



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DEL CULTIVO DE CARICA  
PAPAYA L. CON CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS EN EL  
SECTOR LOS CEIBOS, PORTOVELO

CUENCA MENDOZA MARY ELIZABETH  
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

PILCO LEMA SIXTO ALFREDO  
LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

**Diagnóstico socioambiental del cultivo de Carica papaya L. con  
concentraciones de metales pesados en el sector Los Ceibos,  
Portovelo**

**CUENCA MENDOZA MARY ELIZABETH  
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**PILCO LEMA SIXTO ALFREDO  
LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**MACHALA  
2020**



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

TRABAJO TITULACIÓN  
PROYECTO INTEGRADOR

Diagnóstico socioambiental del cultivo de Carica papaya L. con concentraciones de metales pesados en el sector Los Ceibos, Portovelo

CUENCA MENDOZA MARY ELIZABETH  
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

PILCO LEMA SIXTO ALFREDO  
LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL

POMA LUNA DARWIN AMABLE

MACHALA, 06 DE MAYO DE 2020

MACHALA  
2020

# TURNITIN CUENCA MENDOZA MARY ELIZABETH\_PILCO LEMA SIXTO ALFREDO

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

0%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE  
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, CUENCA MENDOZA MARY ELIZABETH y PILCO LEMA SIXTO ALFREDO, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Diagnóstico socioambiental del cultivo de Carica papaya L. con concentraciones de metales pesados en el sector Los Ceibos, Portovelo, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 06 de mayo de 2020



CUENCA MENDOZA MARY ELIZABETH  
0750083412



PILCO LEMA SIXTO ALFREDO  
1723963623

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicarle este trabajo de investigación a todos los estudiantes que con esfuerzo y dedicación construyen y están en busca del conocimiento integro cuyo objetivo va más allá de alcanzar mayores puntuaciones o reconocimientos sino un enfoque hacia un futuro lleno de profesionales competentes además de ética y moralmente comprometidos con el desarrollo de las ciencias.

*Mary Cuenca.*

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres Manuel y María quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mi el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Mercedes y Jorge por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mi una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todas mis amigas, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre las llevo en mi corazón.

*Sixto Pilco.*

## **AGRADECIMIENTO**

Esta investigación no la pude haber hecho sin el apoyo de mis padres por eso les agradezco porque han sido mi soporte en cada paso que he dado durante la carrera. También quiero agradecer a mis compañeros que sin su motivación y apoyo mutuo no habría podido seguir adelante con el presente trabajo

*Mary Cuenca*

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la Carrera de Gestion Ambiental por confiar en mí, por abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Técnica de Machala, a toda la Unidad Académica de Ciencias Sociales, a mis profesores, quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a todos quienes supieron enseñarme durante todo el proceso.

*Sixto Pilco*

## RESUMEN

El Oro presenta dos grandes cantones de importancia minera, uno de ellos es el cantón del Portovelo, en el cual existen una gran cantidad de plantas de beneficio, dentro de éstas se pudo observar que existe el proceso de cianuración el cuales sirven para extraer el oro del material extraído de la mina. La cianuración es uno de los procesos que más se utiliza dentro de esta planta para la extracción del oro menor porcentaje en cada material, pues si bien comienza con la trituración del material hasta reducir su tamaño que permita extraer el metal para posterior pasarlo por mallas que permitan detener materiales que compliquen el proceso de cianuración, una vez realizado dicha filtración se procede a vaciar en un recipiente de gran capacidad donde se colocara agua, cianuro, cal y carbón activado con cáscara de coco. El cual dependerá de la acidez que se produzca en el tanque, ya que a mayor acidez del líquido se deberá aplicar mayor cal del cual se requiere que esté en rango de alcalinidad lo cual permitirá al cianuro realizar su función. Con respecto al carbón activado con cáscara de coco por su porosidad de menor tamaño permite que el oro u otro metal se incruste dentro de los poros permitiendo que el producto no se pierda. Los residuos que queda son aguas y sedimentos con altos contenidos de cianuro para lo cual el agua por contener mayor concentración de cianuro se lo vuelve a recircular al proceso de separación permitiendo un ahorro para la empresa y menor impacto sobre el ambiente, pero para el caso de los sedimentos se pudo constatar que el cianuro es menor con referencia al agua, para lo cual dicho material será depositado en la relavera comunitaria, si bien dicho material tiene metales preciosos su concentración es demasiada baja para lograr extraer el cual reflejaba un perjuicio económico para empresa. Una vez que el sedimento llega a la relavera se puede observar que con la ayuda del sol y el viento el cianuro en el sedimento se volatiliza lo cual perjudica a especies de flora y fauna cercanas a dicho relave.

El presente proyecto es un estudio del diagnóstico socio ambiental que presenta la problemática de la falta de control de los cultivos de frutos de consumo existentes en el cantón de Portovelo el cual tiene como cauce principal el río Amarillo que recibe las descargas mineras de las plantas de beneficio ubicadas en todo el cantón, por lo que se realizó un enfoque diagnóstico mixto a través de análisis de laboratorio con muestras del cultivo de la papaya que está a las cercanías del río Amarillo el cual tiene como fuente de

riego un reservorio que capta estas aguas, además de la implementación de la matriz de importancia para determinar los principales impactos y la entrevista de modalidad abierta para concebir la problemática desde la percepción de los implicados en la cadena productiva.

Para la propuesta se presenta un plan de monitoreo a través de la cual se presenta como fase final el diseño de un mapa comparativo y el establecimiento de la estructura de una tabla toxicológica la cual se toma como base a la Ingesta Semanal Tolerable Provisional (ISTP) que presenta el Codex Alimentarius (1995), dicho plan de monitoreo se proyecta para manejo de la Agencia de Regulación y control fito y zoonosanitario (Agrocalidad) previo convenio con el Estado para su ejecución

Palabras claves

Metales Pesados, Toxicología, Bioacumulación, Frutos, Monitoreo

## **Abstract**

El Oro presents two large cantons of mining importance, one of them is the canton of Portovelo, in which there are a large number of benefit plants, within these it was observed that there is the cyanidation process which serves to extract gold of the material extracted from the mine. Cyanuration is one of the processes that is most used within this plant for the extraction of gold with a lower percentage in each material, because although it begins with the crushing of the material until its size is reduced, it allows the metal to be extracted to later pass it through meshes that allow to stop materials that complicate the cyanidation process, once this filtration is carried out, it is emptied into a large capacity container where water, cyanide, lime and activated carbon with coconut shell are placed. The lime will depend on the acidity that occurs in the tank, since the greater the acidity of the liquid, the more lime should be applied, which is required to be in alkalinity range, which will allow the cyanide to perform its function. With respect to activated carbon with coconut shell due to its smaller porosity, it allows gold or other metal to be embedded inside the pores, allowing the product not to be lost. The remaining waste is water and sediments with high cyanide contents, for which the water, because it contains a higher concentration of cyanide, is recirculated to the separation process, allowing savings for the company and less impact on the environment, but in the case from the sediments it was found that cyanide is lower with reference to water, for which said material will be deposited in the community wastebasket, although said material has precious metals its concentration is too low to extract which reflected an economic damage to business. Once the sediment reaches the tailings, it can be observed that with the help of the sun and the wind, the cyanide in the sediment becomes volatile, which damages species of flora and fauna close to the tailings.

The present project is a study of the socio-environmental diagnosis that presents the problem of the lack of control of the crops of consumption fruits existing in the canton of Portovelo which has as its main channel the Amarillo river that receives the mining discharges of the plants of benefit located throughout the canton, so a mixed diagnostic approach was performed through laboratory analysis with samples of the papaya crop that is near the Amarillo river which has as a source of irrigation a reservoir that captures these waters, in addition to the implementation of the matrix of importance to determine the main impacts and the open mode interview to conceive the problem from the perception of those involved in the production chain.

For the proposal, a monitoring plan is presented through which the design of a comparative map and the establishment of the structure of a toxicological table are presented as the final phase, which is based on the Provisional Tolerable Weekly Intake (ISTP), presented by Codex Alimentarius (1995), said monitoring plan is planned for the management of the Agencia de Regulación y control fito y zoonosanitario (Agrocalidad), prior agreement with the State for its execution.

#### Keywords

Heavy metals, toxicology, bioaccumulation, fruits, monitoring

## INDICE

PORTADA	ii
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
RESUMEN	ix
INDICE	xiii
INTRODUCCIÓN	16
<b>CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DEL OBJETO DE ESTUDIO</b>	18
<b>1.1</b> Concepciones, normas o enfoques diagnósticos.	18
<b>1.2.</b> Descripción Del Proceso Diagnóstico	23
<b>1.3.</b> Análisis del contexto y desarrollo de la matriz de requerimientos	25
<b>1.4.</b> Selección de requerimiento a intervenir: justificación	40
<b>CAPÍTULO II. PROPUESTA INTEGRADORA</b>	40
<b>2.1.</b> Descripción de la propuesta	40
<b>2.2.</b> Objetivo de la propuesta	41
<b>2.3.</b> Componentes estructurales implementación	41
<b>2.4.</b> Fases de implementación	42
<b>2.5.</b> Recursos logísticos	56
<b>CAPÍTULO III. VALORACIÓN DE LA FACTIBILIDAD</b>	57
<b>3.1.</b> Análisis de la dimensión técnica de implementación de la propuesta	57
<b>3.2</b> Análisis de la dimensión económica de implementación de la propuesta	57
<b>3.3</b> Análisis de la dimensión social de implementación de la propuesta	58
<b>3.3.</b> Análisis de la dimensión ambiental de implementación de la propuesta	61
<b>RECOMENDACIONES</b>	63
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	64
<b>ANEXOS</b>	68

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Definición y valoración de la magnitud de los impactos .....	26
Cuadro 2 . Evaluación de impactos ambientales .....	28
Cuadro 3 . Valoración de impactos ambientales .....	30
Cuadro 4.Matriz de requerimiento.....	39
Cuadro 5. Esquema de etiquetado de muestra.....	45
Cuadro 6. Limite permisible estimado por ISTP.....	48
Cuadro 7.Tabla Toxicológica desde 1 a 10 años .....	49
Cuadro 8.Reconocimiento Colorimétrico.....	53
Cuadro 9. Recurso logístico.....	56
Cuadro 10. Factibilidad social .....	58

## INDICE DE TRABLAS

<b>TABLA 1.COORDENADAS DE MUESTRA POR INDIVIDUO .....</b>	<b>33</b>
Tabla 2. Resultados de análisis de metales pesados en <i>carica papaya</i> L. ....	35
Tabla 3. Coordenadas de muestra por individuo .....	36
Tabla 4. Resultados Análisis de metales pesados en agua de riego .....	36
Tabla 5. Métodos analíticos SAE .....	47
Tabla 6. Ejemplo para el mapa de colorimetría <i>Carica papaya</i> L.....	54

## INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Significancia .....	28
Grafico 2. Valoración cualitativa del impacto por factor ambiental .....	31
Grafico 3. componentes .....	41
Grafico 4. Primer ejemplo de transecto .....	43
Grafico 5. Segundo ejemplo de transecto .....	43
Grafico 6. Ejemplo ideal de transecto.....	44
Grafico 7 Factibilidad ambiental .....	61

## INDICE DE MAPAS

Mapa 1. Ubicación de la Parroquia Portovelo.....	25
Mapa 2. Ejemplo de Mapa colorimétrico para alta concentración.....	54
Mapa 3. Ejemplo de Mapa colorimétrico para mediana concentración.....	55
Mapa 4. Ejemplo de Mapa colorimétrico para baja concentración.....	55

## **INDICE DE FOTOGRAFIAS**

Fotografía 1. Plantación de papaya.....	68
Fotografía 2. Toma de agua.....	68
Fotografía 3. Recolección muestreo agua.....	69
Fotografía 4. Recolección del fruto .....	69
Fotografía 5. Transporte de papaya para la ciudad de Machala.....	70
Fotografía 6. Entrevista a los actores de la cadena de producción: Comerciantes .....	70

## **INDICE DE IMAGEN**

Imagen 1. Resultados Análisis de fruto .....	71
Imagen 2. Resultados análisis agua riego .....	72

## INTRODUCCIÓN

El Ecuador posee en su territorio gran riqueza y suelos con una aptitud agrícola, al darnos cuenta de que la Población Económicamente activo representa 38% a la actividad agrícola, por lo que incluso existen 8 leyes fundamentales en desarrollo agrícola en tema de sector agrícola (FAO), uno de estos es Ley de Sanidad Ambiental y Vegetal con junto con la inocuidad ambiental, se puede afirmar que existe el marco bajo el cual se enmarca el presente proyecto con su estudio de metales pesados en fruto dentro del cantón Portovelo, lugar donde se desarrolla la minería y a través del Rio amarillo y su infiltración a reservorios de las cuales son usados para riego para los frutos del sector como es la papaya (*carica papaya L.*).

Mediante los análisis de laboratorio se pudo constatar la presencia de metales pesados en este fruto, los cuales dieron resultados altos en plomo, cadmio, arsénico y mercurio en nivel de concentración respectivamente. Comparándolos con el Codex Alimentarius se pudo constatar que el plomo está directamente superior a los límites permisibles, mientras que los demás metales se analizó la concentración según el índice de dosis permitida de absorción a la semana. Mediante la elaboración de la matriz de importancia se verifico que el principal impacto causado en el sector son los riesgos a la población y el deterioro de la calidad de vida por la presencia de estos compuestos en su alimentación diaria. En base a esta problemática ya existen estudios de concentraciones de metales pesados en fruto y su relación con riesgos de cáncer (Mahfuza, 2017), con análisis de plomo y cadmio en Bangladesh, en Jordania se encontraron estos metales en frutos superaron los niveles permisibles según la FAO, Codex Alimentarius (Rakan M., 2019).

Los avances de estudio en Ecuador de metales pesados aun es reciente, ya que tales estudios iniciaron desde el 2019 con la pepa de cacao con el cadmio, por parte de Agrocalidad, debido a que tiene importancia comercial para exportación, por lo que la investigación se basa en tal proyecto, en este caso también esta (Yasin, 2019) que realizo los estudios en aceitunas para Cd y Pb, en Turquía mediante absorcio atomica, cuyos procedimientos si existen en el Ecuador y bajo los cuales se analizó la fruta, por lo que en la propuesta se plantea realizar un plan de monitoreo basandose en la normativa nacional e internacional para el control de las fincas productivas en el canton de Portovelo, y como producto final tener una base de datos confiable bajo la cual poder

dirigirse para implementar estrategias de remediación o para conocimiento de la población en general con la creación de la tabla toxicológica, a través de la cual el ciudadano puede tener una idea clara de los productos que puede consumir y bajo que frecuencia puede hacerlo para no tener una bioacumulación que sea considerable para su salud.

El plan de monitoreo presentado es fácilmente replicable para otros cantones en las que haya incertidumbre o desconfianza en dichos parámetros químicos para alimentos de producción primaria.

## CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DEL OBJETO DE ESTUDIO

### 1.1 Concepciones, normas o enfoques diagnósticos.

#### 1.1.1. *Concepciones.-*

##### **Toxicología y afectaciones de los metales pesados**

- **Mercurio:** Se presenta en forma líquida en temperaturas de  $-39^{\circ}\text{C}$  y  $356^{\circ}\text{C}$ , presentando riesgo tóxico leve vía tópica, sin embargo, a temperatura iguales o superiores a  $357^{\circ}\text{C}$  emite vapores lo cual provoca intoxicaciones por su inhalación llegando a ser crónicas o agudas dependiendo de su concentración. Esta toxicidad aumenta cuando se ingiere en forma de metilmercurio, es decir, en el proceso químico de transformación mediante bacterias metanogénicas presentes en el agua, que se bioacumulan en los seres vivos por medio de la cadena trófica llegando a su receptor final que es el cuerpo humano donde provoca afectaciones al sistema nervioso y cerebro en el estado fetal, además de afectar al sistema cardiovascular y causar cáncer a mayores concentraciones. (Reyes, Vergara, Torres, & Gonzalez, 2016)
- **Plomo:** este metal puede ser absorbido por ingestión, inhalación y por la piel, lo cual tiende a acumularse en diferentes partes del cuerpo humano, como los dientes, tejidos, órganos y tejidos. El nivel de intoxicación por plomo varía de acuerdo a cada persona tomando en cuenta su edad, peso y el nivel de exposición. Ocasiona desde anemias, alteraciones al sistema nervioso, hasta saturnismo una enfermedad que produce deformaciones en el sistema óseo (Reyes, Vergara, Torres, & Gonzalez, 2016)
- **Arsénico:** A mayores concentraciones de As, provoca enfermedades cardiovasculares, problemas respiratorio, gastrointestinales y efectos cancerígenos en la piel, pulmón y vejiga. Los métodos para determinar las concentraciones de As en el cuerpo son por medio de la orina, uñas y cabellos. (Reyes, Vergara, Torres, & Gonzalez, 2016)
- **Cadmio:** Es uno de los metales pesados que se ingiere por vía oral o respiratoria, éste se transporta directamente por la sangre hasta concentrarse en el riñón y el hígado, conllevando a tener daños irreversibles en dichos órganos y puede mantenerse en el cuerpo por aproximadamente 30 años. La presencia de este metal en las plantas aun en pequeñas concentraciones puede alterar los procesos

de transporte de agua y nutrición, debido a su facilidad de absorción. (Reyes, Vergara, Torres, & Gonzalez, 2016)

**Ingesta Semanal Tolerable Provisional (ISTP).**- Es el valor toxicológico que una persona puede acumular durante una semana al momento de consumir alimentos que contengan metales pesados, sin importan los niveles nutritivos o si son sanos a vista del consumidor. (Codex, 1995)

**Toxico.**- Es cualquier elemento, sustancia o compuesto químico que pueda ingresar al cuerpo humano por medio de la piel, nariz o boca, lo cual provoca alteraciones en el metabolismo de la persona, estas complicaciones pueden presentarse en el corto, mediano y largo plazo dependiendo del toxico, la cantidad y el tiempo de exposición que ingresa al cuerpo humano, esto se debe a que no existen controles que permitan monitorear las fuentes de contaminación. (Killinger & Mascaró, 2017)

**La minería a nivel Nacional y local.**- A nivel nacional existe 4 tipos de minería metálica como son minería artesanal, pequeña minería, mediana minería y minería a gran escala de los cuales la primera generan grandes estragos en el aire suelo y agua, ya que no se cumple ciertos parámetros o normal que permitan reducir las afectaciones a los ecosistemas presentes alrededor de la actividad, en cambio los 3 siguientes minerías si cumplen con las normas o técnicas que establece los entes reguladores de esta actividad, pero sin duda no se debe olvidar los 4 tipos de minería generan desechos que no se lo puede realizar un tratamiento adecuado que permita eliminar en un 100% los desechos tóxicos que son liberados al agua, aire y suelo de los cuales de forma directa o indirecta repercuten en la salud del ser humano. (León, 2018)

Con respecto a la minería que se realiza en el área de estudio se puede observar que dicha actividad lleva décadas extrayendo metales preciosos, lo cual el ambiente que se sitúa a su alrededor se ha visto afectado y sin duda la salud de las personas ha ido degradándose con el pasar de los años, ya que el aire, agua y suelo se encuentran contaminados con materiales tóxicos que se utiliza para extraer la mayor cantidad de producto de las rocas. (Oviedo Anchundia, 2017)

**Metales pesados residuales en minería.** - Sin duda la minería genera grandes cantidades de material particulado el cual es mezclado con agua para su posterior proceso de extracción de metales preciosos o de valor económico, ya una vez realizado dicho proceso, se desecha los residuos a la relavera donde se concentrara metales pesados como arsénico, cadmio, plomo, mercurio zinc y cobre. Estos lugares tienden a estar cercanas a

los ríos, ya que permite arrojar dichos desechos en horarios nocturnos, por lo cual la flora y fauna se ve afectadas directamente al momento de absorber el líquido. (Carpio & Aguado, 2016)

**Absorción de los metales pesados a los frutos.-** La absorción de nutrientes que poseen las plantas presentan varios mecanismos, uno de ellos se realiza mediante la osmosis, esto es a través del xilema, es decir, empieza con la retención de agua en la raíz por medio de los pelos radiculares para posteriormente viajar por el xilema en forma de sabia bruta, esto se realiza mediante la fuerza conocida como osmosis el cual se activa al encontrarse en un desnivel de la retención de agua entre las partes aéreas y la rizósfera, “mediante esta vía no distingue entre metales pesados o los macronutrientes y micronutrientes necesarios para la alimentación de la planta” (Cuenca, Espinoza, Mayorga, & Calle, 2019), aun cuando es un metal conocido sin función biológica (Aviñó, Alonso, & López-Moya, 2007). Aunque también existen ciertas plantas que poseen mecanismos antioxidantes como la *bizcotela auriculata* (Peco, 2018), que puede tolerar altas concentraciones de metales pesados; “mantienen peces con niveles de CH<sub>3</sub>Hg<sup>+</sup> más altos, tal vez, porque se produce más CH<sub>3</sub>Hg<sup>+</sup> en los sedimentos y, al ser liberado en el agua, se encuentra más disponible para la bioacumulación.” (D'Itri, 1992)

Actualmente se aplican procesos para la degradación de Cianuro después de usarlo en la lixiviación para la extracción de oro, sin embargo, aún existe residualidad en forma de trazas de cianuro como se evidencia en los análisis presentados por Espinoza (2013) con valores de <0,002 mg/l y en contraste con los niveles máximos del Codex Alimentarius según la (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2015:49), supera los 0,001 mg/kg, cabe recalcar, que estos límites son para alimentos que contengan ácido cianhídrico naturalmente, en la *citrus sinensis*, la absorción de cianuro y su presencia es anormal.

“El cianuro de hidrógeno, cianuro de sodio y cianuro de potasio son las formas de cianuro con mayor probabilidad de ocurrir en el ambiente como producto de las actividades industriales.” (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [ATSDR])

Pequeñas cantidades de cianuro son asimiladas por los microorganismos presentes en las aguas superficiales o subterráneas y son convertidas a compuestos no tóxicos como el hierro, (ATSDR) sin embargo, cuando se encuentran trazas del cianuro como tal en frutos

quiere decir que la concentración es mayor a la que éstos microorganismo pueden permitirse biodegradar.

Las plantas tienen la capacidad de absorber todos los nutrientes del suelo y sales minerales presentes en el agua que absorben y por supuesto como lo mencionan Miranda, Carranza, Rojas, Jerez, Fischer y Zrita (2008: 183) “algunos metales y metaloides no esenciales para los vegetales son absorbidos, translocados y acumulados en la planta debido a que presentan un comportamiento electroquímico similar a los elementos nutritivos requeridos”, como es el caso del mercurio afectando al “crecimiento y formación de raíces laterales y secundarias” (Miranda et al, 2008)

**Mecanismos de evasión y tolerancia.** - (Cuenca, et al, 2019) “Existen varios mecanismos que presentan las plantas en respuesta a la captación de metales pesados o elementos tóxicos presentes en sus raíces, una de estas es la captación a través de las micorrizas que se realiza en un proceso simbiótico para captar nutrientes en mayor proporción y a la vez que atrae y acumula en la misma los cationes al tener carga negativa” una de éstas es precisamente el hongo del género *Glomus*, (Covarrubias & Peña Cabria, 2017) que tiene características acumuladoras y se usa precisamente para la captación de metales pesados.

A este proceso se le conoce como quelación demostrado mediante el estudio en *Capsicum annuum* de (Pérez-Vargas, Vidal Durango, & Marrugo Negrete, 2014), la acumulación o *secuestro* de metales pesados en los micelios, se demostró que existe mayor concentración en la rizósfera que en las partes aéreas (hojas), confirmando así el mecanismo de evasión.

Una vez que los metales pesados han logrado pasar el primer mecanismo de evasión, entra en acción el mecanismo de tolerancia determinado por la planta en sí, este proceso se realiza en las membranas plasmática, “en ella se realizan importantes actividades metabólicas como “producción de ATP mitocondrial, metabolismo de calcio, síntesis de proteínas, la regulación del ADN, el glucólisis y el ciclo del ácido cítrico o ciclo de Krebs” Cuenca, et al citado de: (Aviño et al, 2007).

Este mecanismo al encontrarse con estos compuestos activa la inhibición de  $Ca^{2+}$  y produce la expulsión  $K^{+}$ , estos son de importancia para el crecimiento y desarrollo de la planta produciendo un desequilibrio y según Aviño, et al. en 2007, estas pueden ser razón

para la mayor absorción de los mecanismos de homeostasis de metal. El Cadmio por ejemplo es un metal pesado “sin ninguna función biológica y, por tanto, tóxico incluso a bajas concentraciones” (Sagardoy Calderon, 2011)

### ***1.1.2. Normativa aplicable***

#### **Constitución de la República del Ecuador**

La carta magna hace énfasis en la seguridad alimentaria, en la que menciona en el art. 13 que los ecuatorianos tienen derecho al acceso permanente, seguro, nutritivo, suficientemente libre de contaminantes en los alimentos, para lo cual se deberá realizar controles en la producción primaria a nivel nacional sin importar sus identidades o tradiciones culturales dentro del territorio. Por ello en el art. 52 se establece que tanto los bienes y servicios donde se pueda obtener alimentos se deberá tomar controles donde mencione el origen de los productos evitando la información veraz. Con respecto a las competencias para los gobiernos regionales en el art. 262, menciona que son los encargados de promover la seguridad alimentaria y las actividades productivas de carácter regional, lo cual va en conjunto con el art. 281 que habla sobre la soberanía alimentaria el cual es considerado como un objetivo estratégico en el que se debe garantizar la ciudadanía del Ecuador la inocuidad de los alimentos de forma permanente, por ello en sus numerales 1, 4, 13 y 14 indica dar énfasis en: impulsar la producción, adquirir alimentos, promover políticas, prevenir y proteger a la población de alimentos que estén contaminados ya sea por agentes biológicos o químicos. Para que exista un control eficaz en el art. 320 menciona que sin importar las organizaciones agrícolas, éstas deberán establecer una gestión participativa en los procesos de producción primaria, para los cuales los productos que destinen al comercio nacional deberá contar con las normas y principio de calidad, productividad sistémica y sostenibilidad ambiental. (Constituyente, 2008)

#### **Codex Alimentarius (FAO)**

La norma internacional presente establece los principios bajo los cuales se establecen los límites permisibles de contaminantes o toxinas que puedan existir en los alimentos, dichos principios deberán aplicarse acorde a los gobiernos, ya que los límites permisibles pueden variar en cada país. Dentro de esta normativa dichos parámetros se establecen para los principales metales pesados como arsénico, plomo, mercurio, cadmio, estaño entre otros considerándolos cancerígenos si se los consume directamente o indirectamente por alimentos. (Codex, 1995)

## **Ley Orgánica de Salud**

Dentro de esta normativa en su art. 16 estipula que el gobierno deberá establecer políticas para la seguridad alimentaria que permitan a los ciudadanos ingerir alimentos variados, sanos, inocuos y nutritivos permitiendo así el perfecto desarrollo de una persona. Con respecto al art.18 menciona que la autoridad sanitaria nacional deberá establecer reuniones con las cámaras de industrias gobiernos seccionales y centros universitarios que permitan indicar la información necesaria de los productos que se consumen en el país y si estos puedan o no estar alterados con sustancias que puedan afectar a la salud de la población. Para ello el art. 145 indica que es responsabilidad de los expendedores y productores y además agentes que permitan controlar los ciclos de producción hasta llegar al consumo lo cual se deberá aplicar disposiciones de inocuidad en los alimentos. (Congreso, 2015)

## **Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización**

El COOTAD en su art. 143 menciona las competencias de los gobiernos descentralizados son el fomento de la seguridad alimentaria para lo cual en sus literales b y d, la implementación coordinada entre los GAD en sus diferentes niveles debe garantizar la cantidad y calidad de los alimentos que requiere la población, por lo tanto los productos que son destinados para el comercio se les deberá aplicar mayores controles permitiendo reducir efectos en las personas. (Presidencia, 2010)

### **1.2. Descripción Del Proceso Diagnóstico**

Para el diseño de investigación está enfocado de la siguiente forma:

**Enfoque cuali-cuantitativo (Mixto).**- Según (Valdés & Almeida, 2015) las bondades y limitaciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo tiene sus ventajas y desventajas, así que presenta al enfoque mixto como un proceso más preciso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en una misma investigación o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento. Por ellos dentro de la investigación se planteó este enfoque y que permite mediante con entrevista y análisis de laboratorio determinar el diagnóstico socio-ambiental que se presenta en el área de estudio.

**Método inductivo-deductivo.**- La combinación de estos 2 métodos permite entender el porqué del problema y cuáles serán sus consecuencias ya que mediante la observación, la realización de hipótesis y la verificación de los resultados se podrá tener en claro que

medida podemos proponer para reducir la contaminación de la papaya en el sector de estudio. (Jiménez & Jacinto, 2017)

**Investigación exploratoria.-** Permite verificar el sitio de estudio en el que se realiza la plantación de papaya lo cual se verifica los lugares de venta, tomando en cuenta si cumple con alguna norma legal en el país en base a la seguridad alimentaria que establece la constitución del Ecuador. (Narváez & Núñez, 2016)

**Investigación descriptiva.-** Logra establecer la relación entre el agua de riego con los niveles de metales pesados en la papaya, lo cual se explica como la planta puede bioacumular por medio de las raíces, lo cual se determina por medio de los análisis de laboratorio que verifican si existen contaminantes en las 2 muestras. (Aguirre & Jaramillo, 2016)

**Investigación de campo.-** Se procede a realizar la visita al lugar del estudio donde se permite mediante la observación establecer los problemas que aquejan al lugar y cuáles son los focos de contaminación que estén cercanas a la plantación, como los cuerpos de agua, el tipo de suelo, los relieves, tipo de vegetación y los tipos de industrias. (Prince, Salomón, & Rubio, 2016)

**Observación.-** Mediante esta técnica se debió realizar varias visitas al cantón Portovelo ya que en el sector los Ceibos, donde se realiza la plantación de papaya cubana se observa que existe otros tipos de plantaciones, para lo cual se procedió a identificar los cuerpos de agua que se utiliza para las plantaciones que estén cercanas al río Amarillo ya que por el aspecto que refleja y el olor de dicho, hace pensar que los frutos pueden estar contaminados ya que río arriba existen plantas de beneficio que al parecer arrojan sus desechos líquidos al río mencionado.

**La entrevista.-** Mediante esta técnica se logra establecer una comunicación con los habitantes de los Ceibos donde mediante preguntas leves se pretende que la persona logre liberar información acerca de las plantaciones y con qué tipo de agua realizan el riego, sin que este se dé cuenta que la información es útil para el entrevistador. Los lugares donde se realizaron las entrevistas fueron en Agrocalidad, los Ceibos-Portovelo y centro de Machala.

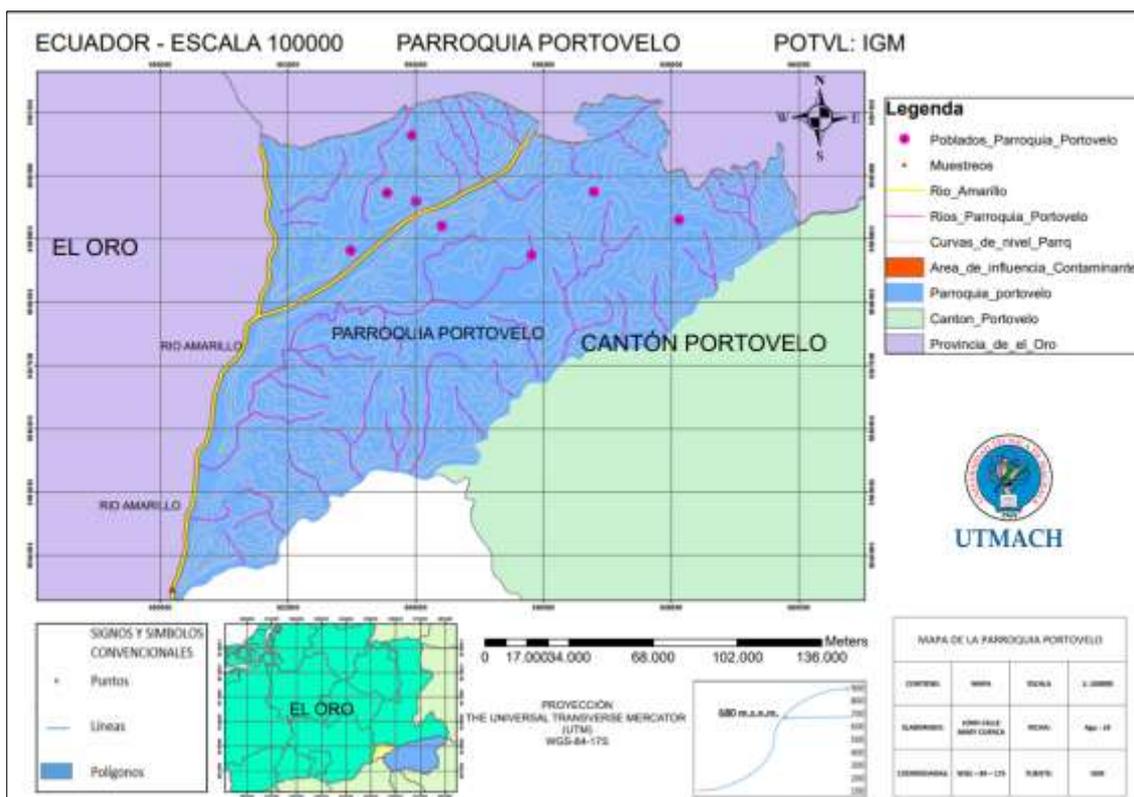
**Notas de campo:** Permitted anotar los datos que pueda generar afectaciones a las plantaciones de papaya cubana y tomando en cuenta sus coordenadas de cada punto de afectaciones.

**Cuestionario:** Estas preguntas se realizaron de manera que permita a la persona dar información relevante sobre el estudio que se está realizando.

### 1.3. Análisis del contexto y desarrollo de la matriz de requerimientos

**1.3.1. Análisis de contexto.-** El lugar de estudio se encuentra en el cantón Portovelo en la provincia de El Oro, cuenta con una población de 13284 habitantes, de los cuales 4558 viven en la parte rural y 8726 en la parte urbana, según datos de proyección del INEC, 2010. Presenta 3 tipos de suelos con una representación de suelos arenosos con un 8%, el suelo arcilloso con un 90% y el suelo rocoso con un 2%. Por ello también se toma en cuenta que es un cantón con vetas polimetálicas de zinc, oro, plata, etc. De acuerdo al uso de suelo se puede identificar 2 tipos como son el agrícola con 3656,07 Has en la que existen habitantes que realizan esta actividad muy cercana al río amarillo y el ganadero con 17052 Has distribuidas por todo el cantón. El cantón tiene dos estaciones definidas que son el invierno que va desde el mes de diciembre hasta mayo y la de verano que va desde junio a noviembre, posee una temperatura promedio de 24.5 °C y humedad de 45% promedio anual, y una precipitación anual de 1325mm. (Sigüenza, 2015)

**MAPA 1. UBICACIÓN DE LA PARROQUIA PORTOVELO**



Fuente:(Cuenca, et al., 2019)

Para el diagnóstico se procedió a realizar una matriz de identificación de impactos y los análisis del fruto carica papaya L., además de una entrevista a los actores en la cadena de distribución y comercialización

**Matriz de identificación de impactos.-** La herramienta de evaluación de importancia de impactos ambientales realizada por la Fundación Natura y presentada por el Ministerio del Ambiente: el “Estudio para conocer los potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad relacionada con las sustancias químicas y tratamiento de desechos peligrosos en el sector productivo del Ecuador”, el cual presenta el proceso de determinación de los impactos en los componentes aire, agua suelo, desechos, proceso geomorfodinámico, medio biótico (flora y fauna) y el modelo socioeconómico, a través de la valoración mediante los parámetros carácter, probabilidad, persistencia, reversibilidad, intensidad y la extensión, tal como se desglosa a continuación:

Para la valoración se recogen los siguientes parámetros cuantitativos:

- a. Carácter:** Se evalúa el impacto ya sea positivo o negativo, a partir de este se caracteriza el factor evaluado.
- b. Probabilidad:** Se establece el riesgo de que ocurra el impacto en el recurso.
- c. Persistencia:** Se identifica si el efecto perdura en el tiempo.
- d. Reversibilidad:** Se evalúa la resiliencia que tiene el factor sobre la afectación.
- e. Intensidad:** Se determina el nivel de afectación al factor
- f. Extensión:** Se especifica el área de incidencia ya sea regional, local, o puntual.

**CUADRO 1. DEFINICIÓN Y VALORACIÓN DE LA MAGNITUD DE LOS IMPACTOS**

Parámetro	Escala	Definición
Carácter (C)	Benéfico (1)	Impacto es positivo
	Detrimento (-1)	Impacto es negativo o adverso
Intensidad (I)	Baja (1)	Si el efecto es sutil o casi imperceptible

	Media (2)	Si el efecto es notable pero difícil de medirse o de monitorear.
	Alta (3)	Si el efecto es obvio o notable.
Extensión (E)	Puntual (1)	Si el efecto está limitado a la “huella” del impacto
	Local (2)	Si el efecto se concentra en los límites de área del proyecto
	Regional (3)	Si el efecto o impacto sale de los límites del área del proyecto.
Reversibilidad (R)	A corto plazo (1)	Cuando un impacto puede ser asimilado por el propio entorno en el tiempo.
	A largo plazo (2).	Cuando el efecto no es asimilado por el entorno o si es asimilado toma un tiempo considerable
Probabilidad (PR)	Poco probable (0.1)	El impacto tiene una baja probabilidad de ocurrencia.
	Probable (0.5)	El impacto tiene una media probabilidad de ocurrencia.
	Cierto (1)	El impacto tiene una alta probabilidad de ocurrencia
Persistencia (PE)	Temporal (1)	El tiempo requerido para la fase de construcción.
	Permanente (2)	El tiempo requerido para la fase de operación
Fuente: Fuente: Estudio de potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad MAE		

**Rango porcentual:** Considerando la evaluación de los impactos (Cuadro N°2), y los porcentajes obtenidos (Cuadro N°3), se obtiene una valoración cualitativa a partir de la cual se obtiene el o los componentes con mayor índice de importancia o significancia en el que los resultados reflejados (Gráfico N°2) se dan desde color verde, menos significativo al color rojo de mayor significancia:

**GRAFICO 1. SIGNIFICANCIA**

RANGO	SIGNIFICANCIA
81-100	Muy significativo
61-80	Significativo
41-60	Moderadamente significativo
21-40	Poco significativo
0-20	No significativo
(-) 1-20	No significativo
(-) 21-24	Poco significativo
(-) 41-60	Moderadamente significativo
(-) 61-80	Significativo
(-) 81-	Muy significativo

Fuente: Estudio de potenciales impactos ambientales y vulnerabilidad MAE

El MAE presenta esta la valoración en la que se toma en cuenta los parámetros anteriores y se sigue la siguiente fórmula:

$$M = \text{Caracter} * \text{Probabilidad} * (\text{Persistencia} + \text{Reversibilidad} + \text{Intensidad} + \text{Extensión})$$

En donde M es la magnitud del impacto, teniendo este valor, se le asigna la importancia del impacto dándole un rango del 1 a 10, para finalmente obtener el valor del impacto.

**CUADRO 2 . EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

$C * PR(PE + R + I + E) = M$ $V.I = M * IM$									
Factores	C	PR	PE	R	I	E	M	IM	V.I

Calidad del aire	-1	0,5	1	1	2	2	-3	9	-27
Nivel de ruido y vibraciones	-1	0,1	1	1	1	1	-0,4	7	-2,8
Calidad de agua	-1	1	2	2	3	2	-9	10	-90
Calidad de suelo	-1	1	2	1	2	2	-7	8	-56
Generación de desechos sólidos	-1	0,5	1	1	1	1	-2	7	-14
Erosión	-1	0,1	1	1	1	1	-0,4	5	-2
Geomorfología	-1	0,1	1	1	1	1	-0,4	5	-2
Inestabilidad	-1	0,1	1	1	1	1	-0,4	5	-2
Flora	-1	1	2	2	2	3	-9	10	-90
Fauna	-1	1	2	2	2	3	-9	9	-81
Ecosistemas	-1	0,5	2	2	2	1	-3,5	8	-28
Actividades comerciales	1	1	2	1	2	3	8	9	72
Empleo	1	1	2	1	2	3	8	8	64
Aspectos Paisajísticos	-1	0,5	1	2	2	1	-3	7	-21
Riesgos a la población	-1	1	2	2	3	3	-10	9	-90
Servicios básicos	1	0,5	1	1	2	1	2,5	7	17,5
Calidad de vida de las comunidades	-1	1	2	2	2	2	-8	8	-64

Salud ocupacional y seguridad laboral	-1	0,5	1	1	2	1	-2,5	8	-20
Fuente: Los autores									
Elaborado por: Los autores									

### Análisis

Con respecto a la tabla de evaluación de impactos ambientales se puede observar que existen 3 parámetros que tiene un valor de impacto de -90 del cual son: Riesgos a la población, calidad de agua y flora.

**CUADRO 3 . VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

Componentes	Factores	Valor del Impacto	Porcentaje de afectación
<b>Recurso aire</b>	1. Calidad del aire	-27	-6,19%
	2. Nivel de ruido y vibraciones	-2,8	-0,64%
<b>Recurso agua</b>	3. Calidad de agua	-90	-20,63%
<b>Recurso suelo</b>	4. Calidad de suelo	-56	-12,84%
<b>Desechos</b>	5. Generación de desechos sólidos	-14	-3,21%
<b>Proceso geomorfodinámico</b>	6. Erosión	-2	-0,46%
	7. Geomorfología	-2	-0,46%
	8. Inestabilidad	-2	-0,46%
<b>Medio biótico</b>	9. Flora	-90	-20,63%
	10. Fauna	-81	-18,57%

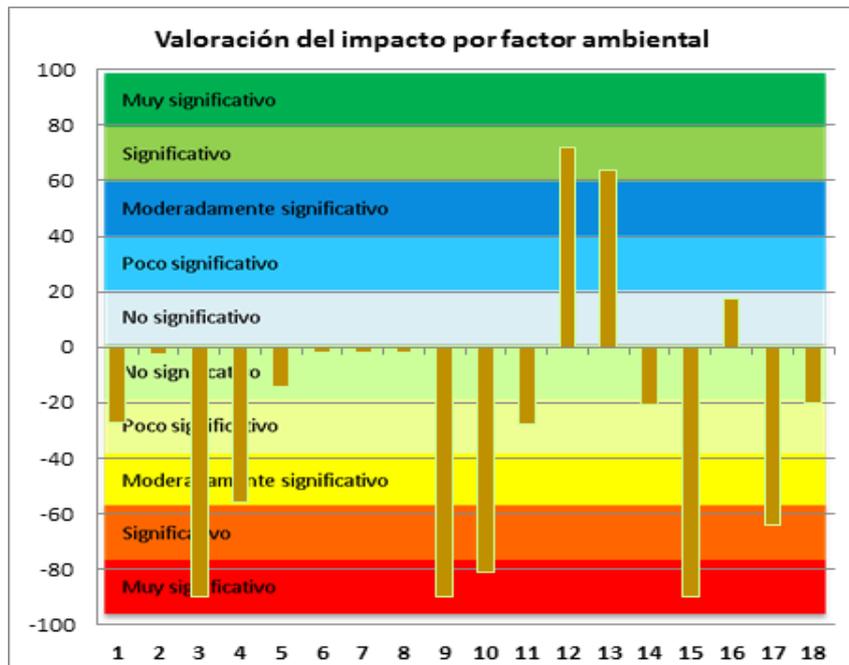
	11. Ecosistemas	-28	-6,42%
<b>Socioeconómico</b>	12. Actividades comerciales	72	16,50%
	13. Empleo	64	14,67%
	14. Aspectos Paisajísticos	-21	-4,81%
	15. Riesgos a la población	-90	-20,63%
	16. Servicios básicos	17,5	4,01%
	17. Calidad de vida de las comunidades	-64	-14,67%
	18. Salud y seguridad laboral	-20	-4,58%
<b>Impacto total</b>		<b>-436,3</b>	<b>100%</b>

Fuente: Los autores

### **Análisis**

Identificando los factores con mayor significancia de carácter negativo se tiene calidad de agua, flora y riesgos a la población y en carácter positivo de significancia media están las actividades comerciales.

### **GRAFICO 2. VALORACIÓN CUALITATIVA DEL IMPACTO POR FACTOR AMBIENTAL**



1. Calidad del aire
2. Nivel de ruido
3. Calidad de agua
4. Calidad de suelo
5. Generación de desechos
6. Erosión
7. Geomorfología
8. Inestabilidad
9. Flora
10. Fauna
11. Ecosistemas
12. Actividades comerciales
13. Empleo
14. Aspectos Paisajísticos
15. Riesgos a la población
16. Servicios básicos
17. Calidad de vida
18. Salud ocupacional

Fuente: Los autores

Elaborado por: Los Autores

### **Análisis**

Como se puede observar en el gráfico de valoración cualitativa del impacto por factor ambiental los parámetros de flora, calidad de agua y riesgo en la población están en el rango de muy significativo en color rojo lo cual se debe tomar medidas para reducir.

### ***Análisis de concentración de metales pesados en fruto***

**In situ.**- Para el análisis cuantitativo de la concentración de los metales pesados se realizó un muestreo de la especie *carica papaya* L. usando la metodología del Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] (2002), en el que señala la toma de muestras integrada que consta de la recolección de varios puntos en un mismo tiempo. En la recolección in situ se tomaron 5 unidades consiguiendo aproximadamente 3 kilos de fruto para su posterior mezcla homogénea de la cual se extrae un kg para el análisis de laboratorio.

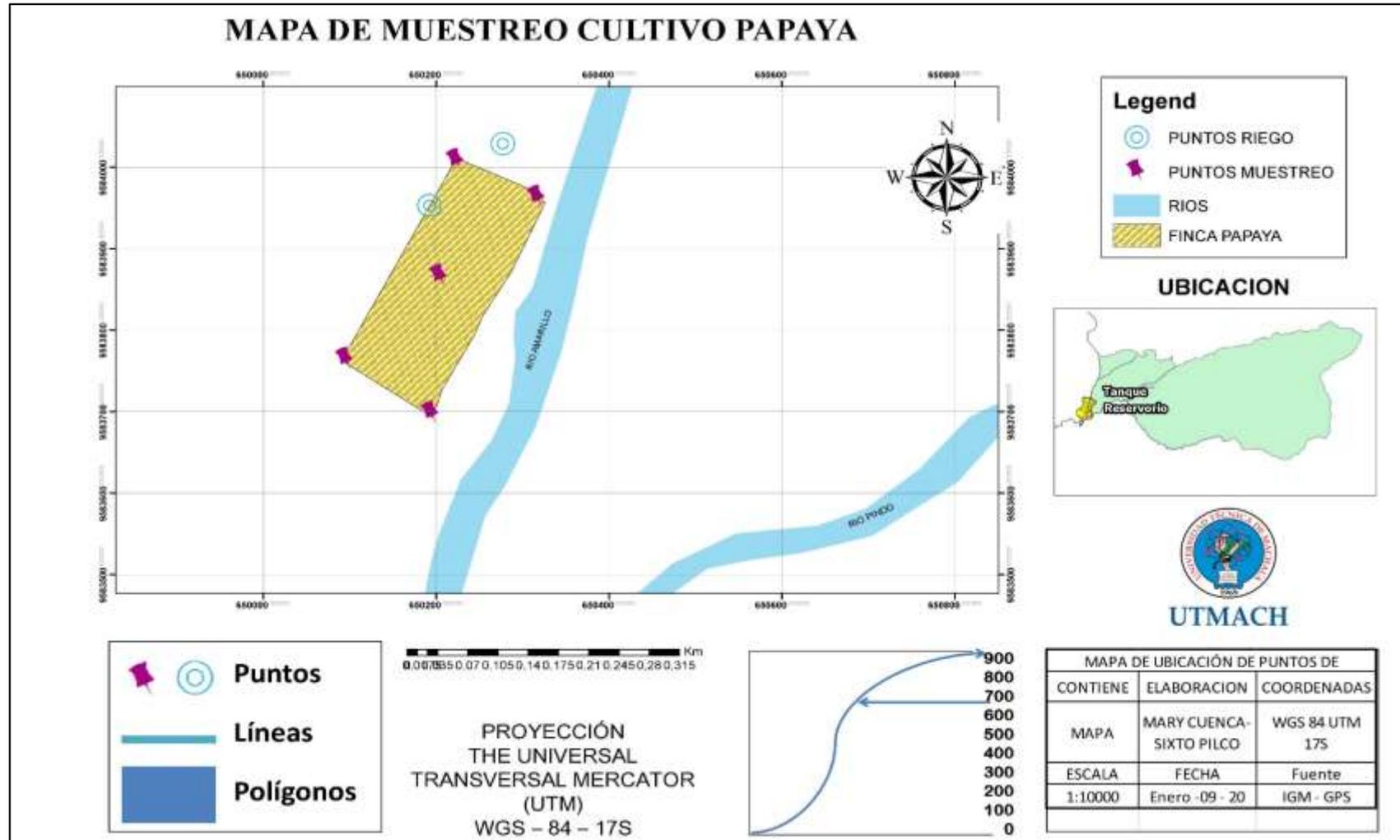
**TABLA 1.COORDENADAS DE MUESTRA POR INDIVIDUO**

<b>Punto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>1</b>	650223,00	9584009,00
<b>2</b>	650317,00	9583964,00
<b>3</b>	650194,00	9583699,00
<b>4</b>	650095,00	9583765,00
<b>5</b>	650204,00	9583867,00

Fuente: GPS Universal Transversal Mercator (UTM)

Elaborado por: Los autores

## MAPA 2. MUESTREO DE CULTIVO DE PAPAYA



Elaborado por: Los autores

**Laboratorio.** - Los frutos se llevó para su respectivo análisis al Departamento de Metalurgia extractiva (DEMEX) de la Escuela Politécnica Nacional.

Para el análisis de Hg, Pb, As, y Cd, se procedió con el método por Espectrometría de Absorción Atómica, la cual se toma una cantidad de pulpa de papaya, se hace una disgregación con HNO<sup>3</sup>, se afora a un volumen definido, se filtra y se hacen las lecturas en espectrómetro de absorción atómica.

**TABLA 2. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE METALES PESADOS EN *CARICA PAPAYA L.***

<b>Estación de monitoreo</b>	<b>Metodología in situ</b>	<b>Elemento</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Codex Alimentarius</b>
<b>Los Ceibos</b>	Recolección de muestras compuestas	Cadmio	mg/kg	0,04	0
		Plomo	mg/kg	0,70	0,1
		Arsénico	mg/kg	0,005	0
		Mercurio	mg/kg	0,0001	0

Fuente: DEMEX

Elaborado por: Los autores

### **Análisis**

Con respecto a la tabla de resultados de análisis de metales pesados en *carica papaya L.* se puede observar que el plomo es uno de los parámetros que se encuentran alto y con respecto al mercurio, cadmio y arsénico se encuentran bajos. Por ello se compara con los límites permisibles del Codex Alimentarius donde el plomo es el único parámetro que se puede medir y se entiende que está por encima de los límites permisibles que estipula la norma internacional.

### ***Análisis de concentración de metales pesados de agua***

Para la toma de muestra del agua de riego para la papaya se tomó la muestra de dos puntos, el primero del reservorio de agua del que aprovechan en época de invierno, el cual está a 100 metros de distancia del río Amarillo, y del tanque de agua que está ubicado en la finca

mismo que usan en época de verano, posteriormente se realizó una mezcla homogénea y obtener 500 ml para proceder a refrigerarlo en un recipiente ámbar.

**TABLA 3. COORDENADAS DE MUESTRA POR INDIVIDUO**

<b>Punto</b>	<b>Descripción</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>1</b>	Reservorio	650277,00	9584029,00
<b>2</b>	Tanque de agua	650192,00	9583953,00

Fuente: GPS Universal Transversal Mercator (UTM)

Elaborado por: Los autores

**Laboratorio.-** La muestra de agua se llevó para su respectivo análisis al laboratorio de ensayos Analítica Avanzada - Asesoría y laboratorios ANAVANLAB CIA. LTDA., cuyos procedimientos poseen la acreditación SAE LEN 13-006.

**TABLA 4. RESULTADOS ANÁLISIS DE METALES PESADOS EN AGUA DE RIEGO**

<b>Estación de monitoreo</b>	<b>Método analítico</b>	<b>Elemento</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>AM 097-A TULSMA</b>
<b>Los Ceibos</b>	AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015	Cadmio	mg/l	< 0,01	0,01
	AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015	Plomo	mg/l	< 0,3	5
	AAA-PE-A023/ SM 3114 C, 3112 B. EPA 3015	Arsénico	mg/l	< 0,0005	0,1
	AAA-PE-A023/ SM 3114 C, 3112 B. EPA 3015	Mercurio	mg/l	< 0,005	0,001

Fuente: ANAVANLAB

Elaborado por: Los autores

## **Análisis**

En los análisis de agua de riego se puede observar que el plomo es uno de los parámetros que se encuentra elevados, pero al momento de aplicar la normativa del tulsma AM 097-A se indica que está por debajo de los límites permisibles pero en cambio el mercurio se sitúa elevado.

## **Entrevista**

Para la recolección de información cualitativa, se realizó la entrevista a las primeras tres fases de la cadena de producción, desde la perspectiva de: los productores, distribuidores y comercializadores, para lo cual se realizó preguntas de conocimiento, opinión, y recomendaciones sobre la problemática como:

### **1.- ¿Conoce usted la normativa que establece los niveles de metales pesados permisible para frutos?**

Productor

Menciona que tiene conocimiento de que existe una normativa, sin embargo, tal normativa no aplica para la producción local, es decir, solo para productos de exportación.

Distribuidores

Los distribuidores ignoran sobre alguna normativa que se aplique en la región, además mencionan que es la primera vez que escuchan acerca del tema.

Comercializadores

Indican que en ocasiones si tienen la preocupación de que no exista un control dentro de la provincia ya que saben que el fruto que ofrecen se produce cercano a mineras.

### **2.- ¿Estaría de acuerdo que exista un control de metales pesados para frutos?**

Productor

El productor manifiesta que siempre y cuando los costos de análisis no corran por cuenta del dueño de la finca, no hay ningún problema, es decir, que exista una entidad que esté

encargada de tal control además de que les brinden capacitación para mejorar las prácticas de cultivo.

#### Distribuidores

Se muestran preocupados al respecto ya que comunican que el precio puede aumentar en el caso de que los frutos tengan un control, debido a que los análisis pueden incluirse en el precio de venta al comercializador.

#### Comercializadores

También se manifiestan en tema de precio, en tema de no variabilidad en éste, ellos no tienen ningún problema, además de que puede ser favorable en caso de que el fruto tenga análisis de metales pesados y si se comercializa es porque está apto para consumo con los estudios previos.

### **3.- ¿Qué recomienda para que exista un control en los metales pesados?**

#### Productor (Portovelo)

Menciona que debe de existir un técnico o encargado del ministerio de agricultura o de Agrocalidad para los respectivos análisis.

#### Distribuidores

Manifiestan que puede existir algún tipo de capacitación por medio del Ministerio del Ambiente para dichos controles

#### Comercializadores (Machala)

Que los productos que lleguen tengan alguna etiqueta para el reconocimiento, sin embargo, vuelven a recalcar que no haya cambios en los precios.

### 1.3.2. Matriz de requerimiento

**CUADRO 4. MATRIZ DE REQUERIMIENTO**

PROBLEMA	CAUSA	EFEECTO	OBJETIVOS	REQUERIMIENTO
El agua para uso de riego tiene concentraciones de metales pesados	Descarga de agua residuales mineras al río Amarillo	Infiltración a los reservorios de agua de riego	Garantizar la calidad de agua de riego de acuerdo a los límites permisibles que establece la normativa vigente.	Mejorar la calidad de agua para riego mediante bioabsorción con Carbón activado.
Concentraciones de metales pesados en el fruto	Aguas de riego con metales pesados	Bioacumulación de metales pesado en el fruto	Disminuir la bioacumulación de los metales pesados en el fruto en cumplimiento de la soberanía alimentaria.	Cultivo de micorrizas acumuladoras de metales pesados
Biomagnificación silenciosa en el cuerpo humano	Consumo frutos con metales pesados	Enfermedades cancerígenas a largo plazo	Distribuir información de la toxicología de metales pesados en el cuerpo humano	Realizar los controles mediante un plan de monitoreo a las plantaciones de papaya.
Fuente: Los Autores Elaborado por: Los autores				

#### **1.4. Selección de requerimiento a intervenir: justificación**

Mediante la determinación de las principales afectaciones dentro de la relación aguas residuales mineras, cultivo de frutos y consumo humano, a través de la matriz de importancia dio como resultado el componente agua, flora y riesgos a la población, este último se evidenció mediante el análisis de laboratorio de los 4 metales pesados en fruto, el caso de la especie de flora *carica papaya* en donde se evidencio altas concentraciones de los mismos.

Además del consumo de estos frutos contaminados no son controlados mediante un plan de monitoreo, por lo que bajo esta circunstancia se plantea la elaboración de un plan de monitoreo para reducir las afectaciones a la salud a largo plazo de la población, debido a que desde este enfoque se disminuye la producción y distribución de frutos con concentraciones de metales pesados.

### **CAPÍTULO II. PROPUESTA INTEGRADORA**

Elaboración del plan de monitoreo para As, Cd, Pb, Hg en frutos cultivados a riberas del Río Amarillo en el cantón Portovelo.

#### **2.1. Descripción de la propuesta**

Se presenta el plan de monitoreo de metales pesados en fruto, para el cantón Portovelo, debido a la problemática de desconocimiento de la presencia de metales pesados en la fruta de la papaya, la propuesta va en caminata al análisis de metales pesados que son mercurio (Hg), plomo (Pb), arsénico (As), y cadmio (Cd), para todas las fincas productivas de frutos para consumo humano presentes en el cantón de Portovelo, la cual consta de seis fases: Determinación del área de estudio, a través de la cual se realiza un estudio previo del número de fincas que existen, con la extensión, lo cual sirve de base para el cálculo de muestreos necesarios para el etiquetado y análisis a los laboratorios correspondientes, posteriormente se establece una tabla toxicología que se puede ir actualizando conforme los resultados obtenidos del laboratorio para conocimiento de la comunidad, y el diseño de la presentación de mapas comparativos que constituye la etapa final del plan de monitoreo en el que se representa de forma cualitativa el mayor y menor área de contaminación de metales pesados en los cultivos del cantón.

## 2.2. Objetivo de la propuesta

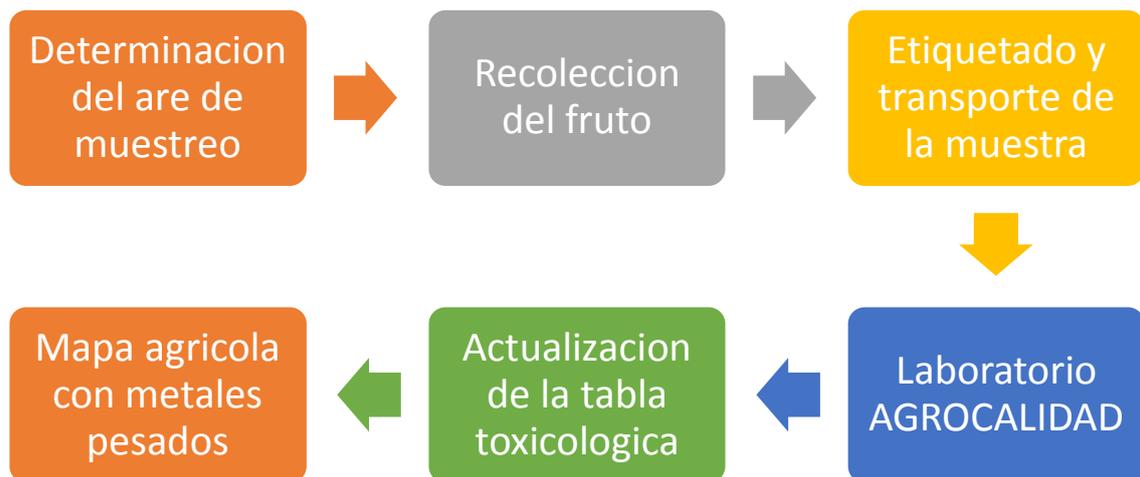
Elaborar un plan de monitoreo para metales pesados (As, Cd, Pb, Hg) en frutos cultivados a riberas del Río Amarillo en el cantón Portovelo para la determinación de áreas con mayor impactos

### Objetivos Específicos

- Determinar los tipos de transecto para el correcto monitoreo de la asimilación de metales pesados
- Establecer un protocolo de recolección de muestras estandarizado para las producciones de fruto en el cantón
- Diseñar un mapa para aquellas plantaciones de contengan altas concentraciones de metales pesados

## 2.3. Componentes estructurales implementación

GRAFICO 3. COMPONENTES



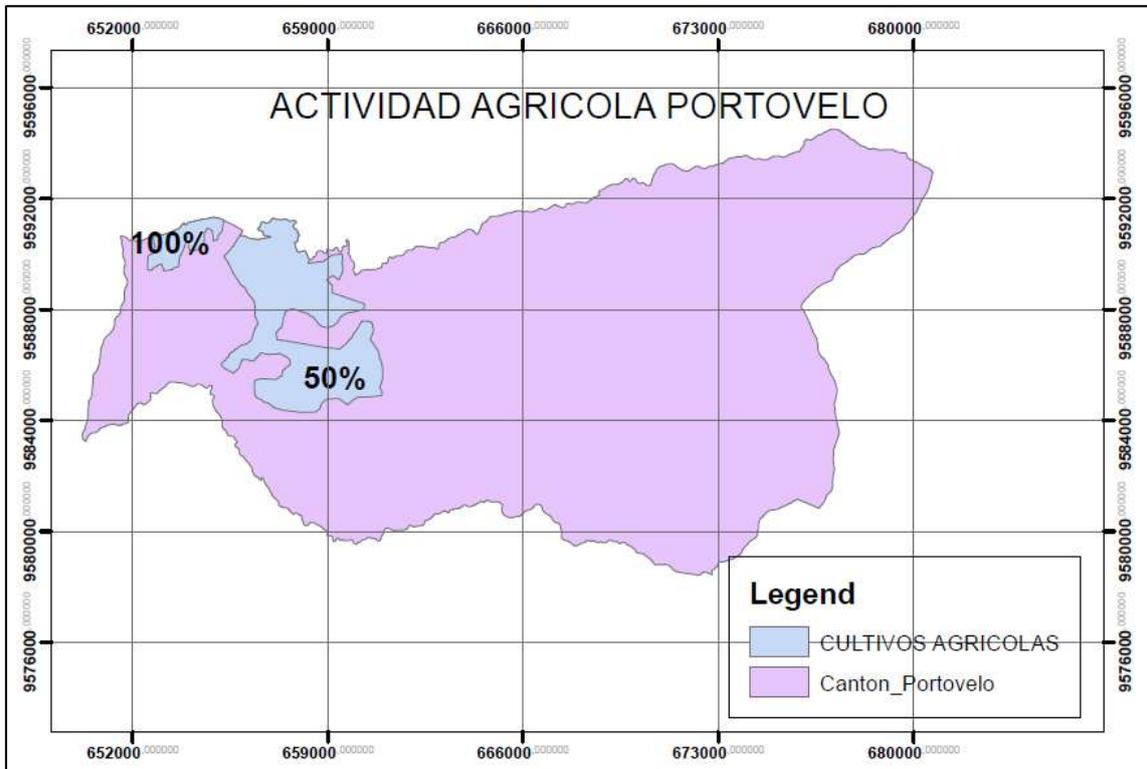
Fuente: Los autores

Elaborado por : Los autores

## 2.4. Fases de implementación

**2.4.1 Determinación del área de muestreo.**- Para la determinación del área a muestrearse se procedió a partir de mapas shapfiles de cobertura y uso del suelo del cantón Portovelo para lo cual se obtuvieron 3656,07 hectáreas representándose de la siguiente forma:

**MAPA 3. ACTIVIDAD AGRÍCOLA PORTOVELO**



Fuente: Los autores

Para el muestreo a realizarse se toma en cuenta que cada 10 hectáreas se realizara el muestreo, así se obtiene el número de muestras que sería 365 muestras

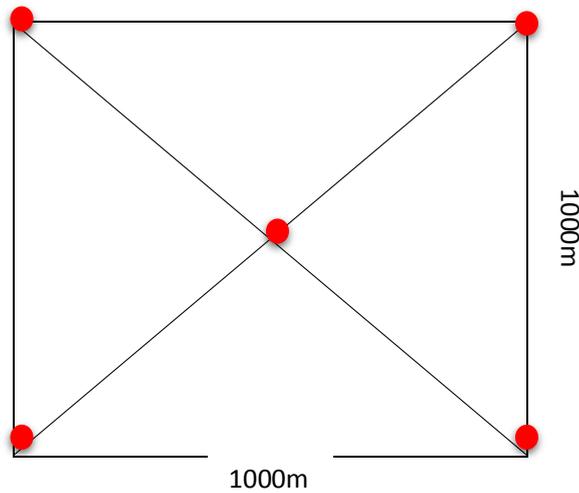
**Muestreo de fruta.** -Para obtención de muestras se procede a realizar el transecto por el método de cuadrantes, el cual permite establecer muestras representativas. Al momento de realizar la recolección de muestra se debe establecer cuantas Has. tiene la plantación agrícola ya que esto permitirá identificar la cantidad de producción que está contaminada y donde se distribuye para su comercio. (Mostacedo & Frederickse, 2000)

A medida que la extensión de la plantación aumenta, se requiere realizar mayores puntos de muestras ya que el análisis podría ser inconclusos al momento de determinar las concentraciones de metales pesados en el fruto, por ello se estima que cada 10 hectáreas

se debe realizar los muestreos para que los valores no se alteren y también por el costo económico por parte del propietario.

Los tipos de muestras se los podrá realizar de la siguiente manera acorde como el propietario considere que la muestra sea representativa.

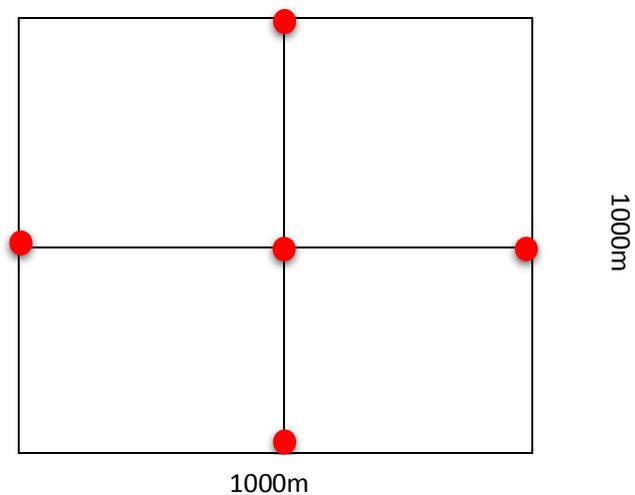
**GRAFICO 4. PRIMER EJEMPLO DE TRANSECTO**



Fuente: Los autores

Elaborado por: Los autores

**GRAFICO 5. SEGUNDO EJEMPLO DE TRANSECTO**

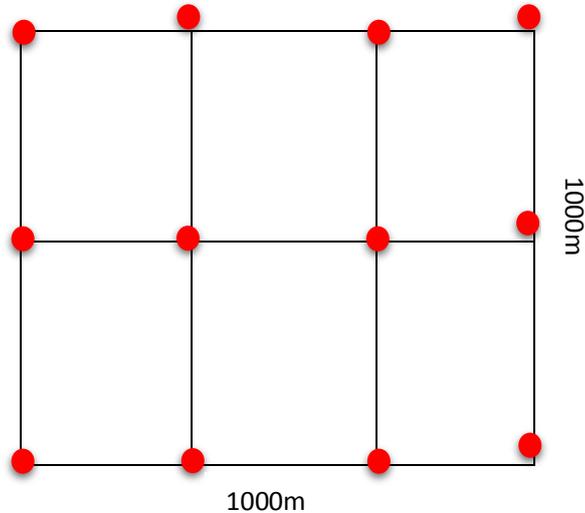


Fuente: Los autores

Elaborado por: Los autores

Los gráficos 4 y 5 son para hectáreas menores a 5 ya que a menor extensión se requiere menor cantidad de puntos de muestras.

**GRAFICO 6. EJEMPLO IDEAL DE TRANSECTO**



Fuente: Los autores

Elaborado por: Los autores

El gráfico 6 se lo aplica de 5 hasta 10 hectáreas, ya que la extensión es grande y se requiere más puntos de muestras que puedan dar la representatividad de la producción.

Se deberá tomar en cuenta que el tamaño de la muestra lo establecerá el laboratorio, en el que cada punto que se muestra en los cuadrantes podrá escogerse uno o 2 frutos sin importar el tamaño de este, ya que al momento de reunir todos los puntos de muestras se podrá tender una muestra representativa que luego el laboratorio realizará la muestra compuesta y así extrayendo el peso de la pulpa a analizar.

**2.4.2. Recolección del fruto.-** Al momento de realizar los análisis de frutos solo se requiere un kilo, el cual permitirá establecer en mg/kg de los metales pesado, se debe tomar en cuenta que esta muestra está establecido solo para Arsénico, Mercurio, Plomo y Cadmio, si se requiere establecer un rango mucho más amplio sobre metales pesados en las plantaciones se deberá consultar al laboratorio si se requiere aumentar el tamaño de la muestra o se mantiene.

Las muestras de fruto se deberán encontrar en proceso de maduración ya que le permitirá al laboratorio extraer la pulpa de mejor manera ya que contiene mayor cantidad de líquido en comparación de una fruta antes del proceso de maduración. (Martínez, y otros, 2017)

### **Instrumentos**

- Guantes de látex
- Brochas
- Fundas ziploc
- Navaja

### **2.4.3. Etiquetado y transporte de la muestra**

**CUADRO 5. ESQUEMA DE ETIQUETADO DE MUESTRA**

DATOS DE LA MUESTRA A ANALIZAR	
Fecha de recepción:	N° de factura: <span style="float: right;">Por \$:</span>
DATOS DEL CLIENTE	
<b>Persona o empresa solicitante</b>	
<b>Provincia</b>	
<b>Cantón</b>	
<b>Dirección</b>	
<b>Teléfono</b>	
<b>Correo electrónico</b>	
<b>C.I.</b>	
DATOS DE LA MUESTRA	
<b>Conservación de la muestra</b>	<input type="radio"/> Ambiente <input type="radio"/> Refrigerada <input type="radio"/> Congelación
<b>Procedencia</b>	<input type="checkbox"/> Provincia: <input type="checkbox"/> Cantón: <input type="checkbox"/> Parroquia:
<b>Coordenadas UTM</b>	<input type="checkbox"/> X: <input type="checkbox"/> Y:
<b>Responsable de la muestra</b>	

<b>Fecha de la toma de muestra</b>		
<b>Tipo de muestra</b>		
<b>Envase</b>		
<b>Cantidad de muestra</b>		
<b>TIPO DE ANALISIS</b>		
Código de la muestra laboratorio <sup>1</sup>	Análisis solicitado	Tiempo estimado de análisis. <sup>2</sup>

1,2 y 3 Espacio de uso exclusivo para personal del laboratorio

### <sup>3</sup>Obervaciones

.....  
 .....  
 .....  
 .....

Recibido por:	Entregado por:	Receptado por: (Laboratorio)
Firma: _____ Nombre:	Firma cliente: _____ Nombre: N° CI:	<b>Aceptado:</b> <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO  Fecha: No. de Muestras:

Fuente: Agrocalidad

**2.4.4. Laboratorio Agrocalidad.-** Para el análisis de los frutos de metales pesados se basan en los métodos de análisis presentados por el Sistema de Acreditación Ecuatoriano (SAE), por lo cual se estipulan los siguientes códigos dentro del alcance de acreditación:

**TABLA 5. MÉTODOS ANALÍTICOS SAE**

<b>Método analítico</b>	<b>Elemento</b>	<b>Unidad</b>
	Cadmio	mg/kg
AAA-PE-S011/ METODO DE REFERENCIA: ENVIRONMENTAL EPA 70000 A. 1992 ENVIRONMENTAL PROTECTION EPA 3051. 2007	Plomo	mg/kg
	Arsénico	mg/kg
	Mercurio	mg/kg

Fuente: (SAE, 2019)  
Elaborado por: Los Autores

**2.4.5. Actualización de tabla toxicológica.-** Para lograr que los 3 parámetros faltantes tengan los límites permisibles, se planteó aplicar regla de 3 basándonos en el ISTP y límite permisible del plomo, pero también se puede multiplicar por 4 el ISTP y dará el mismo resultado si se aplicara la regla de 3.

### **Regla de 3**

LP(): LPpb\*ISTP(cd) / ISTPpb

### **Significado**

- LP(): límite permisible del metal pesado
- (): indicar que metal pesado
- LPpb: límite permisible del plomo
- ISTPpb: Ingesta Semanal Tolerable Provisional del plomo

**CUADRO 6. LIMITE PERMISIBLE ESTIMADO POR ISTP**

<b>Codex Alimentarius</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Limite permisible (LM)</b>	<b>ISTP</b>
Arsénico	mg/kg	0.006	0,0015
Cadmio	mg/kg	0.028	0,007
Mercurio	mg/kg	0.02	0,005
Plomo	mg/kg	0.1	0,025
Fuente: Los autores			
Elaborado por: Los autores			

Nota: Estos parámetros, no son determinantes, son un aproximado para los límites permisibles en frutos.

A continuación, se podrá observar las tablas donde, según el peso corporal una persona puede consumir un metal pesado y cuanto de fruto puede consumir:

### **Formula**

- **DLs**

$$DLs = Pc * ISTP$$

- **CF**

$$CFs = DLs * 1/Rf$$

### **Significado**

- DLs: Dosis Letal por semana
- ISTP: Ingesta Semanal Tolerable Provisional
- Pc: Peso corporal
- CFs: Consumo de Fruto
- Rf: Resultado de fruto

**CUADRO 7. TABLA TOXICOLÓGICA DESDE 1 A 10 AÑOS**

ARSENICO (As)						
Hombre	ISTP mg/kg	Edad años	Peso corporal (Pc) Kg	ISTP por peso corporal (DLs) mg	Resultados papaya (Rf) mg/kg	Consumo de papaya (CFs) kg
	0,0015	1	10,12	0,015	0,005	3,036
	0,0015	2	12,9	0,019	0,005	3,87
	0,0015	3	15,1	0,023	0,005	4,53
	0,0015	4	16,07	0,024	0,005	4,821
	0,0015	5	18,03	0,027	0,005	5,409
	0,0015	6	19,91	0,030	0,005	5,973
	0,0015	7	22	0,033	0,005	6,6
	0,0015	8	23,56	0,035	0,005	7,068
	0,0015	9	26,4	0,040	0,005	7,92
	0,0015	10	28,73	0,043	0,005	8,619
Mujer	ISTP mg/kg	Edad años	Peso corporal (Pc) Kg	ISTP por peso corporal (DLs) mg	Resultados papaya (Rf) mg/kg	Consumo de papaya (CFs) kg
	0,0015	1	9,5	0,014	0,005	2,850
	0,0015	2	12,4	0,019	0,005	3,720
	0,0015	3	14,4	0,022	0,005	4,320
	0,0015	4	15,5	0,023	0,005	4,650
	0,0015	5	17,4	0,026	0,005	5,220
	0,0015	6	19,6	0,029	0,005	5,880
	0,0015	7	21,2	0,032	0,005	6,360
	0,0015	8	23,53	0,035	0,005	7,059
	0,0015	9	25,72	0,039	0,005	7,716
	0,0015	10	28,35	0,043	0,005	8,505

CADMIO (Cd)						
Hombre	ISTP mg/kg	Edad años	Peso corporal (Pc) Kg	ISTP por peso corporal (DLs) mg	Resultados papaya (Rf) mg/kg	Consumo de papaya (CFs) kg
	0,007	1	10,12	0,071	0,04	1,771
	0,007	2	12,9	0,090	0,04	2,258
	0,007	3	15,1	0,106	0,04	2,643
	0,007	4	16,07	0,112	0,04	2,812
	0,007	5	18,03	0,126	0,04	3,155
	0,007	6	19,91	0,139	0,04	3,484
	0,007	7	22	0,154	0,04	3,850
	0,007	8	23,56	0,165	0,04	4,123
	0,007	9	26,4	0,185	0,04	4,620
	0,007	10	28,73	0,201	0,04	5,028
Mujer	ISTP mg/kg	Edad años	Peso corporal (Pc) Kg	ISTP por peso corporal (DLs) mg	Resultados papaya (Rf) mg/kg	Consumo de papaya (CFs) kg
	0,007	1	9,5	0,067	0,04	1,663
	0,007	2	12,4	0,087	0,04	2,170
	0,007	3	14,4	0,101	0,04	2,520
	0,007	4	15,5	0,109	0,04	2,713
	0,007	5	17,4	0,122	0,04	3,045
	0,007	6	19,6	0,137	0,04	3,430
	0,007	7	21,2	0,148	0,04	3,710
	0,007	8	23,53	0,165	0,04	4,118
	0,007	9	25,72	0,180	0,04	4,501
	0,007	10	28,35	0,198	0,04	4,961
MERCURIO (Hg)						

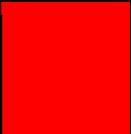
Hombre	ISTP mg/kg	Edad años	Peso corporal (Pc) Kg	ISTP por peso corporal (DLs) mg	Resultados papaya (Rf) mg/kg	Consumo de papaya (CFs) kg
	0,005	1	10,12	0,051	0,0001	506,000
	0,005	2	12,9	0,065	0,0001	645,000
	0,005	3	15,1	0,076	0,0001	755,000
	0,005	4	16,07	0,080	0,0001	803,500
	0,005	5	18,03	0,090	0,0001	901,500
	0,005	6	19,91	0,100	0,0001	995,500
	0,005	7	22	0,110	0,0001	1100,000
	0,005	8	23,56	0,118	0,0001	1178,000
	0,005	9	26,4	0,132	0,0001	1320,000
	0,005	10	28,73	0,144	0,0001	1436,500
Mujer	ISTP mg/kg	Edad años	Peso corporal (Pc) Kg	ISTP por peso corporal (DLs) mg	Resultados papaya (Rf) mg/kg	Consumo de papaya (CFs) kg
	0,005	1	9,5	0,048	0,0001	475,000
	0,005	2	12,4	0,062	0,0001	620,000
	0,005	3	14,4	0,072	0,0001	720,000
	0,005	4	15,5	0,078	0,0001	775,000
	0,005	5	17,4	0,087	0,0001	870,000
	0,005	6	19,6	0,098	0,0001	980,000
	0,005	7	21,2	0,106	0,0001	1060,000
	0,005	8	23,53	0,118	0,0001	1176,500
	0,005	9	25,72	0,129	0,0001	1286,000
	0,005	10	28,35	0,142	0,0001	1417,500
PLOMO (Pb)						

Hombre	ISTP mg/kg	Edad años	Peso corporal (Pc) Kg	ISTP por peso corporal (DLs) mg	Resultados papaya (Rf) mg/kg	Consumo de papaya (CFs) kg
	0,025	1	10,12	0,253	0,7	0,361
	0,025	2	12,9	0,323	0,7	0,461
	0,025	3	15,1	0,378	0,7	0,539
	0,025	4	16,07	0,402	0,7	0,574
	0,025	5	18,03	0,451	0,7	0,644
	0,025	6	19,91	0,498	0,7	0,711
	0,025	7	22	0,550	0,7	0,786
	0,025	8	23,56	0,589	0,7	0,841
	0,025	9	26,4	0,660	0,7	0,943
	0,025	10	28,73	0,718	0,7	1,026
Mujer	ISTP mg/kg	Edad años	Peso corporal (Pc) Kg	ISTP por peso corporal (DLs) mg	Resultados papaya (Rf) mg/kg	Consumo de papaya (CFs) kg
	0,025	1	9,5	0,238	0,7	0,339
	0,025	2	12,4	0,310	0,7	0,443
	0,025	3	14,4	0,360	0,7	0,514
	0,025	4	15,5	0,388	0,7	0,554
	0,025	5	17,4	0,435	0,7	0,621
	0,025	6	19,6	0,490	0,7	0,700
	0,025	7	21,2	0,530	0,7	0,757
	0,025	8	23,53	0,588	0,7	0,840
	0,025	9	25,72	0,643	0,7	0,919
	0,025	10	28,35	0,709	0,7	1,013
Fuente: Los autores						
Elaborado por: Los autores						

La tabla toxicológica se basa en el peso promedio de 1 hasta los 10 años, según los datos de la OMS, ya que a partir de los 10 años el cuerpo humano comienza entrar a la etapa de pubertad donde comienza a tener cambios físicos y a su vez el peso aumenta. Durante ese proceso los pesos promedio varían ya que dependerá también de la altura de la persona.

**2.4.6. Mapa agrícola con metales pesados.** - La siguiente etapa y fase final está representado por la presentación de 3 mapas temáticos en donde se visualizan los resultados de los análisis de cada una de las producciones de cultivos frutales en el cantón de Portovelo para lo cual se plantea la visualización de las mayores concentraciones de los metales pesados por clasificación colorimétrica de la siguiente forma:

**CUADRO 8. RECONOCIMIENTO COLORIMÉTRICO**

<b>Nivel de contaminación</b>	<b>Color</b>		<b>Definiciones</b>
<b>Alto</b>		<b>Rojo</b>	Si supera la sumatoria de los límites permisibles
<b>Normalizado</b>		<b>Naranja</b>	Si se encuentra dentro de la sumatoria de los límites permisibles
<b>Bajo</b>		<b>Verde</b>	Si se encuentra por debajo de la sumatoria de los límites permisibles
Fuente: Los autores Elaborado por: Los autores			

**TABLA 6. EJEMPLO PARA EL MAPA DE COLORIMETRÍA CARICA PAPAYA L.**

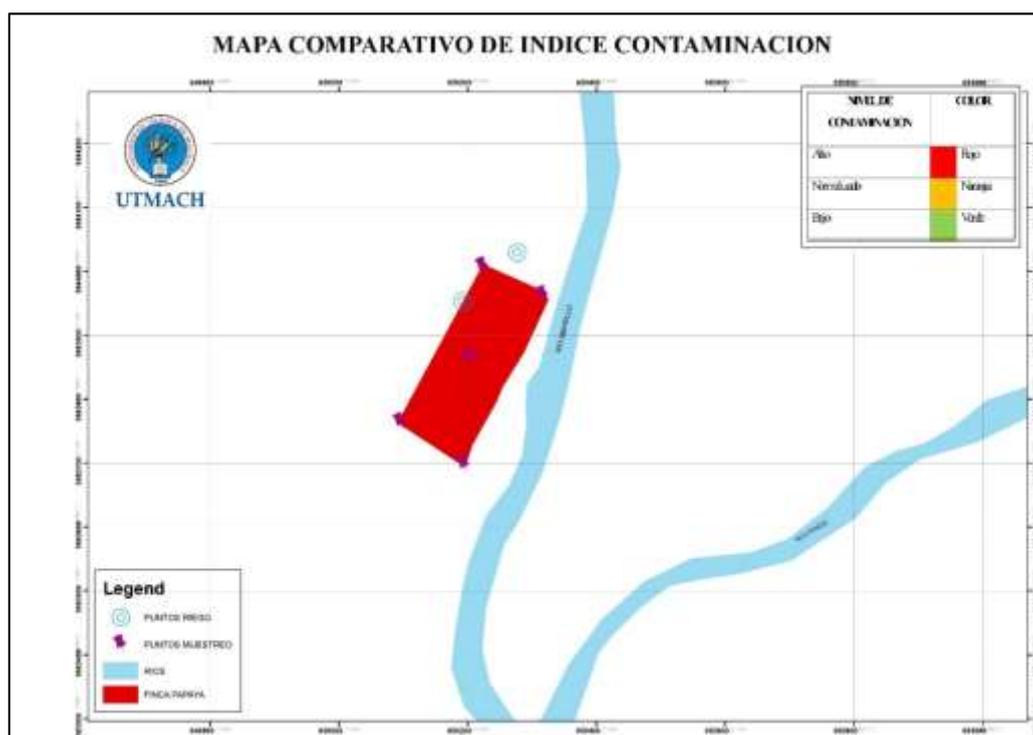
Parámetro	Unidad	Limite permisible (LM)	Resultado de análisis
Arsénico	mg/kg	0.006	0,005
Cadmio	mg/kg	0.028	0,04
Mercurio	mg/kg	0.02	0,0001
Plomo	mg/kg	0.1	0,7
Sumatoria		0.154	0.7451

Fuente: Los autores

Elaborado por: Los autores

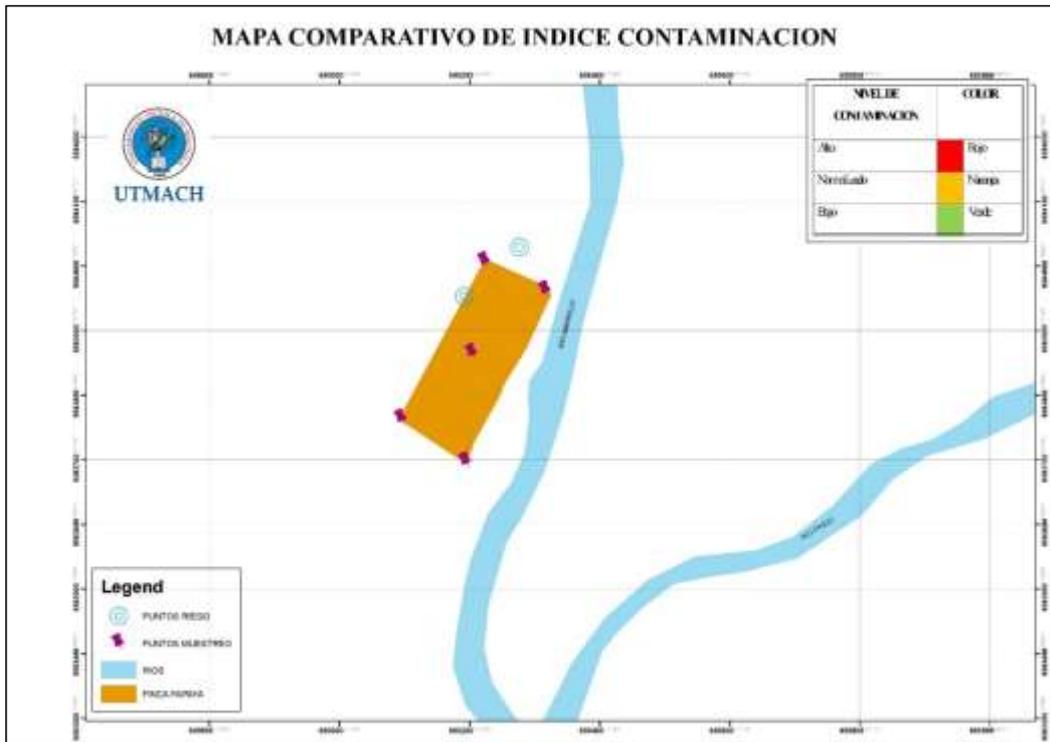
Una vez determinado el tipo de colorimetría con la sumatoria de los análisis de proceder a colorear el área donde se realizó el estudio. El color variara dependiendo del resultado de los análisis que se realicen en el fruto.

**MAPA 2. EJEMPLO DE MAPA COLORIMÉTRICO PARA ALTA CONCENTRACIÓN**



Fuente: Los autores  
Elaborado por: Los autores

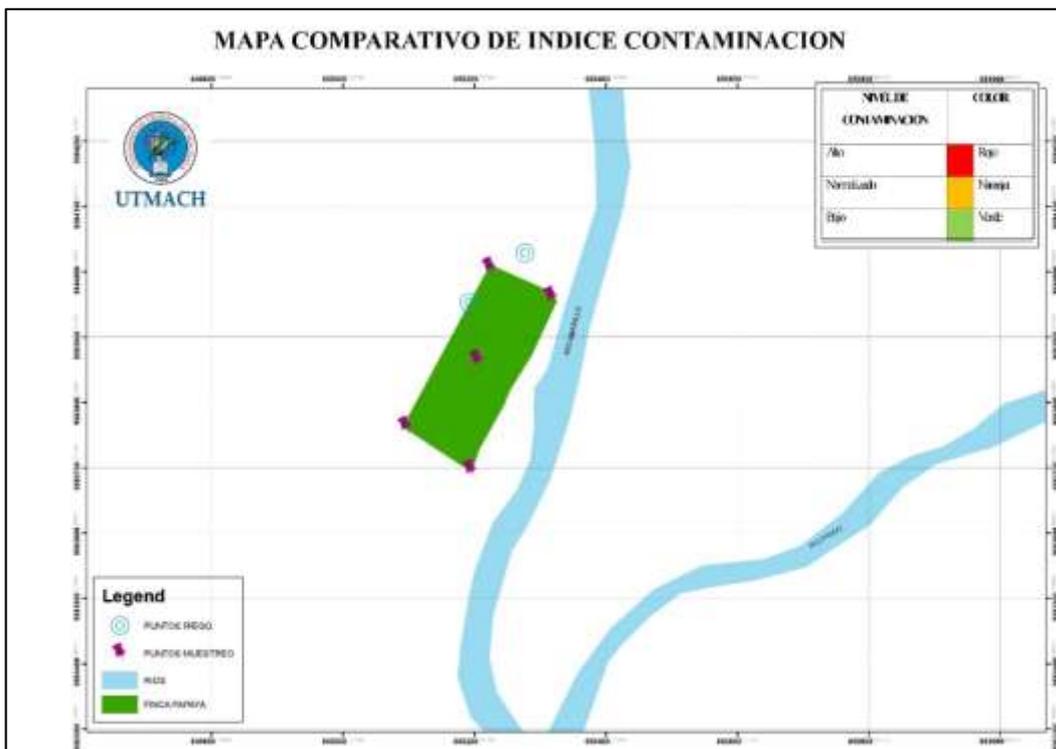
### MAPA 3. EJEMPLO DE MAPA COLORIMÉTRICO PARA MEDIANA CONCENTRACIÓN



Fuente: Los autores

Elaborado por: Los autores

### MAPA 4. EJEMPLO DE MAPA COLORIMÉTRICO PARA BAJA CONCENTRACIÓN



Fuente: Los autores

Elaborado por: Los autores

**Nota:** este tipo de colorimetría permitirá establecer cada 10 hectáreas que nivel de contaminación tiene la producción, lo cual se deberá incluir a los catastros de agricultura donde tendrá mayor relevancia para identificar las hectáreas que necesiten tomar medidas para reducir los contaminantes en sus plantaciones.

## 2.5. Recursos logísticos

**CUADRO 9. RECURSO LOGÍSTICO**

<b>A. Recursos Humano</b>					
N°	Denominación	Tiempo	Costo/ H	TOTAL	
		Horas		1 muestra	365 muestras
				Precio total	Precio total
2	Técnico de muestreo	4	\$6,13	\$49,04	\$17899,60
<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$49,04</b>	<b>\$17899,60</b>
<b>B. Recursos Materiales</b>					
N°	Descripción	Precio unitario		Precio total	Precio total
2	cuchillo	\$4,00		\$8,00	\$8,00
6	Paquete Fundas ziploc	\$0,12		\$0,72	\$262,80
2	Pares de guantes látex	\$1,00		\$2,00	\$730,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$10,72</b>	<b>\$1000,8</b>
<b>C. Análisis de metales pesados</b>					
N°	Descripción	Precio unitario		Precio total	Precio total
1	Arsénico	\$30,00		\$30,00	\$10950,00
1	Mercurio	\$30,00		\$30,00	\$10950,00
1	Plomo	\$20,00		\$20,00	\$7300,00
1	Cadmio	\$20,00		\$20,00	\$7300,00
<b>IVA 12%</b>				<b>\$12,00</b>	<b>\$4380,00</b>
<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$112,00</b>	<b>\$40880,00</b>
<b>D. Otros</b>					

N°	Descripción	Precio unitario	Precio total	Precio total
6	Encomienda de muestra (\$5 la base , aumenta \$4 por cada kg)	\$5,00	\$25,00	\$9125,00
1		\$28,00	\$28,00	\$10220,00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>\$ 53,00</b>	<b>\$19345,00</b>
<b>TOTAL (A+B+C+D)</b>			<b>\$224,76</b>	<b>\$82037,4</b>

Fuente: Los autores

Elaborado por: Los autores

### **CAPÍTULO III. VALORACIÓN DE LA FACTIBILIDAD**

#### **3.1. Análisis de la dimensión técnica de implementación de la propuesta**

En la vida cotidiana se utilizan operaciones matemáticas como suma, restas, multiplicaciones o divisiones, para obtener datos simples o que requieran menos complejidad como es el caso de una regla de 3 donde se puede obtener un cuarto valor el cual es de mucha utilidad para la aplicación de una duda. (Madrid, Machado, Mantero, & López, 2017). Las operaciones matemáticas que se presentan en la propuesta están destinadas a agricultores, ya que tiene un nivel de complejidad muy bajo, esto permitirá facilitar los procesos para determinar el nivel de contaminación que existe en las plantaciones. Los procesos de toma y recolección de muestras están destinados a realizarlos en 8 horas por una persona, se debe tomar en cuenta que los puntos de muestreos ya están establecidos dependiendo las hectáreas de la plantación y que nivel representatividad requiere el productor para indicar el nivel de contaminación que esta el fruto.

#### **3.2 Análisis de la dimensión económica de implementación de la propuesta**

La muestra compuesta permite establecer una representatividad de un lugar, esto puede ser agua o suelo, aunque se requiere tomar mayores muestras también en distintos puntos, son eficaces para la determinación de contaminación en el lugar de estudio y tener una idea más clara. Una de las ventajas de este muestreo es que permite ahorrar dinero en los análisis químicos, disminución del peso de la muestra y acortando el tiempo de entrega de los resultados. La desventaja de este método es que los contaminantes de pueden diluir con la unión de las muestras que estén libres de toxicas. (Zuñiga, 2011).

Las muestras compuestas que se realizaron fueron económicas ya que se logró establecer la representatividad a muy bajo costo. Se utilizó este método de muestreo ya que el agua que absorbe la planta proviene de un sistema de goteo, lo cual las contracciones de contaminantes serán iguales. La recolección de las muestras se lo pudo hacer facilidad ya que el terreno se encuentra en una planicie.

### 3.3 Análisis de la dimensión social de implementación de la propuesta

La factibilidad social se evaluó de acuerdo a la modalidad presentada por (Barcelo, 2013), en la que se evalúan algunas variables conglomeradas en varios factores de importancia social, para lo cual se demuestra la factibilidad si la suma total de cada factor da mayor a 15.

**CUADRO 10. FACTIBILIDAD SOCIAL**

<b>FACTOR 1: Modelo</b>					
<b>VARIABLES</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
El modelo está claramente definido y diseñado				<b>x</b>	
El modelo está alineado con la estrategia y compartido con todos				<b>x</b>	
Comunicamos regularmente el modelo dentro y fuera de la organización			<b>x</b>		
Tenemos preparado un relato para distintos tipos de auditorio					<b>x</b>
El relato transmite el alma del proyecto y emociona el auditorio					<b>x</b>
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>				
<b>FACTOR 2. Objetivos</b>					
<b>VARIABLES</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Los objetivos definidos focalizan los esfuerzos en aquello más relevante					<b>x</b>
Sistematizamos el proceso de definición de objetivos a partir de herramientas de análisis y con la participación del equipo					<b>x</b>
Definimos objetivos a corto, mediano y largo plazo, medibles y compartidos con el equipo			<b>x</b>		

A partir de los objetivos, disponemos de un plan de acción y unos indicadores para evaluar las actuaciones				x	
Hemos definido en la organización una sistemática para la evaluación de los objetivos y la adaptación continua del proyecto			x		
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>				

### FACTOR 3. Innovación

VARIABLES	1	2	3	4	5
Focalizamos la innovación a generar valor para el cliente y beneficios			x		
Tenemos internalizada una dinámica de gestión que fomenta las innovaciones incrementales		x			
Viajamos y analizamos continuamente experiencias de otros		x			
Implicamos a personas externas en el proyecto				x	
El equipo se cuestiona de forma constante los planes y maneras de hacer las cosas				x	
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>				

### FACTOR 4. Instrumentos

VARIABLES	1	2	3	4	5
Los instrumentos disponibles son coherentes con los objetivos del proyecto				x	
Dedicamos recursos económicos al desarrollo de los activos fundamentales del negocio				x	
Analizamos los instrumentos económicos y financieros para tratarlos como inversiones o como gastos según las necesidades del proyecto			x		
Disponemos de un modelo de gobernanza		x			
El proyecto dispone de un liderazgo potente, de consenso en el órgano de representación y de profesionalidad en el órgano de gestión			x		
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>				

### FACTOR 5. Entorno

VARIABLES	1	2	3	4	5
Hemos identificado los grupos de interés de nuestro entorno			x		

Gestionamos de forma continua la relación con los stakeholders			x		
Disponemos de un plan de comunicación específico para cada stakeholder			x		
El líder del proyecto dedica tiempo al contacto con la realidad exterior				x	
Mantenemos una relación fluida con la administración			x		
<b>TOTAL</b>					<b>16</b>

### **FACTOR 6. Equipo humano**

<b>VARIABLES</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Recurrimos a los mejores profesionales independientemente de su vinculación interna o externa al proyecto				x	
Gestionamos la organización por valores y el equipo los comparte				x	
Diseñamos políticas de incentivos basadas en el equilibrio profesional y personal y el crecimiento personal			x		
El líder del proyecto dedica una parte importante de su tiempo a la gestión de las personas				x	
El equipo se identifica con una historia compartida			x		
<b>TOTAL</b>					<b>18</b>

### **FACTOR 7. Alianzas**

<b>VARIABLES</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
El proyecto promueve las alianzas o notas organizaciones					x
Conocemos bien los intereses de nuestros aliados				x	
Fomentamos las relaciones personales con nuestros aliados				x	
Sabemos decir “no” a aliados con los que no compartimos valores o intereses			x		
Utilizamos el proceso de negociación para la generación de confianza con nuestros aliados.				x	
<b>TOTAL</b>					<b>20</b>

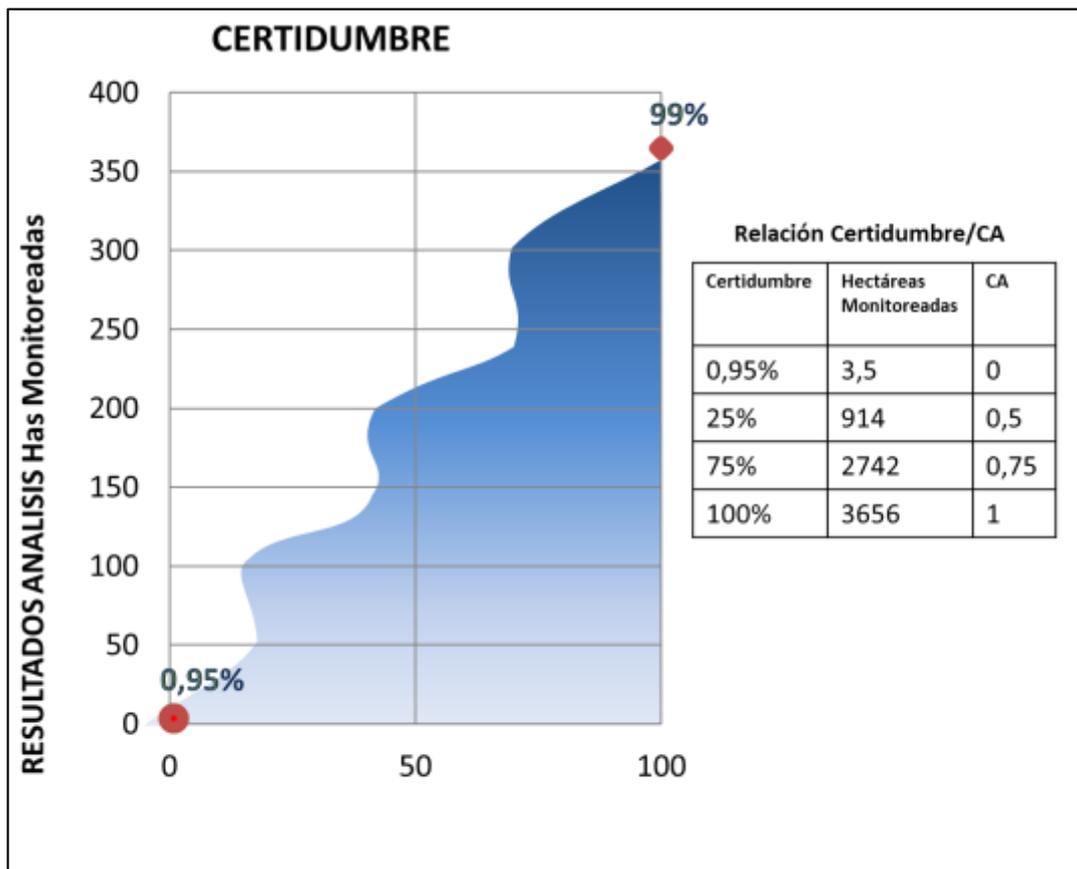
Fuente: (Barcelo, 2013)

Elaborado por: Los autores

### 3.3. Análisis de la dimensión ambiental de implementación de la propuesta

Para la factibilidad ambiental se realizó en base a la metodológica de (Conesa, 2015), que presenta una herramienta para visualizar la calidad ambiental en diferentes áreas después de haber aplicado las estrategias de implementación para cada problemática. Esta herramienta tiene un rango del 0 al 1 en donde 0 equivale a mala calidad ambiental y 1 a buena calidad ambiental, en este caso se realizó en base a esta para la representación de la calidad de información obtenida en cuanto a confiabilidad de información de metales pesados en fruto después del plan de monitoreo y se generó la siguiente figura:

**GRAFICO 7 FACTIBILIDAD AMBIENTAL**



Fuente: (Conesa, 2015)

Elaborado por: Los autores

## CONCLUSIONES

Los análisis del arsénico, mercurio, cadmio y plomo que se realizaron a la *Carica papaya* L. y tomando en cuenta los límites permisibles que emite el Codex Alimentarius solo se puede comparar el plomo en el fruto el cual se encuentra elevado y el resto quedaría sin establecerse si está dentro del rango de los límites permisibles que indica la norma. Pero el ISTP se encuentra en los 4 metales mencionados, por lo tanto se debe realizar una operación matemática, el cual estimara cuanto puede el cuerpo humano ingerir durante una semana dependiendo del peso corporal.

El método de riego por goteo permite que cada planta obtener la misma dosis que proviene de un tanque elevado, esto facilitaría la toma de muestra compuesta y a su vez que los resultados sean de mayor credibilidad, por ello se estableció 3 formas de tomar las muestras las 2 primeras que se registrá menores a 5 ha y la última para 10 ha. Las 3 formas establecidas dependerán del agricultor para tener una muestra representativa de la plantación.

Mediante la entrevista realizada a los técnicos de Agrocalidad indicaron que dentro del Ecuador no existe una normativa que establezca los límites permisibles de metales pesados en frutos, en si no se monitorea en su totalidad a la producción nacional. A nivel de instituciones solo existen mapas sobre el tipo de agricultura que se genera en todo el país, pero no especifica que plantaciones están libres de contaminantes. En la actualidad el Ecuador no se puede saber cuál la procedencia de los productos nacionales que se comercializan en los mercados.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda a la entidad correspondiente del monitoreo, Agrocalidad determine los rangos que se establecieron en la propuesta y ampliarlos para estandarizar los límites permisibles en los frutos, o si se requiere realizar un mayor estudio que permita establecer el rango. Se deberá indicar a la población la tabla toxicológica para indicar que cantidad de contaminante puede ingerir dependiendo del peso corporal.

Al momento de realizar la muestra compuesta se deberá mencionar a los productores que la muestra para que sea representativa se deberá contar un método de riego por goteo ya que esto permitirá a que cada planta tenga la misma cantidad de dosis que proviene del agua. Se deberá realizar una reunión entre los productores y Agrocalidad sobre los costos, transporte y análisis de las muestras, y cómo será el apoyo entre cada parte, además de que se recomienda que el monitoreo sea anual.

Posteriormente se deberá establecer reuniones con las entidades encargadas de agricultura, control de contaminantes y encargadas de los catastros, ya que mediante el uso de aplicaciones informáticas se podrá elaborar mapas de colorimetría donde se situarán por cada 10 hectáreas como base para la toma de muestras compuestas. Una vez realizada los análisis de laboratorio de los frutos que tengan concentraciones de metales pesados se procederá a realizar la operación matemáticas para determinar a qué tipo de color establece y posteriormente plasmarlo en la plataforma de la entidad correspondiente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, J. C., & Jaramillo, L. G. (2016). El papel de la descripción en la investigación cualitativa. *Scielo*, 181. doi:<http://doi.org/10.4067/S0717-554X2015000200006>
- Altarawneh, R. M. (2019). Niveles de metales pesados seleccionados (Pb, Ni, Cd y Cr) en varias frutas y verduras ampliamente consumidas en Jordania. *Taylor & Francis Online*, 7. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03067319.2019.1675653>
- ATSDR, E. A. (s.f.). *Resumen de Salud Pública*. Obtenido de [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs8.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs8.html)
- Aviñó, J. N., Alonso, I. A., & López-Moya, J. (2007). Aspectos bioquímicos y genéticos de la tolerancia y acumulación de metales pesados en plantas. *Revista Ecosistemas*. doi:ISSN 1132-6344
- Barcelo, M. y. (2013). *Gestión de Proyectos Complejos. Una guía para la innovación y el emprendimiento*. Madrid: Editorial Piramide.
- Carpio, E. P., & Aguado, J. M. (2016). Estudio de las colas de tratamiento de oro de la explotación minera en Ponce Enríquez (Ecuador) desde una perspectiva ambiental. *Redalyc*, 244. doi:ISSN: 0012-7353
- Codex. (1995). *Norma general de Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos*. FAO. Obtenido de [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/livestockgov/documents/CXS\\_193s.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/livestockgov/documents/CXS_193s.pdf)
- Conesa, V. (2015). Metodología para el Cálculo de las Matrices Ambientales. Argentina. Obtenido de <http://www.ambiente.chubut.gov.ar/wp-content/uploads/2015/01/Metodolog%C3%ADa-para-el-Calculo-de-las-Matrices-Ambientales.pdf>
- Congreso. (2015). *Ley Orgánica de Salud*. Quito: Registro Oficial. Obtenido de <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/LEY-ORG%C3%81NICA-DE-SALUD4.pdf>
- Constituyente, A. (2008). *Constituyente de la República del Ecuador*. Montecristi: Asamblea constituyente. Obtenido de [https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf)
- Covarrubias, S. A., & Peña Cabria, J. J. (2017). *CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR METALES PESADOS EN MÉXICO: PROBLEMÁTICA Y ESTRATEGIAS DE FITORREMEDIACIÓN*. doi:[doi.org/10.20937/RICA.2017.33.esp01.01](https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.esp01.01)
- Cuenca, M., Espinoza, Y., Mayorga, M., & Calle, J. (2019). Aguas residuales mineras en la seguridad de la naranja cultivada en los alrededores del río amarillo. *Mkt Descubre, Catalogo de Latindex*. doi:ISSN: 2602-8522

- D'Itri, F. M. (noviembre de 1992). *El ciclo de metiomercurio y otros metales pesados en ambientes lacustres*. doi:doi.org/10.13140/RG.2.2.23073.04962
- FAO. (s.f.). *Ecuador en una mirada*. Obtenido de fao.org/ecuador/fao-en-ecuador/ecuador-en-una-mirada/es/
- Jiménez, A. R., & Jacinto, A. O. (2017). Metodos científicos de indagacion y construccion del conocimiento. *Scielo*, 187. doi:https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647
- Killinger, C. L., & Mascaró, A. M. (2017). Cuerpos tóxicos: la percepción del riesgo de la contaminación interna por compuestos químicos en España. *Salud colectiva*, 234. doi:ISSN: 1669-2381
- León, M. V. (2018). Minería en el Ecuador: sostenibilidad y licitud. *Scielo*, 88. doi:ISSN 2308-0132
- Madrid, M. J., Machado, A. M., Mantero, C. L., & López, E. C. (2017). Aplicaciones de las matematicas a la vida diaria en los libros de aritmetica españoles del siglo XVI. *Scielo*, 1086. doi:ISSN 1980-4415; http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v31n59a12
- Mahfuza, S. (Febrero de 2017). *Evaluación de riesgos para la salud para exposiciones a metales pesados cancerígenos y no cancerígenos de vegetales y frutas de Bangladesh*. doi:ISSN: 2331-1843
- Martínez, M. E., Balois-Morales, R., Alia-Tejagal, I., Cortes Cruz, M. A., Palomino-Hermosillo, Y. A., & López-Gúzman, G. G. (2017). Poscosecha de frutos: maduración. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas y cambios bioquímicos*, 4077. doi:ISSN: 2007-0934
- Ministerio del Ambiente, M., & Fundacion Natura. (s.f.). PROYECTO SAICM. ESTUDIO DE POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES Y VULNERABILIDAD RELACIONADA CON LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS Y TRATAMIENTO DE DESECHOS PELIGROSOS EN EL SECTOR PRODUCTIVO DEL ECUADOR. Ecuador. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/proyecto-saicm/>
- Miranda, D., Carranza, C., Rojas, C., Martin Jerez, C., Fischer, G., & Zurita, J. (2008). Acumulacion de metales pesados en suelo y plantas de cuatro cultivos hortícolas, regados con agua del río Bogotá. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12.
- Mostacedo, B., & Frederickse, T. (2000). *Manual de metodos basicos en muestreo y analsis en ecologica vegetal*. Santa Cruz de la Sierra : Bolfor. Obtenido de <http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>
- Narváez, V. P., & Núñez, A. (2016). Articulos científicos, tipos de investigacion y productividad científica en la ciencias de la salud. *Redalyc*, 117. doi:ISSN: 1692-7273
- ONU. (2017). *DOCUMENTO TÉCNICO N.º 1: RIESGOS PARA LA SALUD RELACIONADOS CON EL TRABAJO Y EL MEDIOAMBIENTE ASOCIADOS A LA EXTRACCIÓN DE ORO ARTESANAL O A PEQUEÑA ESCALA*. Obtenido de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/259452/9789243510279-spa.pdf;jsessionid=706C6FBCF200BA402897127DF0CAC3AE?sequence=1>

- Oviedo Anchundia, R. (2017). Contaminación por metales pesados en el sur del Ecuador asociada a la actividad minera. *Revista Bionatura supports the Sustainable Development Goals*. doi:DOI. 10.21931/RB/2017.02.04.5
- Peco, L. C. (noviembre de 2018). *Mecanismos de tolerancia y acumulacion de metales pesados en Biscutella auriculata L.* doi:doi.org/10.13140/RG.2.2.23073.04962
- Pérez-Vargas, H., Vidal Durango, J., & Marrugo Negrete, J. (2014). *Evaluacion de la capacidad acumuladora de mercurio del ají (Capsicum annum)*. Obtenido de Revista Salud Publica: [https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource\\_ssm\\_path=/media/assets/rsap/v16n6/v16n6a08.pdf](https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rsap/v16n6/v16n6a08.pdf)
- Presidencia. (2010). *Codigo Organico Organizacional Territorial Autonomia Descentralizacion*. Quito: Registro Oficial. Obtenido de [http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_org.pdf](http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf)
- Prince, R. M., Salomón, Y. P., & Rubio, L. G. (2016). La investigación científica en el campo de la Comunicación Social en centros universitarios cubanos: un acercamiento a su correcta gestión. *Scielo*, 398. doi:E-ISSN: 2307-2113
- Rakan M., A. (Septiembre de 2019). *Niveles de metales pesados seleccionados (Pb, Ni, Cd y Cr) en varias frutas y verduras ampliamente consumidas en Jordania*. doi:<https://doi.org/10.1080/03067319.2019.1675653>
- Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., & Gonzalez, M. D. (2016). Contaminacion por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Dialnet*, 68. doi:ISSN-e 2422-4324
- SAE. (Septiembre de 2019). *Alcance de Acreditacion*. Obtenido de [www.acreditacion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/09/SAE-LEN-18-019.pdf](http://www.acreditacion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/09/SAE-LEN-18-019.pdf)
- Sagardoy Calderon, R. (mayo de 2011). *Consejo Superior de Investigaciones Cientificas*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10261/39072>
- Sigüenza, R. P. (2015). *Plan de desarrollo y ordanmiento territorial de Portovelo*. Portovelo: Sistem Nacional de Informacion. Obtenido de [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0760000930001\\_PDyOT%202014-2019\\_15-03-2015\\_23-32-58.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0760000930001_PDyOT%202014-2019_15-03-2015_23-32-58.pdf)
- Sultana, M., Rana, Yamazaki, Aono, & Yoshida. (2017). Evaluacion de riesgos para la salud para exposiciones metales pesado cancerigenos y no cancerigenos de vegetales y frutas de Bangladesh. *Tylor & Francis Online*, 5. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311843.2017.1291107>
- Valdés, E. L., & Almeida, L. E. (2015). Algunas reflexiones sobre el enfoque mixto de la investigacion oedagogica en el contexto cubano. *Scielo*, 24. doi:ISSN: 2218-3620
- Yasin, Y. (Abril de 2019). *Determinación de metales pesados en aceitunas como indicador de contaminación ambiental*. doi:<https://doi.org/10.1080/03067319.2019.1645841>

Yucel, Y., & Kilicoglu, A. L. (2019). Determinacion de metales pesados en aceitunas como indicador de contaminacion ambiental. *Tylor & Francis Online*, 6.  
doi:doi.org/10.1080/03067319.2019.1645841

Zuñiga, F. B. (2011). *Tecnicas de muestreo para manejadores de recrusso naturales*. Mexico: UNAM.  
doi:ISBN: 978-607-02-2127-9

## ANEXOS

### FOTOGRAFÍA 1. PLANTACIÓN DE PAPAYA



Fuente: los autores

### FOTOGRAFÍA 2. TOMA DE AGUA



Fuente: los autores

**FOTOGRAFÍA 3. RECOLECCIÓN MUESTREO AGUA**



Fuente: los autores

**FOTOGRAFÍA 4. RECOLECCIÓN DEL FRUTO**



Fuente: los autores

**FOTOGRAFÍA 5. TRANSPORTE DE PAPAYA PARA LA CIUDAD DE MACHALA**



Fuente: los autores

**FOTOGRAFÍA 6. ENTREVISTA A LOS ACTORES DE LA CADENA DE PRODUCCIÓN:  
COMERCIANTES**



Fuente: los autores

## IMAGEN 1. RESULTADOS ANÁLISIS DE FRUTO



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL  
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA



### Resultado de análisis por Espectrometría de Absorción Atómica

Solicitante: Sr. Sixto Pileo  
Referencia: ST - 8079  
Fecha: 20-01-20  
Muestra: Una muestra de Papaya Carica PAMI  
Metodología: Se toma una cantidad de pulpa de papaya, se hace una disgregación con HNO<sub>3</sub>, se afora a un volumen definido, se filtra y se hacen las lecturas en espectrómetro de Absorción Atómica.

La cuantificación de los metales se lo realizó empleando el espectrómetro de Absorción Atómica marca Perkin Elmer modelo Analyst 300. A continuación los resultados:

Muestra	Determinación	Resultados
Papaya Carica PAMI	Cadmio Plomo Arsénico Mercurio	0,04 mg/Kg 0,70 mg/Kg 5,0 ug/Kg <0,1 ug/Kg

  
Ing. Ernesto de la Torre C.A.P.A.D.  
Jefe de Departamento



  
MSc. Evelyn Criollo T.  
Jefe de Laboratorio

## IMAGEN 2. RESULTADOS ANÁLISIS AGUA RIEGO

 Servicio de Acreditación Ecuatoriana Acreditación N° SAE LEM 13-008 LABORATORIO DE ENSAYOS	<b>ANALÍTICA AVANZADA - ASESORÍA Y LABORATORIOS</b> <b>ANAVANLAB CIA. LTDA.</b> La Primavera I, Leonardo Da Vinci 56-236 y Alberto Durero, Cumbayá. Contactos: 3550122 / 5143303 / servicioalcliente@aaalab.com.ec	Muestra <b>AAALab No:</b> <b>12170-1</b> Pág 1 de 1			
<b>INFORME DE RESULTADOS No. 12170-1</b>					
<b>1.- DATOS GENERALES</b>					
CLIENTE:	SIXTO ALFREDO PILCO LEMA	TELÉFONO:	0981393894		
DIRECCIÓN:	LOS VERGELES	ATENCIÓN A:	SIXTO PILCO LEMA		
<b>2. INFORMACION DE LA MUESTRA</b>		INTEGRIDAD DE LA MUESTRA:	CUMPLE		
TIPO DE MUESTRA:	AGUA SUPERFICIAL	LUGAR DE MUESTREO:	AGUA DE RIO		
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: (Dada por el cliente)	AGUA DE RIO	FECHA DE MUESTREO:	13/1/2020		
FECHA DE RECEPCIÓN:	13/1/2020	RESPONSABLE DEL MUESTREO:	SIXTO ALFREDO PILCO LEMA		
		PERÍODO DE REALIZACIÓN DE ANÁLISIS	17/1/2020 al 20/1/2020		
<b>3. RESULTADOS:</b>					
AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	**INCERTIDUMBRA ± % U
1	Arsénico	AAA-PE-A023/ SM 3114 C, 3112 B. EPA 3015	mg/L	< 0,0005	20
1	Cadmio	AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015	mg/L	< 0,010	20
1	Mercurio	AAA-PE-A023/ SM 3114 C, 3112 B. EPA 3015	mg/L	< 0,0050	20
1	Plomo	AAA-PE-A022/ SM 3111 B. EPA 3015	mg/L	< 0,3	20
<b>NOTAS:</b>					
<b>AA (Acreditaciones):</b>		*Interpretaciones fuera del alcance de acreditación SAE	**Los valores de incertidumbre se expresan en porcentaje y se han estimado con k=2, nivel de confianza 95,45%		
1. Ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación SAE		N1:	No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del método es inferior a la norma		
(*) Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación SAE		N2:	No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del método es superior a la norma		
2. Ensayos subcontratados. En el apartado de observaciones se indica el laboratorio subcontratado. ANAVANLAB asume la responsabilidad por los análisis subcontratados.					
El presente informe solo afecta a las muestras identificadas en el apartado 2.		Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.			
Si el cliente suministró la muestra, los resultados aplican a la muestra como se recibió.					
<b>4. OBSERVACIONES</b>				<b>INFORME APROBADO Y AUTORIZADO POR:</b>  Lcda. Alejandra Hidalgo Gerente Técnica ANAVANLAB CIA. LTDA. Quito, 20 de enero del 2020	

MC0703-06

Se prohíbe su reproducción total o parcial sin autorización de ANAVANLAB CIA LTDA.

Fuente: Anavanlab