

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIA**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN ZONAS
INLUENCIADAS POR LA MINERÍA DE ORO EN EL SUR DE
ECUADOR**

**MANEJO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE
CONCENTRACIÓN DE METALES EN MUESTRAS DE PLANTAS Y
PECES OBTENIDAS DE ZONAS BAJO INFLUENCIA MINERA DE
LAS PROVINCIAS DE ZAMORA CHINCHIPE Y EL ORO**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA QUÍMICA**

LIZBETH MARISOL PAREDES DAMIAN
lizbeth.paredes@epn.edu.ec

DIRECTOR: PAUL ERNESTO VARGAS JENTZSCH
paul.vargas@epn.edu.ec

DMQ, febrero 2022

CERTIFICACIONES

Yo, LIZBETH MARISOL PAREDES DAMIAN declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



LIZBETH MARISOL PAREDES DAMIAN

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por LIZBETH MARISOL PAREDES DAMIAN, bajo mi supervisión.



PAUL ERNESTO VARGAS JENTZSCH
DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

LIZBETH MARISOL PAREDES DAMIAN

DEDICATORIA

Dedico la culminación de mi proceso académico a todas las personas que estuvieron junto a mí en este camino, especialmente a mi familia y amigos, quienes me dieron apoyo y aliento e hicieron que mi espíritu se fortalezca y no me rinda en momentos difíciles, haciéndolos participe de la culminación de mi trabajo previo a la obtención de Ingeniera Química. Este logro también es suyo, es por y para ustedes, sé que en el camino que me queda por transitar no los defraudare y daré lo mejor de mí.

AGRADECIMIENTO

A mis padres Ana y Luis, quienes han sido mi pilar fundamental que con su esfuerzo y dedicación me guiaron durante estos 5 años de preparación académica. A mis hermanos que me acompañaron en mis momentos de alegría y de tristeza. A mis amigos que también fueron una fortaleza en los aspectos académicos. Especialmente, a Kevin y Anita quienes en momentos de estrés y cansancio ayudaron a sobrellevar estos aspectos de una manera jovial.

A mi tutor Dr. Paul Vargas Jentsch que durante este proceso ha sido comprensivo y paciente y más que nada, ha sido una guía que con sus directrices y apoyo me permitieron culminar mi proyecto de la mejor manera.

Además, quiero agradecer al proyecto “Efecto sobre el ambiente de la prohibición del uso del mercurio en minería y riegos toxicológicos asociados al mercurio y otros metales pesados” (Código PIMI 16-05).

Finalmente, a Dios que ha sido una fortaleza espiritual en momentos dubitativos que me llevaron a tomar la elección correcta.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGÍA	3
2.1 Zona de estudio.....	3
2.2 Análisis químico	3
2.3 Comparación con estándares.....	4
2.4 Enriquecimiento de metales en suelo, sedimento, plantas y peces	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	4
3.1 Evaluación de posibles zonas contaminadas en la provincia de El Oro.....	5
3.2 Evaluación de posibles zonas contaminadas en la provincia de Zamora Chinchipe	6
3.3 Evaluación de la presencia de metales pesados en plantas	7
3.3.1 Cyclanto (Cyclanthus sp.).....	7
3.3.2 Cartucho (Araceae sp.)	7
3.3.3 Totorá (Juncus sp.).....	7
3.3.4 Junquito (Eleocharis sp.)	8
3.3.5 Poaceae	8
3.3.6 Papiro (Cyperus)	8
3.4 Evaluación de la presencia de metales pesados en muestras de peces de la provincia de El Oro y Zamora Chinchipe	10
4. CONCLUSIONES	12
REFERENCIAS	12

Evaluación de la acumulación de metales pesados en la biota de las zonas bajo influencia minera metálica en el sur del Ecuador

Paredes Damian, Lizbeth Marisol¹

¹Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria, Quito, Ecuador

Resumen: El presente estudio tuvo como objetivo identificar zonas de las provincias de Zamora Chinchipe y El Oro que manifiesten contaminación por metales pesados, tanto en suelos como en plantas (alimentos). Se diferenciaron zonas (numeradas de 1 a 15 para la provincia de El Oro, y 1 a 6 para la provincia de Zamora Chinchipe) con la finalidad de facilitar la interpretación de los resultados analíticos. Se compararon las concentraciones de metales pesados (con énfasis en los metales pesados tóxicos) con límites máximos permisibles establecidos por la normativa ecuatoriana e internacional. Adicionalmente, se calculó los factores de enriquecimiento de los metales para suelos y sedimentos. El factor de bioconcentración fue calculado para evaluar el grado de bioacumulación de metales por parte de peces capturados en cuerpos de agua de las zonas de estudio. Se midió la concentración de metales en plantas nativas no alimenticias para determinar su potencial como organismos vegetales aplicables para tareas de fitorremediación de suelos. Se determinó que las zonas 1, 3, 4, 9 y 13 en la provincia de El Oro junto con la zona 5 y 6 de la provincia de Zamora presentan concentraciones de ciertos metales en alimentos y suelo que permiten señalar la contaminación por metales pesados en estas zonas. Las plantas no alimenticias analizadas en ambas provincias presentan valores del factor de bioacumulación >1 , lo que indica que son potencialmente aptas para fitorremediación de suelos contaminados.

Palabras clave: Metales pesados, Contaminación de alimentos, Factor de Enriquecimiento, Factor de Bioconcentración, Fitorremediación.

Evaluation of the accumulation of heavy metals in the biota of the areas under metallic mining influence in southern Ecuador

Abstract: The aim of this study was to identify areas of the Zamora Chinchipe and El Oro provinces that show contamination by heavy metals, both in soils and in plants (food). Zones (from 1 to 15 for El Oro's province, and 1 to 6 for Zamora Chinchipe's province) were differentiated to facilitate the interpretation of the analytical results. Heavy metals concentrations (with emphasis on toxic heavy metals) were compared with the maximum permissible limits established by Ecuadorian and international regulations. Additionally, metal enrichment factors for soils and sediments were calculated. The bioconcentration factor was calculated to evaluate the metals bioaccumulation degree in some fishes captured in bodies of water in the study areas. The concentration of metals in non-food native plants was measured to determine their potential as applicable plant organisms for soil phytoremediation tasks. It was determined that zones 1, 3, 4, 9 and 13 in the province of El Oro, together with zones 5 and 6 in the province of Zamora, present concentrations of certain metals in food and soil that allow indicating contamination by heavy metals in these zones. The non-food plants analyzed in both provinces have bioaccumulation factor values >1 , which indicates that they are very suitable for phytoremediation of contaminated soils.

Keywords: Heavy metals, Food contamination, Enrichment Factor, Bioconcentration Factor, Phytoremediation.

1. INTRODUCCIÓN

Ecuador posee yacimientos de metales muy requeridos por la industria, como es el caso del oro, cobre, plata, entre los más importantes. Por su precio de mercado, el mayor interés está en el oro, lo que ha motivado que actividades extractivas de este metal hayan proliferado con rapidez y, también, desorden en ciertas regiones del Ecuador. En la actualidad, la extracción de oro sea de forma legal o ilegal, desde una gran escala hasta la minería artesanal, genera un movimiento económico considerable. Para febrero de 2021 las exportaciones de oro representaron 87 millones de dólares estadounidenses para la

economía ecuatoriana (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, 2021).

Las actividades mineras, en particular, las que no están adecuadamente controladas/reguladas y las ilegales, son responsables de la generación de importantes niveles de contaminación en las zonas de influencia. En estudios previos se ha determinado que los mayores niveles de contaminación con metales pesados se localizan en la zona sur del Ecuador, donde se evidencia el impacto de la minería descontrolada. En el país las provincias de Imbabura, Carchi, Esmeraldas, Napo, Pichincha, Chimborazo, Bolívar, Cotopaxi, Azuay, Zamora, Loja y El Oro registran actividad minera metálica. Sin

embargo, la zona que representa el asentamiento más antiguo del Ecuador es la zona sur conocido como el “sitio minero” que abarca Azuay, El Oro, Loja y Zamora Chinchipe con más de 81 plantas de beneficio y un procesamiento diario de 20 a 300 t/día (Ministerio del Ambiente y Agua, 2020). En la actualidad, la separación de oro en plantas de beneficio se realiza mediante los procesos de trituración, molienda, cianuración, elución y flotación. Malas prácticas ocasionan que la descarga de los efluentes líquidos de estos procesos, a veces sin ningún tratamiento, terminen en cuerpos de agua (ríos) y estos se contaminen con material suspendido y metales pesados (Payus, Ying y Kui, 2016). La biota es capaz de bioacumular metales y ese es el gran riesgo, no solo para el medio ambiente en general, sino también para la salud humana.

El 29 de julio de 2016 Ecuador ratificó el convenio de Minamata, acuerdo internacional diseñado para controlar el comercio, reducir el uso, emisión y liberación de mercurio al medio ambiente (Ministerio del Ambiente, 2018). Sin embargo, en la minería ilegal continúan utilizando mercurio para recuperar el oro fino mediante el proceso de amalgamación, al ser un proceso económico y rápido (Ministerio del Ambiente y Agua, 2020). En todo el mundo se libera entre 1000 y 1400 toneladas de mercurio al medio ambiente (Cole y Smith, 1984). El mercurio es liberado con residuos provocando la contaminación de cuerpos de agua. Cuando estos relaves con mercurio se vierten en las fuentes hídricas, el mercurio metálico se deposita en sedimentos, donde posteriormente se oxida en condiciones ambientales y puede transformarse en metilmercurio, forma en la que el mercurio se mueve con facilidad a través de la cadena alimenticia (biomagnificación) (Gonçalves, Marshall, Kaplan, Moreno-Chavez y Veiga, 2017).

La contaminación por metales pesados y metaloides en ríos y suelos en las zonas mineras de Ecuador, son los casos más alarmantes que se evidencian en la actualidad, los cuales provocan efectos negativos en recursos hídricos, fauna, flora y en los seres humanos (Payus, Ying y Kui, 2016).

Los metales pesados son elementos que, por su naturaleza, no son biodegradables, y poseen una densidad y peso atómico elevado. Ingresan a los organismos vivos por absorción, ingestión o inhalación, y se pueden acumular en el suelo, sedimentos, plantas, alimentos, tejidos de animales, así como el mismo cuerpo humano, (Payus, Ying, y Kui, 2016). Se clasifican en tres grupos; el primer grupo comprende a los metales más tóxicos, aun en concentraciones muy bajas y estos son mercurio (Hg), cadmio (Cd) y plomo (Pb) (Zaynab et al. 2022). El segundo incluye el bismuto (Bi), itrio (Y), arsénico (As), talio (Tl) y antimonio (Sb); con metales con menor peligrosidad. El tercer grupo corresponde a metales que son tóxicos únicamente por encima de un límite de concentración, pues estos son importantes procesos fisiológicos; entre estos metales destacan zinc (Zn), cobalto (Co), cobre (Cu), hierro (Fe) y selenio (Se) (Li, McBride, Zhuang, Li, Wang y Zou, 2013).

La contaminación por metales pesados de fuentes hídricas y sus ecosistemas acuáticos asociados es un problema grave,

pues sus implicaciones llegan a incluir consecuencias sobre la salud humana. Metales como el plomo y el cadmio se acumulan gradualmente en el cuerpo humano, y se asocian a una variedad de enfermedades que afectan al sistema cardiovascular, órganos como los riñones, los huesos y el sistema nervioso (Li et al., 2013).

También es sabido que, cuando los metales pesados ingresan en los sistemas acuáticos en altas concentraciones, provocan cambios ecológicos debido a los impactos sobre la biota; su persistencia y tendencia a acumularse en sedimentos prolonga en el tiempo los efectos adversos de este tipo de contaminantes (Li et al., 2013). Los sedimentos actúan como sumidero y fuente posterior de contaminantes, por tanto, su estudio es clave para comprender la dinámica de los contaminantes en cuerpos de agua que recibieron cargas contaminantes en el pasado (Morales-Caselles, Kalman, Riba, DeIvalls, 2007). En los sedimentos, los contaminantes acumulados, pueden alcanzar concentraciones superiores a las del agua con el que están en contacto (Araújo, Diz, Tornero, Lubián, Blasco y Moreno-Garrido, 2010), razón por la cual cualquier estudio de calidad ambiental de un cuerpo de agua debería incluir el muestreo y análisis de los sedimentos asociados.

Las plantas en contacto con metales pesados son afectadas debido a la inhibición de los procesos fisiológicos como la fotosíntesis, respiración y elongación de las raíces (Tarras-Wahlberg, Flachier, Lane y Sangfors, 2001). Por supuesto, existen algunas plantas que tiene más resistencia a este tipo de contaminación e incluso son aprovechadas para tareas de fitorremediación de suelos (Sytar, Brestic, Taran y Zivcak, 2018). En zonas muy contaminadas, en las que tanto suelos como aguas naturales están afectadas por la contaminación con metales pesados, la fitorremediación constituye una estrategia de remediación menos invasiva.

El pescado es uno de los alimentos importantes en la dieta de los seres humanos, sin embargo, también se puede considerar una fuente peligrosa de metales pesados (Li et al. 2013). Los metales pesados se acumulan en los tejidos de los peces, en mayor proporción en el músculo; en un ambiente contaminado, los metales pueden ingresar por tres rutas: las branquias, el tracto digestivo y la superficie corporal. El desarrollo y crecimiento de los peces está estrechamente relacionado con la temperatura y el suministro de nutrientes, y se ve obstaculizado por alimentos tóxicos con carga de metales (Zaynab et al., 2022).

Los peces son capaces de detectar y huir de la contaminación para sobrevivir, lo que reduce la probabilidad de sufrir riesgos tóxicos letales o subletales, sin embargo, esta movilización de los organismos ocasiona cambios en el ecosistema del cual huyen (Araújo et al., 2018). En varios estudios se pudo comprobar el comportamiento de los peces ante zonas contaminadas donde pececillos (*Pimephales promelas*) evadían arroyos naturales contaminados, (Hartwell et al., 1987). En ciertos arroyos de Montana, en EE. UU., se encontró reducidas poblaciones de truchas (*S. trutta*), pues estas evitaban la contaminación por metales pesados de esta área (Woodward et al., 1995). Los peces que permanecen en aguas contaminadas tienen evidentes signos de toxicidad; la

inhibición de crecimiento de los peces, así como cambios metabólicos, fisiológicos e histológicos, son afectaciones que han sido reportadas en el pasado (Zaynab et al., 2022).

En este trabajo se sistematiza resultados analíticos sobre contenido de metales en muestras de agua, suelo, sedimentos, plantas y peces, obtenidos en el marco del proyecto “Efecto sobre el ambiente de la prohibición del uso del mercurio en minería y riegos toxicológicos asociados al mercurio y otros metales pesados” (Código PIMI 16-05). Se realiza una evaluación del movimiento de metales pesados desde el agua, que se supone es el agente que mueve los contaminantes desde el lugar donde se generan, hacia suelos, sedimentos, plantas y peces. Para esto se determinaron los Factores de Enriquecimiento (EF) para suelos y los Factores de Bioconcentración (BCF) para las plantas. Asimismo, las concentraciones de metales halladas en las diferentes matrices fueron comparadas con estándares de calidad nacionales e internacionales para, de esta manera, lograr una valoración de la calidad ambiental de las zonas objeto de estudio.

2. METODOLOGÍA

2.1 Zona de estudio

El muestreo se realizó en las provincias de El Oro y Zamora en el año 2019 durante la época lluviosa (febrero-marzo) y seca (julio-agosto). El territorio de ambas provincias está influenciado por la actividad minera del oro. Se recolectaron un total de 87 muestras de agua, 126 muestras de suelo de cultivos (dos muestras, a dos diferentes profundidades, por cada sitio de muestreo), 62 muestras de sedimentos, 45 muestras de plantas y 42 muestras de peces. Las muestras de agua se recolectaron en tubos Falcon® (50 mL); se rellenaron cuatro tubos por punto de muestreo, dos con agua filtrada a través de un filtro de nitrocelulosa (tamaño de poro de 0,45 µm) y dos con agua sin filtrar. A cada tubo Falcon® se le agregaron dos gotas de ácido nítrico, HNO₃ (65% p/p, Fisher Chemical) para acidificar y asegurar la conservación de las muestras hasta su digestión ácida en el laboratorio. Las muestras fueron almacenadas, protegidas de la luz, a una temperatura de 4-8 °C mientras duraron tareas relacionadas al muestreo. Las muestras de agua fueron enviadas a la “University of Utah Earth Core Facility” (EE. UU.) para su procesamiento. Se realizaron mediciones *in situ* de los siguientes parámetros fisicoquímicos de calidad de agua: temperatura (°C), contenido de oxígeno disuelto (mg/L), conductividad eléctrica (µS/cm), pH, y potencial de oxidación-reducción (mV). Estas mediciones se realizaron con un equipo multiparámetro Professional Plus (Pro-Plus).

Las muestras (disturbadas) de suelos de cultivos fueron obtenidas con un barreno. Se colectaron porciones de aproximadamente 500 g de suelo a dos profundidades: suelo superficial hasta 20 cm de profundidad y desde 50 cm de profundidad. Las muestras de sedimento fueron colectadas en las orillas de los cuerpos de agua con ayuda de una pequeña pala de punta de acero inoxidable. Se colectaron muestras de plantas, tanto de aquellas que producen alimentos como de algunas plantas nativas que potencialmente podrían ser usadas

para tareas de fitorremediación de suelos en virtud de la facilidad que tienen para absorber y acumular metales en su biomasa. En general, el material vegetal recolectado fueron hojas completamente desarrolladas. Se procedió a la captura de organismos acuáticos (peces) en ríos de la zona de estudio. Al igual que las muestras de agua, las muestras de suelo, sedimentos, plantas y peces (recolectadas en fundas Ziploc®), fueron almacenadas hasta su procesamiento a una temperatura de 4-8 °C. Se registraron las coordenadas de los sitios donde fueron obtenidas las muestras. Todas las muestras se transportaron a instalaciones de la Escuela Politécnica Nacional (EPN) para su procesamiento. Las muestras fueron guardadas bajo refrigeración a 4 °C hasta su procesamiento.

2.2 Análisis químico

Suelos y sedimentos fueron secados a temperatura ambiente durante 4 semanas. Las muestras de plantas y de peces (trituras manualmente), previa limpieza con agua Milli-Q®, fueron deshidratadas en un liofilizador de laboratorio Leybold. Las muestras secas o liofilizadas fueron sometidas a digestión ácida en un horno microondas Ethos UP (Milestone). Se llevó a digestión ácida una mezcla de 150 mg de muestra (suelo/sedimento secos o plantas/peces liofilizados), 6 mL de HNO₃ (65% p/p, Fisher Chemical) y 2 mL de ácido clorhídrico, HCl (37% p/p, Merck). El extracto obtenido, es decir, el líquido sobrenadante resultante de la digestión fue decantado y aforado a 50 mL con agua Milli-Q®.

Los extractos fueron trasvasados a tubos Falcon® y enviados a la “University of Utah Earth Core Facility” (EE. UU.) para la medición de las concentraciones de los metales en un equipo de espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS). Los metales analizados, con sus respectivos límites de detección, se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Límites de detección de metales analizado en muestras de aguas, suelos/sedimentos, alimentos y plantas¹

Metal	Símbolo	Agua (mg/L)	Suelo /Sedimentos (mg/kg)	Alimentos/ Plantas (mg/kg)
Litio	Li	3,56E-03	3,62E-04	6,83E-04
Berilio	Be	4,95E-06	4,02E-07	2,91E-07
Boro	B	7,66E-03	1,56E-03	4,48E-03
Sodio	Na	1,35E-02	4,12E-02	1,72E-02
Magnesio	Mg	1,57E-03	1,29E-03	3,20E-04
Aluminio	Al	3,38E-03	3,94E-03	1,96E-03
Potasio	K	1,56E-01	6,05E-02	6,48E-02
Calcio	Ca	1,58E-02	5,47E-03	4,51E-03
Escandio	Sc	3,72E-05	5,39E-06	7,91E-06
Vanadio	V	1,69E-04	5,07E-04	1,40E-06
Cromo	Cr	1,06E-04	4,61E-05	1,10E-05
Manganeso	Mn	1,45E-04	4,69E-04	1,26E-05
Hierro	Fe	7,78E-03	4,97E-04	3,14E-04
Cobalto	Co	1,72E-05	3,19E-06	1,33E-06

Tabla 1. continuación...

Metal	Símbolo	Agua (mg/L)	Suelo /Sediments (mg/kg)	Alimentos/ Plantas (mg/kg)
Níquel	Ni	9,49E-05	1,12E-04	1,85E-05
Cobre	Cu	2,20E-04	3,18E-04	5,18E-05
Zinc	Zn	3,65E-04	2,22E-04	1,15E-03
Rubidio	Rb	1,66E-05	1,38E-05	1,34E-05
Estroncio	Sr	3,71E-05	3,77E-05	5,63E-06
Itrio	Y	1,37E-06	1,64E-06	1,97E-07
Arsénico	As	2,87E-05	3,25E-05	3,41E-06
Molibdeno	Mo	4,73E-05	1,01E-05	5,14E-06
Selenio	Se	1,52E-04	2,81E-05	2,19E-05
Cadmio	Cd	4,82E-06	1,22E-06	6,12E-07
Estaño	Sn	2,47E-06	4,66E-06	2,21E-07
Antimonio	Sb	5,31E-04	4,41E-06	4,65E-06
Cesio	Cs	3,47E-06	6,27E-07	7,00E-07
Bario	Ba	4,64E-05	3,29E-05	6,18E-06
Lantano	La	2,65E-06	2,16E-06	1,23E-06
Cerio	Ce	7,25E-06	6,85E-06	1,14E-06
Praseodimio	Pr	3,87E-07	6,03E-07	9,65E-08
Neodimio	Nd	2,82E-06	3,11E-06	3,72E-07
Samario	Sm	0,00E+00	6,23E-07	0,00E+00
Europio	Eu	4,04E-07	1,43E-07	5,78E-08
Gadolinio	Gd	7,38E-05	3,07E-05	7,91E-06
Terbio	Tb	1,61E-07	6,16E-08	2,57E-08
Disprobio	Dy	7,23E-07	4,64E-07	0,00E+00
Holmio	Ho	1,58E-07	7,43E-08	0,00E+00
Erbio	Er	5,84E-07	2,83E-07	7,24E-08
Iterbio	Yb	1,24E-06	1,76E-07	6,79E-08
Lutecio	Lu	0,00E+00	4,71E-08	2,79E-08
Talio	Tl	2,18E-06	6,91E-07	2,93E-07
Plomo	Pb	1,59E-05	5,42E-05	1,81E-06
Bismuto	Bi	2,19E-06	1,13E-06	3,54E-07
Torio	Th	3,61E-06	1,13E-05	4,30E-06
Uranio	U	2,94E-06	2,68E-06	1,76E-07

¹ Los límites de detección para los metales fueron proporcionados por la University of Utah Earth Core Facility (EE. UU.)

2.3 Comparación con estándares

Las concentraciones de los diferentes metales en las muestras de agua, suelo, sedimentos y alimentos fueron comparadas con límites máximos permisibles establecidos por normas ecuatorianas e internacionales.

Para agua se utilizó el "LIBRO VI Anexo 1" dictada por la Ley de Gestión Ambiental y según los Criterios Nacionales Recomendados de Calidad del Agua/Criterios de Vida Acuática establecido por la EPA (TULSMA, 2018; EPA, 2021). Los valores del Anexo 2 del LIBRO VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente junto con los de la FAO/WHO fueron usados como referencia correspondieron a los límites máximos permisibles para metales pesados en suelos/sedimentos (TULSMA, 2018, FAO/WHO, 2001). Para alimentos se utilizaron los límites máximos permisibles establecidos por el Codex Alimentarius y según el Registro Federal de Instrumentos Legislativos F2011C00542 de la legislación australiana (Codex, 2002; FAO/WHO, 2001; New Zealand Gazette, 2016).

Mediante estas comparaciones se buscó verificar la calidad del agua, suelo, sedimentos y alimentos que se cultivan en la zona de estudio.

2.4 Enriquecimiento de metales en suelo, sedimento, plantas y peces

Con el fin de valorar los niveles de contaminación en los distintos sitios de muestreo, se calculó el Factor de Enriquecimiento (EF) para el caso de suelos y sedimentos. Para esto se requiere de un metal de referencia, que suele ser Mn, Fe o Al (Hamad, Balzter y Kolo, 2018). Este factor permite identificar en que proporción se ha enriquecido un metal en el suelo o sedimento respecto a valores promedio de concentración de ese metal en la corteza terrestre. Dicho enriquecimiento podría ser atribuido a actividades antropogénicas. El EF se calcula mediante la Ecuación (1).

$$EF = \frac{\left(\frac{C_x}{C_{Al}}\right)_{Muestra}}{\left(\frac{C_x}{C_{Al}}\right)_{Corteza\ terrestre}} \quad (1)$$

Donde $\left(\frac{C_x}{C_{Al}}\right)_{Muestra}$, representa el cociente de las concentraciones del metal objeto de evaluación y del aluminio (metal de referencia) en la muestra de suelo o sedimento, y $\left(\frac{C_x}{C_{Al}}\right)_{Corteza\ terrestre}$, representa el cociente de las concentraciones del metal objeto de evaluación y del aluminio (metal de referencia) en la corteza terrestre. Las concentraciones de los diversos metales en la corteza terrestre son valores promedio teóricos que fueron obtenidos de Hamad, Balzter y Kolo (2018).

Para plantas y peces se calculó el Factor de Bioconcentración (BCF) (Sakakibara, Ohmori, Ha, Sano y Sera, 2011). El BCF para plantas y peces se calculó mediante las ecuaciones (2) y (3).

$$BCF = \frac{C_{planta}}{C_{suelo/sedimento/agua}} \quad (2)$$

$$BCF = \frac{C_{pez}}{C_{sedimento/agua}} \quad (3)$$

Donde C_{planta} , representa la concentración del metal en la planta; $C_{suelo/sedimento/agua}$, representa la concentración del metal en el medio en el cual creció la planta. En el caso del BCF para peces C_{pez} , representa la concentración del metal en el pez, mientras que, $C_{sedimento/agua}$, representa la concentración del metal en el agua o sedimentos según su entorno.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al recabar los datos de las concentraciones de diferentes metales en los alimentos estudiados, tanto para la provincia de Zamora Chinchipe como para la provincia de El Oro, se ha procedido a seleccionar los metales que se encuentran normados (As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni y Pb), pues las concentraciones de estos son susceptibles de comparación con valores de referencia de organismos de control. De acuerdo

con la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), los metales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- 1) Metales con requerimiento de ingesta diaria (Ca, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, K, Na y Zn), y
- 2) Metales nocivos para salud humana (Al, Sb, As, Ba, Be, Cd, Pb, Hg, Sr, Ni, Tl, U y V).

Debe destacarse que las zonas de estudio están dentro de dos provincias con importantes antecedentes de minería metálica.

3.1 Evaluación de posibles zonas contaminadas en la provincia de El Oro

En este estudio, en la provincia de El Oro se establecieron 15 zonas de evaluación, de las cuales se obtuvieron muestras de agua, suelo, sedimentos, plantas, peces y alimentos. La distribución de las muestras en las zonas se puede encontrar en la Tabla FTIII (Fichas Técnicas).

En la Tabla 2, se presenta el contenido de As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni y Pb en muestras de alimentos y suelos de 5 de las 15 zonas preestablecidas. Estas 5 zonas tienen muestras de alimentos y suelo con concentraciones por encima de los límites máximos permisibles según la FAO/WHO y el Codex Alimentarius.

Los resultados indican que, el mínimo y máximo contenido de As fue determinado en dos frutos diferentes; cacao en la Zona 9 (0,002 mg/kg) y plátano en la Zona 4 (12,652 mg/kg). Sin embargo, en la Zona 1 también se evidencia un elevado contenido de este metal en yuca (0,691 mg/kg). Las concentraciones que sobrepasan los límites máximos permisibles se encuentran en las zonas 1 y 4. Un estudio previo (Soto et al., 2020) referido a sitios mineros evaluó el contenido de Hg, As, Cd y Pb en frutos, raíces, y hojas de yuca y plátano; no se detectó As en el tubérculo, sin embargo, en las hojas de yuca se encontraron una concentración elevada As (2,952 mg/kg). En el presente estudio se observó que el contenido de As en las hojas de yuca era 0,009 mg/kg, es decir, 328 veces inferior al valor obtenido por Soto et al. (2020). Esta diferencia se atribuye a que el contenido de arsénico en el suelo de este estudio y el evaluado por Soto et al. (2020) también tenían diferente concentración (0,864 y 6,27 mg/kg, respectivamente). En cuanto al plátano, Soto et al. (2020) observó que las hojas tenían una concentración de As de 0,820 mg/kg mientras que en el fruto era <0,006 mg/kg. En el presente estudio este valor es casi 6 veces mayor en la hoja, sin embargo, es 2108 veces mayor en el fruto. Es decir, la parte comestible de la planta supera ampliamente el límite máximo permisible para el As. También se realizó una evaluación de la presencia de Cd y As en cada zona. Los valores observados resultaron ser similares a los obtenidos en otro estudio realizado en Ecuador (Barraza et al., 2018). La ingesta de As o especies químicas que lo contienen pueden causar deterioro de los glóbulos rojos, afecta el sistema cardiovascular, riñones y el sistema nervioso central. Asimismo, el consumo continuado de As puede causar cáncer de pulmón. Se sabe que este elemento afecta procesos celulares importantes, pues funciona como un veneno protoplasmático que afecta el funcionamiento de las células (mitosis, respiración celular y vía metabólica) y no permite una correcta síntesis de ATP (Karn, 2021).

Otro de los metales tóxicos y con regulación nacional e internacional, como es el Cd, fue observado con concentraciones mínima y máxima correspondiente a dos frutos, plátano (0,001 mg/kg) en la zona 10 y cacao (0,058 mg/kg) en la zona 9, respectivamente. La presencia de Cd en la zona 9 es la que excede el límite máximo permisible (0,05 mg/kg) establecido por la OMS para alimentos de consumo humano (FAO/WHO, 1995). En el año 2019, se realizó un estudio con muestras de banano de establecimientos comerciales en 12 provincias del Ecuador (Romero, Yáñez, Simbaña y Navarrete, 2019), incluida la provincia de El Oro; el resultado fue un valor promedio de 0,0298 mg/kg, y este valor es casi 2 veces inferior al obtenido en el presente estudio. En estudios similares realizados en varios países, se reportaron diversos valores de concentración de Cd en plátano: Serbia (<0,0003 mg/kg), Bangladesh (No detectado), Nigeria (No detectado) y Jamaica (0,057 mg/kg) (Orisakwe, Nduka, Amadi, Dike y Bede, 2012; Škrbic, Živančev y Mrmoš, 2013; Shaheen et al., 2016; Antoine, Fung y Grant, 2017). Con la consideración del contenido de Cd en el suelo, se podría esperar en ciertos escenarios que este metal aparezca en concentraciones peligrosas en plátano. El cadmio es un metal que al ingresar en el cuerpo funciona como un elemento biopersistente. Los cuadros clínicos que puede causar son elevación presión arterial, regulación incompleta del calcio, contracciones en los músculos y daño de los pulmones (Karn, 2021).

Las concentraciones mínimas y máxima de Cu en las muestras de frutos y vegetales fueron 0,102 mg/kg para plátano en la zona 10 y 1,647 mg/kg para yuca en la zona 1, respectivamente. Estos valores no sobrepasan los límites máximos permisibles para el Cu (4,5 y 40 mg/kg, para frutos y tubérculos, respectivamente) (FAO/WHO, 1995).

En la zona 9 y 1, se observa el valor mínimo (0,002 mg/kg) y máximo (1,272 mg/kg) de Cr. La yuca (tubérculo) de la zona 9 supera el límite máximo permisible (1 mg/kg) (Diario Oficial de la Unión Europea, 2015). En el 2015 se realizó un estudio en Ghana en el cual se analizó el contenido de Cr en 33 muestras de yuca del área de Tarkwa (destacado centro de extracción minera de oro) y se observaron un contenido mínimo (0,010 mg/kg) y máximo (0,2 mg/kg) (Bortey-Sam et al., 2015). En otro estudio similar, que se ocupó de evaluar un escenario contaminado con diversos metales, el contenido de Cr en yuca fue de 1,53 mg/kg (Obiora, Chukwu y Davies, 2015). También se evaluó el contenido de Cr en las hojas de yuca (2,36 mg/kg), este valor fue casi 215 veces mayor al obtenido en este estudio (0,011 mg/kg). Los daños que puede causar a la salud, la ingestión de cromo son dermatitis alérgica y pérdida de cabello, e inflamación del revestimiento de la nariz. También, en la región digestiva, puede desarrollarse anemia, úlcera de intestino delgado y estómago (Karn, 2021).

La concentración de Hg en las muestras de alimentos evaluadas varía en un rango de 4,51E-06 mg/kg en cacao en la zona 9 y 4,51E-06 mg/kg en 1.13E-04 en la zona 4. Este metal, en la actualidad, es uno de los más problemáticos por su alta toxicidad y el peligro que representa para la salud humana. No existen límites máximos permisibles para frutos y vegetales, pues simplemente no debería estar presente en estos productos.

Sin embargo, se puede evidenciar que el cacao presenta trazas de este metal y, al ser un alimento, se puede biomagnificar a través de la cadena alimenticia. El contenido de Hg en el suelo agrícola se encuentra regulado en el Ecuador (0,1 mg/kg) y también por la FAO/WHO (2 mg/kg) (Ministerio del Ambiente y Agua, 2020; FAO/WHO, 1995). La presencia de Hg en el cacao se puede atribuir a la facilidad que tiene este árbol para absorber sustancias tóxicas en suelo, fundamentalmente metales pesados liberados por operaciones de la minería (Essumang, Dodoo, Obiri y Yaney, 2007). Frecuentemente el método de ingreso del Hg al organismo es vía nasal, y al ingresar se convierte en una neurotoxina que afecta a las células del sistema nervioso central y provoca en la persona pérdida de memoria, temblores, depresión, inquietud e insomnio. Debido a que, por esta vía, el pulmón es el que interactúa con el elemento, se puede resultar en insuficiencia pulmonar, enfermedades autoinmunes, caída del cabello, insuficiencia renal y pérdida de la visión (Karn, 2021).

La presencia de Ni en las muestras recolectadas varía en un rango de 0,008 mg/kg en la zona 10 (plátano) a 4,504 mg/kg en la zona 3 (hoja de cacao). Además, la zona 13 en la muestra de plátano presenta un contenido de Ni de 1,083 mg/kg, este valor supera el nivel máximo permisible establecido por la FAO/WHO (0,8 mg/kg). En estudios previos el contenido de Ni en la muestra de plátano era incluso inferior al límite de cuantificación. Sin embargo, el contenido en el suelo se mantenía entre 14,3 y 42,3 mg/kg, mientras que, en el actual estudio a 20 cm de profundidad la concentración de Ni fue 0,234 y 0,210 mg/kg a 50 cm. Por otro lado, en la investigación de Ghana se obtuvieron valores superiores en el fruto cuyo valor mínimo y máximo fue 4,8 y 20 mg/kg, respectivamente (Bortey-Sam et al., 2015). Al ingresar al sistema, este elemento puede causar enfermedades alérgicas en la región de la boca, neurotoxicidad, inmunotoxicidad, enfermedades alérgicas de la piel, afecta la fertilidad y cáncer de pulmón, a largo plazo puede causar cáncer, esto se frecuentemente en refinería o sitios mineros (Karn, 2021).

La presencia de Pb en las muestras analizadas se encontraba entre los valores de 0,002 mg/kg (mínimo) y 17,489 mg/kg (máximo) estos valores correspondían a las muestras de fruto de cacao (zona 2) y hoja de mango (zona 12), respectivamente. Sin embargo, en la zona 1 y 4 se encontró que el contenido de Pb excedía los límites seguros establecidos por el Codex Alimentarius (0,05 mg/kg para frutos y 0,1 mg/kg para tubérculos) en la muestra de yuca (0,175 mg/kg) y de plátano (1,173 mg/kg), respectivamente (Codex, 1995). El contenido de este metal tóxico en el suelo en la zona 1 fue 0,369 y 0,374 mg/kg a 20 y 50 cm de profundidad, respectivamente. El contenido de Pb en la yuca excede en aproximadamente 2 veces el límite máximo permisible, mientras que, el contenido en el plátano excede 23 veces lo permitido por los entes de regulación. En el estudio de Bazarra realizado a muestras de plátano en el año 2018, el nivel de Pb en el fruto (< límite de detección) fue inferior al del presente estudio, mientras que, en suelo (0,0169 mg/kg a 20 cm de profundidad) fue 16 veces mayor, lo que demuestra que esta zona se encuentra con altos niveles de concentración de Pb (Barraza et al., 2018). En otro estudio realizado en la provincia de El Oro en 2019 el contenido de Pb fue 0,2082 mg/kg, siendo inferior al del

presente estudio (Romero, Yáñez, Simbaña y Navarrete, 2019). En 2018 en un estudio realizado a cultivos de bananas en Brasil se encontró que los valores de Pb (1,54 mg/kg) eran superiores a los obtenidos en el presente estudio, esto se explica por altos niveles de contaminación en el área industrial en Rio de Janeiro (Flores et al., 2018). El Pb puede ingresar al organismo mediante ingestión inhalación y puede provocar, en el caso de niños, desarrollo correcto de las actividades cerebrales desembocando en pérdida de memoria, inteligencia reducida, y discapacidades en el aprendizaje y resolución de problemas. En el caso de adultos provoca enfermedades gastrointestinales, riñones, enfermedades cardiovasculares, pulmones y sistema nervioso central (Karn, 2021).

3.2 Evaluación de posibles zonas contaminadas en la provincia de Zamora Chinchipe

En la provincia de Zamora Chinchipe se obtuvo 6 zonas de evaluación, esta clasificación se puede encontrar en las Fichas IV en la Tabla FTIV.1 y FTIV.2. Además, también se realizó una categorización según los metales que se encuentran normados, y a partir de la clasificación de la FDA: 1) Metales con requerimiento de ingesta diaria y 2) Metales tóxicos para la salud (FDA, 2021).

Los resultados de concentración de metales con regulación (As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni y Pb) en muestras de frutos, hojas y suelos se presentan en la Tabla 3. Según los resultados obtenidos, 2 de las 6 zonas analizadas en la provincia de Zamora Chinchipe se reportó niveles Pb superiores a los límites máximos permisibles, puesto que, el contenido de Pb en ambas zonas superaba los límites máximos permisibles en alimentos establecido por el Codex Alimentarius (Codex, 2002).

La zona 5 es una de las zonas de donde se recolectó una muestra de tomate de un vivero en Chinapintza y sobrepasa los límites máximos. La concentración de los metales en esta zona va en orden decreciente de la siguiente manera: Cr>Pb>Cu>As>Ni>Cd>Hg, donde el nivel de Cr fue el valor máximo, pues, su contenido en el suelo (0,303 mg/kg a 20 cm de profundidad) supera el de los otros metales, sin embargo, no supera los límites máximos establecidos por la norma ecuatoriana (20 mg/kg) (Ministerio de Ambiente y Agua, 2020). Por otro lado, el Hg fue el mínimo (0,00016 mg/kg) este no supera los límites permisibles, sin embargo, es importante realizar un monitoreo continuo, pues la concentración de Hg así sea mínima puede provocar daños en el organismo y efectos nocivos en la salud humana.

Al comparar la concentración de Pb en el fruto (0,104 de tomate con los límites máximos permisibles (0,1 mg/kg), se puede observar que supera los niveles máximos de control de este metal en el fruto (Codex, 2002). En estudios similares se obtuvieron valores inferiores (0,00278 mg/kg), respecto al presente estudio (Ali, 2012). Mientras que, en otro estudio ejecutado en el 2009 se obtuvieron valores aproximadamente 12 veces mayor, las elevadas concentraciones de Pb se atribuyeron principalmente al uso de fertilizantes, minería y contaminantes atmosféricos que contienen metales pesados, que progresivamente se depositan en los suelos y se transfieren a

las plantas por absorción en los suelos contaminados. El Pb se acumula en los vegetales de hoja debido a su extensa superficie, así como por su directa precipitación sobre las partes áreas de las plantas (Khudair, 2021).

Las concentraciones de Cu (0,085 mg/kg), As (0,016 mg/kg), Ni (0,007 mg/kg), y Cd (0,014 mg/kg) en el tomate (fruto) no superaban los límites permisibles y estos valores también fueron inferiores a los niveles encontrados en estudios previos (Khudair, 2021; Ali y Qahtani, 2012; Shaheen et al., 2016).

Otra de las zonas con presencia de contaminación fue la zona 6, de donde se ha recolectado una muestra de yuca (fruto y hoja) y del suelo correspondiente al lugar, cuyos valores se encuentran en la Tabla 3. El nivel de concentración de los metales presentes en las muestras analizadas en la zona 6 se ordenaron de forma decreciente de la siguiente manera: Pb>Cr>Cu>>Ni>As>Cd>Hg, donde el metal con la mínima concentración fue el Hg (0.000027 mg/kg) que corresponde a la hoja de yuca, mientras que, el metal con mayor concentración fue el Pb (0,444 mg/kg) en la yuca. Este valor presente en la yuca sobrepasa 4 veces el nivel máximo permisible (0,1 mg/kg) establecido por el Codex (Codex, 2002). En un estudio realizado en cultivos de yuca en Khana-Nigeria se reportó concentraciones 7 veces superiores a los valores obtenidos en el presente estudio (Kalagbor y Ihesinachi, 2015).

El nivel de As se encuentra en un rango de 0,001 y 0,014 mg/kg que corresponde a la muestra de hoja y fruto de yuca, respectivamente. Estos valores se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles (1 mg/kg) (FAO/WHO, 1995). Los valores obtenidos son similares a los encontrados en la Amazonia ecuatoriana en un estudio realizado en 2018 (Barraza et al., 2018). La concentración de As en la muestra de suelo en el presente estudio fue <0,01 mg/kg, mientras que en el realizado por Barraza fue 0,0087 mg/kg, por lo que la concentración en el suelo también es similar y no sobrepasa lo establecido por la norma ecuatoriana (5 mg/kg) e internacional FAO (1 mg/kg) (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021; WHO/FAO, 1995).

La concentración de los siguientes metales As, Cd, Cu, Cr, Hg y Ni se encontraban bajos los límites máximos permisibles establecidos para estos metales por la FAO/WHO y según el Codex Alimentarius (Codex, 2002; FAO/who, 1995). Estos valores son similares a los obtenidos por Barraza et al. (2018).

3.3 Evaluación de la presencia de metales pesados en plantas

En la provincia de El Oro se evaluó a partir del Factor de Bioconcentración (BCF) el nivel de acumulación de metales pesados en 6 plantas nativas de 3 zonas diferentes de esta provincia. Los resultados se encuentran en la Tabla 3.

3.3.1 Cyclanto (*Cyclanthus sp.*)

Esta planta se encontró únicamente en la zona 1, al ser una planta terrestre el BCF se determinó con relación al contenido del metal presente en la muestra de suelo. Cuando el BCF es mayor a 1, se considera que la planta es capaz de acumular el

metal en su biomasa (Li et al., 2016). De tal manera que se puede considerar que la planta Cyclanto (*Cyclanthus sp.*) acumula Cd (11.55), Mn (3.93), y Ni (1,96) (Figura 1).

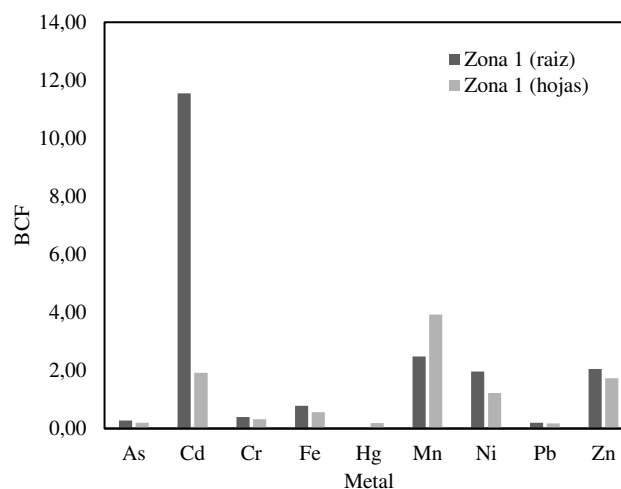


Figura 1. Factor de bioconcentración de metales pesados en la planta: Cyclanto (*Cyclanthus sp.*) de la zona 1.

3.3.2 Cartucho (*Araceae sp.*)

Esta planta presenta BCF elevados en ciertos metales como As (3,72), Cd (13,92), Fe (1,26), Mn (7,77), Ni (1,68) (Figura 2). En estudios previos se determinó esta planta como acumuladora de Fe debido a que las plantas fueron moderadamente tolerantes a exceso de Fe y sugerido para fitoextracción de humedales contaminado con Fe (Casierra-Posada et al., 2014).

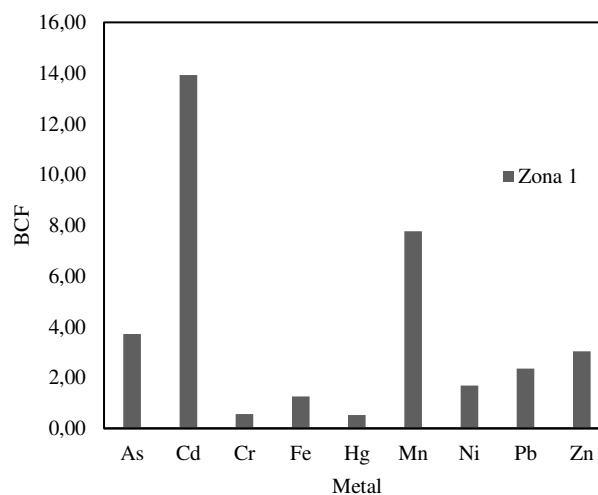


Figura 2. Factor de bioconcentración de metales pesados en la planta: Cartucho (*Araceae sp.*) de la zona 1.

3.3.3 Totora (*Juncus sp.*)

Se recolectaron muestras de Totorá o conocido también como *Schoenoplectus californicus* de la zona 1 y 2, cuyos valores de BCF fueron relevantes, pues los valores de BCF en la zona 1 para el As, Cd, Fe, Mn, Ni, Pb y Zn fueron notablemente elevados, como se observa en la Figura 3. Se puede considerar como una planta hiperacumuladora de As pues presenta el BCF supera los 350. En un estudio similar realizado por

Blanco en 2018 se reconoce esta planta como multiacumuladora de As, Fe y Zn. Lo que indica que esta planta puede sobrevivir en ambientes contaminados y además se puede emplear como instrumento para fitorremediación (Blanco, 2019).

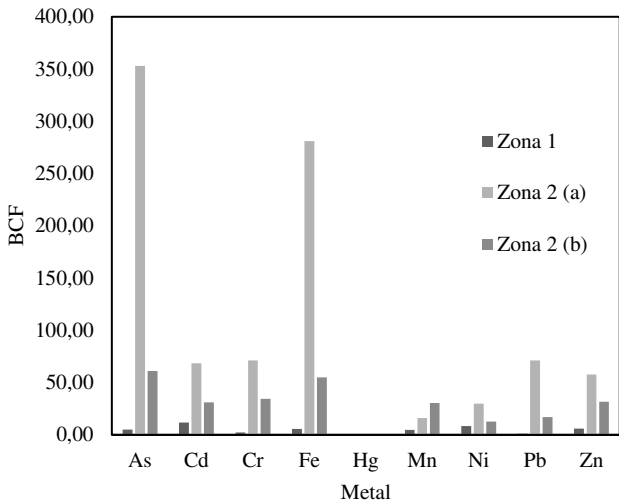


Figura 3. Factor de bioconcentración de metales pesados en la planta: Tatora (*Juncus sp.*) presente en la zona 1 y 2

3.3.4 Junquito (*Eleocharis sp.*)

Generalmente, las especies de plantas con BCF >1 acumulan metales, y mientras mayor sea, mayor es la capacidad de la planta para acumular dicho metal.

En la Figura 4, se muestra los resultados de BCF obtenidos para la zona 2 y 3. El BCF decrece de la siguiente manera As>Fe>Cr>Mn>Ni>Pb>Cd>Zn,>Hg, y encuentran en un rango de 1,63(Hg) a 108677(As). En base a estos valores de BCF, *Junquito (Eleocharis sp)* posee un enorme potencial de hiperacumulación. En un estudio similar previo se corroboró el potencial de esta planta para acumular metales pesados e incluso se considera una planta excelente para fitorremediación y fitominería (Sakakibara, Masayuki, Yuko, Nguyen, Sakae y Koichiro, 2011).

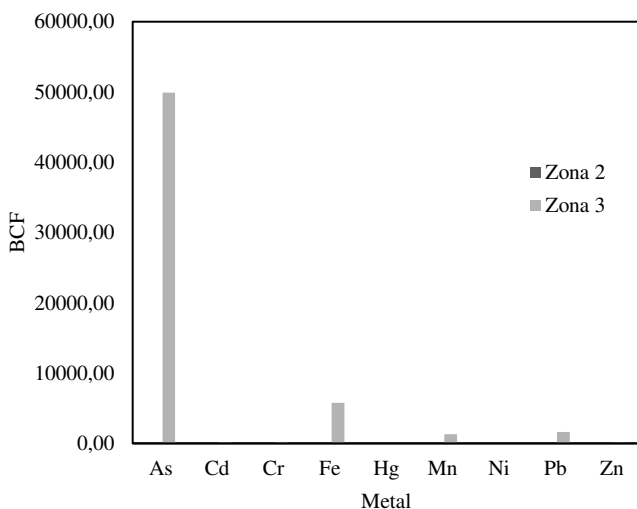


Figura 4. Factor de bioconcentración de diferentes metales pesados en la planta: Junquito (*Eleocharis sp.*) presente en la zona 2 y 3

3.3.5 Poaceae

En la Figura 5, se muestra los valores BCF de la planta *Poaceae*, como se observa en la Figura 5, el BCF se encuentra en un rango de 0,37(Hg) a 133,02(As). Al ser los valores de algunos metales BCF >1 se puede considerar apto para fitorremediación, además, se recomienda para la restauración de suelos contaminados por metales pesados de manera sostenible debido a que es capaz de acumular una gran cantidad de metales tóxicos (Patra, 2021).

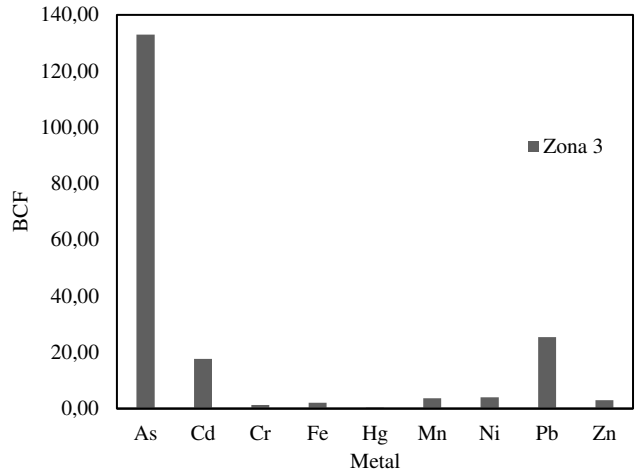


Figura 5. Factor de bioconcentración de metales pesados en la planta: *Poaceae* presente en la zona 3

3.3.6 Papiro (*Cyperus*)

Cyperus fue identificado en la zona 3, los resultados obtenidos se presentan en la Figura 6, además, el BCF se muestra de manera decreciente de la siguiente manera As>Pb>Cd>Mn>Zn>Ni>Fe>Cr>Hg, siendo 192,47 el límite superior y 0,12 el límite inferior. A partir de estos resultados y al comparar con estudios similares, se puede reconocer esta planta como multiacumuladora, por lo que se puede usar para remediar suelos contaminados por metales tóxicos debido a actividades mineras, además, se puede emplear para restaurar la vegetación en las zonas afectadas (Ilyas, Sabo y Akomolafe, 2021).

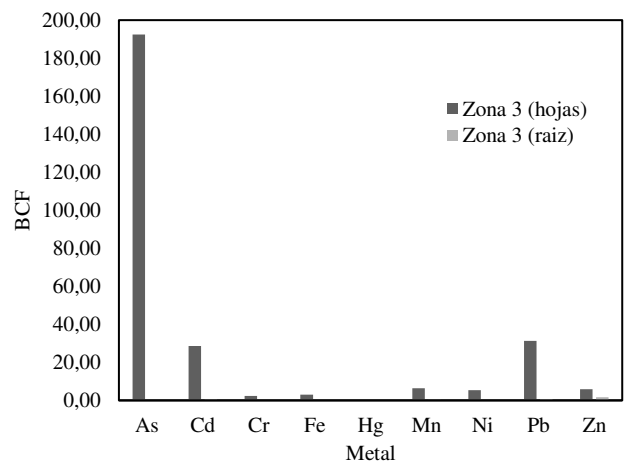


Figura 6. Factor de bioconcentración de diferentes metales pesados en la planta: Papiro (*Cyperus*) presente en la zona 3

Tabla 2. Resultados de metales pesados presentes en las zonas que sobrepasan el límite máximo permisible según la norma internacional en la provincia de El Oro (CODEX, FAO/WHO y EU).

Localización	Categoría	FECHA	CODIFIC. ORIGINAL	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)						ÉPOCA	
						As	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni		Pb
1	Alimento	8/17/2019	Aso Rio 7	1980-468	Hoja	0,009	0,000	0,106	0,011	1,56E-04	0,027	<0,005	Seca
	Alimento	8/17/2019	Aso Rio 7	1980-466	Yuca	0,691	0,004	1,647	1,272	4,01E-05	0,667	0,175	Seca
	Suelo	8/17/2019	Rio Siete Yuca	1980-230	Suelo a 20 cm	0,233	0,002	0,510	0,439	6,68E-04	0,176	0,051	Seca
	Suelo	8/17/2019	Rio Siete Yuca	1980-231	Suelo a 50 cm	0,864	0,002	0,799	0,430	4,84E-04	0,185	0,051	Seca
3	Alimento	8/13/2019	Rio Chico Cacao 373	1980-399	Hoja Cacao	0,060	0,022	0,086	0,134	2,56E-05	4,504	0,032	Seca
	Suelo	8/13/2019	Rio Chico Cacao	1980-234	Suelo a 50 cm	0,020	0,001	0,264	0,866	2,72E-04	0,975	0,041	Seca
	Suelo	8/13/2019	Rio Chico Cacao	1980-235	Suelo a 20 cm	0,021	0,001	0,686	1,079	2,77E-05	1,470	0,059	Seca
4	Alimento	8/16/2019	Guanache	1980-436	Hoja Plátano	0,145	0,001	0,257	0,067	1,84E-04	0,043	0,038	Seca
	Alimento	8/16/2019	Guanache	1980-437	Fruto Plátano	12,652	0,013	0,999	0,436	1,13E-04	0,225	1,173	Seca
	Suelo	8/16/2019	Guanache Plátano	1980-182	Suelo a 20 cm	0,341	0,001	0,001	0,889	1,72E-04	0,201	0,047	Seca
9	Alimento	3/21/2019	PV 001	1980-304	Hojas PV 001	0,011	0,170	0,111	0,017	1,35E-04	0,079	0,013	Lluviosa
	Alimento	3/21/2019	PV 001	1980-307	Fruto Cacao	0,002	0,058	0,539	0,002	4,51E-06	0,114	0,004	Lluviosa
	Suelo	3/21/2019	Pv 001	1980-220	Suelo a 50 cm	0,283	0,036	0,340	0,325	5,80E-04	0,048	1,154	Lluviosa
	Suelo	3/21/2019	Pv 001	1980-221	Suelo a 20 cm	0,124	0,003	0,277	0,272	1,13E-04	0,111	0,176	Lluviosa
13	Alimento	3/21/2019	PLATANO 007	1980-297	Fruto Plátano	0,022	0,003	0,122	0,010	4,75E-05	1,083	0,005	Lluviosa
	Alimento	3/18/2019	Plátano 007	1980-192	Suelo a 20 cm	0,761	0,003	0,979	0,443	5,04E-04	0,234	0,057	Lluviosa
	Suelo	3/18/2019	Plátano 007	1980-193	Suelo a 50 cm	0,975	0,002	1,076	0,377	2,62E-04	0,210	0,059	Lluviosa

Los valores que se encuentran indicados en **negrilla son aquellos que sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos por los entes de regulación alimentaria FAO/WHO (As, Cd, Cu, Cr, Ni y Pb) y CODEX Alimentarius (Cd, Hg y Pb).

Tabla 3. Resultados de metales pesados presentes en las zonas que sobrepasan el límite máximo permisible según la norma internacional en la provincia de Zamora Chinchipe (CODEX, FAO/WHO y EU).

Localización	Categoría	FECHA	CODIFIC. ORIGINAL	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)						ÉPOCA	
						As	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni		Pb
Zona 5	Alimento	4/25/2019	Tomate vivero	1980-390	Tomate vivero	0,016	0,014	0,085	0,004	1,60E-04	0,007	0,105	Lluviosa
	Alimento	4/27/2019	Vivero-Chinapintza 004	1980-339	Hojas de Tomate	0,003	0,001	0,083	0,014	6,79E-05	0,008	0,033	Lluviosa
	Suelo	4/29/2019	VIVERO-CHINAPINTZA 004	1980-256	Muestra de suelo tomada a 20 cm	0,023	0,001	0,077	0,303	9,83E-05	0,020	0,066	Lluviosa
	Suelo	4/30/2019	VIVERO-CHINAPINTZA 004	1980-257	Muestra de suelo tomada a 50 cm	0,031	0,001	0,101	0,203	7,40E-04	0,022	0,080	Lluviosa
Zona 6	Alimento	2/26/2019	Blanco	1980-343	Hoja de yuca	0,001	0,001	0,106	0,004	2,71E-05	0,009	<0,01	Lluviosa
	Alimento	2/26/2019	Blanco	1980-353	Yuca Tubérculo	0,014	0,001	0,163	0,121	1,11E-04	0,023	0,444	Lluviosa
	Suelo	2/26/2019	Yuca Blanco	1980-168	Muestra de suelo tomada a 20 cm	<0,01	<0,0002	0,069	0,122	6,28E-04	0,016	0,025	Lluviosa
	Suelo	2/26/2019	Yuca	1980-260	Muestra suelo tomado a 50 cm	0,006	<0,0002	0,086	0,232	5,79E-04	0,033	0,046	Lluviosa

Los valores que se encuentran indicados en **negrilla son aquellos que sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos por los entes de regulación alimentaria FAO/WHO (As, Cd, Cu, Cr, Ni y Pb) y CODEX Alimentarius (Cd, Hg y Pb).

3.4 Evaluación de la presencia de metales pesados en muestras de peces de la provincia de El Oro y Zamora Chinchipe

En la Tabla A7, se presentan los resultados de concentración de cada muestra de peces/crustáceos clasificados en 5 zonas de muestreo, 3 zonas corresponden a la provincia de El Oro y 2 a la provincia de Zamora Chinchipe.

Por otro lado, en la Tabla 4, se presenta únicamente los metales que sobrepasaron los límites máximos permisibles de metales pesados en peces/crustáceos establecidos por el Codex Alimentarius, Legislación australiana y la Unión Europea (UE). (Codex, 2002; EU, 2002)

La Dama de montaña (*Brycon atrocaudatus*) es un pez omnívoro que posee de 56 a 59 escamas y se encuentra registrado en los ríos de la región occidental del Ecuador (Jiménez-Prado et al., 2015). Esta especie fue recolectada de la zona 1 en la provincia de Zamora Chinchipe. En la Tabla 4, se puede observar los niveles de metales pesados presentes en el pez y en el río en el que habitaba. La concentración de los metales presentes se indica de forma decreciente de la siguiente manera: $As > Pb > Cd > Hg$. El nivel de As (2,417 mg/kg) sobrepasa los límites máximos permisibles (2 mg/kg) para este metal en peces, según lo que establece la legislación australiana (New Zealand Gazette, 2016). Además, el contenido de As en el agua de su entorno fue 0,106 mg/L, este valor también se encuentra por encima de los límites de calidad admisible (0,05 mg/L) para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces (Ficha III Tabla FTIII.1) (TULSMA, 2008). En cuanto a la concentración de Cd (0,009 mg/kg), Hg (8,32E-05 mg/kg) y Pb (0,141 mg/kg), se encontraban bajo los límites máximo permisibles según la UE (0,05 y 0,3 mg/kg para el Cd y Pb, respectivamente) y el Codex (0,5 mg/kg).

Esta misma especie de pez fue encontrada en el Río Vainillo en la zona 2, sin embargo, en esta muestra el nivel de Pb (0,421 mg/kg) supero el límite máximo permisible (0,3 mg/kg) (UE, 2009). Mientras que, el contenido de este metal en el agua fue 0,000278 mg/kg inferior a lo establecido por la legislación ecuatoriana (0,01 mg/kg) y según la FAO (0,0013 mg/kg). En estudio previos con diferentes especies de peces se encontraron niveles de Pb inferiores a los del presente estudio (Malavolti et al., 2020; Juresa et al., 2010).

La Sabaleta (*Brycon oligolepis*) pertenece a la misma familia de la Dama de montaña (*Bryconidae*), posee entre 44 a 48 escamas, los insectos y frutos son su principal alimentación (Jiménez-Prado et al., 2015). La muestra de esta especie se recolectó del Río 7, donde se encontró que el nivel de As (4,674 mg/kg) fue 2 veces mayor al límite establecido por la normativa australiana, además, al ser peces nativos aún no se han realizado los estudios referentes a esta especie con los que se pueda realizar una comparación y debido a que el ingreso de los metales al organismo de los peces varía dependiendo de la especie, únicamente se ha realizado una comparación en general. Así como la de Bangladesh, donde se encontró una concentración de As en los peces, en un intervalo de 0,4 a 1,3 mg/kg, siendo estos valores inferiores al del estudio actual

(Rahman et al., 2012). Además, en el 2010 en Korea del Sur, se reportó niveles de As entre 1,23 a 44,54 mg/kg, encontrando valores superiores (Islam et al., 2010). En cuanto al Cd, en un estudio realizado en Croacia (0,007 - 0,150 mg/kg) e Italia (0,008 mg/kg) se reportaron valores inferiores respecto al presente estudio (Malavpti et al., 2020; Juresa et al., 2010).

En la Tabla 5, se muestra los resultados BCF obtenido en las 5 zonas analizadas en la provincia de Zamora Chinchipe y El Oro. Además, en la Figura 8, se muestra las gráficas que relacionan el BCF de cada especie en referencia a los 4 metales tóxicos analizados (As, Cd, Hg y Pb).

La Dama de montaña (a) presenta niveles de bioacumulación Cd superior a 7000 y de Pb superior a 2000 en la zona 1(a), sin embargo, en la zona 1(b) estos valores son inferiores a 1200 (Cd) y 215 (Pb). Se puede observar que los 4 tipos de especies indiferentemente de las zonas de ubicación presentan elevados contenidos de Cd y Pb llegando a niveles superior a 6000, además, también se observa que en las especies Sabaleta y Bagrecito (*Rhamdia sp.*) presentan niveles de As entre 0,9 a 1952, mientras que, el nivel de bioconcentración de Hg alcanza valores de 2959 aproximadamente. Estos valores son realmente impresionantes, pues demuestran que existe una gran acumulación de estos metales en los peces, que evidentemente se produjo por transferencia de la concentración en el medio que habitaba hacia el organismo de los peces. El ingreso de los metales se da principalmente por absorción, ingesta, deglución e inhalación, además, la acumulación de los metales pesados incrementa con el tamaño del organismo (Davies, Allison y Uyi, 2006).

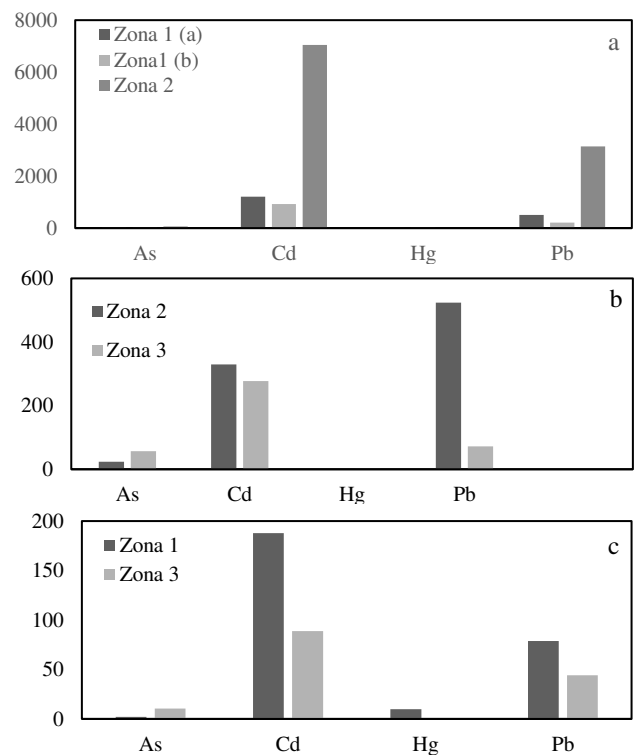


Figura 7. Factor de bioconcentracion (BCF) determinado en las zonas de estudio para el As, Cd, Hg y Pb en los peces: a) Dama de montaña; b) Sabaleta y c) Bagrecito

Tabla 4. Resultados de metales pesados presentes en peces en las zonas que sobrepasan el límite máximo (CODEX, FAO/WHO y EU) en la provincia de Zamora Chinchipe y El Oro.

Localización	Fecha	PROVINCIA	CODIFIC. ORIGINAL	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)				ÉPOCA
						As	Cd	Hg	Pb	
Zona 1	8/13/2019	EL ORO	GUAB-13-08	1980-490	Dama de montaña (<i>Brycon atrocaudattus</i>)	2,417	0,009	8,32E-05	0,141	Seca
	8/13/2019	EL ORO	R-Chico Puente	ss1980-61F	Muestra de agua de río Chico (F)	0,106	0,000	1,53E-05	0,000	Seca
Zona 2	8/16/2019	EL ORO	GUAB-13-15	1980-496	Dama de montaña (<i>Brycon atrocaudattus</i>)	0,415	0,035	8,46E-06	0,421	Seca
	8/16/2019	EL ORO	R Vainillo antes presa	ss1980-73F	Muestra de agua de Río Vainillo (F)	0,006	0,00001	8,00E-03	0,000	Seca
Zona 3	8/16/2019	EL ORO	GUAB-13-11	1980-493	Sabaleta (<i>Brycon oligolepis</i>)	4,674	0,013	1,21E-04	0,115	Seca
	8/16/2019	EL ORO	R-siete presas	ss1980-77F	Muestra de agua de Río Siete (F)	0,082	0,000	1,31E-01	0,002	Seca

Los valores que se encuentran indicados en **negrilla son aquellos que sobrepasan los límites máximos permisibles establecidos por los entes de regulación australiana (As, Cd y Pb) y CODEX Alimentarius (Cd, Hg y Pb).

Tabla 5. Factor de bioconcentración calculado en las muestras de peces recolectadas en las provincias de Zamora Chinchipe y El Oro.

Localización	Fecha	PROVINCIA	CODIFIC. ORIGINAL	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)				ÉPOCA
						As	Cd	Hg	Pb	
Zona 1	8/13/2019	EL ORO	GUAB-13-04	1980-489	Bagrecito (<i>Rhamdia sp.</i>)	2,0	188,0	9,9	78,9	Seca
	8/13/2019	EL ORO	GUAB-13-08	1980-490	Dama de montaña (<i>Brycon atrocaudattus</i>)	22,7	1205,5	5,4	505,1	Seca
	8/14/2019	EL ORO	GUAB-13-09	1980-491	Dama de montaña (<i>Brycon atrocaudattus</i>)	4,1	925,0	2,5	214,5	Seca
Zona 2	8/16/2019	EL ORO	GUAB-13-10	1980-492	Sabaleta (<i>Brycon oligolepis</i>)	23,2	330,1	0,0	524,1	Seca
	8/16/2019	EL ORO	GUAB-13-15	1980-496	Dama de montaña (<i>Brycon atrocaudattus</i>)	65,2	7044,0	0,0	3148,1	Seca
Zona 3	8/16/2019	EL ORO	GUAB-13-11	1980-493	Sabaleta (<i>Brycon oligolepis</i>)	56,8	277,4	0,0	72,2	Seca
	8/16/2019	EL ORO	GUAB-13-12	1980-494	Dama de montaña (<i>Brycon atrocaudattus</i>)	7,7	76,9	0,0	38,7	Seca
	8/16/2019	EL ORO	GUAB-13-13	1980-495	Bagrecito (<i>Rhamdia sp.</i>)	10,4	88,9	0,0	44,0	Seca
Zona 4	7/31/2019	ZAMORA	CH Puente	1980-356	Pez de CH PUENTE	3,4	22,1	2958,7	46,7	Seca
Zona 5	2/27/2019	ZAMORA	Blanco Nambija	1980-358	Cangrejo de BLANCO NAMBIJA	0,9	242,3	906,7	3,0	Lluviosa

4. CONCLUSIONES

A partir de los resultados analíticos, se puede concluir que las zonas 1, 3, 4, 9 y 13 de la provincia de El Oro podrían estar afectadas por contaminación con metales pesado, pues las concentraciones de As, Ni, Cd y Pb en alimentos sobrepasan los límites máximos establecidos por los entes de regulación. Esto es así porque, además, el suelo tiene estos elementos tóxicos. Adicionalmente, en la provincia de Zamora Chinchipe, las zonas 5 y 6 también tienen concentraciones de Pb en alimentos que superan los límites máximos permisibles.

Se evidencia que plantas locales en las zonas de estudio podrían ser clasificadas como plantas multiacumuladoras, es decir, plantas que son capaces de bioacumular múltiples metales. Esto puede ser aprovechado para remediar suelos contaminados en las zonas de estudio sin tener un impacto notable en las actividades agrícolas normales. En futuros estudios, debería ser objeto de estudio más profundo las plantas *Cyclanthus sp.*, *Eleocharis sp.*, *Cyperus*, *Araceae sp.*, *Juncos sp.* y *Poaceae*.

Las especies de peces que fueron capturadas en la provincia de El Oro presenta elevadas concentraciones de As y Pb; los niveles de BCF indican que en todas las especies capturadas existe bioacumulación de metales pesados. Si bien ninguna de estas especies es un pez comercial con fines de alimentación, no se puede descartar que otras especies que si son para alimentación humana también bioacumulen metales pesados. Es necesario clasificar las especies piscícolas aun existentes en estos cuerpos de agua, identificar cuáles pueden servir de alimento y determinar los riesgos asociados a su consumo.

REFERENCIAS

- [1] Ali, Mohamed H. H., y Khairia M. Al-Qahtani. (2012). "Assessment of some heavy metals in vegetables, cereals and fruits in Saudi Arabian markets". *Egyptian Journal of Aquatic Research* 38(1):31–37. doi: 10.1016/j.ejar.2012.08.002.
- [2] Antoine, Johann M. R., Leslie A. Ho. Fung, y Charles N. Grant. (2017). "Assessment of the potential health risks associated with the aluminium, arsenic, cadmium and lead content in selected fruits and vegetables grown in Jamaica". *Toxicology Reports* 4(February):181–87. doi: 10.1016/j.toxrep.2017.03.006.
- [3] Araújo, C. V. M., Diz, F. R., Tornero, V., Lubián, L. M., Blasco, J., & Moreno-Garrido, I. (2010). Ranking sediment samples from three Spanish estuaries in relation to its toxicity for two benthic species: The microalga *Cylindrotheca closterium* and the copepod *Tisbe battagliai*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 29(2), 393–400. doi: 10.1002/etc.46
- [4] Araújo, C. V. M., Griffith, D. M., Vera-Vera, V., Vargas Jentsch, P., Cervera, L., Nieto-Ariza, B., Salvatierra, D., Erazo, S., Jaramillo, R., Ramos, L. A., Moreira-Santos, M., & Ribeiro, R. (2018). A novel approach to assessing environmental disturbance based on habitat selection by zebra fish as a model organism. *Science of the Total Environment*, 619–620, 906–915. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.11.170
- [5] Araújo, C. V. M., & Cedeño-Macias, L. A. (2016). Heavy metals in yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) landed on the Ecuadorian coast. *Science of the Total Environment*, 541, 149–154. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.09.090
- [6] Barraza, F., L. Maurice, G. Uzu, S. Becerra, F. López, V. Ochoa-Herrera, J. Ruales, y E. Schreck. (2018). "Distribution, contents and health risk assessment of metal(loid)s in small-scale farms in the Ecuadorian Amazon: An insight into impacts of oil activities". *Science of the Total Environment* 622–623:106–20. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.11.246.
- [7] Blanco, Juan A. (2019). "Suitability of Totorá (*Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey.) Soják) for its use in constructed Wetlands in Areas Polluted with heavy metals". *Sustainability (Switzerland)* 11(1):1–22. doi: 10.3390/su11010019.
- [8] Bortey-Sam, Nesta, Shouta M. M. Nakayama, Osei Akoto, Yoshinori Ikenaka, Julius N. Fobil, Elvis Baidoo, Hazuki Mizukawa, y Mayumi Ishizuka. 2015. "Accumulation of heavy metals and metalloids in foodstuffs from agricultural soils around Tarkwa area in Ghana and associated human health risks". *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12(8):8811–27. doi: 10.3390/ijerph120808811.
- [9] Casierra-Posada, Fánor; Blanke, Michael M.; Guerrero-Guío, Juan Carlos (2014). Iron Tolerance in Calla Lilies (*Zantedeschia aethiops*). *Gesunde Pflanzen*, 66(2), 63–68. doi:10.1007/s10343-014-0316-y
- [10] Cole, M., & Smith, R. (1984). Vegetation as Indicator of Environmental Pollution. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 9(4), 477. doi: 10.2307/621782
- [11] Essumang, D. K., D. K. Doodoo, S. Obiri, y J. Y. Yaney. (2007). "Arsenic, cadmium, and mercury in Cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) and Watercocoym (*Colocasia esculenta*) in Tarkwa a mining community". *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 79(4):377–79. doi: 10.1007/s00128-007-9244-1.
- [12] European Union (2002) Heavy metals in wastes, European commission on environment. Obtenido de: <http://www.ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/heavymetalsreport.pdf> (diciembre, 2021).
- [13] FAO/WHO. (1995). "Codex general standard for contaminants and toxins in food and feed". *Codex Standard* 193:1–48.
- [14] FDA. 2022. Metals and Your Food", *Administración de Drogas y Alimentos de EEUU*. Obtenido de: <https://www.fda.gov/food/chemicals-metals-pesticides-food/metals-and-your-food>. [Acceso: 25-feb-2022].
- [15] Kalagbor, IA, NK Dighi, y R. James. (2015). "Levels of some heavy metals in cassava and plantain from farmlands in Kaani and Kpean in Khana Local Government Area of Rivers State". *Journal of Applied Sciences and Environmental Management* 19(2):219. doi: 10.4314/jasem.v19i2.7.
- [16] Khudair, Z. J. (2021). "Assessment of some heavy metals in fruit and vegetables grown in Samawah City, Iraq". *European Journal of Molecular and Clinical Medicine* 8(1):1600–1612.
- [17] Flores, Vinícius Ribeiro, Cristiane Pimentel Victório, Ida Carolina Neves Direito, y Alexander Machado Cardoso. (2018). "Heavy metals accumulation in banana (*Musa spp.*) leaves from industrial area in Rio de Janeiro". *Orbital* 10(4 Special Issue):364–66. doi: 10.17807/orbital.v10i4.1054.
- [18] GAD Provincial de Zamora Chinchipe. (2019). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Zamora Chinchipe. Obtenido de: <http://zamora-chinchipe.gob.ec/wp-content/uploads/2020/08/PDOT-2019-2023-ZAMORA-CHINCHIPE.pdf>. (enero, 2022).
- [19] Gonçalves, A., Marshall, B., Kaplan, R., Moreno-Chavez, J., & Veiga, M. (2017). Evidence of reduced mercury loss and increased use of cyanidation at gold processing centers in southern Ecuador. *Journal Of Cleaner Production*, 165, 836-845. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.07.097
- [20] Hartwell, S., Cherry, D., & Cairns, J. (1987). Field validation of avoidance of elevated metals by fathead minnows (*Pimephales promelas*) following in situ acclimation. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 6(3), 189-200. doi: 10.1002/etc.5620060304

- [21] INFOSAN, International Food Safety Authorities Network. (2008). "Codex Alimentarius The International Food Standards". (4):1-4.
- [22] Jung, M., & Thornton, I. (1996). Heavy metal contamination of soils and plants in the vicinity of a lead-zinc mine, Korea. *Applied Geochemistry*, 11(1-2), 53-59. doi: 10.1016/0883-2927(95)00075-5
- [23] Karn, Rama, Nishita Ojha, Sadiqa Abbas, y Sonal Bhugra. (2021). "A review on heavy metal contamination at mining sites and remedial techniques". *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 796(1). doi: 10.1088/1755-1315/796/1/012013.
- [24] Li, Fei li, Wen Shi, Zan fang Jin, Hui mei Wu, y G. Daniel Sheng. (2017). "Excessive uptake of heavy metals by greenhouse vegetables". *Journal of Geochemical Exploration* 173:76-84. doi: 10.1016/j.gexplo.2016.12.002.
- [25] Masayuki Sakakibara; Yuko Ohmori; Nguyen Thi Hoang Ha; Sakae Sano; Koichiro Sera (2011). Phytoremediation of heavy metal-contaminated water and sediment by *Eleocharis acicularis*. 39(8), 735-741. doi:10.1002/clen.201000488
- [26] Ministerio del Ambiente y Agua. (2020). National Action Plan. On the use of Mercury in Artisanal and Small-Scale Gold Mining in Ecuador, in accordance with the Minamata Convention on Mercury. Obtenido de: https://www.mercuryconvention.org/sites/default/files/documents/national_action_plan/NAP-Ecuador-May2020-EN.pdf (enero, 2022).
- [27] Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2021). Informe Mensual de Comercio Exterior. Obtenido de: <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/04/Informe-Mensual-abril-2021-datos-BCE-febrero-2021.pdf> (diciembre, 2021).
- [28] Morales-Caselles, C., Kalman, J., Riba, I., & DelValls, T. (2007). Comparing sediment quality in Spanish littoral areas affected by acute (Prestige, 2002) and chronic (Bay of Algeciras) oil spills. *Environmental Pollution*, 146(1), 233-240. doi: 10.1016/j.envpol.2006.04.042
- [29] New Zealand Gazette. (2016). Contaminants and natural toxicants. Obtenido de: <https://www.foodstandards.gov.au/code/Documents/1.4.1%20Contaminants%20v157.pdf> (noviembre, 2021)
- [30] Patra, Deepak Kumar, Srinivas Acharya, Chinmay Pradhan, y Hemanta Kumar Patra. (2021). "Poaceae plants as potential phytoremediators of heavy metals and eco-restoration in contaminated mining sites". *Environmental Technology and Innovation* 21:101293. doi: 10.1016/j.eti.2020.101293.
- [31] Payus, C., Ying, T. S., & Kui, W. N. (2016). Effect of heavy metal contamination on the DNA mutation on *Nepenthes* plant from abandoned mine. *Research Journal of Environmental Toxicology*, 10(4), 193-204. doi: 10.3923/rjet.2016.193.204
- [32] Orisakwe, Orish E., John K. Nduka, Cecilia N. Amadi, Daniel O. Dike, y Onyinyechi Bede. (2012). "Heavy metals health risk assessment for population via consumption of food crops and fruits in Owerri, Southeastern, Nigeria". *Chemistry Central Journal* 6(1):1-7. doi: 10.1186/1752-153X-6-77.
- [33] Obiora, Smart C., Anthony Chukwu, y Theophilus C. Davies. (2016). "Heavy metals and health risk assessment of arable soils and food crops around Pb-Zn mining localities in Enyigba, southeastern Nigeria". *Journal of African Earth Sciences* 116:182-89. doi: 10.1016/j.jafrearsci.2015.12.025.
- [34] Romero-Estévez, D., Gabriela S. Yáñez-Jácome, Karina Simbaña-Farinango, y Hugo Navarrete. (2019). "Content and the relationship between cadmium, nickel, and lead concentrations in Ecuadorian cocoa beans from nine provinces". *Food Control* 106. doi: 10.1016/j.foodcont.2019.106750.
- [35] Sakakibara, Masayuki, Yuko Ohmori, Nguyen Thi Hoang Ha, Sakae Sano, y Koichiro Sera. (2011). "Phytoremediation of heavy metal-contaminated water and sediment by *Eleocharis acicularis*". *Clean - Soil, Air, Water* 39(8):735-41. doi: 10.1002/clen.201000488.
- [36] Sanchez, J., Vaquero, M. C., & Legorburu, I. (1994). Metal pollution from old lead-zinc mine works: Biota and sediment from oiartzun valle. *Environmental Technology*, 15(11), 1069-1076. doi: 10.1080/09593339409385515
- [37] Shaheen, Nazma; Irfan, Nafis Md.; Khan, Ishrat Nourin; Islam, Saiful; Islam, Md. Saiful; Ahmed, Md. Kawser (2016). *Presence of heavy metals in fruits and vegetables: Health risk implications in Bangladesh. Chemosphere*, 152(3), 431-438. doi: 10.1016/j.chemosphere.2016.02.060
- [38] Shaheen, Nazma, Nafis Md Irfan, Ishrat Nourin Khan, Saiful Islam, Md Saiful Islam, y Md Kawser Ahmed. (2016). "Presence of heavy metals in fruits and vegetables: Health risk implications in Bangladesh". *Chemosphere* 152:431-38. doi: 10.1016/j.chemosphere.2016.02.060.
- [39] Škrbić, Biljana, Jelena Živančev, y Nataša Mrmoš. (2013) "Concentrations of arsenic, cadmium and lead in selected foodstuffs from Serbian market basket: Estimated intake by the population from the Serbia". *Food and Chemical Toxicology* 58:440-48. doi: 10.1016/j.fct.2013.05.026.
- [40] Soto-Benavente, Margarita, Liset Rodríguez-Achata, Martha Olivera, Victor Arostegui Sanchez, Cesar Colina Nano, y Jorge Garate Quispe. (2020). "Health risks due to the presence of heavy metals in agricultural products cultivated in areas abandoned by gold mining in the Peruvian Amazon". *Scientia Agropecuaria* 11(1):49-59. doi: 10.17268/sci.agropecu.2020.01.06.
- [41] Škrbić, Biljana; Živančev, Jelena; Mrmoš, Nataša (2013). Concentrations of arsenic, cadmium, and lead in selected foodstuffs from Serbian market basket: Estimated intake by the population from Serbia. *Food and Chemical Toxicology*, 58(8), 440-448. doi: 10.1016/j.fct.2013.05.026
- [42] TULSMA. (2018). REFORMA TEXTO UNIFICADO LEGISLACION SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE, LIBRO VI, Decreto Ejecutivo 3516, Registro Oficial Suplemento 2, 31/03/2003. Obtenido de: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-097.pdf> (diciembre, 2021).
- [43] Woodward, D., Hansen, J., Bergman, H., DeLonay, A., & Little, E. (1995). Brown trout avoidance of metals in water characteristic of the Clark Fork River, Montana. *Canadian Journal Of Fisheries And Aquatic Sciences*, 52(9), 2031-2037. doi: 10.1139/f95-794
- [44] Zaynab, M., Al-Yahyai, R., Ameen, A., Sharif, Y., Ali, L., Fatima, M., Khan, K. A., & Li, S. (2022). Health and environmental effects of heavy metals. *Journal of King Saud University - Science*, 34(1), 101653. doi: 10.1016/j.jksus.2021.101653
- [45] Zhuang, P., Li, Z., McBride, M., B., Wang, G. y Zou, B., (2013). Concentrations of heavy metals in fish from a mine-affected area and potential health risk. *Fresenius Environmental Bulletin*, 22, 2402-2408.

FICHAS TÉCNICAS

Índice de Fichas Técnica

Contenido

FICHA TÉCNICA I	7
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LA PRESERVACION DE LA VIDA ACUATICA SEGÚN LA NORMA NACIONAL E INTERNACIONAL	7
Tabla FTI.1 Criterios de calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces frías o cálidas	8
FICHA TÉCNICA II	9
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE METALES PESADOS EN SUELOS AGRÍCOLAS SEGÚN LA NORMA NACIONAL E INTERNACIONAL PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN MUESTRAS QUE SUPERAN LOS LÍMITES MÁXIMOS ESTABLECIDOS	9
Tabla FTII.1 Límites máximos permisibles de metales pesados en suelos agrícolas según la norma ecuatoriana e internacional	10
FICHA TÉCNICA III	11
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE METALES PESADOS EN ALIMENTOS SEGÚN LA NORMA NACIONAL E INTERNACIONAL EN MUESTRAS DE ALIMENTOS RECOLECTADOS DE LA PROVINCIA DE EL ORO Y ZAMORA CHINCHIPE SEGÚN LA NORMA INTERNACIONAL PARA DETERMINAR LAS MUESTRAS QUE SUPERAN LOS LÍMITES MÁXIMOS ESTABLECIDOS	11
Tabla FTIII.1 Límites máximos permisibles de metales pesados en alimentos	12
Tabla FTIII.2 Límites máximos permisibles de metales pesados en frutos	12
Tabla FTIII.3 Límites máximos permisibles de metales pesados en vegetales	13
Tabla FTIII.4 Límites máximos permisibles de metales pesados en peces	13
Tabla FTIII.5 Límites máximos permisibles de metales pesados en crustáceos	13
FICHA TÉCNICA IV	14
DATOS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS MUESTRAS DE ALIMENTOS CLASIFICADOS POR ZONA Y SEGÚN LO ESTABLECIDO POR LA FDA: METALES NORMADOS, METALES CON REQUERIMIENTOS DE INGESTA DIARIA Y METALES PELIGROSOS PARA LA SALUD HUMANA	14
Tabla FTIV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales normados	15
Tabla FTIV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales normados (continuación...)	16
Tabla FTIV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales normados (continuación...)	17
Tabla FTIV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales normados (continuación...)	18
Tabla FTIV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales normados (continuación...)	19

Tabla FTIV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales normados (continuación...)	20
Tabla FTIV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales normados (continuación...)	21
Tabla FTIV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales normados (continuación...)	22
Tabla FTIV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria	23
Tabla FTIV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria (continuación...)	24
Tabla FTIV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria (continuación...)	25
Tabla FTIV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria (continuación...)	27
Tabla FTIV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria (continuación...)	28
Tabla FTIV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria (continuación...)	29
Tabla FTIV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria (continuación...)	30
Tabla FTIV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales peligrosos para la salud	31
Tabla FTIV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales peligrosos para la salud (continuación...)	32
Tabla FTIV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales peligrosos para la salud (continuación...)	33
Tabla FTIV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales peligrosos para la salud (continuación...)	34
Tabla FTIV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales peligrosos para la salud (continuación...)	35
Tabla FTIV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales peligrosos para la salud (continuación...)	36

Tabla FTIV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales peligrosos para la salud (continuación...)	37
FICHA TÉCNICA V	38
DATOS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS MUESTRAS DE ALIMENTOS CLASIFICADOS POR ZONA Y SEGÚN LO ESTABLECIDO POR LA FDA: METALES NORMADOS, METALES CON REQUERIMIENTOS DE INGESTA DIARIA Y METALES PELIGROSOS PARA LA SALUD HUMANA	38
Tabla FTV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe según la clasificación: metales normados	39
Tabla FTV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe según la clasificación: metales normados (continuación...)	40
Tabla FTV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe según la clasificación: metales normados (continuación...)	41
Tabla FTV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria (continuación...)	42
Tabla FTV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria (continuación...)	43
Tabla FTV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria (continuación...)	44
Tabla FTV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe según la clasificación: metales peligrosos para la salud que no están normados	45
Tabla FTV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe según la clasificación: metales peligrosos para la salud que no están normados (continuación...)	46
Tabla FTV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe según la clasificación: metales peligrosos para la salud que no están normados (continuación...)	47
FICHA TECNICA VI	48
DETERMINACION DE FACTOR DE BIOCONCENTRACION DE LAS PLANTAS LOCALES DE LAS ZONAS DE MUESTREO	48
Tabla FTV.1 Factor de Bioconcentracion (BCF) de plantas recolectadas en las zonas bajo influencia metálica en la provincia de El Oro.	49
FICHA TECNICA VII	50
PLANTAS DE LA ZONA DE EVALACUION	50
Figura FTVII.1 Plantas de totora en un cuerpo de agua de la zona de estudio.	50
Figura FTVII.2 Planta Helecho (<i>Pteris sp.</i>) recolectado de los diferentes puntos de muestreo	51
Figura FTVII.3 Planta de Cyclanto (<i>Cyclanthus sp.</i>) recolectada de la zona de estudio	51
Figura FTVII.4 Planta de Cartucho (<i>Araceae sp.</i>) recolectada de los puntos de muestreo	52

Figura FTVII.5 Lengua de vaca (<i>Rumex sp</i>) planta local en los puntos de muestreo	52
Figura FTVII.6 Planta de Helecho bifurcado recolectada de los puntos de muestreo	53
Figura FTVII.7 Recolección de muestras de Musgos y líquenes (Musci, Sphagno, Cladonia)	53
FICHA TECNICA VIII	54
SITIOS DE MUESTREO DE AGUA, SUELOS, ALIMENTOS Y PLANTAS DE LA PROVINCIA DE EL ZAMORA CHINCHIPE	54
Tabla VIII.1 Coordenadas de los puntos de muestreo en la provincia de Zamora Chinchipe	55
Figura FTVIII.1 Imagen de Google Earth que muestra los puntos de muestreo de la zona 1 en la provincia de Zamora Chinchipe.	56
Figura FTVIII.2 Imagen de Google Earth que muestra los puntos de muestreo de la zona 3 en la provincia de Zamora Chinchipe.	56
Figura FTVIII.3 Imagen de Google Earth que muestra los puntos de muestreo de la zona 3 en la provincia de Zamora Chinchipe.	57
Figura FTVIII.4 Imagen de Google Earth que muestra los puntos de muestreo de la zona 1 en la provincia de Zamora Chinchipe.	57
FICHA TECNICA VIX	58
SITIOS DE MUESTREO DE AGUA, SUELOS, ALIMENTOS Y PLANTAS DE LA PROVINCIA DE EL ORO	58
Tabla VIX.1 Coordenadas de los puntos de muestreo en la provincia de Zamora Chinchipe	59
Figura FTIX.1 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 1)	61
Figura FTIX.2 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 2)	61
Figura FTIX.3 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 3)	62
Figura FTVIX.4 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 4)	62
Figura FTIX.5 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 5)	63
Figura FTIX.6 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 6)	63
Figura FTIX.7 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 7)	64
Figura FTVIX.8 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 8)	64
Figura FTIX.9 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 9)	65
Figura FTIX.10 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 10)	65
Figura FTIX.11 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 11)	66
Figura FTIX.12 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 12)	66
Figura FTIX.13 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 14)	67

Figura FTIX.14 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 14) 67

Figura FTIX.15 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 15) 68

FICHA TÉCNICA I

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LA PRESERVACION DE LA VIDA ACUATICA SEGÚN LA NORMA NACIONAL E INTERNACIONAL

Muestra: Agua de ríos y quebradas de las zonas con influencia minera en las provincias de El Oro y Zamora Chinchipe.

Objetivo: Determinar las muestras que sobrepasan los límites máximos permisibles de metales pesados en aguas para la preservación de la vida acuática, comparando con la norma ecuatoriana e internacional (FAO/EPA).

Desarrollo:

A partir de la norma ecuatoriana y la norma internacional (FAO/EPA), se comparó cada una de las concentraciones de las muestras analizadas con los límites máximos establecidos. En la Tabla FTII.1 se expresa los criterios de calidad de agua para la preservación de la vida acuática en mg/l.

Tabla FTL.1 Criterios de calidad admisible para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces frías o cálidas

Parámetro	Símbolo	Unidad	Legislación Ecuatoriana	FAO	EPA
Aluminio	Al	mg/l	0,1000	-	-
Arsénico	As	mg/l	0,0500	-	0,15
Bario	Ba	mg/l	1,0000	-	-
Berilio	Be	mg/l	0,1000	-	-
Boro	B	mg/l	0,7500	0,00075	-
Cadmio	Cd	mg/l	0,0010	0,00070	0,00072
Cobalto	Co	mg/l	0,2000	-	-
Cobre	Cu	mg/l	0,0200	0,00650	-
Cromo total	Cr	mg/l	0,0500	0,00200	0,0110
Hierro	Fe	mg/l	0,3000	1,00000	1,0000
Manganeso	Mn	mg/l	0,1000	-	-
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,00010	0,00077
Níquel	Ni	mg/l	0,0250	0,08760	0,05200
Plata	Ag	mg/l	0,0100	0,00120	0,00320
Plomo	Pb	mg/l	0,0100	0,00130	0,00250
Selenio	Se	mg/l	-	0,00100	-
Zinc	Zn	mg/l	0,1800	0,05900	0,12000

(FAO/WHO, 1995)

FICHA TÉCNICA II

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE METALES PESADOS EN SUELOS AGRÍCOLAS SEGÚN LA NORMA NACIONAL E INTERNACIONAL PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN MUESTRAS QUE SUPERAN LOS LÍMITES MÁXIMOS ESTABLECIDOS

Muestra: Suelos de las zonas con influencia minera en las provincias de El Oro y Zamora Chinchipe.

Objetivo: Determinar las muestras que sobrepasan los límites máximos permisibles de metales pesados en suelos de uso agrícola, comparando con la norma ecuatoriana e internacional (FAO).

Desarrollo:

A partir de la norma ecuatoriana y la norma internacional (FAO/UE/UK), se comparó cada una de las concentraciones de las muestras analizadas con los límites máximos establecidos. En la Tabla FTII.1 se expresa los criterios de calidad de agua para uso agrícola en riego en mg/l.

Tabla FTII.1 Límites máximos permisibles de metales pesados en suelos agrícolas según la norma ecuatoriana e internacional

Parámetro	Norma	Unidad	Norma Ecuatoriana	WHO/FAO	Unión Europea: EC Directive 86/278/EEC	UK and Germany
Arsénico	As	mg/kg	5,00	1,00	50,00	
Bario	Ba	mg/kg	200,00	-	-	-
Boro	B	mg/kg	1,00	-	-	-
Cadmio	Cd	mg/kg	0,50	1,00	3,00	3,00
Cromo	Cr	mg/kg	20,00	-	-	400,00
Cobre	Cu	mg/kg	30,00	200,00	100,00	135,00
Manganeso	Mn	mg/kg	-	1800,00	-	-
Mercurio	Hg	mg/kg	0,10	2,00	1,00	
Molibdeno	Mo	mg/kg	2,00	5,00	-	-
Níquel	Ni	mg/kg	20,00	100,00	60,00	75,00
Plomo	Pb	mg/kg	25,00	200,00	300,00	300,00
Selenio	Se	mg/kg	1,00	20,00	3,00	
Vanadio	V	mg/kg	25,00	-	-	-
Zinc	Zn	mg/kg	60,00	150,00	250,00	300,00

(UE, 2018; FAO/WHO, 1995)

FICHA TÉCNICA III

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE METALES PESADOS EN ALIMENTOS SEGÚN LA NORMA NACIONAL E INTERNACIONAL EN MUESTRAS DE ALIMENTOS RECOLECTADOS DE LA PROVINCIA DE EL ORO Y ZAMORA CHINCHIPE SEGÚN LA NORMA INTERNACIONAL PARA DETERMINAR LAS MUESTRAS QUE SUPERAN LOS LÍMITES MÁXIMOS ESTABLECIDOS

Muestra: alimentos de las zonas con influencia minera en las provincias de El Oro y Zamora Chinchipe.

Objetivo: determinar las muestras que sobrepasan los límites máximos permisibles de metales pesados en alimentos, comparando con la norma ecuatoriana e internacional (FAO/CODEX).

Desarrollo:

A partir de la norma internacional (FAO, CODEX y UE), se comparó cada una de las concentraciones de las muestras analizadas con los límites máximos establecidos. En la Tabla FTIII.1 se expresa los criterios de calidad de diferentes alimentos en mg/kg, mientras que, en la Tabla FIII.2, FTIII.3, FTIII.4 y FTIII.5 se muestran los límites máximos establecidos frutos, vegetales, peces y crustáceos, respectivamente.

Tabla FTIII.1 Límites máximos permisibles de metales pesados en alimentos

Categoría de Alimento	Unidad	CODEX		Legislación Europea	
		Cd	Pb	Cd	Pb
Hortalizas de bulbo	mg/kg	0,05	0,1	0,2	0,1
Hortalizas de fruto, distintas de las cucurbitáceas (Tomate)	mg/kg	0,05	0,1	0,5	0,2
Verduras de hoja (espinaca, acelga, lechuga, etc.)	mg/kg	0,2	0,3	0,2	0,1
Legumbres	mg/kg	0,1	0,2	0,5	0,2
Hortalizas de raíz y tubérculo (yuca)	mg/kg	0,1	0,1	0,1	-
Frutas (sub)tropicales variadas, cáscara no comestible (Banana, sapote, cacao, mango, kiwi, etc.)	mg/kg	-	0,1	0,05	0,1
Peces	mg/kg	-	-	0,05	0,3
Crustáceos	mg/kg	-	-	0,5	0,5

(CODEX, 1995; UE, 2018)

Tabla FTIII.2 Límites máximos permisibles de metales pesados en frutos

Normativa	Unidad	As	Cd	Cu	Cr	Ni	Pb
CODEX	mg/kg	-	-	-	-	-	0,1
FAO/WHO	mg/kg	1	0,05	4,5	1,0	0,8	0,1
LEJISLACION UE	mg/kg	-	0,05	-	-	-	0,1
LEJISLACION AUSTRALIA	mg/kg	-	-	-	-	-	0,1

(CODEX, 1995; UE, 2018)

Tabla FTIII.3 Límites máximos permisibles de metales pesados en vegetales

Normativa	Unidad	As	Cd	Cu	Cr	Ni	Pb
CODEX	mg/kg	-	0,1	-	-	-	0,1
FAO/WHO	mg/kg	0,1	0,05	40	2,3	10	0,1
LEJISLACION UE	mg/kg	-	0,2	-	-	-	0,1
LEJISLACION AUSTRALIA	mg/kg	-	-	-	-	-	0,1

(CODEX, 1995; UE, 2018)

Tabla FTIII.4 Límites máximos permisibles de metales pesados en peces

Normativa	Unidad	As	Cd	Pb
LEJISLACION UE	mg/kg	-	0,05	0,3
LEJISLACION AUSTRALIA	mg/kg	2	-	0,5

(CODEX, 1995; UE, 2018)

Tabla FTIII.5 Límites máximos permisibles de metales pesados en crustáceos

Normativa	Unidad	As	Cd	Pb
LEJISLACION UE	mg/kg	-	0,5	0,5
LEJISLACION AUSTRALIA	mg/kg	2	-	-

(CODEX, 1995; UE, 2018)

FICHA TÉCNICA IV

DATOS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS MUESTRAS DE ALIMENTOS CLASIFICADOS POR ZONA Y SEGÚN LO ESTABLECIDO POR LA FDA: METALES NORMADOS, METALES CON REQUERIMIENTOS DE INGESTA DIARIA Y METALES PELIGROSOS PARA LA SALUD HUMANA

Muestra: Alimentos de las zonas con influencia minera en las provincias de El Oro.

Objetivo: Clasificar por zonas asociando puntos de muestreo de la provincia de El Oro, y dividir los resultados según la clasificación establecida por la FDA.

Desarrollo:

A partir de la clasificación de la FDA se agrupo los resultados según lo establecido metales normados (As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni y Pb), metales con requerimiento de ingesta diaria (Ca, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, K, Na y Zn) y metales nocivos para salud humana (Al, Sb, As, Ba, Be, Cd, Pb, Hg, Sr, Ni, Tl, U y V), estos valores se encuentran en la Tabla FIV.1, FIV.2 y FTIII.3, respectivamente.

Tabla FTIV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales normados

Localización	EPOCA	CODIFIC. ORIGINAL	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)						
					As	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Pb
Zona 1	Seca	Aso Rio 7	1980-439	Hoja Plátano	0,043	0,001	0,080	0,015	7,65E-05	0,038	0,018
	Seca	Aso Rio 7	1980-440	Fruto Plátano	<0,0005	<0,0001	0,036	0,002	1,62E-04	0,006	0,002
	Seca	Aso Rio 7	1980-441	Fruto Plátano	0,001	0,000	0,089	0,002	5,73E-06	0,020	0,020
	Seca	Aso Rio 7	1980-442	Hoja Maiz	0,034	0,004	0,257	0,019	3,20E-05	0,017	0,031
	Seca	Aso Rio 7	1980-445	Fruto Maiz cascara	0,036	0,002	0,066	0,006	1,46E-04	0,014	0,007
	Seca	Aso Rio 7	1980-466	Yuca	0,691	0,004	1,647	1,272	4,01E-05	0,667	0,175
	Seca	Aso Rio 7	1980-467	Yuca	<0,003	0,000	0,037	0,010	7,03E-05	0,012	<0,005
	Seca	Aso Rio 7	1980-468	Hoja	0,009	0,000	0,106	0,011	1,56E-04	0,027	<0,005
	Seca	Cacao SR001	1980-400	Fruto Cacao	0,005	0,003	0,068	0,001	3,21E-05	0,016	0,002
	Seca	Cacao SR001	1980-403	Hoja Cacao	0,004	0,012	0,181	0,007	1,90E-04	0,034	0,012
	Seca	Cacao SR003	1980-407	Hoja Cacao	0,018	0,015	0,205	0,027	1,98E-04	0,018	0,091
	Seca	Cacao SR003	1980-410	Fruto Cacao	0,078	0,004	0,202	0,001	1,82E-04	0,051	0,001
	Seca	Plátano SR004	1980-413	Fruto Plátano	0,001	<0,0001	0,126	0,002	6,70E-05	0,017	0,003

Tabla FTIV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales normados (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)						
					As	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Pb
Zona 2	Seca	Plátano SR004	1980-414	Fruto Plátano	0,001	<0,0001	0,057	0,007	8,22E-05	0,035	0,002
	Lluviosa	Cacao 004-Cooperativa Israel	1980-269	Hojas Cacao	0,033	0,012	0,297	0,007	5,71E-05	0,113	0,065
	Lluviosa	Cacao 004-Cooperativa Israel	1980-270	Fruto Cacao	0,017	0,014	0,314	0,006	1,45E-04	0,071	0,002
	Lluviosa	Reciento Israel 001	1980-311	Hoja Plátano	0,005	0,001	0,103	0,009	6,19E-05	0,020	0,017
	Lluviosa	Recinto Israel 001	1980-313	Fruto Plátano	0,001	<0,0001	0,092	0,003	1,54E-04	0,008	<0,01
	Lluviosa	Recinto Israel 002	1980-314	Hoja Cacao	0,002	0,023	0,153	0,005	6,88E-05	0,005	<0,01
	Lluviosa	Recinto Israel 002	1980-317	Fruto Cacao	0,004	0,006	0,116	0,003	1,22E-04	0,031	<0,01
	Lluviosa	Recinto Israel 003	1980-319	Hoja Papaya	0,011	0,001	0,098	0,008	2,56E-05	0,017	0,026
	Seca	Recinto Israel	1980-415	Fruto Plátano	0,002	0,000	0,122	0,004	9,24E-05	0,023	0,006
	Seca	Recinto Israel cacao	1980-418	Hoja Cacao	0,138	0,010	1,197	0,027	8,08E-06	0,032	0,021
	Seca	Recinto Israel cacao	1980-420	Fruto Cacao	0,027	0,002	0,075	0,004	1,15E-04	0,012	0,007

Tabla FTIV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales normados (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)						
					As	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Pb
Zona 3	Lluviosa	Cacao San Gerardo 320	1980-273	Hojas Cacao	0,007	0,015	0,110	0,010	2,66E-06	0,641	0,007
	Lluviosa	Cacao San Gerardo 320	1980-274	Fruto Cacao	0,000	0,006	0,387	0,010	1,63E-04	0,288	0,005
	Lluviosa	Cacao San Gerardo 320	1980-275	Fruto Cacao	0,001	0,006	0,468	0,002	3,71E-05	0,250	0,002
	Lluviosa	Cacao San Gerardo 320	1980-276	Fruto Cacao	0,002	0,008	0,185	0,003	6,17E-05	0,144	0,003
	Lluviosa	Rio Chico San Gerardo	1980-331	Pez de RIO CHICO SAN GERARDO	0,160	0,005	0,157	0,149	3,65E-05	0,149	0,016
	Seca	Rio Chico Cacao 373	1980-399	Hoja Cacao	0,060	0,022	0,086	0,134	2,56E-05	4,504	0,032
Zona 4	Lluviosa	Guanache 001	1980-285	Hoja Plátano	0,013	0,041	0,160	0,017	9,89E-05	0,046	0,006
	Lluviosa	Guanache 001	1980-286	Fruto Plátano	0,019	0,000	0,102	0,006	1,55E-04	0,021	0,003
	NPI	Guanache 002	1980-288	Hoja Cacao	1,269	0,052	1,586	0,520	1,87E-04	0,403	0,139
	NPI	Guanache 002	1980-289	Fruto Cacao	0,012	0,022	0,298	0,003	1,75E-05	0,217	0,008
	Seca	Guanache Cacao	1980-435	Fruto Cacao	0,004	0,025	0,230	0,003	3,93E-05	0,102	0,002
	Seca	Guanache	1980-436	Hoja Plátano	0,145	0,001	0,257	0,067	1,84E-04	0,043	0,038
	Seca	Guanache	1980-438	Fruto Plátano	0,001	<0,0001	0,087	0,004	9,47E-05	0,014	0,002

Tabla FTIV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales normados (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)								
					As	Cd	Cu	Cr	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb
Zona 4	Lluviosa	Guanache 001	1980-285	Hoja Plátano	0,013	0,041	0,160	0,017	7,775	9,89E-05	3,091	0,046	0,006
	Lluviosa	Guanache 001	1980-286	Fruto Plátano	0,019	0,000	0,102	0,006	2,743	1,55E-04	1,648	0,021	0,003
	NPI	Guanache 002	1980-288	Hoja Cacao	1,269	0,052	1,586	0,520	278,619	1,87E-04	13,916	0,403	0,139
	NPI	Guanache 002	1980-289	Fruto Cacao	0,012	0,022	0,298	0,003	1,176	1,75E-05	0,896	0,217	0,008
	Seca	Guanache Cacao	1980-435	Fruto Cacao	0,004	0,025	0,230	0,003	0,742	3,93E-05	2,056	0,102	0,002
	Seca	Guanache	1980-436	Hoja Plátano	0,145	0,001	0,257	0,067	36,500	1,84E-04	1,384	0,043	0,038
	Seca	Guanache	1980-438	Fruto Plátano	0,001	<0,0001	0,087	0,004	0,723	9,47E-05	0,236	0,014	0,002

Tabla FTIV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales normados (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)						
					As	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Pb
Zona 5	NPI	Rio 7	1980-332	Vieja celeste de RIO 7	0,097	0,004	0,119	0,027	1,60E-04	0,013	<0,01
	Lluviosa	RIO 7 DESPUES PRESA	1980-334	Pez de RIO 7 DESPUES PRESA	0,337	0,007	0,169	0,024	1,58E-04	0,022	0,019
Zona 6	Seca	Cacao Vainillo Antes Presa	1980-424	Fruto Cacao almendras	0,007	0,006	0,124	0,003	5,44E-05	0,081	0,004
	Seca	Cacao Vainillo Antes Presa	1980-425	Fruto Cacao almendras	0,002	0,010	0,118	<0,001	1,24E-04	0,054	0,002
	Seca	Vainillo Antes Presa plátano	1980-428	Fruto Plátano	0,012	<0,0001	0,086	0,002	1,17E-04	0,014	0,008
Zona 7	Lluviosa	S2 001	1980-321b	Fruto Cacao	0,004	0,020	0,154	0,004	5,1E-04	0,010	<0,01
	Lluviosa	S2 001	1980-323	Fruto Cacao	0,002	0,038	0,381	0,004	7,17E-05	0,024	<0,01
	Lluviosa	S2 002	1980-325	Fruto Plátano	0,001	0,000	0,130	0,003	1,35E-04	0,011	<0,01
	Lluviosa	S2 002	1980-326	Fruto Plátano	0,000	0,000	0,067	0,002	9,34E-05	0,004	<0,01
	Seca	Rio Margarita	1980-429	Hoja Cacao	0,019	0,011	0,123	0,013	1,82E-04	0,023	0,014
	Seca	Rio Margarita	1980-432	Fruto Cacao cascara	0,008	0,014	0,162	0,014	1,96E-04	0,017	0,014

Tabla FTIV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales normados (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)						
					As	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Pb
Zona 8	Seca	FA plátano	1980-449	Fruto Plátano	0,001	0,000	0,055	0,005	2,54E-05	0,010	0,004
	Seca	FA plátano	1980-450	Fruto Plátano	0,003	<0,0001	0,069	0,002	1,87E-04	0,009	0,009
	Seca	FA cacao	1980-454	Fruto Cacao	0,003	0,002	0,140	0,002	8,92E-05	0,014	0,003
	Seca	FA cacao	1980-455	Fruto Cacao	0,001	0,002	0,159	0,001	5,95E-05	0,039	0,001
	Seca	LR plátano	1980-457	Fruto Plátano	0,006	0,000	0,107	0,013	1,55E-04	0,020	0,050
	Lluviosa	PV 001	1980-298	Hoja Plátano	0,022	0,015	0,090	0,013	1,46E-04	0,035	0,006
	Lluviosa	PV 001	1980-304	Hojas PV 001	0,011	0,170	0,111	0,017	1,35E-04	0,079	0,013
Zona 9	Lluviosa	PV 001	1980-306	Fruto Cacao	0,006	0,046	0,280	0,019	1,91E-06	0,027	0,002
	Lluviosa	PV 001	1980-307	Fruto Cacao	0,002	0,058	0,539	0,002	4,51E-06	0,114	0,004
	Lluviosa	PV 002	1980-301	Hoja Plátano	0,043	0,001	0,136	0,027	1,32E-04	0,046	0,021
	Lluviosa	PV 002	1980-308	Hojas PV 002	0,001	0,000	0,081	0,003	1,66E-04	0,079	0,002
	Lluviosa	PV 002	1980-309	Fruto PLATANO PV 002	0,000	<0,00006	0,067	0,004	2,65E-05	0,009	0,001
	Seca	Paraiso de la Victoria	1980-446	Fruto Plátano	<0,0005	<0,0001	0,051	<0,001	3,56E-05	0,014	0,002
	Seca	Paraiso de la Victoria	1980-447	Fruto Plátano	0,004	0,000	0,168	0,004	5,28E-05	0,057	0,008
	Seca	Paraiso de la Victoria	1980-448	Hoja Plátano	0,014	0,001	0,097	0,060	7,66E-05	0,111	0,016

Tabla FTIV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales normados (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)						
					As	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Pb
Zona 10	Seca	PC 4	1980-459	Hoja Plátano	0,094	0,003	0,265	0,014	1,20E-04	0,022	0,110
	Seca	PC 4	1980-461	Fruto Plátano	0,006	0,001	0,102	0,003	1,90E-04	0,008	0,022
Zona 11	Seca	Portovelo	1980-462	Hoja Mango	0,239	0,022	1,7	2,666	3,58E-05	0,15978	17,48898
	Seca	Portovelo	1980-463	Fruto Mango	0,006	0,007	0,116	0,008	1,95E-04	0,015	0,041
Zona 12	Lluviosa	Cacao 001	1980-261	Hojas Cacao	0,005	0,013	0,087	0,007	1,39E-04	0,037	0,013
	Lluviosa	Cacao 001	1980-262	Fruto Cacao	0,001	0,007	0,230	0,003	1,21E-04	0,073	0,004
	Lluviosa	Cacao 003-Bella Rica	1980-265	Hojas Cacao	0,013	0,029	0,087	0,008	1,42E-04	0,118	0,014
	Lluviosa	Cacao 003-Bella Rica	1980-267	Fruto Cacao	0,005	0,019	0,266	0,003	1,20E-04	0,058	0,004
	Lluviosa	Cacao 003-Bella Rica	1980-268	Fruto Cacao	0,003	0,009	0,099	0,003	4,97E-06	0,283	0,013
	Lluviosa	LRQ 001	1980-293	Fruto Plátano	0,001	0,000	0,034	0,001	1,21E-04	0,022	0,002
Zona 13	Lluviosa	PLATANO 007	1980-296	Fruto Plátano	0,001	0,000	0,031	0,004	8,19E-05	0,012	0,001
	Lluviosa	PLATANO 007	1980-297	Fruto Plátano	0,022	0,003	0,122	0,010	4,75E-05	1,083	0,005
	Lluviosa	ZAPOTE 006	1980-329	Fruto de Zapote	0,001	0,001	0,109	0,005	1,58E-04	0,011	<0,01

Tabla FTIV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales normados (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)						
					As	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Pb
Zona 14	Lluviosa	FAM 002	1980-277	Hojas Plátano	0,020	0,001	0,085	0,029	1,97E-04	0,021	0,022
	Lluviosa	FAM 002	1980-278	Fruto Plátano	0,001	0,000	0,022	0,002	1,49E-05	0,008	0,004
	Lluviosa	FAM 334	1980-280	Hojas Cacao	0,006	0,003	0,089	0,007	3,53E-05	0,026	0,005
	Lluviosa	FAM 334	1980-281	Fruto Cacao	0,006	0,002	0,155	0,045	1,91E-05	0,069	0,012
Zona 15	Seca	GUAB-13-04	1980-489	Bagrecito (<i>Rhamdia</i> sp)	0,212	0,001	0,687	0,159	1,52E-04	0,130	0,022
	Seca	GUAB-13-08	1980-490	Dama de montaña (<i>Brycon atrocaudattus</i>)	2,417	0,009	0,969	0,947	8,32E-05	0,828	0,141
	Seca	GUAB-13-09	1980-491	Dama de montaña (<i>Brycon atrocaudattus</i>)	0,043	0,007	0,247	0,041	5,54E-05	0,067	0,067
	Seca	GUAB-13-10	1980-492	Sabaleta (<i>Brycon oligolepis</i>)	0,148	0,002	0,542	0,096	5,22E-05	0,181	0,070
	Seca	GUAB-13-11	1980-493	Sabaleta (<i>Brycon oligolepis</i>)	4,674	0,013	1,074	0,114	1,21E-04	0,083	0,115
	Seca	GUAB-13-12	1980-494	Dama de montaña (<i>Brycon atrocaudattus</i>)	0,637	0,004	0,271	0,047	1,22E-04	0,016	0,061
	Seca	GUAB-13-13	1980-495	Bagrecito (<i>Rhamdia</i> sp)	0,858	0,004	0,246	0,043	1,00E-04	0,024	0,070
	Seca	GUAB-13-15	1980-496	Dama de montaña (<i>Brycon atrocaudattus</i>)	0,415	0,035	1,694	0,025	8,46E-06	0,020	0,421

Tabla FTIV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria

Localización	EPOCA	CODIFIC. ORIGINAL	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)										EPOCA
					Ca	Cu	Cr	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Zn	
Zona 1	Seca	Aso Rio 7	1980-439	Hoja Plátano	145,078	0,080	0,015	7,950	359,134	21,788	11,626	0,001	2,456	0,370	Seca
	Seca	Aso Rio 7	1980-440	Fruto Plátano	4,249	0,036	0,002	0,241	164,798	7,767	0,075	0,003	0,319	0,129	Seca
	Seca	Aso Rio 7	1980-441	Fruto Plátano	22,119	0,089	0,002	0,530	558,405	23,433	0,552	0,002	0,858	0,368	Seca
	Seca	Aso Rio 7	1980-442	Hoja Maiz	52,905	0,257	0,019	10,777	252,574	32,940	0,684	0,002	5,534	0,725	Seca
	Seca	Aso Rio 7	1980-445	Fruto Maiz cascara	14,609	0,066	0,006	2,552	87,294	11,390	0,229	0,001	0,940	2,193	Seca
	Seca	Aso Rio 7	1980-466	Yuca	103,076	1,647	1,272	661,124	129,560	111,473	9,320	0,009	15,422	1,791	Seca
	Seca	Aso Rio 7	1980-467	Yuca	11,952	0,037	0,010	1,513	98,695	7,494	<0,05	0,007	<4	0,240	Seca
	Seca	Aso Rio 7	1980-468	Hoja	131,200	0,106	0,011	3,319	133,356	54,884	0,873	0,033	<4	1,682	Seca
	Seca	Cacao SR001	1980-400	Fruto Cacao	7,727	0,068	0,001	0,373	189,081	11,799	0,033	0,127	0,683	0,244	Seca
	Seca	Cacao SR001	1980-403	Hoja Cacao	265,661	0,181	0,007	3,495	225,477	46,115	1,311	0,005	5,186	0,516	Seca
	Seca	Cacao SR003	1980-407	Hoja Cacao	134,283	0,205	0,027	64,013	798,677	55,045	4,615	0,033	199,813	0,972	Seca
	Seca	Cacao SR003	1980-410	Fruto Cacao	23,506	0,202	0,001	0,862	242,554	17,654	0,086	0,007	0,909	0,756	Seca
	Seca	Plátano SR004	1980-413	Fruto Plátano	20,193	0,126	0,002	0,549	545,956	37,314	0,304	0,006	0,538	0,544	Seca

Tabla FTIV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)										EPOCA
					Ca	Cu	Cr	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Zn	
Zona 2	Seca	Plátano SR004	1980-414	Fruto Plátano	3,685	0,057	0,007	0,266	157,180	10,319	0,044	0,004	0,515	0,181	Seca
	Lluviosa	Cacao 004-Cooperativa Israel	1980-269	Hojas Cacao	93,495	0,297	0,007	3,035	375,911	66,832	0,824	0,027	<2	1,459	Lluviosa
	Lluviosa	Cacao 004-Cooperativa Israel	1980-270	Fruto Cacao	108,153	0,314	0,006	1,793	413,326	62,974	0,447	0,006	<2	1,190	Lluviosa
	Lluviosa	Recinto Israel 001	1980-311	Hoja Plátano	211,272	0,103	0,009	3,683	317,419	86,304	16,669	0,004	<2	0,437	Lluviosa
	Lluviosa	Recinto Israel 001	1980-313	Fruto Plátano	17,624	0,092	0,003	0,406	411,037	21,939	0,492	0,003	0,847	1,482	Lluviosa
	Lluviosa	Recinto Israel 002	1980-314	Hoja Cacao	97,428	0,153	0,005	3,791	808,337	41,744	2,806	0,038	630,316	0,770	Lluviosa
	Lluviosa	Recinto Israel 002	1980-317	Fruto Cacao	20,726	0,116	0,003	0,393	447,313	40,026	0,136	0,001	0,547	0,512	Lluviosa
	Lluviosa	Recinto Israel 003	1980-319	Hoja Papaya	188,897	0,098	0,008	4,345	767,458	124,189	0,676	0,022	5,067	0,477	Lluviosa
	Seca	Recinto Israel	1980-415	Fruto Plátano	47,238	0,122	0,004	1,240	447,971	24,642	0,708	0,005	0,916	0,534	Seca
	Seca	Recinto Israel cacao	1980-418	Hoja Cacao	194,114	1,197	0,027	15,076	168,764	69,245	1,686	0,003	6,158	1,351	Seca
Seca	Recinto Israel cacao	1980-420	Fruto Cacao	24,448	0,075	0,004	1,084	333,715	31,665	0,181	0,006	0,794	0,622	Seca	

Tabla FTIV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)										EPOC A
					Ca	Cu	Cr	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Zn	
Zona 3	Lluviosa	Cacao San Gerardo 320	1980-273	Hojas Cacao	193,604	0,110	0,010	3,349	241,736	65,796	1,212	0,003	<2	2,129	Lluviosa
	Lluviosa	Cacao San Gerardo 320	1980-274	Fruto Cacao	40,876	0,387	0,010	0,517	286,618	32,536	0,113	0,008	<2	0,847	Lluviosa
	Lluviosa	Cacao San Gerardo 320	1980-275	Fruto Cacao	52,600	0,468	0,002	0,569	592,458	66,427	0,213	0,003	<2	1,228	Lluviosa
	Lluviosa	Cacao San Gerardo 320	1980-276	Fruto Cacao	78,689	0,185	0,003	0,672	308,879	36,636	0,182	0,003	<2	0,784	Lluviosa
	Lluviosa	Rio Chico San Gerardo	1980-331	Pez de RIO CHICO SAN GERARDO	273,080	0,157	0,149	34,003	259,846	36,254	0,777	0,002	69,6	1,580	Lluviosa
	Seca	Rio Chico Cacao 373	1980-399	Hoja Cacao	289,866	0,086	0,134	7,203	147,819	117,350	6,273	0,003	3,6	2,882	Seca
Zona 4	Lluviosa	Guanache 001	1980-285	Hoja Plátano	33,384	0,160	0,017	7,775	470,323	42,624	3,091	0,008	<2	0,422	Lluviosa
	Lluviosa	Guanache 001	1980-286	Fruto Plátano	74,992	0,102	0,006	2,743	472,661	48,664	1,648	0,003	<2	0,490	Lluviosa

	NPI	Guanache 002	1980-288	Hoja Cacao	136,649	1,586	0,520	278,619	82,162	109,809	13,916	0,008	4,3	2,356	NPI
	NPI	Guanache 002	1980-289	Fruto Cacao	44,978	0,298	0,003	1,176	365,106	62,741	0,896	0,001	<2	1,007	NPI
	Seca	Guanache Cacao	1980-435	Fruto Cacao	43,334	0,230	0,003	0,742	286,418	49,337	2,056	0,003	0,8	1,064	Seca
	Seca	Guanache	1980-436	Hoja Plátano	73,761	0,257	0,067	36,500	380,172	42,638	1,384	0,007	1,9	0,433	Seca
	Seca	Guanache	1980-438	Fruto Plátano	7,288	0,087	0,004	0,723	225,394	16,963	0,236	0,007	0,7	0,211	Seca
Zona 5	NPI	Rio 7	1980-332	Vieja celeste de RIO 7	587,296	0,119	0,027	10,843	234,830	32,362	1,203	0,001	73,9	1,290	NPI
	Lluviosa	RIO 7 DESPUES PRESA	1980-334	Pez de RIO 7 DESPUES PRESA	309,493	0,169	0,024	18,427	342,406	31,520	0,692	0,004	89,6	2,044	Lluviosa
	Lluviosa	Rio Gala GA1	1980-335	Pez de RIO GALA GA1	61,794	0,075	0,004	1,975	266,800	18,657	0,046	0,001	66,3	0,419	Lluviosa
	Seca	Vainillo Antes Presa plátano	1980-428	Fruto Plátano	8,106	0,086	0,002	0,348	260,982	17,484	0,308	0,004	0,5	0,238	Seca

Tabla FTIV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)										EPOCA
					Ca	Cu	Cr	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Zn	
Zona 7	Lluviosa	S2 001	1980-321b	Fruto Cacao	75,791	0,154	0,004	2,850	294,980	47,599	1,802	0,001	0,4	0,465	Lluviosa
	Lluviosa	S2 002	1980-324	Hoja Plátano	157,193	0,086	0,006	2,524	85,218	14,130	7,774	0,002	0,9	0,258	Lluviosa
	Lluviosa	S2 002	1980-325	Fruto Plátano	11,671	0,130	0,003	0,618	325,237	13,116	0,253	0,003	0,4	0,362	Lluviosa
	Seca	Rio Margarita	1980-429	Hoja Cacao	99,131	0,123	0,013	4,410	237,675	39,618	3,227	0,002	2,5	0,593	Seca
	Seca	Rio Margarita	1980-430	Fruto Cacao cascara	23,693	0,141	0,001	0,809	255,786	34,009	0,328	0,004	0,6	0,411	Seca
Zona 8	Seca	FA plátano	1980-449	Fruto Plátano	23,854	0,055	0,005	0,562	351,277	18,159	0,177	0,021	0,9	0,406	Seca
	Seca	FA plátano	1980-451	Hoja Plátano	133,107	0,121	0,014	7,415	484,703	86,356	3,517	0,040	2,4	1,062	Seca
	Seca	FA cacao	1980-452	Hoja Cacao	196,745	0,188	0,086	65,969	217,052	64,129	3,301	0,007	6,5	1,086	Seca
	Seca	FA cacao	1980-453	Fruto Cacao	71,118	0,101	0,006	2,759	333,653	32,836	0,278	0,009	1,1	0,709	Seca
	Seca	LR plátano	1980-456	Hoja Plátano	271,477	0,068	0,028	8,170	361,018	47,532	13,238	0,007	2,8	0,565	Seca
	Seca	LR plátano	1980-457	Fruto Plátano	20,868	0,107	0,013	8,494	622,281	37,523	0,604	0,025	1,8	0,915	Seca

Tabla FTIV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)										EPOCA
					Ca	Cu	Cr	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Zn	
Zona 9	Lluviosa	PV 001	1980-298	Hoja Plátano	196,972	0,090	0,013	5,090	312,452	60,335	17,316	0,002	<2	0,466	Lluviosa
	Lluviosa	PV 001	1980-299	Fruto Plátano	8,187	0,033	0,005	23,373	281,988	14,960	0,256	0,003	<2	0,184	Lluviosa
	Lluviosa	PV 001	1980-304	Hojas PV 001	140,191	0,111	0,017	8,713	212,482	132,523	10,090	0,002	1,8	1,941	Lluviosa
	Lluviosa	PV 001	1980-305	Fruto Cacao	35,943	0,238	0,002	0,462	401,591	42,886	1,158	0,001	<2	0,856	Lluviosa
	Lluviosa	PV 002	1980-301	Hoja Plátano	180,493	0,136	0,027	13,472	395,267	54,114	13,113	0,006	<2	0,356	Lluviosa
	Lluviosa	PV 002	1980-302	Fruto Plátano	4,235	0,049	<0,001	0,223	200,440	10,210	0,057	0,001	<2	6,652	Lluviosa
	Lluviosa	PV 002	1980-308	Hojas PV 002	34,198	0,081	0,003	0,608	607,551	32,084	0,186	0,022	<2	0,537	Lluviosa
	Lluviosa	PV 002	1980-309	Fruto PLATANO PV 002	4,462	0,067	0,004	0,244	154,579	13,912	0,082	0,008	<2	0,197	Lluviosa
	Seca	Paraiso de la Victoria	1980-446	Fruto Plátano	5,670	0,051	<0,001	0,247	274,177	17,120	1,085	0,007	0,4	0,241	Seca
	Seca	Paraiso de la Victoria	1980-448	Hoja Plátano	151,467	0,097	0,060	10,487	310,146	104,097	71,357	0,004	2,8	0,461	Seca
Zona 10	Seca	PC 4	1980-459	Hoja Plátano	152,103	0,265	0,014	13,167	272,044	44,884	5,484	0,008	1,4	0,607	Seca
	Seca	PC 4	1980-460	Fruto Plátano	17,040	0,123	0,002	0,619	284,910	30,932	0,466	0,008	0,6	0,472	Seca
Zona 11	Seca	Portovelo	1980-462	Hoja Mango	368,821	1,7	2,666458	154,5	116,441	119,526	5,3029		6,3	3,9	Seca
	Seca	Portovelo	1980-463	Fruto Mango	26,971	0,116	0,008	1,005	200,208	15,543	0,221	0,001	2,1	0,589	Seca

Tabla FTIV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)										EPOCA
					Ca	Cu	Cr	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Zn	
Zona 12	Lluviosa	Cacao 001	1980-261	Hojas Cacao	188,948	0,087	0,007	3,267	229,335	68,883	1,762	0,005	3,034	0,461	Lluviosa
	Lluviosa	Cacao 003	1980-264	Fruto Cacao	140,784	0,234	0,002	1,634	712,592	117,579	0,519	0,008	<2	1,330	Lluviosa
	Lluviosa	Cacao 003-Bella Rica	1980-265	Hojas Cacao	209,786	0,087	0,008	3,737	189,068	58,284	1,699	0,002	2,7	0,670	Lluviosa
	Lluviosa	Cacao 003-Bella Rica	1980-266	Fruto Cacao	31,950	0,335	0,011	0,887	655,728	97,802	0,310	0,032	<2	2,136	Lluviosa
	Lluviosa	LRQ 001	1980-293	Fruto Plátano	5,104	0,034	0,001	0,236	344,732	17,939	0,187	0,006	<2	0,207	Lluviosa
Zona 13	Lluviosa	PLATANO 007	1980-295	Hoja Plátano	270,156	0,138	0,142	11,052	314,759	63,518	7,275	0,003	2,654	0,829	Lluviosa
	Lluviosa	PLATANO 007	1980-296	Fruto Plátano	13,071	0,031	0,004	0,284	244,229	13,571	0,100	0,009	<2	0,243	Lluviosa
	Lluviosa	ZAPOTE 006	1980-328	Hoja Zapote	252,993	0,135	0,007	2,982	147,160	100,476	1,013	0,002	1,442	0,288	Lluviosa
	Lluviosa	ZAPOTE 006	1980-329	Fruto de Zapote	31,540	0,109	0,005	2,268	573,569	23,390	0,101	0,001	0,593	0,232	Lluviosa

Tabla FTIV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)										EPOCA
					Ca	Cu	Cr	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Zn	
Zona 14	Lluviosa	FAM 002	1980-277	Hojas Plátano	220,069	0,085	0,029	22,106	418,658	42,611	5,221	0,006	2,894	0,527	Lluviosa
	Lluviosa	FAM 002	1980-278	Fruto Plátano	5,901	0,022	0,002	0,227	231,476	13,395	0,080	0,005	<2	0,126	Lluviosa
	Lluviosa	FAM 334	1980-280	Hojas Cacao	169,777	0,089	0,007	5,402	254,436	73,298	2,537	0,002	<2	0,339	Lluviosa
	Lluviosa	FAM 334	1980-281	Fruto Cacao	34,766	0,155	0,045	1,032	190,884	21,874	0,098	0,005	<2	0,483	Lluviosa
Zona 15	Seca	GUAB-13-04	1980-489	Bagrecito (<i>Rhamdia</i> sp)	297,627	0,687	0,159	44,534	158,070	36,145	0,836	0,002	50,082	1,091	Seca
	Seca	GUAB-13-08	1980-490	Dama de montaña (<i>Brycon atrocaudatus</i>)	148,733	0,969	0,947	298,269	188,958	109,956	6,650	0,003	68,191	1,339	Seca
	Seca	GUAB-13-09	1980-491	Dama de montaña (<i>Brycon atrocaudatus</i>)	477,883	0,247	0,041	17,144	201,130	24,036	1,436	0,002	77,638	2,304	Seca
	Seca	GUAB-13-10	1980-492	Sabaleta (<i>Brycon oligolepis</i>)	553,457	0,542	0,096	36,414	159,313	30,610	1,969	0,003	55,455	2,331	Seca
	Seca	GUAB-13-11	1980-493	Sabaleta (<i>Brycon oligolepis</i>)	330,411	1,074	0,114	85,908	216,327	37,073	1,289	0,003	67,262	2,146	Seca
	Seca	GUAB-13-12	1980-494	Dama de montaña (<i>Brycon atrocaudatus</i>)	231,776	0,271	0,047	16,221	197,447	24,064	0,442	0,003	71,399	1,229	Seca
	Seca	GUAB-13-13	1980-495	Bagrecito (<i>Rhamdia</i> sp)	889,019	0,246	0,043	21,793	223,563	32,402	0,663	0,003	79,712	3,613	Seca
	Seca	GUAB-13-15	1980-496	Dama de montaña (<i>Brycon atrocaudatus</i>)	342,757	1,694	0,025	27,944	226,419	27,373	2,034	0,009	80,139	2,859	Seca

Tabla FTIV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales peligrosos para la salud

Localización	EPOCA	CODIFIC. ORIGINAL	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)								EPOCA
					Al	Ba	Be	Sb	Sr	Tl	U	V	
Zona 1	Seca	Aso Rio 7	1980-439	Hoja Plátano	8,515	0,355	0,000	0,001	0,505	0,000	<0,0002	0,027	Seca
	Seca	Aso Rio 7	1980-440	Fruto Plátano	0,489	0,016	<0,00003	0,000	0,009	<0,00004	<0,0002	0,000	Seca
	Seca	Aso Rio 7	1980-441	Fruto Plátano	1,307	0,078	<0,00003	0,000	0,070	0,000	<0,0002	0,001	Seca
	Seca	Aso Rio 7	1980-442	Hoja Maiz	10,945	0,123	0,000	0,000	0,167	0,000	<0,0002	0,035	Seca
	Seca	Aso Rio 7	1980-445	Fruto Maiz cascara	3,114	0,038	0,000	0,001	0,028	<0,00004	<0,0002	0,007	Seca
	Seca	Aso Rio 7	1980-466	Yuca	637,674	1,500	0,007	0,006	0,381	0,002	0,006	1,997	Seca
	Seca	Aso Rio 7	1980-467	Yuca	1,645	0,023	<0,00004	0,000	0,044	<0,00007	<0,0003	<0,05	Seca
	Seca	Aso Rio 7	1980-468	Hoja	3,570	0,120	0,000	0,001	0,255	0,000	<0,0003	<0,05	Seca
	Seca	Cacao SR001	1980-400	Fruto Cacao	0,303	0,040	<0,00003	0,000	0,041	0,000	<0,0002	0,000	Seca
	Seca	Cacao SR001	1980-403	Hoja Cacao	4,268	0,478	0,000	0,001	0,985	0,001	0,001	0,010	Seca
	Seca	Cacao SR003	1980-407	Hoja Cacao	114,076	0,514	0,002	0,000	0,614	0,002	0,010	0,152	Seca
	Seca	Cacao SR003	1980-410	Fruto Cacao	0,457	0,043	<0,00003	0,000	0,097	<0,00004	<0,0002	0,000	Seca
	Seca	Plátano SR004	1980-413	Fruto Plátano	0,702	0,032	<0,00003	0,000	0,078	0,000	<0,0002	0,001	Seca

Tabla FTIV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales peligrosos para la salud (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)								EPOCA
					Al	Ba	Be	Sb	Sr	Tl	U	V	
Zona 2	Seca	Plátano SR004	1980-414	Fruto Plátano	0,199	0,015	<0,00003	<0,0002	0,011	0,000	<0,0002	0,000	Seca
	Lluviosa	Cacao 004-Cooperativa Israel	1980-269	Hojas Cacao	3,139	0,179	<0,00003	<0,0005	0,324	<0,00003	0,000	0,008	Lluviosa
	Lluviosa	Cacao 004-Cooperativa Israel	1980-270	Fruto Cacao	1,998	0,195	<0,00003	<0,0005	0,309	0,000	0,000	0,004	Lluviosa
	Lluviosa	Reciento Israel 001	1980-311	Hoja Plátano	3,643	0,138	0,000	0,001	0,448	0,000	0,000	0,009	Lluviosa
	Lluviosa	Recinto Israel 001	1980-313	Fruto Plátano	0,488	0,044	<0,00006	<0,0003	0,049	<0,00003	<0,00007	0,000	Lluviosa
	Lluviosa	Recinto Israel 002	1980-314	Hoja Cacao	6,690	0,076	0,000	0,000	0,243	0,000	0,000	0,007	Lluviosa
	Lluviosa	Recinto Israel 002	1980-317	Fruto Cacao	0,583	0,031	<0,00006	<0,0003	0,058	0,000	<0,00007	0,000	Lluviosa
	Lluviosa	Recinto Israel 003	1980-319	Hoja Papaya	4,127	0,225	<0,00006	0,001	0,282	0,000	<0,00007	0,010	Lluviosa
	Seca	Recinto Israel	1980-415	Fruto Plátano	1,698	0,156	<0,00003	0,000	0,139	<0,00004	<0,0002	0,003	Seca
	Seca	Recinto Israel cacao	1980-418	Hoja Cacao	13,798	0,278	0,000	0,001	0,434	0,000	0,000	0,042	Seca
	Seca	Recinto Israel cacao	1980-420	Fruto Cacao	1,402	0,046	<0,00003	0,001	0,069	0,000	<0,0002	0,002	Seca

Tabla FTIV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales peligrosos para la salud (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)								EPOCA
					Al	Ba	Be	Sb	Sr	Tl	U	V	
Zona 3	Lluviosa	Cacao San Gerardo 320	1980-273	Hojas Cacao	2,850	1,609	<0,00003	0,001	1,365	0,000	0,000	0,007	Lluviosa
	Lluviosa	Cacao San Gerardo 320	1980-274	Fruto Cacao	1,835	0,264	<0,00003	<0,0005	0,189	0,000	0,000	0,001	Lluviosa
	Lluviosa	Cacao San Gerardo 320	1980-275	Fruto Cacao	0,339	0,429	<0,00003	<0,0005	0,390	0,000	<0,00002	0,000	Lluviosa
	Lluviosa	Cacao San Gerardo 320	1980-276	Fruto Cacao	0,529	0,299	<0,00003	<0,0005	0,397	0,000	<0,00002	0,001	Lluviosa
	Lluviosa	Rio Chico San Gerardo	1980-331	Pez de RIO CHICO SAN GERARDO	24,591	0,100	0,000	0,005	0,211	0,000	0,000	0,108	Lluviosa
	Seca	Rio Chico Cacao 373	1980-399	Hoja Cacao	4,679	3,050	0,000	0,003	1,952	0,000	<0,0002	0,021	Seca
Zona 4	Lluviosa	Guanache 001	1980-285	Hoja Plátano	1,974	0,039	<0,00003	0,001	0,061	0,000	0,000	0,008	Lluviosa
	Lluviosa	Guanache 001	1980-286	Fruto Plátano	16,798	0,047	<0,00003	<0,0005	0,212	0,000	0,000	0,007	Lluviosa
	NPI	Guanache 002	1980-288	Hoja Cacao	171,817	0,602	0,001	0,005	0,548	0,001	0,001	0,855	NPI
	NPI	Guanache 002	1980-289	Fruto Cacao	2,020	0,109	<0,00003	0,000	0,153	0,000	0,000	0,002	NPI
	Seca	Guanache Cacao	1980-435	Fruto Cacao	1,322	0,128	<0,00003	0,000	0,184	0,001	<0,0002	0,002	Seca
	Seca	Guanache	1980-436	Hoja Plátano	25,108	0,114	0,000	0,003	0,159	0,000	0,000	0,106	Seca
	Seca	Guanache	1980-438	Fruto Plátano	0,619	0,015	<0,00003	0,000	0,028	0,000	<0,0002	0,000	Seca

Tabla FTIV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales peligrosos para la salud (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)							EPOCA	
					Al	Ba	Be	Sb	Sr	Tl	U		V
Zona 7	Lluviosa	S2 001	1980-321b	Fruto Cacao	4,246	0,257	0,000	0,000	0,624	0,002	<0,00007	0,006	Lluviosa
	Lluviosa	S2 002	1980-324	Hoja Plátano	1,819	0,436	0,000	0,001	1,219	0,000	<0,00007	0,006	Lluviosa
	Lluviosa	S2 002	1980-325	Fruto Plátano	0,591	0,045	<0,00006	<0,0003	0,090	0,001	<0,00007	0,001	Lluviosa
	Seca	Rio Margarita	1980-429	Hoja Cacao	6,833	0,281	0,000	0,001	0,669	0,000	<0,0002	0,013	Seca
	Seca	Rio Margarita	1980-430	Fruto Cacao cascara	0,844	0,149	0,000	0,000	0,277	0,000	<0,0002	0,001	Seca
Zona 8	Seca	FA plátano	1980-449	Fruto Plátano	0,793	0,140	<0,00003	0,000	0,069	<0,00004	<0,0002	0,000	Seca
	Seca	FA plátano	1980-451	Hoja Plátano	9,450	0,400	0,000	0,002	0,415	0,000	0,000	0,018	Seca
	Seca	FA cacao	1980-452	Hoja Cacao	69,931	0,860	0,001	0,002	1,005	0,001	0,003	0,180	Seca
	Seca	FA cacao	1980-453	Fruto Cacao	2,885	0,144	0,000	0,001	0,231	0,000	<0,0002	0,006	Seca
	Seca	LR plátano	1980-456	Hoja Plátano	7,005	0,498	0,000	0,001	1,210	0,001	0,000	0,017	Seca
	Seca	LR plátano	1980-457	Fruto Plátano	8,931	0,097	0,000	0,001	0,129	0,000	0,000	0,021	Seca

Tabla FTIV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales peligrosos para la salud (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)								EPOCA
					Al	Ba	Be	Sb	Sr	Tl	U	V	
Zona 9	Lluviosa	PV 001	1980-298	Hoja Plátano	3,500	0,180	<0,00003	0,000	0,403	0,000	0,000	0,009	Lluviosa
	Lluviosa	PV 001	1980-299	Fruto Plátano	<0,2	0,028	<0,00003	<0,0005	0,016	0,000	0,000	0,000	Lluviosa
	Lluviosa	PV 001	1980-304	Hojas PV 001	12,488	0,393	0,000	0,001	1,327	0,000	0,000	0,027	Lluviosa
	Lluviosa	PV 001	1980-305	Fruto Cacao	0,603	0,078	0,000	<0,0005	0,259	0,000	0,000	0,000	Lluviosa
	Lluviosa	PV 002	1980-301	Hoja Plátano	14,388	0,226	0,000	0,002	0,473	0,000	0,000	0,042	Lluviosa
	Lluviosa	PV 002	1980-302	Fruto Plátano	<0,2	0,009	<0,00003	<0,0005	0,009	<0,00003	<0,00002	0,000	Lluviosa
	Lluviosa	PV 002	1980-308	Hojas PV 002	2,332	0,023	0,000	<0,0005	0,182	<0,00003	0,000	0,001	Lluviosa
	Lluviosa	PV 002	1980-309	Fruto PLATANO PV 002	<0,2	0,013	<0,00003	<0,0005	0,020	<0,00003	<0,00002	0,000	Lluviosa
Zona 10	Seca	Paraiso de la Victoria	1980-446	Fruto Plátano	0,436	0,012	<0,00003	0,000	0,024	0,000	<0,0002	<0,0001	Seca
	Seca	Paraiso de la Victoria	1980-448	Hoja Plátano	14,654	0,201	0,001	0,001	0,813	0,004	0,000	0,031	Seca
	Seca	PC 4	1980-459	Hoja Plátano	15,577	0,858	0,000	0,004	0,755	0,001	0,000	0,028	Seca
	Seca	PC 4	1980-460	Fruto Plátano	0,965	0,156	<0,00003	0,000	0,128	0,000	<0,0002	0,001	Seca
Zona 11	Seca	Portovelo	1980-462	Hoja Mango	55,8			0,063	0,431	0,001	0,002	0,858	Seca
	Seca	Portovelo	1980-463	Fruto Mango	0,606	0,054	<0,00003	0,001	0,054	0,000	<0,0002	0,001	Seca

Tabla FTIV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales peligrosos para la salud (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)								EPOCA
					Al	Ba	Be	Sb	Sr	Tl	U	V	
Zona 12	Lluviosa	Cacao 001	1980-261	Hojas Cacao	3,054	0,502	<0,00003	<0,0005	0,925	0,000	0,000	0,009	Lluviosa
	Lluviosa	Cacao 003	1980-264	Fruto Cacao	0,741	0,201	<0,00003	0,002	0,546	0,000	0,000	0,002	Lluviosa
	Lluviosa	Cacao 003-Bella Rica	1980-265	Hojas Cacao	2,879	0,423	0,000	0,001	0,736	0,001	0,000	0,013	Lluviosa
	Lluviosa	Cacao 003-Bella Rica	1980-266	Fruto Cacao	0,529	0,116	<0,00003	<0,0005	0,126	0,001	0,000	0,001	Lluviosa
	Lluviosa	LRQ 001	1980-293	Fruto Plátano	0,355	0,021	<0,00003	<0,0005	0,021	0,000	<0,00002	0,000	Lluviosa
Zona 13	Lluviosa	PLATANO 007	1980-295	Hoja Plátano	13,582	0,286	0,000	0,003	0,732	0,000	0,001	0,033	Lluviosa
	Lluviosa	PLATANO 007	1980-296	Fruto Plátano	0,677	0,075	<0,00003	<0,0005	0,018	0,000	<0,00002	0,000	Lluviosa
	Lluviosa	ZAPOTE 006	1980-328	Hoja Zapote	2,433	0,495	0,000	0,001	0,996	0,000	<0,00007	0,006	Lluviosa
	Lluviosa	ZAPOTE 006	1980-329	Fruto de Zapote	1,944	0,043	<0,00006	<0,0003	0,105	<0,00003	<0,00007	0,005	Lluviosa

Tabla FTIV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de El Oro según la clasificación: metales peligrosos para la salud (**continuación...**)

Localización	Época	Codific. Original	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)								EPOCA
					Al	Ba	Be	Sb	Sr	Tl	U	V	
Zona 14	Lluviosa	FAM 002	1980-277	Hojas Plátano	25,109	0,456	0,000	0,001	0,711	0,000	0,001	0,059	Lluviosa
	Lluviosa	FAM 002	1980-278	Fruto Plátano	<0,2	0,019	<0,00003	<0,0005	0,015	<0,00003	<0,00002	<0,0001	Lluviosa
	Lluviosa	FAM 334	1980-280	Hojas Cacao	6,162	0,265	0,000	<0,0005	0,698	0,000	0,000	0,015	Lluviosa
	Lluviosa	FAM 334	1980-281	Fruto Cacao	2,583	0,044	<0,00003	<0,0005	0,109	<0,00003	0,000	0,002	Lluviosa
Zona 15	Seca	GUAB-13-04	1980-489	Bagrecito (Rhamdia sp)	42,720	0,292	0,000	0,016	0,233	0,000	<0,0003	0,143	Seca
	Seca	GUAB-13-08	1980-490	Dama de montaña (Brycon atrocaudattus)	300,801	0,711	0,003	0,042	0,185	0,001	0,001	0,905	Seca
	Seca	GUAB-13-09	1980-491	Dama de montaña (Brycon atrocaudattus)	14,691	0,133	0,000	0,003	0,526	0,000	0,000	0,054	Seca
	Seca	GUAB-13-10	1980-492	Sabaleta (Brycon oligolepis)	41,613	0,297	0,000	0,006	0,913	0,000	0,001	0,129	Seca
	Seca	GUAB-13-11	1980-493	Sabaleta (Brycon oligolepis)	37,314	0,219	0,000	0,014	0,394	0,000	0,000	0,170	Seca
	Seca	GUAB-13-12	1980-494	Dama de montaña (Brycon atrocaudattus)	6,969	0,075	<0,00004	0,003	0,263	0,000	<0,0003	<0,05	Seca
	Seca	GUAB-13-13	1980-495	Bagrecito (Rhamdia sp)	11,135	0,151	0,000	0,005	0,811	0,000	0,001	0,053	Seca
	Seca	GUAB-13-15	1980-496	Dama de montaña (Brycon atrocaudattus)	25,619	0,168	0,000	0,008	0,497	0,001	0,000	<0,05	Seca

FICHA TÉCNICA V

DATOS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS MUESTRAS DE ALIMENTOS CLASIFICADOS POR ZONA Y SEGÚN LO ESTABLECIDO POR LA FDA: METALES NORMADOS, METALES CON REQUERIMIENTOS DE INGESTA DIARIA Y METALES PELIGROSOS PARA LA SALUD HUMANA

Muestra: Alimentos de las zonas con influencia minera en las provincias de Zamora Chinchipe.

Objetivo: Clasificar por zonas asociando puntos de muestreo de la provincia de Zamora Chinchipe y dividir los resultados según la clasificación establecida por la FDA.

Desarrollo:

A partir de la clasificación de la FDA se agrupo los resultados según lo establecido metales normados (As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni y Pb), metales con requerimiento de ingesta diaria (Ca, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, K, Na y Zn) y metales nocivos para salud humana, (As, Cd, Pb, Hg, Sr, Ni, U y V), estos valores se encuentran en la Tabla FVI.1, FV1.2 y FTVI.3, respectivamente.

Tabla FTV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe según la clasificación: metales normados

Localización	Época	CODIFIC. ORIGINAL	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)						FECHA	
					As	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni		Pb
Zona 1	Seca	Nambija plátano	1980-397	Hoja Plátano	0,046	0,001	0,121	0,008	8,11E-05	0,032	0,041	8/22/2019
	Seca	Nambija plátano	1980-398	Fruto Plátano	0,001	0,000	0,143	0,003	1,33E-04	0,013	0,008	8/23/2019
Zona 2	Lluviosa	PTO M PUENTE	1980-346	Hoja de Plátano	0,005	0,001	0,119	0,006	4,49E-05	0,020	0,022	8/14/2019
	Lluviosa	PTO M PUENTE	1980-347	Fruto de Plátano	<0,0003	0,000	0,062	<0,001	1,24E-05	0,002	<0,01	8/14/2019
	Lluviosa	PTO M PUENTE	1980-348	Fruto de Plátano	0,007	0,000	0,079	0,002	1,91E-04	0,008	<0,01	8/14/2019
Zona 3	Seca	La Herradura militares	1980-388	Fruto Plátano	0,002	0,001	0,072	0,006	6,56E-05	0,021	0,027	8/14/2019
	Seca	La Herradura militares	1980-387	Fruto Plátano	<0,0005	<0,0001	0,065	0,002	1,95E-04	0,011	0,005	8/15/2019
	Seca	La Herradura militares	1980-389	Hoja Espinaca	0,042	0,009	0,141	0,005	7,46E-05	0,117	0,035	8/16/2019

Tabla FTV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe según la clasificación: me tales normados (**continuación...**)

Localización	Época	CODIFIC. ORIGINAL	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)						FECHA	
					As	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni		Pb
Zona 4	Lluviosa	CON P	1980-345	Hoja de Yuca	0,001	0,001	0,088	0,003	1,04E-04	0,005	0,013	8/2/2019
	Lluviosa	CON P	1980-354	Yuca Tubérculo	<0,0003	<0,0001	0,057	0,006	1,06E-04	0,007	<0,01	8/2/2019
	Lluviosa	CON P	1980-355	Yuca Tubérculo	0,072	0,004	0,462	0,032	1,32E-04	0,057	0,081	8/2/2019
	Seca	Con P	1980-382	Hoja Yuca	0,001	0,000	0,127	0,002	3,90E-05	0,010	0,003	8/2/2019
	Seca	Con Plátano	1980-394	Hoja Plátano	0,062	0,002	0,120	0,032	1,99E-07	0,043	0,086	8/19/2019
	Seca	Con Plátano	1980-395	Fruto Plátano	0,001	0,000	0,081	0,002	1,93E-06	0,028	0,002	8/20/2019
	Seca	Con Plátano	1980-396	Fruto Plátano	<0,0005	<0,0001	0,061	0,005	8,14E-05	0,006	0,004	8/21/2019
	Seca	Puente	1980-383	Hoja Cacao	0,020	0,043	0,130	0,007	9,74E-05	0,023	0,047	7/31/2019

Tabla FTV.1 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe según la clasificación: metales normados (**continuación...**)

Localización	Época	CODIFIC. ORIGINAL	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)						FECHA	
					As	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni		Pb
Zona 5	Seca	Tomate vivero	1980-390	Tomate vivero	0,016	0,014	0,085	0,004	1,60E-04	0,007	0,105	8/17/2019
	Seca	Tomate vivero	1980-391	Tomate vivero	0,010	0,002	0,055	0,002	1,69E-04	0,025	0,005	8/18/2019
	Lluviosa	Vivero-Chinapintza 004	1980-339	Hojas de Tomate	0,003	0,001	0,083	0,014	6,79E-05	0,008	0,033	2/25/2019
	Lluviosa	Vivero-Chinapintza 004	1980-340	Frutos de Tomate	<0,0003	0,004	0,108	0,003	8,76E-05	0,004	<0,01	2/25/2019
	Lluviosa	VIVERO-CHINAPINTZA 004	1980-257	Muestra de suelo tomada a 50 cm	0,031	0,001	0,101	0,203	7,40E-04	0,022	0,080	4/25/2019
	Lluviosa	Vivero-Chinapintza 005	1980-342	Hoja de Espinaca	0,004	0,015	0,109	0,011	9,93E-05	0,033	<0,01	4/25/2019
	Lluviosa	Chinapintza 001	1980-341	Hoja de Plátano	0,006	0,002	0,124	0,013	1,89E-04	0,033	0,023	2/25/2019
	Lluviosa	Chinapintza 001	1980-352	Fruto de Plátano	<0,0003	<0,0001	0,084	0,004	5,31E-05	0,007	<0,01	7/31/2019
	Lluviosa	Chinapintza 001	1980-351	Fruto de Plátano	0,011	0,002	0,093	0,022	1,88E-04	0,063	0,079	7/31/2019
Zona 6	Lluviosa	Blanco	1980-343	Hoja de yuca de BLANCO camnata con Blanquita	0,001	0,001	0,106	0,004	2,71E-05	0,009	<0,01	4/25/2019
	Lluviosa	Blanco	1980-353	Yuca Tubérculo de BLANCO	0,014	0,001	0,163	0,121	1,11E-04	0,023	0,444	8/2/2019

Tabla FTV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria (**continuación...**)

Localización	Época	CODIFIC. ORIGINAL	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)										FECHA
					Ca	Cu	Cr	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Zn	
Zona 1	Seca	Nambija plátano	1980-397	Hoja Plátano	163,063	0,121	0,008	4,636	478,902	32,9	42,541	0,001	1,854	0,555	8/22/2019
	Seca	Nambija plátano	1980-398	Fruto Plátano	23,395	0,143	0,003	0,916	772,150	29,5	4,797	0,006	0,551	1,257	8/23/2019
Zona 2	Lluviosa	PTO M PUENTE	1980-346	Hoja de Plátano	92,321	0,119	0,006	5,848	611,243	15,9	11,737	0,002	0,578	0,628	8/14/2019
	Lluviosa	PTO M PUENTE	1980-347	Fruto de Plátano	4,879	0,062	<0,001	0,270	357,605	10,7	0,263	0,002	0,319	0,157	8/14/2019
	Lluviosa	PTO M PUENTE	1980-348	Fruto de Plátano	31,130	0,079	0,002	0,825	466,553	14,0	0,828	0,001	0,592	0,298	8/14/2019
Zona 3	Seca	La Herradura militares	1980-388	Fruto Plátano	51,353	0,072	0,006	1,099	376,534	19,3	12,513	<0,0008	1,225	0,681	8/14/2019
	Seca	La Herradura militares	1980-387	Fruto Plátano	7,752	0,065	0,002	0,427	297,771	13,1	7,046	0,006	0,509	0,366	8/15/2019
	Seca	La Herradura militares	1980-389	Hoja Espinaca	118,892	0,141	0,005	3,759	331,285	43,1	0,758	0,005	3,545	1,028	8/16/2019

Tabla FTV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe según la clasificación: metales con requerimiento de ingesta diaria (**continuación...**)

Localización	Época	CODIFIC. ORIGINAL	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)										FECHA
					Ca	Cu	Cr	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Zn	
Zona 4	Lluviosa	CON P	1980-345	Hoja de Yuca	167,568	0,088	0,003	1,189	228,202	50,6	3,773	0,003	0,472	1,679	8/2/2019
	Lluviosa	CON P	1980-354	Yuca Tubérculo	13,465	0,057	0,006	1,012	230,575	13,3	0,167	0,001	0,464	0,260	8/2/2019
	Lluviosa	CON P	1980-355	Yuca Tubérculo	27,660	0,462	0,032	365,520	134,190	58,5	13,355	0,001	2,794	1,204	8/2/2019
	Seca	Con P	1980-382	Hoja Yuca	86,832	0,127	0,002	1,237	220,853	43,4	2,332	0,002	0,678	1,517	8/2/2019
	Seca	Con Plátano	1980-394	Hoja Plátano	355,232	0,120	0,032	35,795	383,529	42,1	36,831	0,002	1,213	0,692	8/19/2019
	Seca	Con Plátano	1980-395	Fruto Plátano	16,234	0,081	0,002	0,774	365,465	22,4	0,958	0,002	0,759	0,412	8/20/2019
	Seca	Con Plátano	1980-396	Fruto Plátano	12,782	0,061	0,005	1,120	250,904	14,4	0,355	0,003	0,673	0,344	8/21/2019
	Seca	Puente	1980-383	Hoja Cacao	113,629	0,130	0,007	1,803	304,285	52,1	5,358	0,001	0,872	1,154	7/31/2019

Tabla FTV.2 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe según la clasificación:
metales con requerimiento de ingesta diaria (**continuación...**)

Localización	Época	CODIFIC. ORIGINAL	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)										FECHA
					Ca	Cu	Cr	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Zn	
Zona 5	Seca	Tomate vivero	1980-390	Tomate vivero	571,693	0,085	0,004	8,010	226,541	83,3	2,638	0,014	5,242	0,499	8/17/2019
	Seca	Tomate vivero	1980-391	Tomate vivero	59,118	0,055	0,002	0,725	159,667	10,6	0,165	0,004	1,332	0,251	8/18/2019
	Lluviosa	Vivero-Chinapintza 004	1980-339	Hojas de Tomate	56,072	0,083	0,014	32,867	305,573	13,0	14,109	0,001	1,001	0,444	2/25/2019
	Lluviosa	Vivero-Chinapintza 004	1980-340	Frutos de Tomate	83,616	0,108	0,003	1,037	715,496	21,7	0,285	0,005	3,697	0,227	2/25/2019
	Lluviosa	Vivero-Chinapintza 005	1980-342	Hoja de Espinaca	151,109	0,109	0,011	4,273	251,522	88,9	1,785	0,003	1,191	1,052	4/25/2019
	Lluviosa	Chinapintza 001	1980-341	Hoja de Plátano	143,457	0,124	0,013	9,135	336,873	14,6	39,177	0,001	1,646	0,588	2/25/2019
	Lluviosa	Chinapintza 001	1980-352	Fruto de Plátano	10,615	0,084	0,004	0,374	570,152	16,8	3,301	<0,0008	0,407	0,431	7/31/2019
	Lluviosa	Chinapintza 001	1980-351	Fruto de Plátano	42,938	0,093	0,022	5,297	342,260	11,4	2,377	0,001	1,456	0,981	7/31/2019
Zona 6	Lluviosa	Blanco	1980-343	Hoja de yuca de BLANCO	85,164	0,106	0,004	13,074	345,851	32,4	6,823	<0,0008	<0,3	1,181	4/25/2019
	Lluviosa	Blanco	1980-353	Yuca Tubérculo de BLANCO	18,427	0,163	0,121	335,559	129,531	13,1	1,805	0,002	0,453	0,590	8/2/2019

Tabla FTV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe según la clasificación: metales peligrosos para la salud que no están normados

Localización	Época	CODIFIC. ORIGINAL	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)								FECHA
					Al	Ba	Be	Sb	Sr	Tl	U	V	
Zona 1	Seca	Nambija plátano	1980-397	Hoja Plátano	3,487	0,393	0,000	0,002	0,208	0,000	<0,0002	0,009	8/22/2019
	Seca	Nambija plátano	1980-398	Fruto Plátano	0,378	0,195	<0,00003	0,000	0,054	0,000	<0,0002	0,001	8/23/2019
Zona 2	Lluviosa	PTO M PUENTE	1980-346	Hoja de Plátano	11,631	0,310	0,000	0,003	0,336	0,000	0,000	0,014	8/14/2019
	Lluviosa	PTO M PUENTE	1980-347	Fruto de Plátano	<0,2	0,025	<0,00006	<0,0003	0,015	0,000	<0,00007	<0,0002	8/14/2019
	Lluviosa	PTO M PUENTE	1980-348	Fruto de Plátano	0,746	0,112	<0,00006	0,001	0,145	0,000	<0,00007	0,001	8/14/2019
Zona 3	Seca	La Herradura militares	1980-388	Fruto Plátano	1,631	1,137	<0,00003	0,000	0,273	0,000	<0,0002	0,002	8/14/2019
	Seca	La Herradura militares	1980-387	Fruto Plátano	0,232	0,283	<0,00003	<0,0002	0,046	0,000	<0,0002	0,000	8/15/2019
	Seca	La Herradura militares	1980-389	Hoja Espinaca	3,996	0,167	0,000	0,001	0,413	0,000	<0,0002	0,013	8/16/2019

Tabla FTV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chinchipe según la clasificación: metales peligrosos para la salud que no están normados (**continuación...**)

Localización	Época	CODIFIC. ORIGINAL	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)								FECHA
					Al	Ba	Be	Sb	Sr	Tl	U	V	
Zona 4	Lluviosa	CON P	1980-345	Hoja de Yuca	1,332	0,817	0,000	<0,0003	1,275	0,000	<0,00007	0,001	8/2/2019
	Lluviosa	CON P	1980-354	Yuca Tubérculo	1,447	0,231	0,000	<0,0003	0,134	0,000	0,000	0,002	8/2/2019
	Lluviosa	CON P	1980-355	Yuca Tubérculo	392,342	1,722	0,010	0,001	0,346	0,001	0,012	0,697	8/2/2019
	Seca	Con P	1980-382	Hoja Yuca	1,419	0,440	0,000	0,000	0,646	<0,00004	<0,0002	0,001	8/2/2019
	Seca	Con Plátano	1980-394	Hoja Plátano	48,738	4,817	0,001	0,001	2,436	0,002	0,002	0,084	8/19/2019
	Seca	Con Plátano	1980-395	Fruto Plátano	1,498	0,262	<0,00003	0,000	0,144	0,000	<0,0002	0,001	8/20/2019
	Seca	Con Plátano	1980-396	Fruto Plátano	0,753	0,129	<0,00003	0,000	0,035	0,000	<0,0002	0,000	8/21/2019
	Seca	Puente	1980-383	Hoja Cacao	2,317	1,290	0,000	0,000	1,175	0,000	<0,0002	0,003	7/31/2019

Tabla FTV.3 Resultados de las muestras de alimentos analizadas en diferentes zonas de la provincia de Zamora Chichipe según la clasificación: metales peligrosos para la salud que no están normados (**continuación...**)

Localización	Época	CODIFIC. ORIGINAL	seq ID	Descripción	Metal (mg/kg)								FECHA
					Al	Ba	Be	Sb	Sr	Tl	U	V	
Zona 5	Seca	Tomate vivero	1980-390	Tomate vivero	7,777	0,174	0,000	0,001	2,498	0,000	0,000	0,014	8/17/2019
	Seca	Tomate vivero	1980-391	Tomate vivero	1,107	0,029	<0,00003	0,000	0,238	<0,00004	<0,0002	0,001	8/18/2019
	Lluviosa	Vivero-Chinapintza 004	1980-339	Hojas de Tomate	60,276	0,686	0,000	0,003	0,349	0,000	0,001	0,079	2/25/2019
	Lluviosa	Vivero-Chinapintza 004	1980-340	Frutos de Tomate	0,764	0,071	<0,00006	<0,0003	0,234	<0,00003	<0,00007	0,001	2/25/2019
	Lluviosa	Vivero-Chinapintza 005	1980-342	Hoja de Espinaca	4,298	0,176	<0,00006	0,000	0,423	0,000	<0,00007	0,013	4/25/2019
	Lluviosa	Chinapintza 001	1980-341	Hoja de Plátano	7,909	2,057	0,000	<0,0003	0,440	0,000	0,000	0,021	2/25/2019
	Lluviosa	Chinapintza 001	1980-352	Fruto de Plátano	0,991	0,288	<0,00006	<0,0003	0,057	0,000	<0,00007	0,000	7/31/2019
	Lluviosa	Chinapintza 001	1980-351	Fruto de Plátano	9,114	0,656	0,000	0,001	0,194	0,000	0,000	0,008	7/31/2019
Zona 6	Lluviosa	Blanco	1980-343	Hoja de yuca de BLANCO	17,856	0,405	0,000	<0,0003	0,590	0,000	0,000	0,033	4/25/2019
	Lluviosa	Blanco	1980-353	Yuca Tubérculo de BLANCO	497,443	0,641	0,004	0,002	0,159	0,001	0,009	0,824	8/2/2019

FICHA TECNICA VI

DETERMINACION DE FACTOR DE BIOCONCENTRACION DE LAS PLANTAS LOCALES DE LAS ZONAS DE MUESTREO

Muestra: Plantas no alimenticias locales de la provincia de El Oro

Objetivo: Determinar el potencial de las plantas para bioacumular metales pesados tóxicos.

Desarrollo:

Calcular el factor de bioconcentración y evaluar aquellos que se encuentre sobre el 1, pues si superan este límite se consideran plantas acumuladoras.

Tabla FTV.1 Factor de Bioconcentracion (BCF) de plantas recolectadas en las zonas bajo influencia metálica en la provincia de El Oro.

Descripcion	Codificacion	As	Cd	Cr	Fe	Hg	Mn	Ni	Pb	Zn
<i>Cyclanto (Cyclanthus sp.)</i>	Zona 1									
	PLT-301 Raiz	0,27	11,55	0,39	0,78	0,01	2,48	1,96	0,19	2,05
	PLT-301	0,20	1,92	0,32	0,57	0,19	3,93	1,22	0,18	1,73
<i>Cartucho (Araceae sp)</i>	PLT-303	3,72	13,92	0,57	1,26	0,52	7,77	1,68	2,35	3,04
<i>Totora (Juncus sp)</i>	PLT-302	4,95	11,72	2,16	5,75	0,45	4,58	8,40	1,10	5,90
	Zona 2									
	PLT-306	353,04	68,42	71,14	281,09	0,50	16,06	29,81	71,09	57,57
	PLT-306	61,14	30,95	34,55	55,09	0,25	30,44	12,80	16,90	31,79
<i>Junquito (Eleocharis sp)</i>	PLT-305	34,49	32,58	26,19	38,00	0,11	25,34	9,05	28,09	26,99
	Zona 3									
	PLT-308	49900,50	170,00	199,50	5778,97	1,09	1323,70	36,75	1635,00	110,65
<i>N/D (Poaceae)</i>	PLT-309	133,02	17,68	1,30	2,07	0,37	3,70	4,06	25,47	2,98
<i>Papiro (Cyperus)</i>	PLT-307 Hojas	192,47	28,56	2,40	3,08	0,12	6,41	5,44	31,35	5,94
	PLT-307	0,22	0,43	0,09	0,04	0,13	0,36	0,17	0,72	1,73

FICHA TECNICA VII

PLANTAS DE LAS ZONA DE EVALACUIÓN

Muestra: Plantas no alimenticias de El Oro

Objetivo: Reconocer las plantas locales que fueron analizadas en la provincia de El Oro.



Figura FTVII.1 Plantas de totora en un cuerpo de agua de la zona de estudio.



Figura FTVII.2 Planta Helecho (*Pteris sp.*) recolectado de los diferentes puntos de muestreo



Figura FTVII.3 Planta de Cyclanto (*Cyclanthus sp.*) recolectada de la zona de estudio



Figura FTVII.4 Planta de Cartucho (*Araceae sp.*) recolectada de los puntos de muestreo



Figura FTVII.5 Lengua de vaca (*Rumex sp.*) planta local en los puntos de muestreo

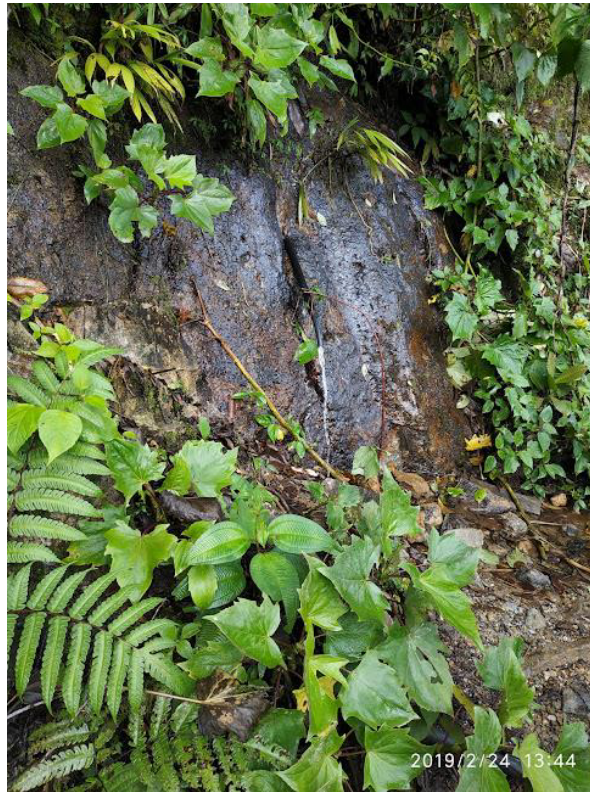


Figura FTVII.6 Planta de Helecho bifurcado recolectada de los puntos de muestreo



Figura FTVII.7 Recolección de muestras de musgos y líquenes (Musci, Sphagno, Cladonia)

FICHA TECNICA VIII

SITIOS DE MUESTREO DE AGUA, SUELOS, ALIMENTOS Y PLANTAS DE LA PROVINCIA DE EL ZAMORA CHINCHIPE

Muestra: Muestras de aguas, suelos, frutos y plantas recolectadas en la provincia de Zamora Chinchipe.

Objetivo: Clasificar por zonas asociando puntos de muestreo de la provincia de Zamora Chinchipe.

Desarrollo:

Las coordenadas se procesaron en Google Earth, y se distribuyeron en 6 zonas para una mayor facilidad de procesamiento. Las gráficas se muestran en las Figuras FTVII.1, 2, 3 y 4.

Tabla VIII.1 Coordenadas de los puntos de muestreo en la provincia de Zamora Chinchipe

Puntos	Coordenadas		Codificación original	Descripción
	x	y		
1	770286	9551830	Blanco QCH	Blanco Chinapinza
2	769589.8	9553269.8	CON-DP	Conguime antes de la planta
3	769628	9553256	CON-DP	Conguime después de la planta
4	767091	9552796	Pto M	Vivero Puerto Minero
5	766926.1	9554162.8	Pto M 01	Puente Puerto Minero
6	763479.5	9553287.9	QCH-ACON	Chinapinza antes del conguime
7	762564	9553075	CON+QCH	Unión Conguime más Chinapinza
8	762588	9553403	NANTU	Nantú
9	762072	9552998	Edgar S	Edgar solorsano (Rentería)
10	764099	9553107	CON RIO	Con Rio Quebrada en medio de la zona recuperada
11	746765	9549992	BLANCO NAMBJA	Blanco Nambija 25 minutos caminata
12	742170	955041	Q del HIERRO	Quebrada del Hierro
13	742304	9550353	NAMBIJA CALIXTO	Quebrada Calixto cruzando tarabita
14	741648	9556612	RIO NAMBIJA	Río Nambija ingreso al filtro
15	741648	9556612	NAMBIJA A1	Piezómetro A1
16	741648	9556612	NAMBIJA A2	Piezómetro A2
17	741648	9556612	NAMBIJA CANAL	Rio Nambija salida al canal
18	763366.1	9552513.8	CON Aconfluencia	Conguime antes de la confluencia despues de los trabajos en la planta
19	763479.5	9553287.9	QCH-ACON	Chinapinza antes del conguime
20	762564	9553075	CON+QCH	Unión Conguime más Chinapinza
21	770286	9551830	Blanco QCH	Blanco Chinapinza
22	769515	9553347	Q Herradura	Quebrada La Herradura
23	767091	9552796	Pto M	Vivero Puerto Minero
24	766926.1	9554162.8	Puente Q CH/Pto M 01	Puente Puerto Minero
25	766811	9552835.6	Pto M consumo	Puerto Minero agua de consumo
26	762588	9553403	NANTU	Nantu detrás de las oficinas coincide con punto del tiburón
27	762256.8	9553070.2	CON consumo	Oficina Ing agua de consumo
28	763607	9553058	ASANSA	Asansa fila de patos
29	761949	9553720	R Nangaritzza	Rio Nangaritzza cerca de Rentería suelo despues de la descar del conguime
30	746765	9549992	Blanco Nambija	Blanco Nambija 25 minutos caminata
31	742170	955041	Q del Hierro (Rio T)	Quebrada del Hierro (Rio T..?)
32	742304	9550353	Nambija Q Calixto	Quebrada Calixto cruzando tarabita
33	745472.7	9549577.6	Nambija consumo	Agua consumo Nambija frente al parqueadero
34	741648	9556612	R Nambija Filtro	Río Nambija ingreso al filtro
35	741648	9556612	Canal Nambija A1	Piezómetro A1
36	741648	9556612	Canal Nambija A2	Piezómetro A2
37	741648	9556612	R Nambija Canal	Rio Nambija salida al canal
38	Sin referencia		Blanco CON	Blanco Conguime 20 a 30 min zona sin intervención

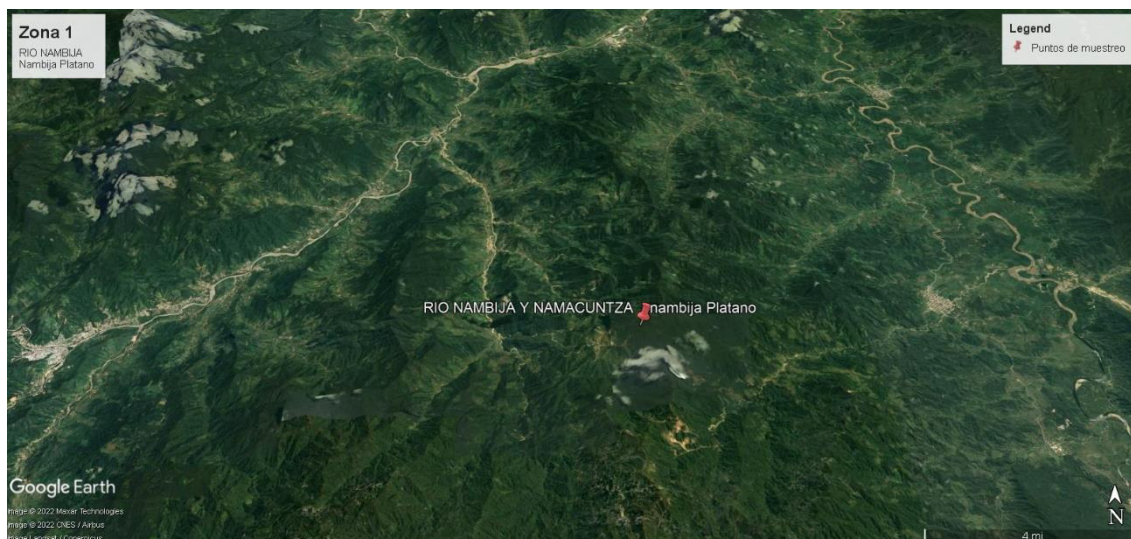


Figura FTVIII.1 Imagen de Google Earth que muestra los puntos de muestreo de la zona 1 en la provincia de Zamora Chinchipe.

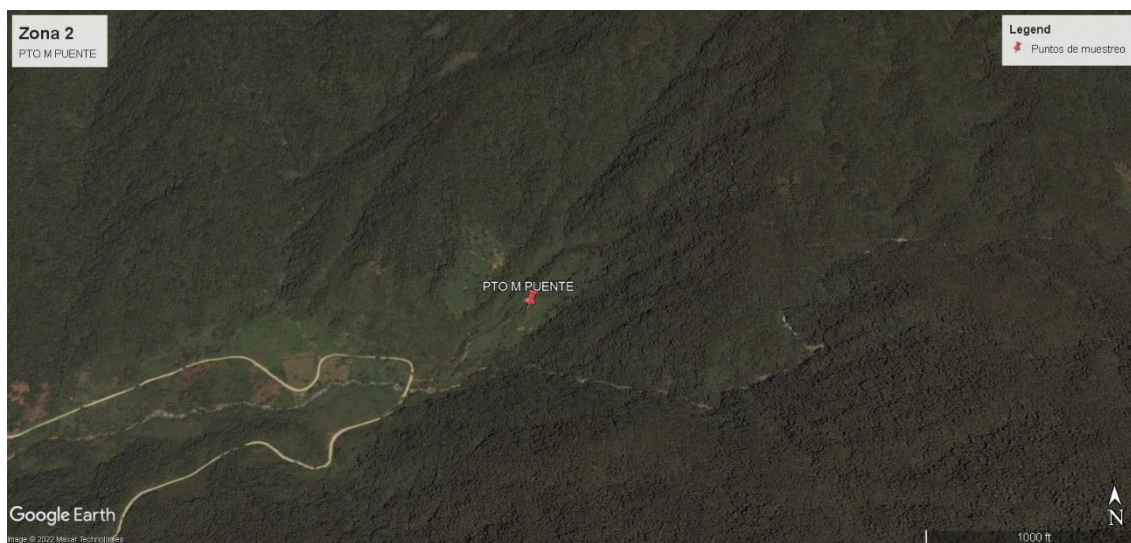


Figura FTVIII.2 Imagen de Google Earth que muestra los puntos de muestreo de la zona 3 en la provincia de Zamora Chinchipe.

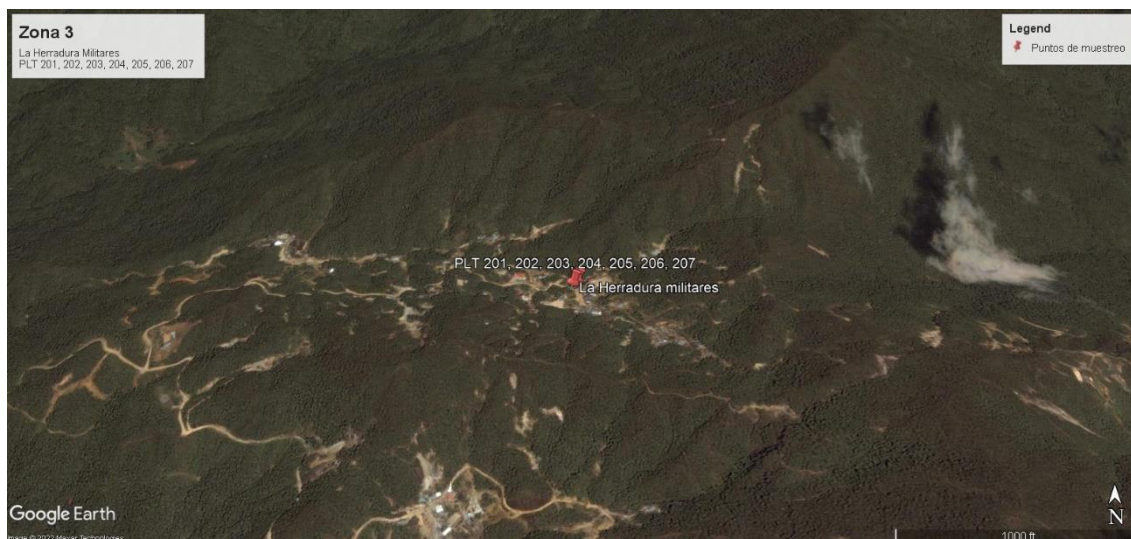


Figura FTVIII.1 Imagen de Google Earth que muestra los puntos de muestreo de la zona 3 en la provincia de Zamora Chinchipe.



Figura FTVIII.4 Imagen de Google Earth que muestra los puntos de muestreo de la zona 1 en la provincia de Zamora Chinchipe.

FICHA TECNICA IX

SITIOS DE MUESTREO DE AGUA, SUELOS, ALIMENTOS Y PLANTAS DE LA PROVINCIA DE EL ORO

Muestra: Muestras de aguas, suelos, frutos y plantas recolectadas en la provincia de El Oro.

Objetivo: Clasificar por zonas asociando puntos de muestreo de la provincia de El Oro.

Desarrollo:

Las coordenadas se procesaron en Google Earth, y se distribuyeron en 15 zonas para una mayor facilidad de procesamiento. Las gráficas se muestran en las Figuras FTVIII.1-15.

Tabla IX.1 Coordenadas de los puntos de muestreo en la provincia de El Oro

Numeración	Coordenadas		Descripción	Codificación original
	X	Y		
1	-2,951,835	-79,784,746	Hoja Cacao	Aso Rio 7
2	-2,951,835	-79,784,746	Fruto Cacao	Aso Rio 7
3	-2,951,835	-79,784,746	Hoja Plátano	Aso Rio 7
4	-2,951,835	-79,784,746	Fruto Plátano	Aso Rio 7
5	-2,951,835	-79,784,746	Hoja Maíz	Aso Rio 7
6	-2,951,835	-79,784,746	Fruto Maíz	Aso Rio 7
7	643779	9659498	Bella Rica consumo	Bella Rica consumo
8	652926	9662819.3	Blanco San Gerardo	Blanco San Gerardo
9	652926	9662819.3	Blanco San Gerardo	Blanco San Gerardo
10	-2,951,751	-79,784,986	Fruto Cacao	Cacao SR001
11	-2,951,751	-79,784,986	Hoja Cacao	Cacao SR001
12	-2,949,816	-79,781,435	Hoja Cacao	Cacao SR003
13	-2,949,816	-79,781,435	Fruto Cacao	Cacao SR003
14	-3,100,320	-79,728,795	Hoja Cacao	Cacao Vainillo Antes Presa
15	-3,100,320	-79,728,795	Fruto Cacao	Cacao Vainillo Antes Presa
16	643779	9659498	Cooperativa Bella Rica	Cooperativa Bella Rica
17	-3,222,693	-79,872,670	Hoja Cacao	FA cacao
18	-3,222,693	-79,872,670	Fruto Cacao	FA cacao
19	-3,222,693	-79,872,670	Fruto Plátano	FA plátano
20	-3,222,693	-79,872,670	Hoja Plátano	FA plátano
21	-3,063,171	-79,733,012	Hoja Plátano	Guanache
22	-3,063,171	-79,733,012	Fruto Plátano	Guanache
23	-3,063,171	-79,733,012	Hoja Cacao	Guanache Cacao
24	-3,063,171	-79,733,012	Fruto Cacao	Guanache Cacao
25	651621	9662892	La Fortuna Consumo	La Fortuna Consumo
26	651621	9662892	La Fortuna Llave	La Fortuna Llave
27	-3,229,667	-79,860,874	Hoja Plátano	LR plátano
28	-3,229,667	-79,860,874	Fruto Plátano	LR plátano
29	645905.5	9656360.2	Margarita S1	Margarita S1
30	645905.5	9656360.2	Margarita S1	Margarita S1
31	643718.1	9656835.8	Margarita S2	Margarita S2
32	643718.1	9656835.8	Margarita S2	Margarita S2
33	-3,395,122	-79,885,603	Fruto Plátano	Paraíso de la Victoria
34	-3,395,122	-79,885,603	Hoja Plátano	Paraíso de la Victoria
35	-3,639,299	-79,652,691	Hoja Plátano	PC 4
36	-3,639,299	-79,652,691	Fruto Plátano	PC 4
37	-2,951,825	-79,784,335	Hoja Plátano	Plátano SR002
38	-2,951,825	-79,784,335	Fruto Plátano	Plátano SR002
39	-2,950,471	-79,781,507	Hoja Plátano	Plátano SR004
40	-2,950,471	-79,781,507	Fruto Plátano	Plátano SR004
41	-3,711,284	-79,606,404	Hoja Mango	Portovelo
42	-3,711,284	-79,606,404	Fruto Mango	Portovelo
43	636437.7	9661573.9	Pozo AARS6	Pozo AARS6
44	636437.7	9661573.9	Pozo AARS6	Pozo AARS6
45	641157	9669426	Pozo Buena Vista	Pozo Buena Vista
46	641157	9669426	Pozo Buena Vista	Pozo Buena Vista
47	636080	9666239	Pozo Cooperativa Israel	Pozo Cooperativa Israel
48	636080	9666239	Pozo Cooperativa Israel	Pozo Cooperativa Israel
49	622744	9630010	Pozo Escuela Paraíso de la Victoria	Pozo Escuela Paraíso de la Victoria
50	625103	9643345	Pozo Flor Amarillal	Pozo Flor Amarillal
51	625103	9643345	Pozo Flor Amarillal	Pozo Flor Amarillal
52	636203.8	9673213.6	Pozo Los Almendros	Pozo Los Almendros
53	636203.8	9673213.6	Pozo Los Almendros	Pozo Los Almendros

Numeración	Coordenadas		Descripción	Codificación original
	X	Y		
54	623822	9624782	Pozo Paraizo de la Victoria	Pozo Paraizo de la Victoria
55	623822	9624782	Pozo Paraizo de la Victoria	Pozo Paraizo de la Victoria
56	639388	9661968	Pozo Recinto La Raquel	Pozo Recinto La Raquel
57	639388	9661968	Pozo Recinto La Raquel	Pozo Recinto La Raquel
58	636433.7	9671656.3	Pozo San Rafael	Pozo San Rafael
59	636433.7	9671656.3	Pozo San Rafael	Pozo San Rafael
60	641248.9	9657298	Presa Rio Vainillo Fondo de la presa	Presa Rio Vainillo Fondo de la presa
61	641248.9	9657298	Presa Rio Vainillo Superficie de la presa	Presa Rio Vainillo Superficie de la presa
62	640821.5	9661353.9	Quebrada Guanache	Quebrada Guanache
63	640821.5	9661353.9	Quebrada Guanache	Quebrada Guanache
64	654795	9589662	R Amarillo antes de Portovelo	R Amarillo antes de Portovelo
65	651576	9587948	R Calera RC4 puente peces muertos	R Calera RC4 puente peces muertos
66	647257	9668432	R Calera RC6 puente junto al redondel de Ponce Enríquez	R Calera RC6 puente junto al redondel de Ponce Enríquez
67	647257	9668432	R Chico Puente	R Chico Puente
68	641603.2	9669767.8	R Chico Road	R Chico Road
69	649653	9597623	R Cordoncillo	R Cordoncillo
70	641603.42	9670574.4	R Gala Helechos	R Gala Helechos
71	636437.7	9661573.9	R Gala San Rafael (RIO 7S4)	R Gala San Rafael (RIO 7S4)
72	636437.7	9661573.9	R Pindo bajo	R Pindo bajo
73	636437.7	9661573.9	R siete presas	R siete presas
74	638452	9659919	R siete Road	R siete Road
75	641248.9	9657298	R Vainillo antes presa	R Vainillo antes presa
76	641248.9	9657298	R Vainillo despues presa	R Vainillo despues presa
77	641248.9	9657298	R Vainillo Fondo presa	R Vainillo Fondo presa
78	641248.9	9657298	R Vainillo Superficie presa	R Vainillo Superficie presa
79	-3,019,211	-79,775,094	Fruto Plátano	Recinto Israel
80	-3,019,211	-79,775,094	Hoja Plátano	Recinto Israel
81	-3,018,729	-79,775,478	Hoja Cacao	Recinto Israel cacao
82	-3,018,729	-79,775,478	Fruto Cacao	Recinto Israel cacao
83	-2,998,391	-79,677,296	Hoja Cacao	Rio Chico Cacao 373
84	-2,998,391	-79,677,296	Fruto Cacao	Rio Chico Cacao 373
85	641603.2	9669767.8	Rio Chico Road	Rio Chico Road
86	647257	9668432	Rio Chico San Gerardo	Rio Chico San Gerardo
87	641603.42	9670574.4	Rio Gala helechos	Rio Gala helechos
88	636437.7	9661573.9	Rio Gala San Rafael (Rio 7 S4)	Rio Gala San Rafael (Rio 7 S4)
89	-3,104,166	-79,707,016	Hoja Cacao	Rio Margarita
90	-3,104,166	-79,707,016	Fruto Cacao	Rio Margarita
91	638452	9659919	Rio Siete Carretera	Rio Siete Carretera
92	641248.9	9657298	Rio Vainillo antes de la presa	Rio Vainillo antes de la presa
93	641248.9	9657298	Rio Vainillo despues de la presa	Rio Vainillo despues de la presa
94	-3,100,320	-79,728,795	Hoja Plátano	Vainillo Antes Presa plátano
95	-3,100,320	-79,728,795	Fruto Plátano	Vainillo Antes Presa plátano



Figura FTIX.1 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 1)

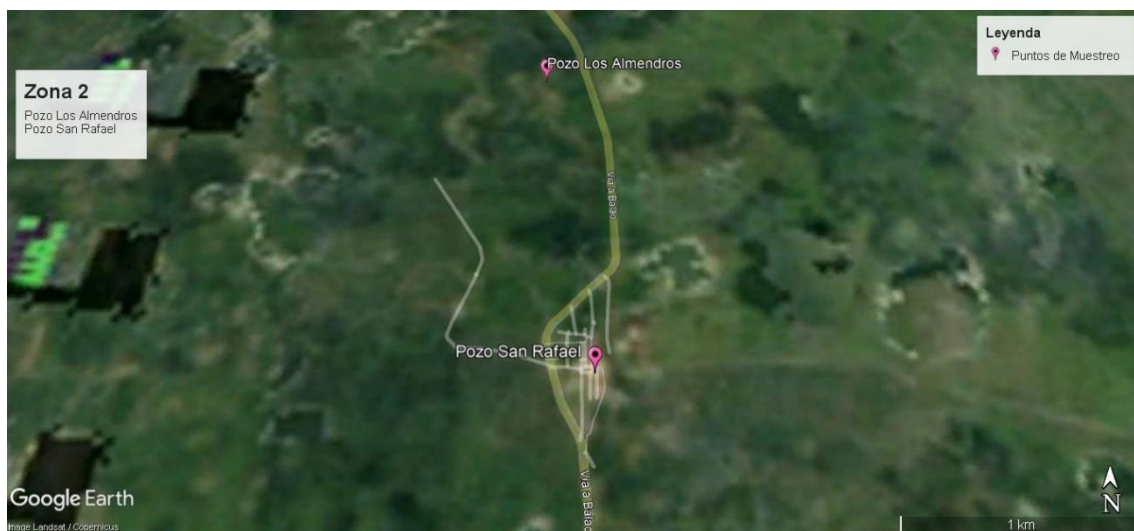


Figura FTIX.2 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 2)

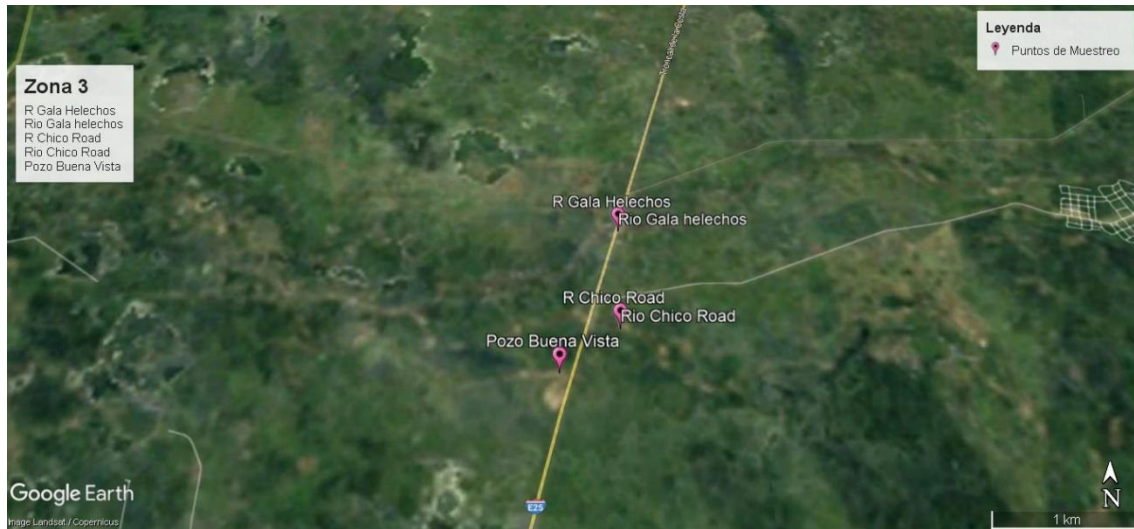


Figura FTIX.3 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 3)



Figura FTIX.4 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 4)

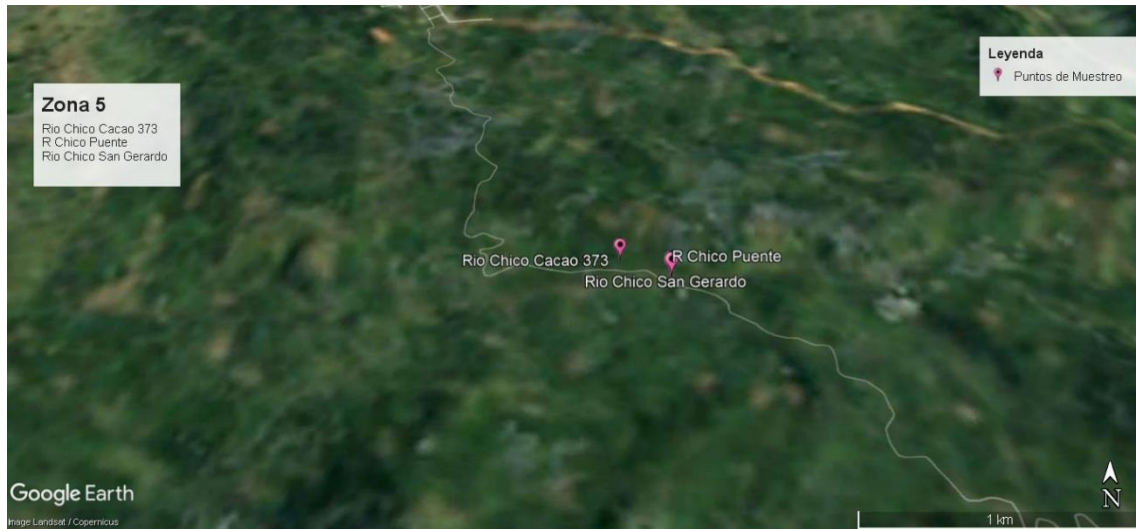


Figura FTIX.5 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 5)

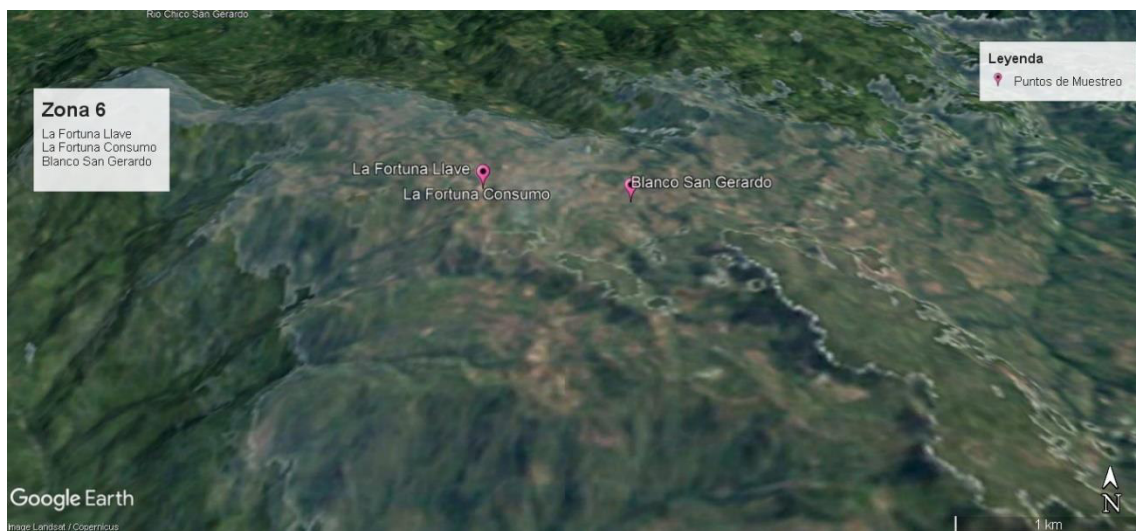


Figura FTIX.6 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 6)



Figura FTIX.7 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 7)

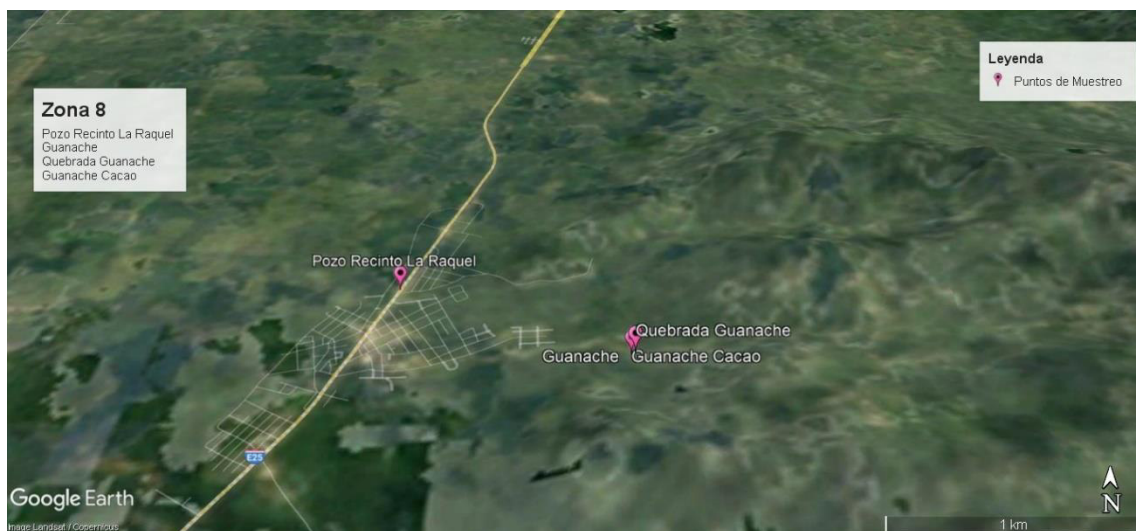


Figura FTIX.8 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 8)



Figura FTIX.9 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 9)

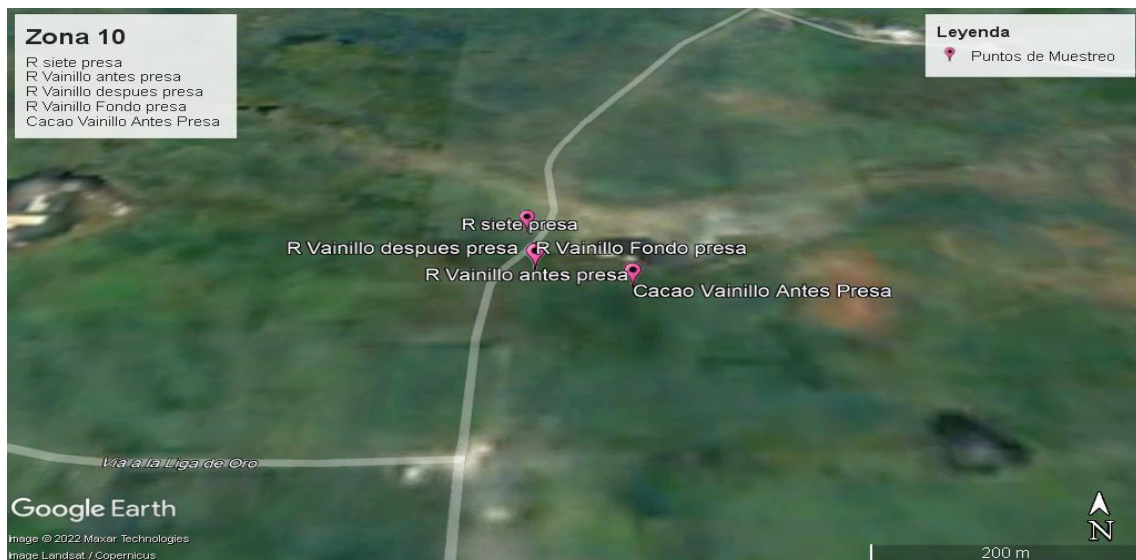


Figura FTIX.10 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 10)

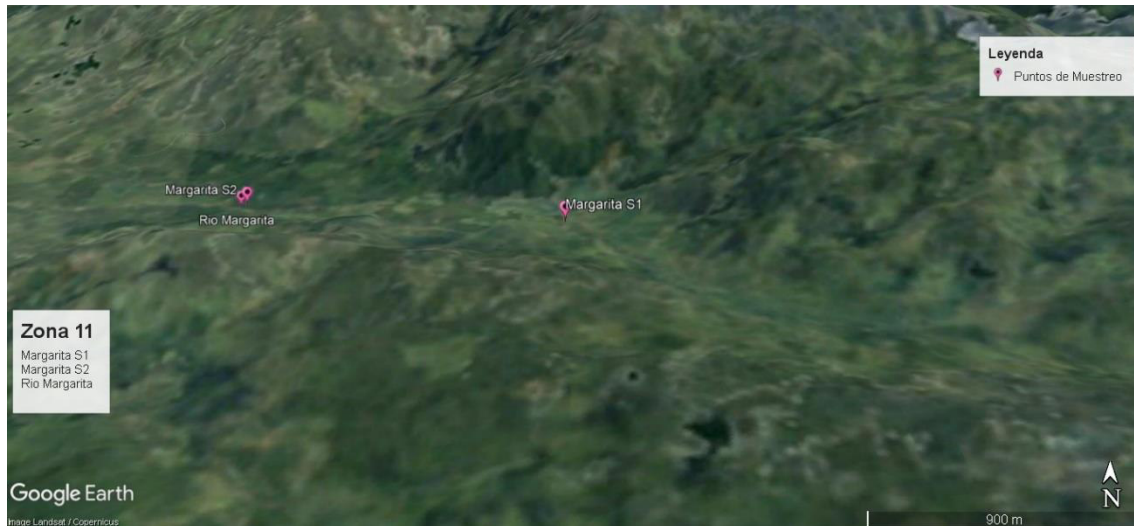


Figura FTIX.11 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 11)

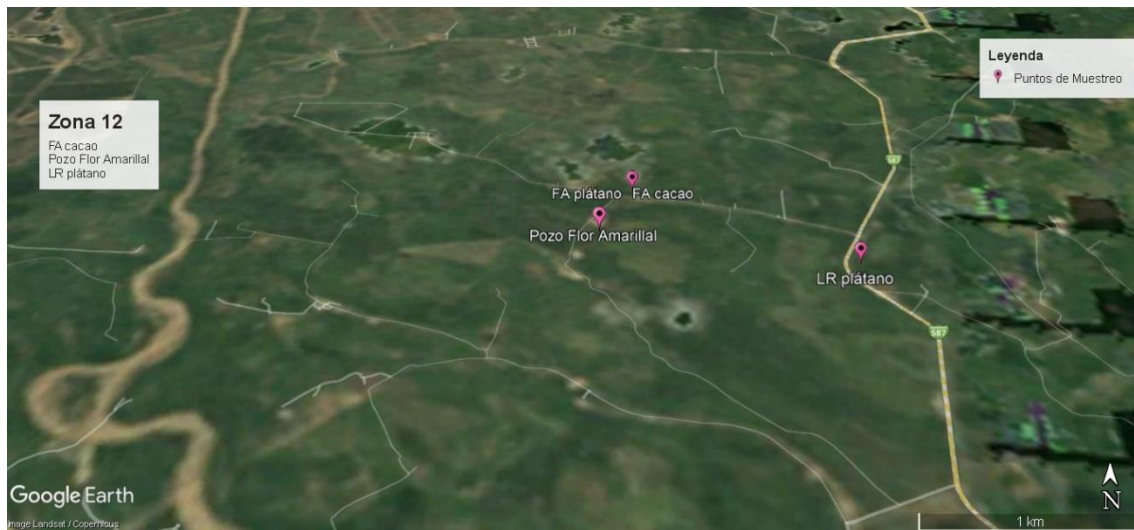


Figura FTIX.12 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 12)

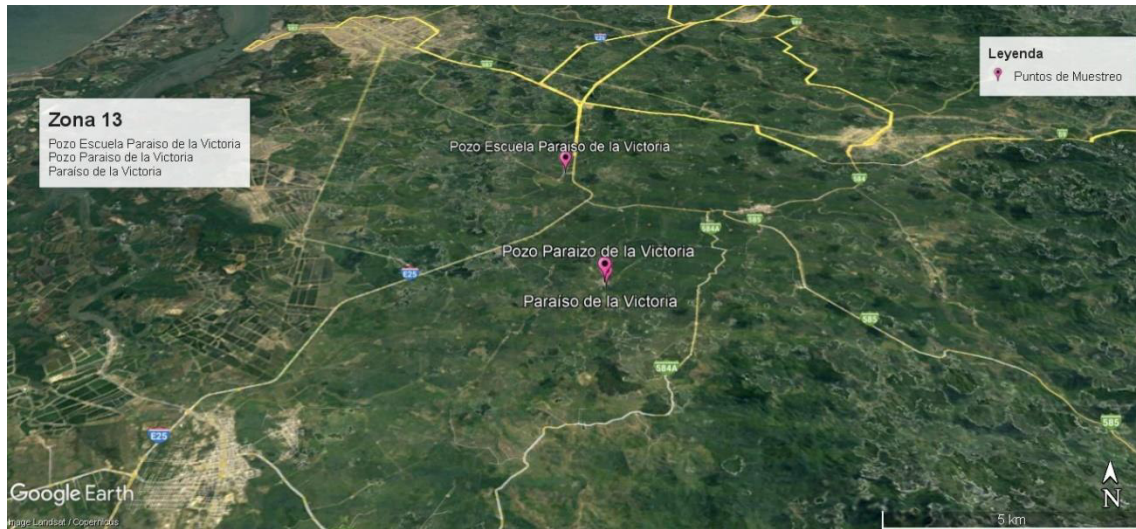


Figura FTIX.13 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 14)

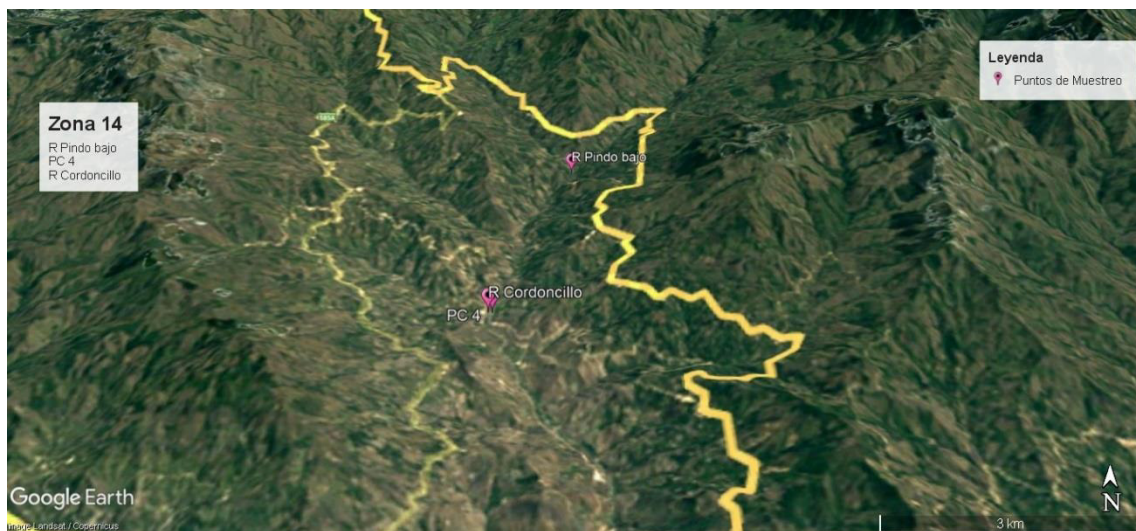


Figura FTIX.14 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 14)

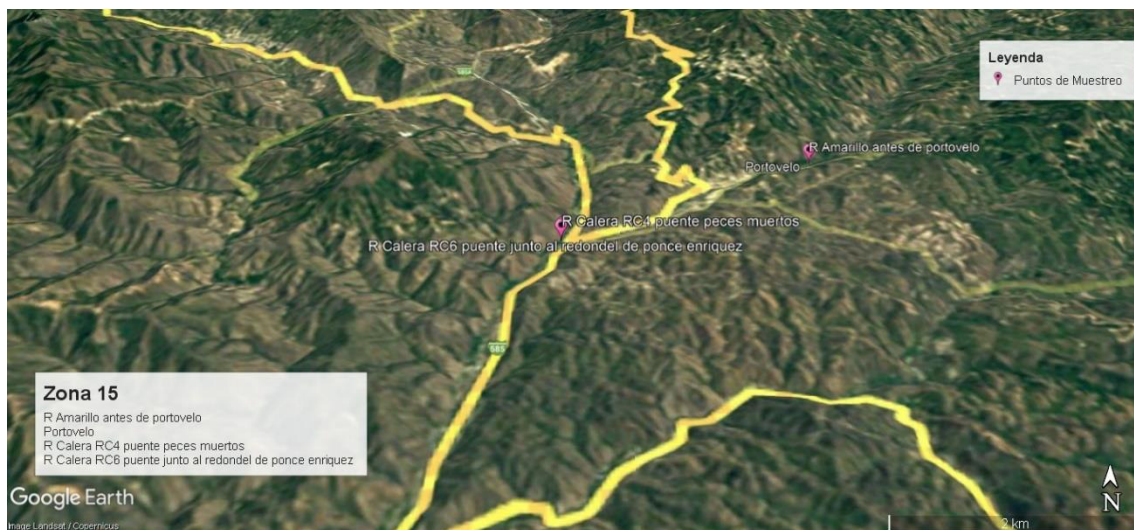


Figura FTIX.15 Diagrama de puntos de muestreo en la provincia de El Oro (zona 15)