. río Malinowsky - Malinowskillo	F	15	208 ± 88 SD
Asentamiento APAYLOM	G	15	303 ± 55 SD
Boca Malinowsky	H	15	242 ± 89 SD
Río Tambopata	I	15	230 ± 109SD
Conf. río Tambopata - Malinowsky	J	15	290 ± 48 SD
TOTAL		150	

Valor Máximo permitido según la OMS : 100 ug/Kg.

Estaciones de muestreo (A - J) vs. Concentracion de mercurio total (mg/Kg)



Concentración de mercurio total en agua

UBICACION	ESTACION	CONCENTRACION DE MERCURIO ug/L
Cabecera río Malinowsky	A	N. D.*
Río Pumahuaca	B	N. D.*
Conf. río Malinowsky- Pumahuaca	C	N. D.*
Río Malinowsky medio	D	N. D.*
Río Malinowskillo	E	N. D.*
Conf. Río Malinowsky-Malinowskillo	F	N.D.*
Asentamiento APAYLOM	G	N. D.*
Boca Malinowsky	H	N. D.*
Río Tambopata	I	N. D.*
Conf. río Tambopata- Malinowsky	J	N. D.*

*N.D. No detectado < 0.0002 mg/L.

DISCUSIÓN

➤ AGUA

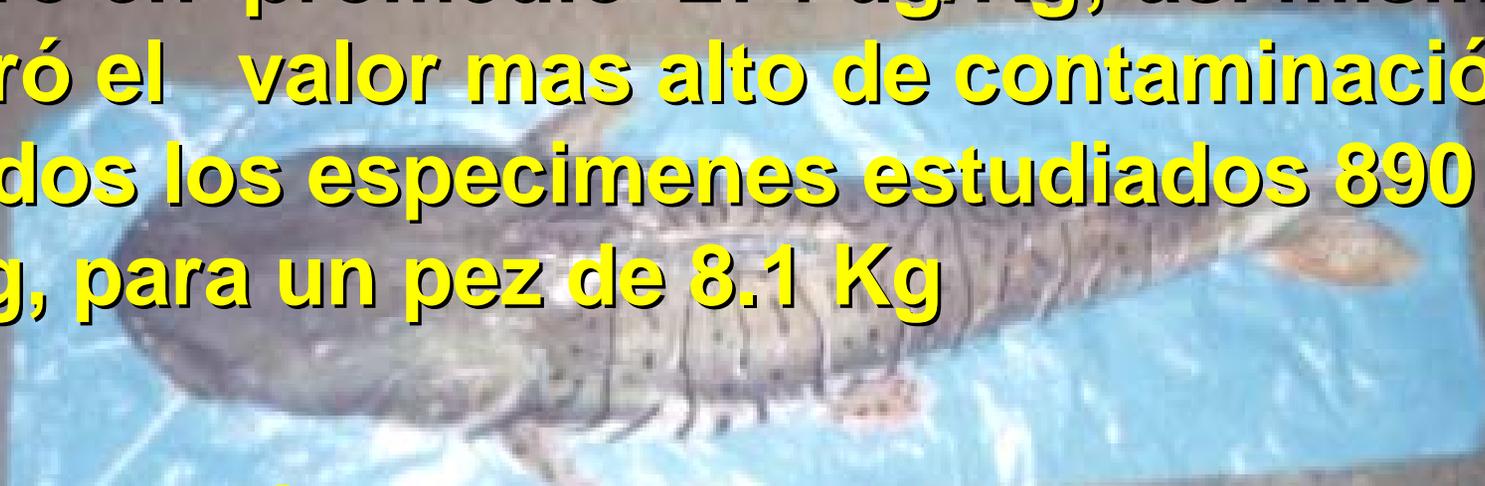
Los resultados obtenidos, de las mediciones en campo de T, pH, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, conductividad se encuentran dentro de los rangos de los parámetros limnológicos de diversas publicaciones .

Los sólidos totales en suspensión también se mantuvieron dentro de los promedios

PECES

1) Doncella

Depredador de la cima de la cadena trófica, mostró en promedio 274 ug/Kg; así mismo mostró el valor más alto de contaminación de todos los especímenes estudiados 890 ug/Kg, para un pez de 8.1 Kg



4 de 20 especímenes excedieron el límite máximo permisible de 500 ug/Kg

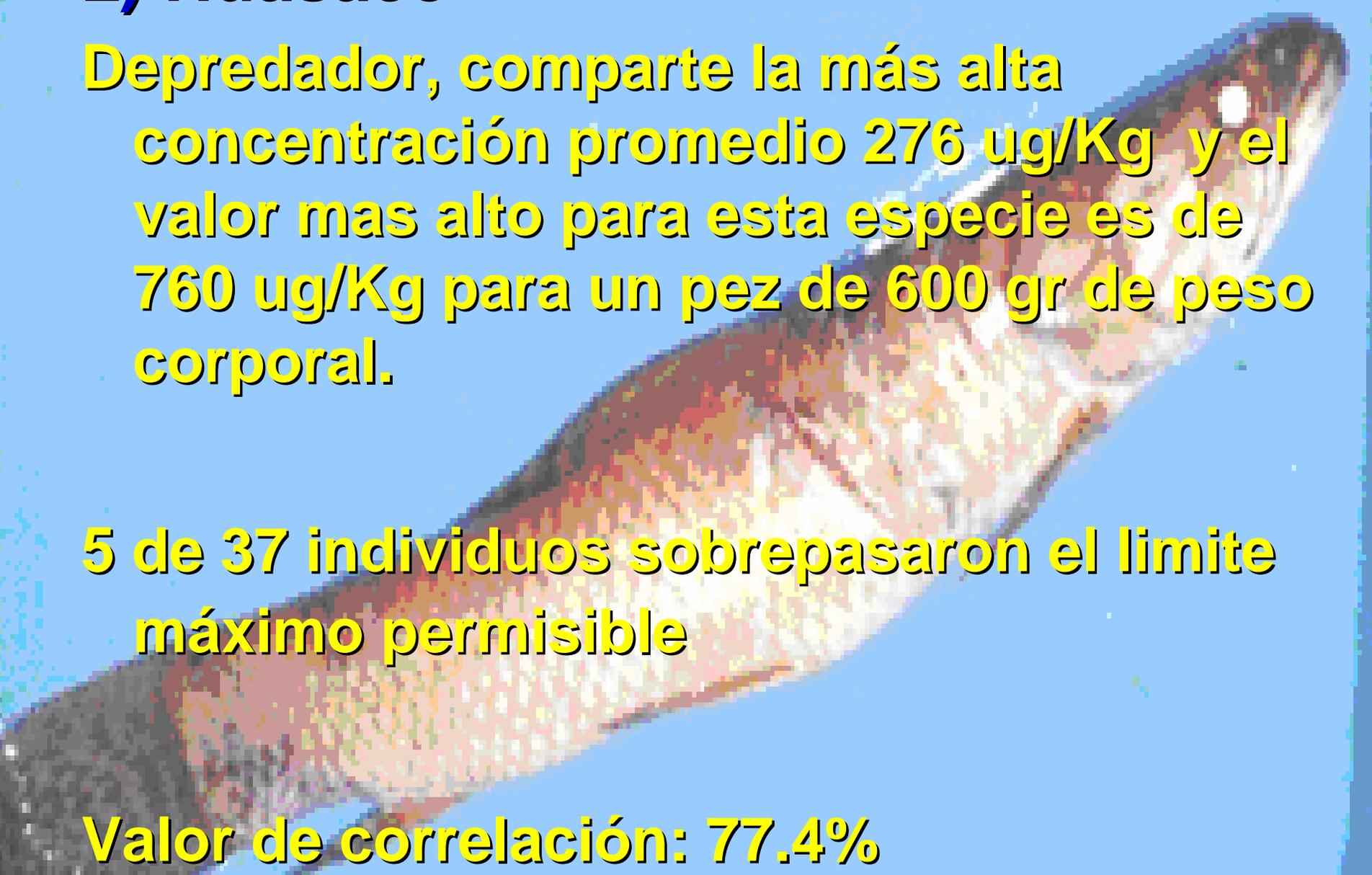
Valor de correlación: 93.9%

2) Huasaco

Depredador, comparte la más alta concentración promedio 276 ug/Kg y el valor mas alto para esta especie es de 760 ug/Kg para un pez de 600 gr de peso corporal.

5 de 37 individuos sobrepasaron el limite máximo permisible

Valor de correlación: 77.4%



3) Bocachico

Detritívoro, ocupó el tercer lugar en contaminación promedio por mercurio total con 240 ug/Kg.

3 de 23 muestras excedieron el límite máximo permisible 500 ug/Kg. Max.

Valor de correlación: 74.6%

➤ Carachama

Detritívoro, presentó la más baja concentración de mercurio de las 5 especies estudiadas, presentó un promedio de concentración de mercurio total de 13 ug/Kg

Ninguna muestra supero el limite maximo permisible 500 ug/Kg

Valor de correlación: 58.6%



➤ Sardina

Omnívoros, mostró una concentración promedio de 198 ug/Kg.

Ninguna de sus muestras supero el limite maximo permisible 500 ug/Kg.

Valor de correlación para esta especie es medianamente bajo 50.7%

CONCLUSIONES

- **Concentración moderada de mercurio total en todas las especies estudiadas.**
- **En sedimento se encontraron altos niveles de concentración de mercurio (sobre el límite máximo permisible) en la totalidad de las muestras analizadas.**

- **En agua no se detectó trazas de mercurio en ninguna de las muestras.**
- **Los parámetros limnológicos medidos en campo se encuentra dentro de las mediciones realizadas por otros autores en este río.**

RECOMENDACIONES

- **Hacer una evaluación toxicológica en los pobladores que habitan en la cuenca del río Malinowsky.**
- **Monitorear otros ríos en los que se este realizando la actividad minera.**
- **Continuar con el monitoreo en el río Malinowsky en época de seca o de vaciante**

- Realizar campañas educativas, mediante manuales, folletos de difusión masiva que adviertan sobre los daños irreversibles que ocasiona el mercurio en los seres humanos y en el medio ambiente para concientizar a las personas involucradas en la actividad minera.
- Promover el consumo de “peces que no coman otros peces”, como se ha realizado en Brasil.



LA RETORTA

¡ GRACIAS!



3 5 100