

| | |
|------------------------------|---------------------------------|
| INFORME DE AVANCE No | 2 |
| PERIODO DEL INFORME : | 10/04/1999 AL 10/10/1999 |

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

| |
|---|
| Título del Proyecto : Contaminación por mercurio desechado al medio ambiente por las actividades auríferas, en la cuenca del río Beni |
| Institución ejecutora : UMSA-IIQ y ORSTOM (actualmente IRD) |
| Responsable del Proyecto : Irma QUIROGA (parte financiera, análisis químico) –Tel. : 012 36095 y Laurence MAURICE-BOURGOIN (parte técnica) – Telefono : 77 24 59 |
| Presupuesto Total Aprobado : 253711,50 Bs |
| Línea de financiamiento : Cuenta Ambiental “ Iniciativas para las Americas ” |

II. ASPECTOS GENERALES

El objetivo general es : **Determinar el impacto del uso masivo de mercurio sobre el medio acuático y la salud humana, en la cuenca del río Beni hasta Rurrenabaque.**

Como está previsto en la metodología y en el plan de ejecución del proyecto, hemos realizado **dos campañas** de muesteos de agua, sedimentos, peces y cabellos en :

➤ **El área de Rurrenabaque del 10 al 19 de diciembre de 1998.**

Esta primera campaña realizada en el marco del financiamiento de la Cuenta Ambiental: “Iniciativa para las Américas”, nos ha permitido coleccionar :

- 8 muestras de agua para hacer análisis de mercurio y de los aniones y cationes.
- 8 muestras de sedimentos en los puntos de muestreos de agua.
- 31 muestras de peces del río Beni en la zona de Rurrenabaque (19 carnívoros).
- 64 muestras de cabellos : 30 de comunidades Essejas, 7 de ribeñeros del Beni alrededor de Rurrenabaque y 27 de los mineros en contacto regular con el mercurio (inorgánico).

➤ **El área del Yani, en las cabeceras andinas, del 11 al 13 de junio de 1999**

Esta segunda campaña realizada en el marco del financiamiento de la Cuenta ambiental: “Iniciativa para las Américas”, nos ha permitido coleccionar :

- 1 muestra de agua en el río Yani, aguas abajo de la zona minera para hacer análisis de mercurio y de los aniones y cationes.
- 1 muestra de sedimentos en el punto de muestreo de agua.
- 8 muestras de cabellos coleccionadas en mineros de la mina La Suerte, una de las más importantes de la zona aún en actividad.

No se ha podido pescar porque no existen peces en el río Yani (el agua es muy turbia y es de color plomo).

Los análisis de mercurio se realizan desde enero, en triplicado, en el Laboratorio de Calidad Ambiental del IE-UMSA. Los resultados son aprobados por el análisis en paralelo de una muestra de referencia enviada por el IAEA (International Atomic Energy Agency, in Vienna).

Con la contraparte que tenemos con el IAEA, el LCA va a participar a la próxima campaña de intercalibración mundial para el mercurio total (mi-1999).

Hasta la fecha, tenemos los resultados de las concentraciones en mercurio en todos los peces, cabellos y sedimentos coleccionados, analizados en el LCA del Instituto de Ecología de la UMSA. Ahora podemos

comparar nuestros resultados con los realizados en el Laboratorio de Radioisótopos de la Universidad Federal de Río de Janeiro para su validación.

Considerando los objetivos del proyecto, hemos respondido a todos los objetivos planteados para el primer año, excepto la elaboración de un video, debido al hecho de que **un año después de iniciado el proyecto, el segundo desembolso no ha salido**. Este video será realizado durante la tercera campaña FONAMA, en los areas de Rurrenabaque y de Guanay, del 11 al 21 de octubre de 1999 (a partir de un prestamo del IRD, Cooperación Francesa). Esta campaña en el terreno no puede ser retrasada por la espera del 2^{ndo} desembolso, se debe trabajar en época seca para coleccionar peces y sedimentos en número suficiente.

Con el primer desembolso:

• **hemos respondido al objetivo 1 :**

‘Adaptación del equipo del Laboratorio de Calidad Ambiental para los análisis de mercurio’. Este proyecto ha permitido completar el Espectrómetro de Absorción Atómica del LCA con accesorios adecuados para el análisis del mercurio, en gamas finas de lectura.

‘Capacitación en las técnicas de análisis del Hg’. El curso se realizó del 5 al 8 de julio 1999, fué dictado por el Prof. Olaf MALM de la Univ. Federal de Rio de Janeiro (Brasil) y por la Dra Laurence Maurice-Bourgoin de l’IRD-Bolivia. El programa está detallado en el triptico que figura en anexo de este informe. Participaron del curso quince alumnos de la UMSA, y de INLASA; las mañanas fueron dedicadas a la parte teórica (cf. policopiado distribuido) y las tardes a las practicas en el laboratorio (mineralización de las muestras y lecturas en el Espectrómetro de Absorción Atómica).

• **hemos respondido al objetivo 2 y 3** ‘Cuantificar la contaminación mercurial en los compartimientos bióticos del ecosistema acuático y sobre la salud humana’, en la zona de Rurrenabaque y en la cabecera del rio Tipuani, con los **objetivos C-1, C-2, D, E y F cumplidos**.

• **Hemos empezado a responder al objetivo 4** ‘Cartografía de la contaminación mercurial’. Tenemos resultados de mercurio en los sedimentos de los ríos principales desde las cabeceras del río Tipuani, hasta el río Beni en Rurrenabaque, pasando por la zona de Guanay (ríos Tipuani, Mapiri, Coroico, Challana y Kaka).

Debido al retraso que ha tenido el primer desembolso del proyecto, octubre en vez de abril, y al retraso del primer informe económico, se ha podido hacer una sola campaña en el terreno en las cabeceras andinas, el otro motivo era la época de lluvias, esta zona se hace inaccesible por falta de caminos seguros.

La tabla siguiente presenta un resumen de lo planteado (en el primer año) y lo ejecutado (en los 12 primeros meses del proyecto).

Tabla 1. Análisis sucinto sobre lo planteado (en gris) en el primer año y lo ejecutado (X) en los 6 primeros meses.

1^{er} año - Oct. 1998 / Oct. 1999

| OBJETIVOS | ACTIVIDADES | MESES | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|
| | | 1 O. | 2 N. | 3 D. | 4 E. | 5 F. | 6 M. | 7 A. | 8 M. | 9 J. | 10 J. | 11 A. | 12 S. |
| 1 - Capacitar a técnicos Bolivianos en las técnicas analíticas del mercurio | A - Adaptación del equipo de AA y de las ambientes del Laboratorio de Calidad Ambiental del IE | | X | | | | | | | | | | |
| | B - Capacitación en las técnicas de análisis del Hg | | | | | | | | | | X | | |
| Cuantificar la contaminación por el mercurio 2 - en el ecosistema acuático y 3 - sobre la salud humana | C - Campañas de muestreos en el terreno | | | | | | | | | | | | |
| | C.1- Cabeceras andinas | | | | | | | | | X | | | |
| | C.2- Cuenca del Beni en el área de Rurrenabaque | | | X | | | | | | | | | |
| | D - Análisis del Hg | | | | X | X | X | X | X | X | | X | X |
| | E - Validación de la confiabilidad de los resultados | | | | | | | | | | X | X | |
| | F - Interpretación de los datos | | | | | | X | | | | | X | X |
| 4 - Zonificación de la contaminación mercurial | G - Cartografía de la contaminación | | | | | | | | | | | | X |
| 5 - Información y sensibilización | H - Elaboración de un vídeo | | | | | | | | | | | | |
| | J - Entrega de los informes financiero y de avance | | | | | | X | | | | | | X |

III. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 ACTIVIDADES REALIZADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

La descripción de todas las actividades realizadas durante el primer periodo de financiamiento del proyecto se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 2. Desarrollo y cumplimiento de las actividades cumplidas durante los 6 primeros meses.

| ACTIVIDADES PROGRAMADAS | CUMPLIMIENTO DE ACTIVIDADES | INDICADORES VERIFICABLES |
|--|---|--|
| OBJETIVO ESPECIFICO No 1 : | | |
| Capacitar a técnicos Bolivianos en las técnicas analíticas del mercurio | | |
| Actividad 1 : Adaptación del equipo de AA y de los ambientes del Laboratorio de Calidad Ambiental del IE | Actividad cumplida El Espectrómetro del LCA esta equipado de un FIMS + lámpara de Hg nuevos | <ul style="list-style-type: none"> • Facturas PERKIN ELMER (FIMS, mangueras, lámpara, ...) • Destreza en el manejo del SAA por técnicos de la UMSA |
| Actividad 2 : Capacitación en las técnicas de análisis del Hg | Actividad cumplida Del 5 al 8 de julio de 1999 en el LCA de la UMSA | <ul style="list-style-type: none"> • Recibos de inscripción de los alumnos • Certificados de capacitación distribuidos • El policopiado del curso teórico • Copia del boleto de avión del Prof. O. Malm |
| OBJETIVOS ESPECIFICOS No 2 y 3 : | | |
| Cuantificar la contaminación por el mercurio en el ecosistema acuático y sobre la salud humana | | |
| Actividad 1 : Campañas de muestreos en el terreno en las cabeceras andinas | Actividad cumplida (50%) En la cabecera del rio Tipuani, en el rio Yani del 11 al 13 de junio de 1999 | <ul style="list-style-type: none"> • Viáticos, facturas de gasolina, facturas de material (equipo), etc ... • Muestras colectadas |
| Actividad 2 : Campañas de muestreos en el área de Rurrenabaque | Actividad cumplida Campaña realizada del 10 al 19 de diciembre 1998 | <ul style="list-style-type: none"> • Viáticos, presupuestos de los pescadores, facturas de gasolina, facturas de material (equipo), etc ... • Informe de misión en anexo del informe I |
| Actividad 3 : Análisis del mercurio en las muestras de peces, sedimentos y cabellos humanos | Actividad cumplida - Optimización del protocolo analítico del LCA : dic. - ene. 99 - Realización de los análisis en los peces, sedimentos y cabellos : febrero - septiembre 99 | <ul style="list-style-type: none"> • Resultados presentados en el parágrafo 3.2 • Facturas de reactivos |
| Actividad 4 : Validación de los resultados | Actividad cumplida Para las muestras colectadas | <ul style="list-style-type: none"> • Factura de pago del Lab. De Radioisótopos de la UFR (Brasil) • Informes de resultados obtenidos por la UFR (Brasil) • Comparación de los resultados de la UMSA con los de la UFR en el parágrafo 3.2 |
| Actividad 5 : Interpretación de los datos | Actividad en curso Estamos preparando publicaciones | <ul style="list-style-type: none"> • Resultados presentados en el parágrafo 3.2 |

| | | |
|--|---|---|
| | en castellano y en inglés de alto nivel científico | • Publicaciones |
| OBJETIVO ESPECIFICO No 4 : Zonificación de la contaminación mercurial | | |
| Actividad 1 : Cartografía de la contaminación | Actividad en curso de realización | • Mapa de contaminación de los sedimentos de la cuenca del río Beni desde las cabeceras del río Tipuani, presentada en el parágrafo 3.2 |
| OBJETIVO ESPECIFICO No 5 : Zonificación de la contaminación mercurial | | |
| Actividad 2 : Elaboración de un video | Actividad no cumplida Por que el 2 ^{ndo} desembolso no ha salido todavía | |

3.2 RESULTADOS GENERALES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

3.2.1 *Habilitación del Laboratorio de Calidad Ambiental - Obj. 1-1*

La compra de un FIMS, Flow Injection Mercury System, de una lámpara de mercurio y de mangueras nuevas ha permitido especializar el Espectrómetro de Absorción Atómica del LCA (UMSA-IE). Ahora, los técnicos del LCA y de la UMSA-IIQ pueden manejar el equipo del SAA y hacer análisis de mercurio con el FIMS y la nueva lámpara.

3.2.2 *Optimización del protocolo analítico - Obj. 2-1*

Después de haber revisado la bibliografía, hemos realizado durante diciembre y enero, numerosas pruebas de digestión de varias muestras de peces cuyos valores de mercurio son certificados por el Laboratorio de Radioisótopos de la Univ. Fed. De Rio (Brasil).

De esta manera, hemos podido optimizar el programa de mineralización de las muestras de peces :

- Homogenización de la carne de cada filete
- Se pesa 200 mg de filete para las especies carnívoras y 400 mg para las omnívoros
- + 8 ml HNO₃ :H₂SO₄ (2/1)
- Mineralización en un digestor a 70 °C durante 3 horas
- + 5 ml KMnO₄
- Mineralización en un digestor a 70 °C durante 1 hora
- Neutralización con hydroxylamina
- Aforar hasta 25 ml

Lecturas al SAA.

Tenemos 20 tubos de digestión en los que para cada serie de muestras, se analiza :

- 4 a 5 soluciones patrones para calibrar el SAA (1,5 ; 3 ; 5 ; 10 y 15 µg/l)
- 3 blancos de química (digestión de los reactivos) cuyos resultados se sustraen de los resultados que dan las muestras
- 1 muestra de referencia (IAEA-142, a 127 ng/g Hg)
- 2 blancos relativos al protocolo de digestión del material de referencia
- 3 muestras de pez en triplicado (9 tubos)

Se comienzan por la lectura de los blancos de química, luego la de los patrones para realizar la curva de calibración del SAA, y finalmente se leen las concentraciones de las muestras digeridas de peces. Durante el proceso de optimización del protocolo analítico con el SAA del LCA, habíamos notado una deriva importante del aparato para valores de mercurio superiores a 10 µg/l ; para corregir esta deriva, verificamos las soluciones patrón después de haber pasado cada muestra en triplicado.

3.2.3 Resultados de las 2 primeras campañas de muestreo en la cuenca del río Beni y Yani - Obj. 2 y 3

La primera campaña de muestreo en la cuenca del río Beni (figura 1) , en el área de Rurrenabaque, fue realizada del 10 al 19 de diciembre de 1998.

Esta primera campaña ha permitido coleccionar:

- 8 muestras de agua para hacer los análisis de mercurio y de los aniones y cationes.
- 8 muestras de sedimentos en los puntos de muestreos de agua.
- 31 muestras de peces del río Beni en la zona de Rurrenabaque (19 carnívoros).
- 64 muestras de cabellos : 30 de comunidades Essejas, 7 de ribeñeros del Beni alrededor de Rurrenabaque y 27 de los mineros en contacto regular con el mercurio (inorgánico).

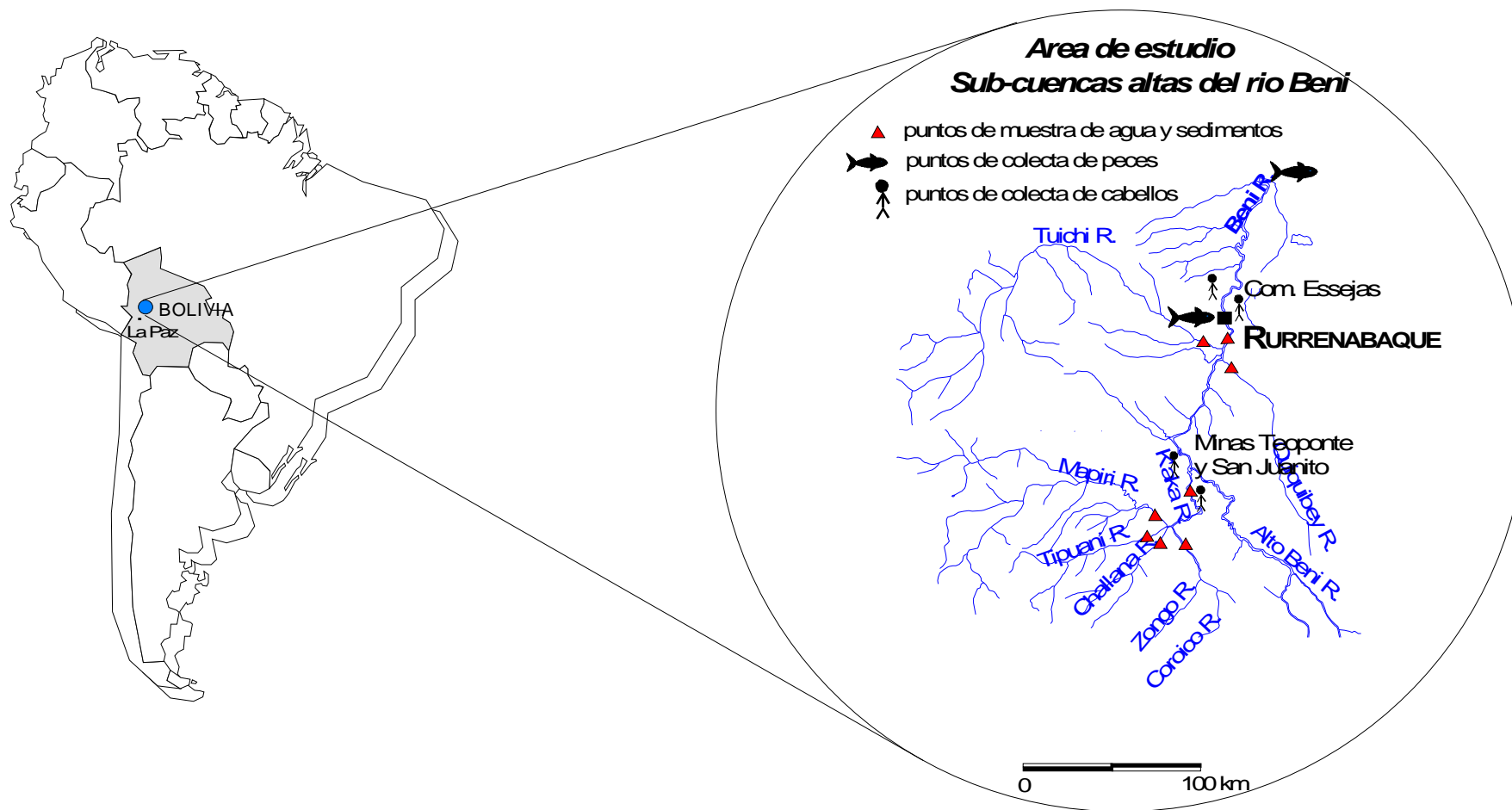
En lo que concierne la colecta de cabellos, hemos realizado una entrevista con cada persona muestreada, se le ha preguntado sobre su historia personal (profesión de los padres, lugares de estadía en el país, profesión propia, ...) y sobre su salud en general.

Unas de las entrevistas con los mineros de Teoponte nos permitió tener datos de emisión de mercurio en el río Kaka ; por ejemplo, las 3 cooperativas rusas instaladas en las riberas del río Kaka desecharon al río 15 toneladas de mercurio durante los 7 últimos años.

Quisieramos agradecer las personas de ADEPESCA, Agencia para el Desarrollo de la Pesca, encontradas en San Buenaventura, por su colaboración : nos ayudaron a visitar las comunidades Essejas (poblaciones que viven de pesca desde varias generaciones) y a establecer con ellos relaciones de confianza, indispensables para la colecta de cabellos. Por otra parte, nos prestaron un ambiente para identificar, pesar y medir los peces colectados y cortar los filetes.

Todo el desarrollo de esta campaña y las fichas de terreno (características de los peces y entrevistas de las personas colectados) se presentaron en el informe I.

Figura 1. Localización de los puntos de muestreo de agua, sedimentos, peces y cabellos de la campaña FONAMA I - Dic. 1998.



3.2.3.1 Contaminación por mercurio en los peces

Todos los resultados de mercurio contenido en los peces fueron presentados en detalle en el informe I.

Como conclusión de la primera fase del proyecto realizada **en la zona de Rurrenabaque, se puede afirmar que todos los peces omnívoros (Pacu, Sabalo y Tambaqui) son consumibles ; por el contrario, los peces carnívoros (ictiófagos) no son aptos para el consumo** ya que la mayor parte de todos los peces analizados sobrepasa el valor límite de Hg en la carne ($0,5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Los peces más contaminados son : los **surubis** (*Pseudoplatystoma tigrinum*), **dorados de piel** (*Brachyplatistoma flavicans*) y **palometas** (*Pygocentrus nattereri*). Pero de todos los resultados que tenemos, no se puede correlacionar para una especie carnívora, los pesos y el contenido de mercurio en la carne ; esto, por el hecho de que los peces migran en la zona, y cambian de hábitat alimentario en función de los lugares de estadía. Las próximas campañas nos permitirán completar esos primeros resultados y tener un número de muestras más significativa para realizar estadísticas.

3.2.3.2 Contaminación por mercurio en los cabellos

De los resultados obtenidos en los cabellos colectados durante la 1^{ra} campaña en Rurrenabaque y Guanay (tabla 3), ahora se puede clasificar las poblaciones expuestas en 3 tipos en función de los valores obtenidos, en orden creciente de contaminación :

1. Los mineros que trabajan en cooperativas instaladas en el río Kaka, con concentraciones incluidas entre $0,046$ y $1,020 \mu\text{g Hg}\cdot\text{g}^{-1}$ (promedio de $0,301 \mu\text{g Hg}\cdot\text{g}^{-1}$)
2. Los ribereños pescadores y consumidores regulares de pescado que viven en Rurrenabaque, con concentraciones incluidas entre $1,513$ y $19,392 \mu\text{g Hg}\cdot\text{g}^{-1}$
3. Las comunidades indígenas, las más contaminadas con valores entre $6,332$ y $19,522 \mu\text{g Hg}\cdot\text{g}^{-1}$ (promedio de $10,00 \mu\text{g Hg}\cdot\text{g}^{-1}$)

La OMS ha propuesto 3 valores límite de contaminación por mercurio en los cabellos del ser humano :

- $6 \mu\text{g Hg}\cdot\text{g}^{-1}$: valor de inicio de riesgo de contaminación
- $15-20 \mu\text{g Hg}\cdot\text{g}^{-1}$ en los cabellos de las mujeres embarazadas : valor tóxico para el feto
- $20 \mu\text{g Hg}\cdot\text{g}^{-1}$: efectos ya perceptibles en la salud humana

Tabla 3. Concentraciones en mercurio analizados en los cabellos humanos colectados durante la campaña FONAMA I (Dic. 1998).

COLECTA DE CABELLOS

11/XII/1998
hora :15h00

RÍO BENI

**San Buenaventura Isla Grande
Comunidad ESSEJA (Chamita)**

Beni ribera derecha

**Punto GPS
S 14° 24'49,2"
W 67° 32'51,3"**

Operadores : Laurence Maurice / Irma Quiroga

| Código de identificación | Nombre de la persona | Edad / Sexo | Profesion | Parientes | Procedencia (region, tiempo de residencia, ...) | Hábitat alimentario o otros riesgos de contaminación | Hg total en los cabellos (ppm) | Desviación Estandar (ppm) |
|--------------------------|----------------------|-------------|-----------|-----------------|---|---|--------------------------------|---------------------------|
| B1 | Eduardo ROCA | 55 años M | pescador | | 55 años | cada día: peces (sabalo, pintado, pacu), frutas, huevos, caza | 6.809 | 1.034 |
| B2 | Yolande ROCA | 43 años F | | esposa de B1 | 30 años | idem | 9.745 | 0.157 |
| B3 | Yaya ROCA | 14 años F | | hija de B1 y B2 | 8 años | idem | 8.851 | 1.071 |
| B4 | Mariano GONZALES | 70 años M | pescador | papa de B2 | 70 años | idem | 8.073 | 0.208 |
| B5 | Esperanza GONZALES | >50 años F | | esposa de B4 | | idem | 6.608 | 0.283 |
| B6 | Autilla GONZALES | 15 años F | | hija de B4 | 15 años | poco peces, esencialmente frutas, pollo, huevos | 10.630 | 1.315 |
| B7 | Dolores GONZALES | 28 años F | | hija de B4 | 28 años | cada día: peces (sabalo, pintado, | 11.537 | 0.500 |

| | | | | | | | | |
|-----|---------------------|--------------|----------|----------------------------|------------------------------|---|--------|-------|
| | | | | | | pacu), frutas, huevos,caza | | |
| B8 | Santos SOSSA | 39 años M | pescador | esposo de B7 | siempre sobre el rio Beni | hijo: más carne adulto: peces | 19.522 | 0.490 |
| B9 | Paula SOSSA | 5 años F | | hija de B7 y B8 | siempre sobre el rio Beni | todos los peces del rio | 14.681 | 0.825 |
| B10 | Marysol ROCA | 7 años F | | hija de B1 y B2 | 7 años | idem | 8.634 | 0.684 |
| B11 | Paulina GONZALES | 9 años F | | hija de B4 y B5 | 9 años | idem | 11.202 | 1.022 |
| B12 | Reddy GONZALES | 3 años F | | hija de B4 y B5 | 3 años | idem | 15.611 | 1.794 |
| B13 | Lucille ROCA | 70 años F | | madre de B1 | | idem | 7.503 | 0.064 |
| B14 | Adolfo ROCA LORA | 16 años M | pescador | esposa que no vive aqui | 8 años | cada dia: peces (sabalo, pintado , pacu), frutas, huevos,caza | 13.084 | 0.291 |
| B15 | Rufino ROCA | 2 años M | | hijo de B1 y B2 | | | 8.562 | 0.106 |

COLECTA DE CABELLOS

12/XII/1998

RÍO BENI

**San Buenaventura
Beni ribera izquierda
Comunidad ESSEJAS (Huevani)**

**Punto GPS
S 14° 24' 49,2"
W 67° 32' 51,3"**

Operadores : Laurence Maurice / Irma Quiroga

| Código de identificación | Nombre de la persona | Edad / Sexo | Profesion | Parientes | Procedencia (region, tiempo de residencia, ...) | Hábitat alimentario o otros riesgos de contaminación | Hg total en los cabellos (ppm) | Desviación Estandar (ppm) |
|---------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------|------------------|--|---|---------------------------------------|----------------------------------|
| B16 | Maria ROSSA | 70 años F | | pescadores | siempre sobre el rio Beni | peces cada dia excepto enero y febrero (pintado) | 10.073 | 0.207 |
| B17 | Raúl VALDIVIA | 45 años M | pescador | | 45 años | idem | 15.459 | 0.877 |
| B18 | Adela VALDIVIA | 30 años F | | hija de B17 | 30 años | idem | 6.873 | 0.065 |
| B19 | Daniel VALDIVIA | 4 años M | | hijo de B18 | 4 años | idem | 8.994 | 0.219 |
| B20 | Elva ROCA | 10 años F | | hija de B18 | 10 años | idem | 9.790 | 0.173 |
| B21 | Lourdes ROCA | 14 años F | | hija de B18 | 14 años | idem | 7.413 | 0.022 |
| B22 | Elisa NAVI | 50 años F | pescador | madre de B23 | 50 años | idem | 6.339 | 1.072 |
| | Paulino | 29 años | pescador | hijo de | 29 años | idem | | |

| | | | | | | | | |
|-----|-----------------------|--------------|----------------------------------|---|---------|---------------------------|--------|-------|
| B23 | SERRATO | M | | B22 | | | 8.750 | 0.209 |
| B24 | Agostina TAVIN | 50 años F | | esposa de B17 | 50 años | idem | 6.332 | 0.526 |
| B25 | Juana VALDIVIA | 28 años F | | esposa de pescador hija de B24 y B27 | 28 años | idem | 6.862 | 0.342 |
| B26 | Laurentine SERRATO | 8 años F | | hija de B25 | 8 años | idem | 9.308 | 0.226 |
| B27 | Henry ROCHO | 28 años M | pescador, poco cazador | pescadores | 3 años | idem | 9.768 | 0.476 |
| B28 | Negro GAMES | 17 años M | pescador | pescadores | 17 años | idem | 8.807 | 0.163 |
| B29 | Dilma HOWARD | 52 años F | presidenta de ADEPES CA | hija de ganaderos en Ixioma | | pescados desde 10 años | 4.302 | 0.092 |
| B30 | Miguel SERRATO | 6 años M | | hijo de B25 | 6 años | | 14.109 | 0.339 |

COLECTA DE CABELLOS

14/XII/1998

RÍO BENI

**San Buenaventura
Rurrenabaque Punto GPS S 14° 26' 25,3"
W 67° 32' 1,3"**

Operadores : Laurence Maurice / Irma Quiroga

| Código de identificación | Nombre de la persona | Edad / Sexo | Profesion | Parientes | Procedencia (region, tiempo de residencia, ...) | Hábitat alimentario o otros riesgos de contaminación | Hg total en los cabellos (ppm) | Desviación Estandar (ppm) |
|---------------------------------|-----------------------------|--------------------|------------------------------------|--|--|--|---------------------------------------|----------------------------------|
| B31 | Marcial MEDINA ALCAZAR | 53 años M | empleado | pescadores | 53 años 43 años en San Buenaventura | peces 1 a 2 veces por semana (Pintado, Tujuno) | 1.513 | 0.067 |
| B32 | Sabino LOZA | 33 años M | pescador desde niño | vivia con sus abuelitos en el Chaco | 18 años Sta Ana Mosetenes 12 años San Buenaventura | peces 4 veces por semana | 6.260 | 0.094 |
| B33 | Miguel PURO CORTEZ | 46 años M | pescador motorista | trabaja en la castaña | 46 años en San Buenaventura | peces 1 a 2 veces por día (Surubi, Pacu) | 3.817 | 0.128 |
| B34 | Maria Lindaura BEDREGAL | 19 años F | estudiante y cocinera | cocinera en el restaurante "la Chocita" | 19 años en Rurrenabaque (nervosa) | peces 1 a 2 veces per día (Surubi, Pacu) | 2.896 | 0.179 |
| B35 | Guillermo BEDREGAL | 58 años M | dueño del restaurante "La Chocita" | dueño de "la Chocita", minero en Guanay Padre de B34 | 58 años en Rurrenabaque | peces 3 a 5 veces por semana (pacu, surubi , sabalo, bagre) | 5.018 | 0.104 |
| B36 | Osmildo BEDREGAL | 22 años M | pescador | hijo de B35 | 17 años en Rurrenabaque | peces 1 a 2 veces por día (pacu, sabalo) | 6.913 | 0.024 |
| B37 | Guillermo BEDREGAL | 5 años M | | nieto de B35 | 5 años en Rurrenabaque | peces 1 a 2 veces por día (pacu, dorado) | 7.142 | 0.315 |

COLECTA DE CABELLOS

17/XII/1998

RÍO K'AKA

Cooperativa minera

San Juanito Punto GPS

S 15° 28' 55,6"

W 67° 48' 25,1"

Operadores : Laurence Maurice Bourgoïn

Observaciones : poca actividad en época de lluvia

fuerte epidemia de malaria + fiebre amarilla

comen peces únicamente en época seca (julio, agosto, septiembre)

| Código de identificación | Nombre de la persona | Edad / Sexo | Profesion | Parientes | Procedencia (region, tiempo de residencia, ...) | Hábitat alimentario o otros riesgos de contaminación | Hg total en los cabellos (ppm) | Desviación Estandar (ppm) |
|--------------------------|----------------------|-------------|---|-------------------------------|--|---|--------------------------------|---------------------------|
| B38 | Sylvia URÍA | 23 años F | dueña de una tienda | padre minero en San Juanito | cooperativa San Juanito | -1 vez cada 1 a 2 meses come peces del río K'aka | 0.025 | 0.001 |
| B40 | Mario MENDOZA GOMEZ | 42 años M | minero desde 20 años | no eran pescadores ni mineros | Nació en Apolo siempre ha vivido en la zona | -en socabon -2 veces por mes quemado hg en aguas bajas | 0.082 | 0.006 |
| B41 | Guillermo LUICI | 45 años M | minero desde 10 años Motorista | Agricultores | nació en Guanay siempre en la zona | -socavón -Hg en la mezcladora 2 veces por mes en la época seca | 0.054 | 0.017 |
| B42 | Braorio PATI | 51 años M | agricultura antes:minero | viven en La Paz dentista | 3 años en la cooperativa 5 años en la zona | -ha utilizado Hg 2 años (en Tipuani) | 0.007 | 0.002 |
| B43 | Abel YRARI | 33 años M | minero desde 15 años sobre los ríos Tipuani y K'aka | agricultores | nació en Guanay 33 años en la zona | -socavón -nunca ha quemado -ha utilizado Hg 1 a 2 veces por mes | 0.080 | 0.001 |
| B44 | Leon MOSQUEIRA | 50 años M | minero desde 18 años | ganaderos | nació en Sta Rosa de Yacuma 18 años en San Juanito | -utiliza Hg en época baja -nunca ha quemado | 0.128 | 0.007 |
| | Amira | 45 años | minera desde | esposa de | nació en Reyes 17 años en la | -batea y socavón -nunca en contacto | | |

| | | | | | | | | |
|-----|-------------------------|-----------|---|---------------------------------|---|---|-------|-------|
| B45 | JUSTINIANO de MOSQUEIRA | F | 17 años | B44 | zona | con Hg | 0.043 | 0.012 |
| B46 | Alejandro VILLANUEVA | 40 años M | minera desde 20 años en Teoponte | mineros en la zona | nació en San Juanito | -quema 3 veces por mes todo el año | 0.359 | 0.002 |
| B47 | Maria ORTELLA | 25 años F | minera desde 5 años | agricultores | nació en La Paz | -ha manejado Hg durante 1 año | 0.427 | 0.051 |
| B48 | Juli PENARANDA | 32 años F | minera en la playa desde 1 año +20 años socavón | agricultores | nació en Mapiri 32 años en la zona | -ha quemado 1 año en San Juanito -nunca en contacto con Hg | 0.118 | 0.001 |
| B49 | Gladys VILLANUEVA | 42 años F | minera desde 18 años en San Juanito | mineros hermana de B46 | nació en San Juanito 42 años en la zona | -quema 1 vez por semana | 0.893 | 0.018 |
| B50 | Leonita YUVAMONA | 41 años F | minera desde 14 años | esposa de B39 padres: ganaderia | nació en Sta Rosa de Yacuma | utiliza Hg desde menos de 1 año | 0.387 | 0.014 |

COLECTA DE CABELLOS

18/XII/1998

RÍO K'AKA

Cooperativa minera

Teoponte

Punto GPS

S 15° 29' 15,8 "

W 67° 49' 03,0 "

Operadores : Laurence Maurice Bourgoïn

Noticias: poco actividad en época de lluvia

epidemia de malaria

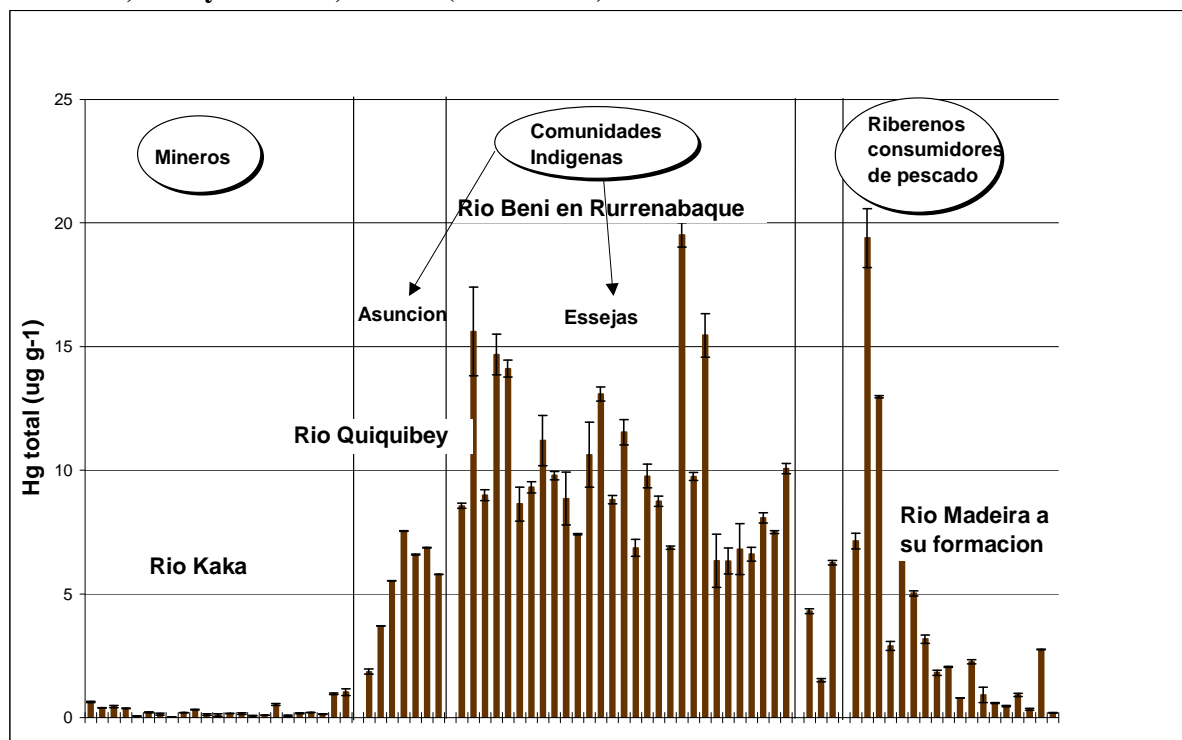
se come poco Sábalo, en época seca

| Código de identificación | Nombre de la persona | Edad / Sexo | Profesion | Parientes | Procedencia (region, tiempo de residencia, ...) | Hábitat alimentario o otros riesgos de contaminación | Hg total en los cabellos (ppm) | Desviación Estandar (ppm) |
|---------------------------------|-----------------------------|--------------------|---|------------------|--|--|---------------------------------------|----------------------------------|
| B51 | Juan Castro GONZALES | 57 años M | minero desde 12 años | no mineros | 23 años en la zona | -respira Hg° -mezcla a mano | 0.075 | 0.000 |
| B52 | Francisco BENITO | 65 años M | minero desde 15 a 18 años en Teoponte | comerciantes | 6 años en Rurrenabaque | -ha mezclado a mano - durante la quemación ha respirado Hg° | 0.036 | 0.033 |
| B53 | Hernan MALDONADO | 43 años F | minero desde 22 años (en Tipuani, Teoponte) | no son mineros | 40 años en la zona | -ha usado mucho Hg -ha mezclado a mano | 0.091 | 0.049 |
| B54 | Freddy CORTES | 36 años M | minero desde 18 años en Teoponte | no son mineros | nació en Apolo 12 años en Caranavi | -ha mezclado a mano - 1 vez ha respirado Hg° | 0.161 | 0.005 |
| B55 | Serafin GALLARO | 40 años M | minero desde 30 años | no son mineros | nació en Guanay 40 años en la | -ha mezclado a mano 4 veces por semana durante 7 años | 0.156 | 0.031 |

| | | | | | zona | | | |
|-----|-------------------|--------------|---------------------------------------|--------------------------|--|--|-------|-------|
| B56 | Anibel LORAS | 63 años M | minero desde 60 años | padre minero | nacio en apolo vive en la zona desde chico | -ha mezclado a mano 1 a 2 veces por mes -ha quemado 1 vez por mes sin precaucion | 0.046 | 0.032 |
| B57 | Victoriano QUISPE | 42 años M | minero desde 20 años | padres zapateros | nació en Caranavi 20 años en la zona | -usa Hg desde 8 años 4 veces por mes -respira Hg vapor | 0.093 | 0.009 |
| B58 | Aldo ESPINOZA | 31 años M | minero desde 10 años | Padre minero en Teoponte | 15 años en la zona | -soldador desde 10 años, 5 años sin precauciones -nervioso, problemas en los rinones | 0.517 | 0.038 |
| B59 | Silvestre HANCO | 55 años M | minero desde 16 años en Teoponte | agricultores | 17 años en la zona antes en Apolo | -mezclado durante 12 años con la mano -respira Hg vapor | 0.070 | 0.023 |
| B60 | Renardo ESPINOSA | 72 años M | minero desde 13 años | padre de B58 | 13 años en la zona antes en Apolo | -ha mezclado con las manos -ha quemado | 0.163 | 0.025 |
| B61 | Eduardo MAMANI | 31 años M | minero desde 10 años | comerciantes | Provincia Camacho | -ha mezclado con las manos 1 vez/mes -ha respirado Hg ⁰ | 0.203 | 0.000 |
| B62 | Amedeo POLO | 36 años M | minero desde 20 años | mineros auríferos | 7 años La Paz 29 años en Teoponte | -ha quemado durante 1,5 año, 1 vez por semana -mezcla a la mano | 0.134 | 0.006 |
| B63 | Julia YANARICO | 32 años F | minera desde 2 años | agricultores | vie en la zona desde 12 años | -mezcla a la mano -utiliza Hg 2 veces por mes -ha respirado Hg ⁰ | 0.960 | 0.028 |
| B64 | Freddy TUPA | 37 años M | 5 años con Rusos + 5 años en Teoponte | padre minero | nacio en Guanay 37 años en la zona | -soldador desde 1 año -antes mezclaba -con los Rusos, ha recuperado Hg con las manos | 1.020 | 0.135 |

Se puede notar (figura 2) que de los 3 tipos de poblaciones (mineros, ribereños pescadores e indígenas Essejas), **los mineros no están contaminados por el mercurio de manera irreversible**. En efecto, los mineros auríferos están expuestos a 2 formas químicas del mercurio : la forma metálica, que sirve para la amalgama, y la forma vapor cuando queman la amalgama. Esas dos formas, inorgánicas, penetran en el organismo humano, pero es fácilmente y rápidamente eliminado por las vías urinarias. Los síntomas de intoxicación por el mercurio inorgánico son : bronchitis, cefalea, temblores, e insuficiencia renal principalmente.

Figura 2. Concentraciones en mercurio analizado en los cabellos humanos de ribereños de los ríos Kaka, Beni y Madeira, Bolivia (1997 - 1999).



Por el contrario, **en las comunidades Essejas, los valores de Hg analizados son preocupantes :**

El valor promedio, de $10.00 \mu\text{g Hg.g}^{-1}$ ya sobrepasa de 1.7 veces el valor límite de inicio de riesgo de contaminación (OMS).

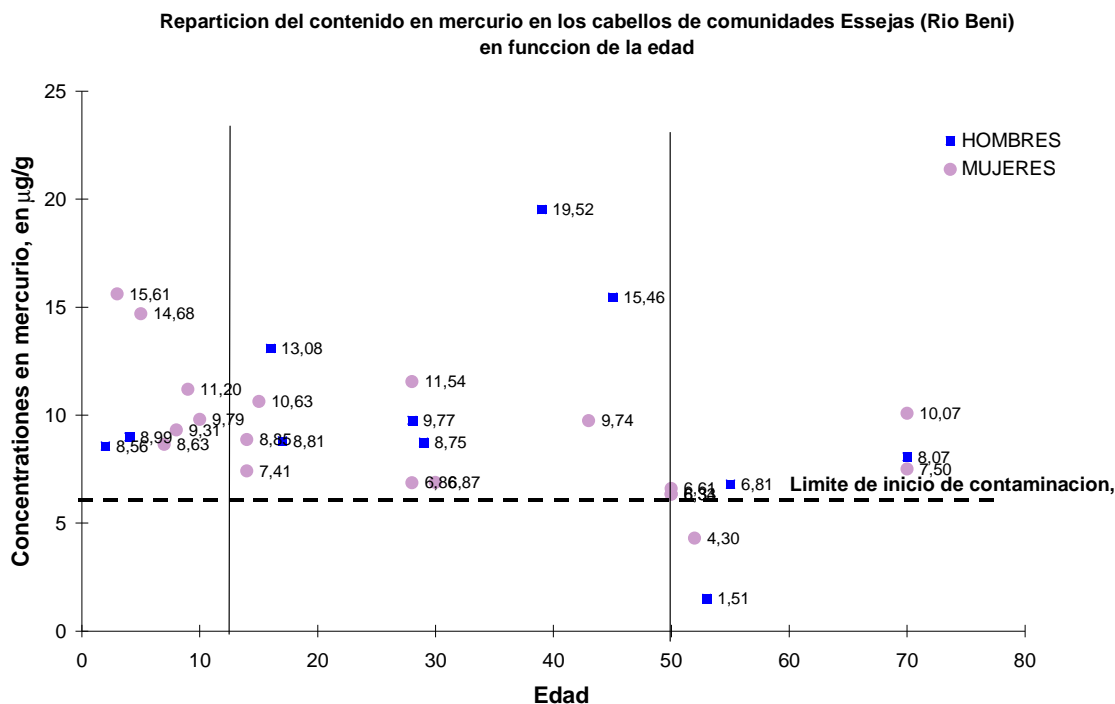
Se puede notar un aumento de la contaminación en los niños (Figura 3) ; el nivel de contaminación en la última generación (tercera), especialmente en las niñas de 3 a 5 años, es de 50% más elevado que el de la 1^{ra} generación (gente de 70 años y más).

Estos valores muy elevados se explican por el hábitat alimentario de esas comunidades. Todos los hombres son pescadores, y la principal fuente de proteínas de esa población viene de los peces consumidos. Ya acabamos de ver que 70% de los peces carnívoros están contaminados por el mercurio, las poblaciones consumidoras de peces se encuentran al final de la cadena trófica y acumulan de manera irreversible el mercurio desechado al medio ambiente. El mercurio acumulado en los compartimientos de la cadena trófica se encuentra en forma orgánica, (80 a 100% del mercurio total analizado en los peces es en forma metilada), es decir biodisponible para todo tipo de organismo. Esta forma se acumula en el organismo y se transmite de generación en generación. Varios estudios (Barbosa et al., 1998a ; Barbosa and Dórea, 1998b) mostrarán que el mercurio se transmite de la madre al feto ; se ha observado una disminución de la concentración en mercurio en las madres en gestación pero regresan al nivel anterior de contaminación unos 3 meses después del parto.

Las intoxicación por el mercurio orgánico se manifiesta por síndromes neurológicos múltiples y daño cerebral y físico **irreversible en el feto**.

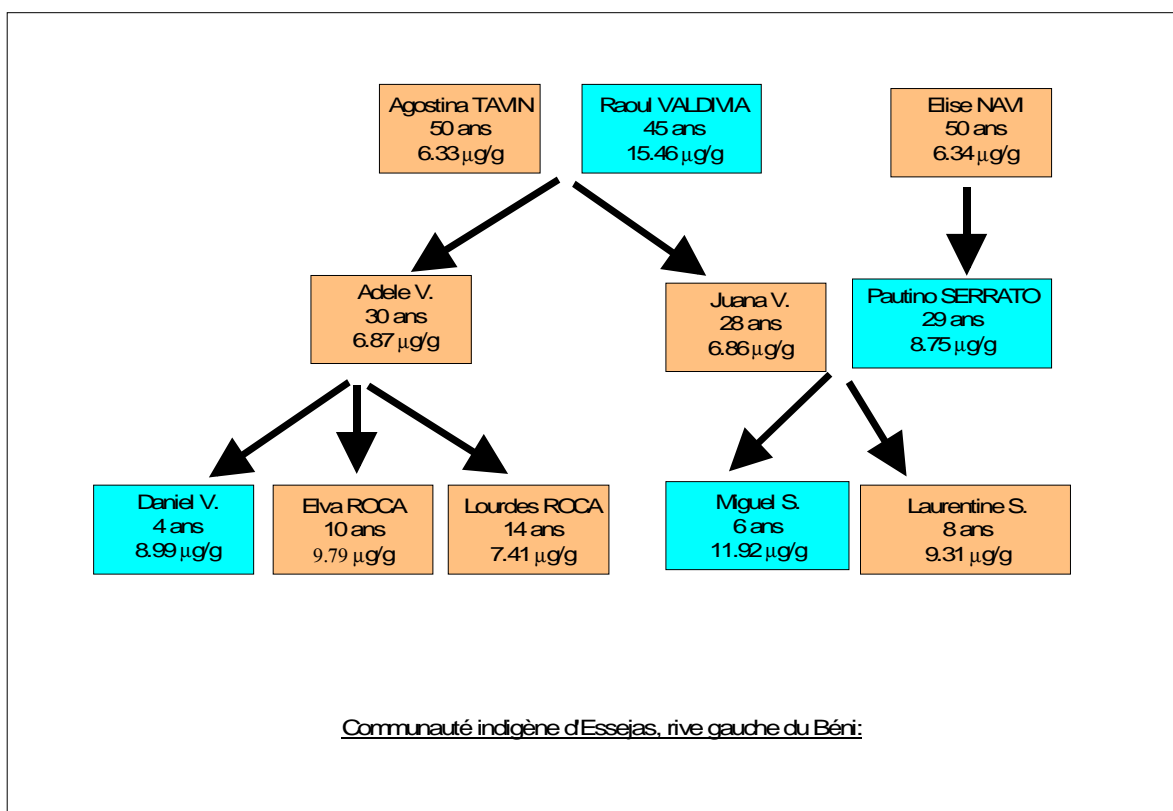
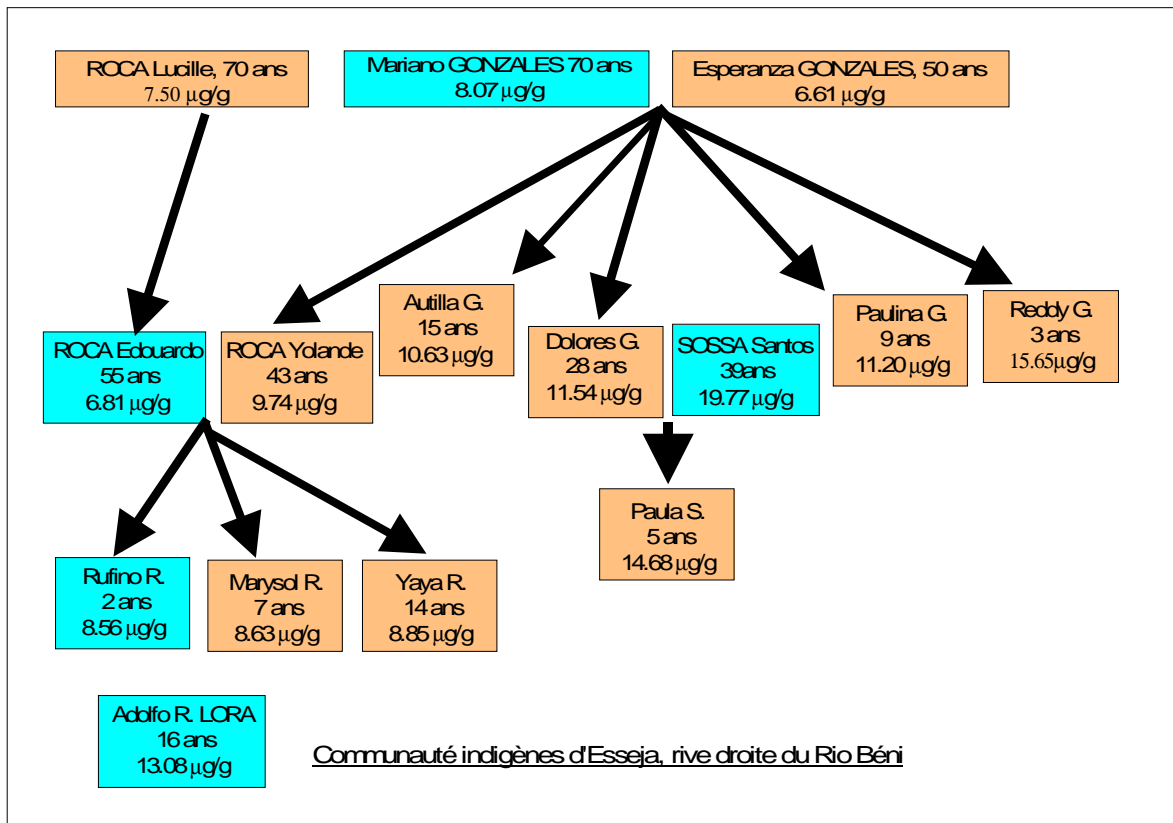
De esas observaciones, se puede pensar que la mayor causa del aumento de la contaminación en las poblaciones consumidoras de peces del río Beni viene, desde 3 generaciones atrás, de la contaminación *in utero* de madres ya fuertemente contaminadas. Los niños al nacer, ya tienen valores de mercurio alarmantes en sus cabellos (Figura 4).

Figura 3. Reparto de las concentraciones de mercurio en los indígenas Essejas (Río Beni, Rurrenabaque), en función del sexo y de la edad.



Como conclusión de esos resultados, **se puede afirmar que las personas que tienen el mayor riesgo de contaminación por mercurio son las personas que están en contacto constante con la forma orgánica del Hg, a través del consumo regular de peces carnívoros del río Beni, es decir son personas que no tienen ninguna relación con las actividades auríferas.**

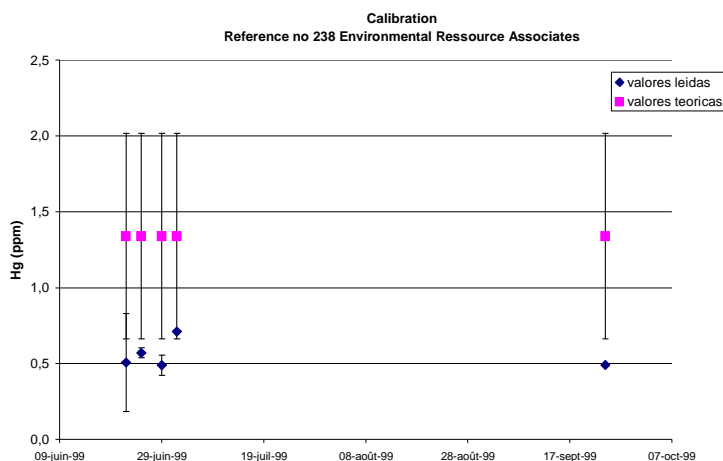
Figura 4. Aumento de las concentraciones de mercurio en las familias Essejas estudiadas via su árbol genealógico.



3.2.3.3 Contaminación por mercurio en los sedimentos

Debido a la composición mineralógica y la heterogeneidad de los sedimentos, hemos optimizado el protocolo de mineralización de los sedimentos haciendo una comparación metodológica con la bibliografía a partir de un material de referencia de suelos disponible en el Laboratorio de Calidad Ambiental del IE (UMSA). Este material, de Environmental Resource Associates, no es muy adecuado para el mercurio ya que la desviación estandar es muy elevada, de 25.3%. Se puede notar que los valores leídos en el LCA, en cada jornada de análisis, es inferior al valor recomendado (Figura 5) ; eso quiere decir que los valores de Hg analizados en los sedimentos pueden ser subestimados.

Figura 5. Calibración de los análisis de mercurio en los sedimentos con lecturas de un material de referencia calibrado.

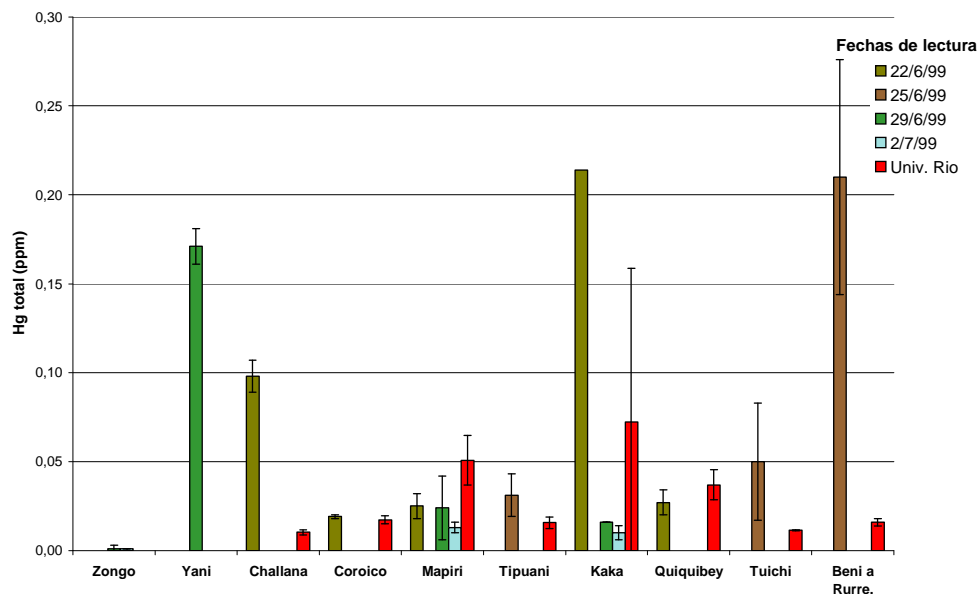


Los resultados de los sedimentos presentados en este informe son todavía preliminares debido a que los valores comunicados por el Laboratorio de Radioisótopos (Univ. de Rio, Brasil) para comparación con los nuestros, no son muy buenos (desviación estandar muy fuerte). Hemos solicitado repetir los análisis en los sedimentos, estamos a la espera de los nuevos resultados.

De los primeros resultados (Figura 6), se puede observar que :

- los sedimentos de la cabecera andina del río Tipuani están contaminados
- los de los ríos subandinos explotados por su oro aluvial no están tan contaminados (debido al régimen hidrológico que favorece la dispersión y el transporte de las partículas contaminadas hacia abajo)
- los resultados del río Beni en Rurrenabaque serán confirmados más tarde.

Figura 6. Resultados de mercurio total en los sedimentos de los ríos de la cuenca del río Beni hasta Rurrenabaque (fechas de colecta entre dic. 1998 y junio 1999).



3.2.3 Validación de los resultados de Hg en peces, cabellos y sedimentos - Obj. 2 y 3-4

1 – Comparación de los métodos de análisis

Los métodos de mineralización de las muestras de peces, cabellos y sedimentos utilizados en el LCA del IE de la UMSA y en el Labo. de Radioisótopos de la Univ. Fed. De Rio (Brasil) están comparados en la tabla siguiente :

Tabla 4. Comparación de los protocolos de mineralización de las muestras de peces, cabellos y sedimentos utilizados en el LCA del IE - UMSA y en el Labo. de Radioisotopos de la Univ. Fed. De Rio (Brasil)

| Muestra | LCA, UMSA-IE (Bolivia) | LR, UFRJ (Brasil) |
|----------|---|---|
| Peces | <ul style="list-style-type: none"> • \pm 200mg de pez (peso húmedo) para especies carnívoras, o \pm 400mg de pez (peso húmedo) para especies omnívoras • 8,0 mL de H₂SO₄:HNO₃ (1:1) • Baño-Maria a 60°C hasta solubilización completa del material • Después enfriar, adicionar 7,0 mL de KMnO₄ a 5% • Baño-Maria a 60°C por 15 minutos • Neutralizar con Cloridrato de Hidroxilamina al 12%.(HONH₃Cl+NaCl). • Aforar a volume final a 25 mL con H₂O Milli-Q • Determinación por FIMS-400 (Flow Injection Mercury System-Perkin Elmer). | <ul style="list-style-type: none"> • \pm 200mg de pez (peso húmedo) • 1,0 mL de H₂O₂ • 4,0 mL de H₂SO₄:HNO₃ (1:1) • Baño-Maria a 60°C hasta solubilización completa del material • Después enfriar, adicionar 4,0 mL de KMnO₄ a 5% • Baño-Maria a 60°C por 15 minutos • Neutralizar con Cloridrato de Hidroxilamina al 12%.(HONH₃Cl+NaCl). • Aforar a volume final a 10 mL con H₂O Milli-Q • Determinación por FIMS-400 (Flow Injection Mercury System-Perkin Elmer). |
| Cabellos | <ul style="list-style-type: none"> • 40 mg de muestra seca previamente lavada • 5,0 mL H₂SO₄:HNO₃ (1:1) • Baño-Maria a 60°C hasta total solubilización • 3,0 mL KMnO₄ a 5% • Baño-Maria a 60° C por 10 minutos • Neutralizar com Hidroxilamina al 12%.(HONH₃Cl+NaCl). • Aforar VF 25 mL • Determinación por FIMS-400 (Flow Injection Mercury System-Perkin Elmer). • | <ul style="list-style-type: none"> • 50 mg de muestra seca previamente lavada • 5,0 mL H₂SO₄:HNO₃ (1:1) • Baño-Maria a 60°C hasta total solubilización • 5,0 mL KMnO₄ a 5% • Baño-Maria a 60° C por 10 minutos • Neutralizar com Hidroxilamina al 12%.(HONH₃Cl+NaCl). • Aforar a VF 10mL • Determinación por FIMS-400 (Flow Injection Mercury System-Perkin Elmer). |

| | | |
|------------|---|---|
| Sedimentos | <ul style="list-style-type: none"> • ± 0.4 g de sedimento molido (peso seco) • 5,0 mL de HCl:HNO₃ (10:1) • Digestión a 80°C durante 3 horas • Después esfriar, adicionar unos ml de H₂O ultra-pura para • Filtrar con papel Whatmann 42 • Aforar volume final a 25 mL con H₂O Milli-Q • Determinación por FIMS-400 (Flow Injection Mercury System-Perkin Elmer). | <ul style="list-style-type: none"> • ± 0.5 g de la fracción fina del sedimento (peso seco) • 2,0 mL de H₂O ultra-pura • 5,0 mL de HCl:HNO₃ (3:1) • Digestión a 80°C durante 5 min. • Después esfriar, adicionar 20 ml de H₂O ultra-pura y 10,0 mL de KMnO₄ al 5% • Digestión a 80°C durante 30 min. • Neutralizar con Clorhidrato de Hidroxilamina al 12%.(HONH₃Cl+NaCl) • Filtrar con papel Whatmann 42 • Aforar a volume final a 25 mL con H₂O Milli-Q • Determención por FIMS-400 (Flow Injection Mercury System-Perkin Elmer). |
|------------|---|---|

Nos hemos asegurado, al final de cada mineralización, que :

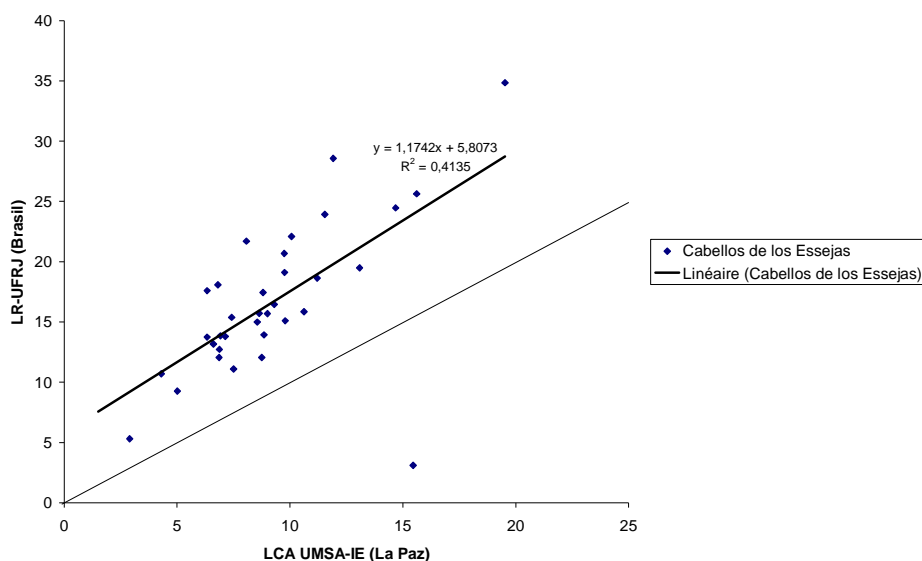
- Todas las muestras estaban totalmente digeridas, es decir que el color final de las soluciones era transparente.
- El volumen final era exactamente de 25 ml (medidos en matraces de 25 ml, es más exacto que utilizar de 10 ml solamente, como son utilizados en Brasil)

Estas verificaciones no podemos asegurarlas en los resultados de los análisis del Labo de Radioisótopos, UFRJ (Brasil).

2 – Verificación de los resultados de mercurio en cabellos

Se puede observar que los valores de mercurio en los cabellos de las comunidades Essejas obtenidas en el Laboratorio de Radioisótopos de Brasil son mucho más elevados que los obtenidos por nosotros en el LCA de La Paz (Figura 7). La concentraciones calculadas en Brasil son 1,5 hasta 2,7 veces más elevados que los nuestros. Para los cabellos de los mineros, esas diferencias no son tan fuertes y se quedan en el orden de precisión de las análisis.

Figura 7. Comparación de los resultados de mercurio obtenidos en los cabellos de las comunidades Essejas obtenidos por el LCA (la Paz) y el LR, UFRJ (Brasil).



Se puede explicar esas diferencias por el hecho de que en el laboratorio brasileño :

- los técnicos aforan a 10 ml solamente en tubos de plástico graduados pero que no tiene la precisión adecuada, esto afecta muchísimo en el cálculo final de las concentraciones.
- no se corrige la desviación del aparato de Absorción Atómica en el tiempo (nosotros si, corregimos con la desviación leída en los estándares)
- sus desviaciones estandar son bastante elevadas en comparación con las nuestras (Figura 8)
- las lecturas de los materiales de referencia siempre se sitúan en la parte máxima de los valores recomendados (Figura 9)

Figura 8. Resultados de mercurio en los cabellos de los indígenas Essejas analizados por los 2 laboratorios (La Paz y Rio de Janeiro).

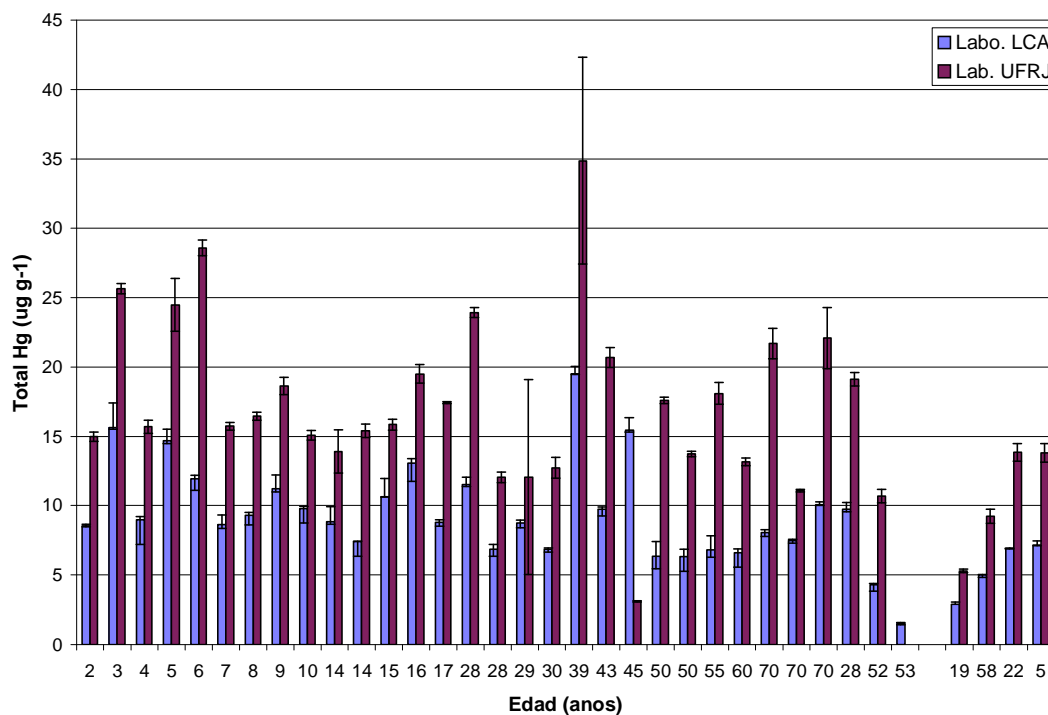
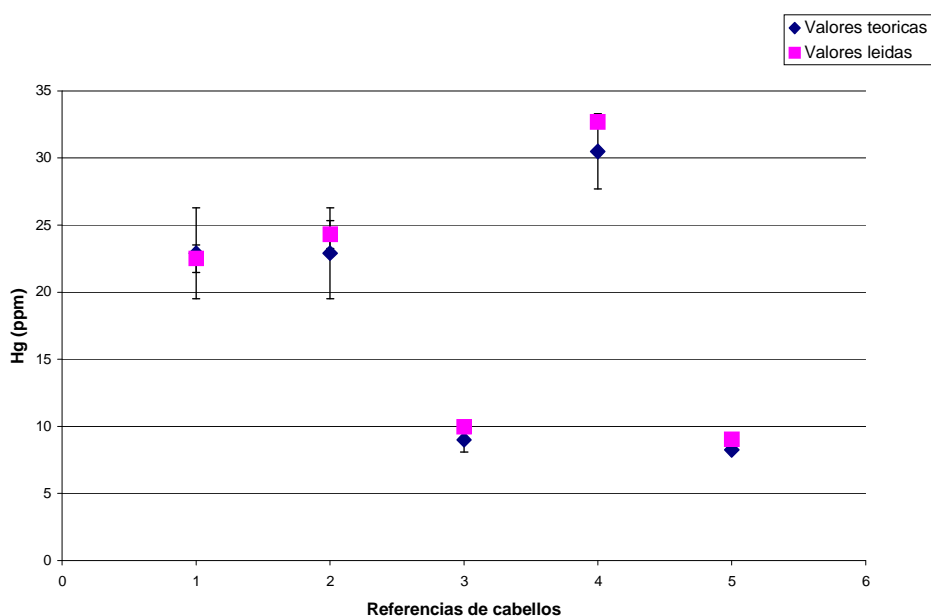


Figura 9. Resultados de las lecturas de mercurio en los materiales de referencia para cabellos (Univ. FR, Brasil).

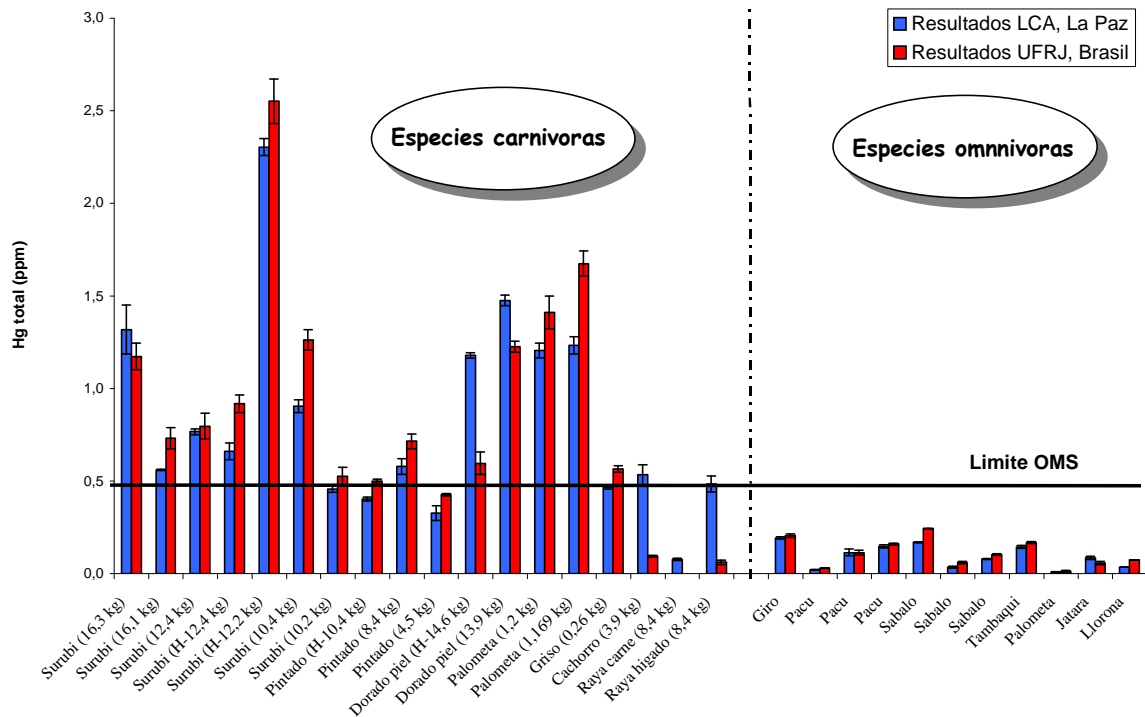


3 – Verificación de los resultados de mercurio en peces

La validación de los resultados de Hg en los peces por el Lab. De Radioisótopos de Brasil es mejor que para las muestras de cabellos. Se puede notar nuevamente que los valores enviados por el Laboratorio brasileño son bastante más elevados que los nuestros (Figura 10).

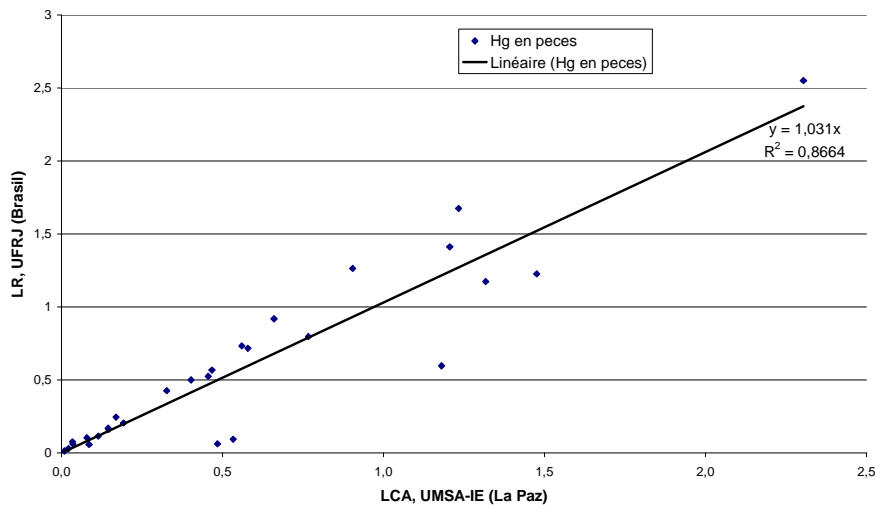
Se puede afirmar de todos modos, que **87% de las especies piscívoras colectadas en el río Beni, en diciembre de 1998, sobrepasan el límite de contaminación establecido por la OMS**. Este es un grave problema revelado por este estudio.

Figura 10. Comparación de los resultados de mercurio en los peces colectados en el río Beni en diciembre de 1998 obtenidos en los laboratorios de la UMSA-IE (La Paz) y de la Univ. Fed. De Rio (Brasil).



La correlación entre los resultados obtenidos por los 2 laboratorios es buena (0,86), especialmente para los valores bajos de las especies omnívoras (Figura 11).

Figura 11. Comparación de los resultados de mercurio obtenidos en los peces del río Beni obtenidos por el LCA (la Paz) y el LR-UFRJ (Brasil).



En conclusión, esos resultados merecen una nueva verificación en los laboratorios de Radioisótopos de Brasil pero también el LCA de la UMSA, La Paz.

Se puede concluir de todos modos que :

- **el 87% de los peces carnívoros del río Beni, en la zona de Rurrenabaque, están contaminados por el mercurio y no son aptos para el consumo (sobrepasan hasta 5 veces el valor límite de la OMS)**
- **las poblaciones contaminadas por el mercurio son las que consumen regularmente los peces del río Beni, es decir las comunidades indígenas (Essejas) que tienen como única fuente de proteínas, los peces del río.
Las concentraciones obtenidas en sus cabellos son alarmantes y afectan sobre todo a los niños desde su nacimiento ya que están contaminados *in utero* por sus madres.**
- **Los mineros no están contaminados de manera irreversible por el mercurio, ya que están en contacto con su forma inorgánica que se elimina fácilmente del organismo vías urinarias.**

Estos resultados de análisis de mercurio en los peces y cabellos de la cuenca del río Beni, después de sus verificaciones en el Laboratorio de Radioisótopos de la Universidad Federal de Rio (Brasil), serán publicados en una revista internacional de alto nivel científico, y también en periódicos nacionales para comunicar a la población de los riesgos potenciales de consumo regular de especies ictiófagas de peces del río Beni.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barbosa, A.C., Silva, S.R.L., and Dórea, J.G. (1998a) Concentration of mercury in hair of indigenous mothers and infants from the Amazon basin. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 34, 100-105.
- Barbosa A.C., and Dórea, J.G., (1998b) Indices of mercury contamination during breast feeding in the Amazon basin. Toxicol. And Pharmacol., in press.
- LIDEMA (Liga de Defensa del medio ambiente), 1993. Estudio de impacto ambiental por la explotación de oro en la región de Nueva Esperanza, Araras, del departamento de Pando, La Paz, Bolivia. 175 pages + annexes.
- Maurice-Bourgoin L., Quiroga I., Guyot J.L. and Malm O., 1999. Mercury pollution due to the gold-mining in the upper Beni River basin, Bolivia. *AMBIO*, 28(4) :302-306.

PROGRAMA TENTATIVO

LUNES 05 DE JULIO DE 1999

- Inauguración
- Principios teóricos del análisis de mercurio total por Espectrometría de Absorción Atómica
- Protocolos “ ultra-limpio ”
- Recomendaciones

MARTES 06 DE JULIO DE 1999

- Principios teóricos del análisis de metil-mercurio por Espectrometría de Absorción Atómica
- Práctica de laboratorio : mineralización de muestras orgánicas (peces y cabellos)

MIÉRCOLES 07 y

JUEVES 08 DE JULIO DE 1999

- Práctica de laboratorio : mineralización de muestras minerales (sedimentos y suelos)
- Práctica de laboratorio : Análisis de mercurio por Absorción Atómica
- Clausura del curso

**Instituto Francés de
Investigación Científica
para el Desarrollo en Cooperación**



UMSA, IIQ - IE

**CURSO
“ANÁLISIS DE
MERCURIO”
ESPECTROMETRÍA DE
ABSORCIÓN
ATÓMICA**

**del 05 al 08 de Julio de 1999
en la UMSA - IE
La Paz - BOLIVIA**



**CURSO SOBRE
EL ANÁLISIS DEL MERCURIO
POR ABSORCIÓN ATÓMICA**

OBJETIVO GENERAL

Capacitar a profesionales de instituciones o empresas a cargo de los análisis de metales pesados por Absorción Atómica en los sistemas acuáticos (sedimentos, peces) y en el hombre (cabellos).

Mercurio : principal aplicación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Presentación de **técnicas de análisis** de los metales pesados por **Espectrometría de Absorción Atómica**, especialmente del mercurio total, y del metilmercurio por HPLC.

Aplicación en laboratorio.

METAS

El curso está dirigido a profesionales Químicos que trabajan en Empresas de Servicio de Aguas, Universidades y otras Instituciones afines, involucradas en problemáticas ambientales.

PARTICIPANTES

Se considera la participación de 30 profesionales como máximo.

LUGAR Y FECHA

Se llevará a cabo los días Lunes 05 al Jueves 08 de Julio de 1999, de Hrs. 09:00 a 17:00, en predios del **Instituto de Ecología**, de la Universidad mayor de San Andrés, situado en Cota Cota, Calle 27, ciudad de La Paz.

REQUISITOS

- Los participantes deben ser acreditados por sus respectivas empresas por escrito.
- Trabajar en el área de Química.

INSCRIPCIONES

Las inscripciones se recibirán en el Instituto de Ecología, Laboratorio de Calidad Ambiental, Calle 27 COTA-COTA, tel : 792582- 792416.
Costo : 30 US\$.

EXPOSITORES

El curso será dictado por :
Dra. Laurence MAURICE
IRD Bolivia, Tel: 772459
Dr. Olaf MALM
Univ. Fed. Rio de Janeiro

AUSPICIO

El curso es auspiciado por FONAMA, Fondo Nacional para el Medio Ambiente, en el marco del Proyecto "Contaminación por mercurio de la Amazonía Boliviana"

ORGANIZACIÓN

El curso está organizado por el IRD (Cooperación francesa), el Instituto de Investigaciones Químicas (IIQ) y de Ecología (IE).

COORDINACIÓN

Los Institutos de Investigaciones Químicas y de Ecología de la UMSA son las entidades anfitrionas para el desarrollo y la coordinación del evento.

CERTIFICADO

La UMSA extenderá certificados de Asistencia y/o Aprobación.