

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO, INVESTIGACIÓN,  
RELACIONES Y COOPERACIÓN INTERNACIONAL.  
CEPIRCI**

**Maestría en Gestión Ambiental**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Grado de:

**MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**TEMA:**

“ESTUDIO DE CULTIVO DEL MAIZ COSECHADO CON AGUA RESIDUAL PROCEDENTE DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL SITIO “JOA” DEL CANTÓN JIPIJAPA, PERIODO 2013”

AUTOR:

**ING. CRISTÓBAL OBANDO NARANJO**

TUTOR:

**ING. MG. HEBERT VERA DELGADO**

**JIPIJAPA - MANABÍ - ECUADOR**

**2014**

## **AREA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

Tema: "ESTUDIO DE CULTIVO DEL MAIZ COSECHADO CON AGUA RESIDUAL PROCEDENTE DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL SITIO "JOA" DEL CANTÓN JIPIJAPA, PERIODO 2013"

### **TESIS DE GRADO**

Sometida a consideración del Tribunal de Revisión, Sustentación y Legalizada por el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del Título de:

### **MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

#### **APROBADO POR:**

-----  
**Ing. Flor María Calero Mg.**  
**DIRECTORA DE CEPIRCI**

-----  
**Ing. Hebert Vera Delgado Mg.**  
**DIRECTOR DE TESIS**

-----  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

-----  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

La responsabilidad de la presente  
investigación, resultados y conclusiones  
es trabajo corresponde únicamente al  
autor:

**CRISTÓBAL OBANDO NARANJO**

## CERTIFICACIÓN

Ing. Mg. Hebert Vera Delgado, director de tesis de la maestría de gestión Ambiental, CEPIRCI de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí: Certifico que la Tesis de Investigación **ESTUDIO DE CULTIVO DEL MAIZ COSECHADO CON AGUA RESIDUAL PROCEDENTE DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL SITIO “JOA” DEL CANTÓN JIPIJAPA**, 2013, es trabajo original del Ingeniero. CRISTÓBAL OBANDO NARANJO, bajo mi dirección del suscrito habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

Ing. Hebert Vera Delgado Mg.  
DIRECTOR DE TESIS

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Centro de Postgrado CEPIRCI, a las autoridades especialmente al Rector Dr. Medardo Mora Dr. Ramón Mendoza y al personal docente que ilustraron con conocimientos científicos en la maestría de gestión ambiental.

Laboratorio de Química y Microbiología PSI Aguas y Suelos “Ing. María Zambrano Wong”, por sus servicios prestados para llevar a cabo el análisis de las muestras de agua.

Laboratorio LABOLAB análisis de alimentos aguas y afines, por las facilidades brindadas para llevar a cabo el análisis químico de las muestras frutos de choclo.

Mi asesor, Ing. MSc. Hebert Vera Delgado, por su esfuerzo y apoyo al realizar el trabajo de tesis.

Todos mis compañeros de Maestría, por haber compartido momentos perdurables durante nuestros estudios.

**CRISTÓBAL OBANDO NARANJO**

## **DEDICATORIA**

**A DIOS:** Que me permitió llegar hasta este objetivo y me ilumina para seguir adelante con mi maravillosa familia.

**A MIS PADRES:** Gracias por estar conmigo en todo momento y enseñarme el camino correcto con sus sabios consejo.

**A MI ESPOSA:** Que en el duro vivir de cada día siempre me brinda su apoyo incondicional, gracias por estar siempre a mi lado

**A MIS HIJOS XIOMARA Y CRISTOBAL:** Que son fuente de fortaleza, para mi superación personal y profesional a ellos les deseo lo mejor de la vida.

## INDICE GENERAL

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
SIMBOLIGIA.....	xi
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCION. ....	1
1.1. ANTECEDENTES .....	3
1.2. JUSTIFICACIÓN. ....	8
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.4. OBJETIVOS.....	10
OBJETIVO GENERAL.....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
CAPITULO II.....	11
MARCO TEORICO .....	11
2.1. USO DE AGUAS RESIDUALES EN LA AGRICULTURA. ....	11
2.1.1. LEY DE AGUAS.....	12
2.1.2. PAÍSES PRODUCTORES CON AGUAS RESIDUALES .....	16
2.1.3. PRECAUCIONES RECOMENDADAS EN LA OPERACIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO CON AGUAS RESIDUALES .....	16
2.1.4. BENEFICIOS DEL USO SEGURO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA AGRICULTURA .....	17
2.2. RIESGOS PARA LA SALUD HUMANA DEBIDO AL USO DE AGUAS RESIDUALES .....	18
2.2.1. COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES .....	19
2.2.2. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES .....	21
2.2.3. ELEMENTOS QUÍMICOS FITOTÓXICOS EN AGUAS DE RIEGO .....	23
2.2.5. RIESGOS DE AGUAS RESIDUALES EN LA AGRICULTURA..	24

<b>CAPITULO III</b> .....	<b>30</b>
<b>DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	<b>30</b>
<b>3.1. UBICACIÓN.</b> .....	<b>30</b>
<b>3.2. MÉTODOS.</b> .....	<b>30</b>
<b>3.2.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.</b> .....	<b>30</b>
<b>3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.</b> .....	<b>31</b>
<b>3.4. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS</b> .....	<b>32</b>
<b>CAPITULO IV.</b> .....	<b>33</b>
<b>4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	<b>33</b>
<b>4.1.1 ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES</b> .....	<b>33</b>
<b>4.1.2 ANÁLISIS QUÍMICO DE FRUTOS DE MAIZ (CHOCLO).</b> .....	<b>36</b>
<b>4.1.3 APLICACIÓN DE LA ENCUESTAS:</b> .....	<b>37</b>
<b>ENCUESTAS A PRODUCTORES</b> .....	<b>37</b>
<b>ENCUESTAS A COMERCIANTES</b> .....	<b>43</b>
<b>ENCUESTAS A CONSUMIDORES</b> .....	<b>47</b>
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	<b>50</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	<b>51</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>55</b>
<b>VIII. PROPUESTA</b> .....	<b>57</b>
<b>Problemática:</b> .....	<b>58</b>
<b>Objetivo general:</b> .....	<b>59</b>
<b>Objetivo específico:</b> .....	<b>59</b>
<b>ALCANCE</b> .....	<b>59</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>60</b>
<b>INDICADORES DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS</b> .....	<b>60</b>
<b>IMPACTOS</b> .....	<b>60</b>
<b>METODOLOGIAS</b> .....	<b>61</b>
<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b> .....	<b>62</b>
<b>RECURSOS Y PRESUPUESTO</b> .....	<b>62</b>
<b>FUENTE DE FINANCIAMIENTO</b> .....	<b>63</b>
<b>ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD</b> .....	<b>64</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA CONSULTORIA</b> .....	<b>65</b>



## RESUMEN

En la presente investigación se estudió el efecto del agua residual de la laguna de oxidación en combinación con el agua del río Jipijapa en el cultivo del maíz (choclo), en el sitio Joa, Cantón Jipijapa, provincia de Manabí, República de Ecuador, durante el año 2013.

El río Jipijapa es un ecosistema estratégico para área de influencia de la región, se evaluó mediante el método descriptivo, que permitió identificar los diferentes actores que dependen económicamente del uso del agua del río, a fin de lograr el manejo adecuado para lograr un equilibrio entre los recursos naturales y las actividades antrópicas dadas por la laguna de oxidación y su efluente al río jipijapa.

Realizándose análisis físicos químicos de aguas residuales del efluente laguna de oxidación, del río Jipijapa y frutos de maíz producidos con estas aguas, además se realizaron encuestas a productores, comerciantes informales y a consumidores de estos frutos de maíz (choclo).

Según criterios establecidos por la normativa ambientales vigentes en el país las descargas de aguas residuales de 1296 m<sup>3</sup>/día, de la laguna de oxidación del sitio "Joa", se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles, a excepción de los parámetros de sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DQO5) y demanda química de oxígeno (DQO), Ácidos y Grasas, cuyas concentraciones fueron 190.51, 198.29, 428.98 y 5.31 kg/día y de 0.147, 0.153, 0.331 y 0.004 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente.

En las aguas del río Jipijapa, la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, aceites y grasas superaron los límites máximos permisibles con 4180, 5701 y 3.26 mg/l, en su orden.

En los análisis químicos del fruto de maíz choclo las concentraciones de los elementos pesados como el arsénico, cadmio, plomo, mercurio y el cromo no superó los límites máximos permisibles.

## ABSTRACT

In the present investigation of wastewater oxidation pond and use in growing maize (corn), on the site Joa Region Jipijapa, Manabí province was studied.

The Jipijapa river is a strategic ecosystem for the region, was evaluated by the descriptive method, which allowed us to identify the different actors who are financially dependent on the use of water from the river , to achieve the sound management of water resources to achieve a balance between natural resources and human activities given by the oxidation pond and its tributary the river Jipijapa .

Performing physical chemical analysis of influent wastewater oxidation pond and river Jipijapa corn and fruits produced in these waters, but producers' surveys, informal traders and consumers of the fruits of maize (corn) were performed.

According to criteria established by the applicable environmental regulations in the country 's wastewater discharge of 1296 m<sup>3</sup>/day , the oxidation pond site Joa , are below the maximum permissible limits , except for suspended solids meters Total ( TSS) , biochemical oxygen demand ( DQO5 ) and chemical oxygen demand (COD), acids and fats , whose concentrations were 190.51 , 198.29 , 428.98 and 5.31 kg / day and 0.147 , 0.153 , 0.331 and 0.004 kg / m<sup>3</sup> , respectively .

In the waters of the river Jipijapa, biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, oil and grease exceeded the maximum permissible limits in 4180, 5701 and 3.26 mg / l , in that order .

The chemical analysis of the fruit of corn concentrations of elements such as arsenic, cadmium, lead, mercury and chromium did not exceed the maximum permissible limits

## SIMBOLIGIA

<b>DQO<sub>5</sub></b>	Demanda química de oxígeno a los 5 días
<b>DBO<sub>5</sub></b>	Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días
<b>DBO</b>	Demanda bioquímica de oxígeno
<b>DQO</b>	Demanda química de oxígeno
<b>SST</b>	Sólidos suspendidos totales
<b>Ph</b>	Porcentaje de hidrógeno
<b>NaOH</b>	Sosa caustica
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura
<b>CE</b>	Conductividad eléctrica
<b>SDT</b>	Sólidos disueltos totales
<b>RAS</b>	Relación de adsorción de sodio
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	Ácido sulfúrico
<b>K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub></b>	Bicromato de potasio
<b>NMP</b>	Método de número probable de microorganismo
<b>CF</b>	Coliformes fecales
<b>CT</b>	Coliformes totales
<b>AR</b>	Agua residual
<b>SENAGUA</b>	Secretaría Nacional del agua Ecuador

**TULAS** Texto unificado de legislación ambiental secundaria.

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCION.**

Más del 10% de la población mundial está consumiendo productos irrigados con aguas residuales no tratadas, según la Organización Mundial de la Salud (2006), estas aguas contienen sustancias que pueden provocar contaminación. En la actualidad 20 millones de hectáreas de cultivo, el 70% de ellas en países en desarrollo, se irrigan con esas aguas en todo el mundo.

Las instalaciones de depuración son caras y quedan fuera del alcance de los países en vías de desarrollo. Además, todo no es negativo en el uso agrícola de aguas residuales, reducen el consumo de agua potable cada vez más escasa en el mundo y son ricas en nutrientes, que ahorran abonos químicos.

Ecuador tiene un reducido porcentaje de profesionales con formación en sanitaria, su actividad está relacionada principalmente al diseño de alcantarillado y tratamiento de aguas, no se cuenta con información precisa sobre trabajos relacionados al uso de aguas residuales en riego. De manera general no cuenta con infraestructura ni mecanismos apropiados para controlar ni sancionar con firmeza a Gobiernos locales que no controlan la calidad del agua, en varias ciudades sus autoridades no ejecutan proyectos enmarcados en este campo, teniendo una población con problemas sanitarios importantes.

Las zonas productivas ubicadas alrededor de las ciudades no cuentan con riego tecnificado, lo que ha obligado que se canalicen aguas residuales hacia sus fincas sin tener una claridad ni conciencia de los riesgos, muchos de los productos cosechados son vendidos en mercados a gran escala sin contar con controles apropiados.

Así, en el año 2001, existían 80 hectáreas de cultivo que eran regadas con el agua residual tratada proveniente del sistema de cuatro lagunas de estabilización en Portoviejo.

En Jipijapa actual mente se irrigan de manera ilícita los cultivos con aguas residuales procedentes de la laguna de oxidación del sitio Joa del cantón Jipijapa, esta laguna es de tipo biológico, que no requiere de energía eléctrica para su funcionamiento, ya que esta planta opera con flujo a gravedad y proceso biológicos naturales.

Las aguas residuales están cargadas de contaminantes tales como materias orgánica, coliformes fecales, sólidos en suspensión, etc. que deterioran aún más la calidad del agua del río de Jipijapa. La planta de tratamiento elimina parcialmente estos contaminantes de tal manera que el agua tratada puede ser descargada al río o puede ser utilizada en riego de productos que no se consuman crudos y de preferencia de tallo alto, o productos industrializados. Según información JRH 2013.

La planta de tratamiento de aguas residuales es anaeróbica y está sirviendo a la ciudad de Jipijapa, población con la que cuenta aproximadamente es de 71083 habitantes. La planta fue diseñada para un periodo de 20 años de duración.

## 1.1. ANTECEDENTES

La Constitución de la República del Ecuador del año 2008, introduce un nuevo enfoque sobre los recursos hídricos, estableciendo que el derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable, patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida; y, que el Estado a través de la autoridad única del agua, será responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos (Art. 12 y 318 de la Constitución República del Ecuador).

En gran parte del texto Constitucional sobre el tema agua, hace referencia a la distribución y uso, así como competencias y obligaciones del Estado, pero no existe una definición clara en el manejo y uso de aguas residuales para la agricultura, pueden existir experiencias puntuales sobre este tema, de las que no existe una difusión.

Este trabajo tiene como objetivo destacar los aspectos más relevantes que se relacionan con el manejo del agua en el sector rural, comprendiendo aquellos vinculados con cuestiones ambientales, productivas, sanitarias y de gestión. Principalmente se propone exponer las problemáticas e implicancias de la administración del recurso en la producción de maíz irrigado con agua residual procedente de la laguna de oxidación del sitio "JOA" del Cantón Jipijapa.

El sistema de la planta de tratamiento de AR está estructurado de las siguientes unidades:

Para retener los sólidos gruesos que acarrean las aguas residuales se dispone de REJAS FINAS (espaciamiento libre de barras de 10mm), estas rejas deben de ser limpiadas continuamente con un rastrillo construido específicamente de tal manera que los dientes encajen en los espaciamientos de las rejas.

A continuación de las rejillas se tiene el DESARENADOR donde se sedimentarán los sólidos pesados (arena, tierra, etc.) este sistema tiene dos compartimientos, los mismos que funcionan alternadamente, para lo cual se utilizarán las compuertas respectivas (las compuertas deben tener un cierre hermético). Se debe de realizar la limpieza cada vez que se haya colmatado la cámara inferior.

El lodo producido en los tanques anaerobios es descargado a los lechos de secados para retirar el exceso de agua, finalmente se tiene un residuo sólido mineralizado, que constituye abono orgánico y puede ser utilizado en jardines, frutales o cultivos que no se consuman crudos.

El efluente de los tanques anaerobios se descarga a las dos lagunas de maduración, aquí se elimina la contaminación de los coniformes fecales (patógenos) hasta un 99.5%. Estas lagunas presentarán un color verde brillante y el agua de la última laguna es la que se está utilizando para riego, pero bajo las restricciones anotadas.

En los canales de distribución deberá de observarse que el caudal se distribuya uniformemente hacia los tres tanques, para lo cual deben operarse las compuertas de ingreso a cada tanque. En los colectores de llegada están instaladas 20 tuberías de diámetro de 90 mm. de PVC; para la correspondiente descarga de las aguas negras.

Los canales de distribución hacia los tanques se les dan mantenimiento periódico de acuerdo a los requerimientos y necesidades que tengan estas estructuras.

Los tanques anaerobios sirven para precipitar la materia orgánica, este proceso reduce la contaminación en un 80 %, que en el futuro esta energía se transformara en biogás. La masa excedente de los tanques anaerobios es descargada a los lechos de secados, mientras que el efluente es



encaminado a las lagunas de maduración. Se medirá la altura de los lodos cada 15 días.

Cada uno de los tanques anaerobios están protegidos, sus paredes interiores y fondo con un material epóxido sikaguard para altas prestaciones químicas y mecánicas, la capacidad de almacenamiento de cada uno de los tanques es de 800 m<sup>3</sup>.

En cada uno de los tanques existe un colector de distribución de caudal de las aguas residuales, este deberá de permanecer limpio en su superficie y en el ingreso de las tuberías que sirven como descarga hacia el fondo de los tanques.

En cada uno de los tanques se medirá el ph (potencial hidrogeno) todos los días dado el caso de que existiera malos olores, el ph siempre debe de permanecer encima de 7.5, si se registra ph menos a 7.0 debe de agregársele solución de soda cáustica (NaOH) al 0.5 % hasta conseguir elevar el ph. De esta manera se consigue controlar la posible generación de malos olores en cada uno de los tanques. Estos en la actualidad no presentan inconvenientes en su proceso anaerobio por lo que no ha sido necesario utilizar este químico.

Los lechos de secados en cada uno de sus componentes se encuentran constituidos desde su cimentación con tuberías de H.S. de diámetro de 200 mm. y separadas por 2 cmt. Para la infiltración del agua residual, se ha realizado la colocación de ripio de varios diámetros como filtro para el drenaje de las aguas.

Secados en su parte superior están cubiertos con ladrillos tipo maleta, separados por dos centímetros de un filtro de grava fina para infiltración del agua hacia el tanque de almacenamiento donde se procederá a impulsar el agua con una bomba directamente al desarenador.

Para su ingreso nuevamente a los tanques anaerobios para su proceso y posterior descarga a las lagunas.

Cada uno de los lechos de secados funcionan mediante presión hidrostática al abrir las válvulas de los tanques anaerobios donde se expulsan los lodos que van a depositarse en los lechos de secados, y luego de su proceso de infiltración del agua se tiene un residuo sólido mineralizado, el mismo que constituye un abono orgánico que son utilizado en jardines, frutales y cultivos.

En las lagunas de maduración debe de controlarse que la distribución del caudal a las tres entradas que tienen cada laguna sea uniforme, esta distribución se controlara con las respectivas compuertas, debe de retirarse cualquier material flotante que este en la superficie de la laguna.

En la laguna de maduración debe de retirarse todo tipo de capa vegetal con la finalidad de proteger los taludes o márgenes de la misma.

En esta laguna el agua entrara en reposo, los cuales se abran eliminado un 99.5% de patógenos esta presentara un color verde brillante y tiene una capacidad de almacenamiento de 10.500 m<sup>3</sup> de agua.

En la laguna de flujo tipo pistón se reduce el DBO (demanda bioquímica de oxígeno), en esta laguna existe vida acuática (algas, batracios, tilapias entre otros) la misma que es aprovechada en la agricultura aguas abajo del río Jipijapa, riego para la planta de tratamiento, recuperación del cauce del río Jipijapa y en lo posterior prevén este potencial hídrico para la comunidad de Joa, tiene una capacidad de almacenamiento de 15.000 m<sup>3</sup>. De agua, también debe de controlarse el caudal de distribución en las tres entradas de manera uniforme, se controlara con las respectivas compuertas.

En la laguna de flujo tipo pistón es importante que se retire cualquier material que este flotando en la superficie de la laguna, desbrozar cualquier inicio de crecimiento de vegetación en las márgenes de la laguna.

La descarga final de las aguas residuales según información de los operadores está contribuyendo a la no contaminación al lecho del río, esta

agua también es utilizada en regadío y reforestación del lugar donde está concebida la obra.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN.**

Más de mil millones de personas en el mundo no tienen acceso a agua potable. Al mismo tiempo que la demanda de agua potable aumenta, su suministro disminuye debido a las fuertes sequías y en constante crecimiento de la población. El uso de aguas residuales tratadas en la agricultura constituye una de las herramientas más valiosas que tienen los países en vías de desarrollo, para controlar la contaminación y hacer frente al reto que constituye incrementar la producción agrícola con un recurso hídrico escaso.

Es evidente que nuestro País se enfrenta a una creciente escasez de agua en zonas rurales, frente a estas condiciones una buena medida consiste en recurrir a la reutilización de aguas residuales para el riego de cultivos no comestibles, jardines y procesos industriales.

Las aguas residuales constituyen, un recurso muy apreciado para el riego, de gran valor económico en áreas desérticas o con estiajes prolongados y por los nutrientes que posee como fertilizantes para aumentar el rendimiento de los cultivos, estos nutrientes se conservan en el protoplasma de las algas al tratar las aguas residuales en lagunas de estabilización.

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Uno de los problemas más serios que se presenta en la actualidad es la falta de fuentes de agua adecuadas para el consumo humano. El agua de mejor calidad debe destinarse siempre al consumo humano, siguiendo en importancia la destinada al riego de cultivos alimenticios. Si las aguas de riego están muy contaminadas, la salud dependerá del buen manejo agrícola, del buen mercadeo, y del buen manipuleo de los alimentos, lo cual es muy difícil que se haga bien en países con higiene precarias.

El uso de aguas residuales sin tratar o con tratamiento inadecuado en la agricultura, implica riesgos de salud para trabajadores agrícolas y sus familias, al igual que para la población en general que consume los productos así obtenidos, presentando altas tasas de enteritis y otras enfermedades diarreicas, lo mismo que tifoidea y cólera.

Algunas sustancias tóxicas de las aguas residuales resultar perjudiciales como fuentes de contaminación de aguas subterráneas y suelos, a corto, mediano o largo plazo, si no se toman las medidas correctivas apropiadas.

El bajo grado de saneamiento ambiental, y el uso de aguas residuales en riego sin control en la producción de fruto contaminado puede hacer que una persona contraiga enfermedades de transmisión o intoxicación alimentaria. A corto plazo, parasitosis por el exceso de parásitos y enfermedades diarreicas agudas. A largo plazo, enfermedades crónicas como el cáncer, la diabetes y la gastritis. Además, las aguas servidas en los sembríos atraen vectores como mosquitos que también generan otros problemas para la población, ni siquiera con el lavado de los frutos se eliminan las bacterias.

## **1.4. OBJETIVOS.**

### **OBJETIVO GENERAL.**

Determinar el impacto al cultivo del maíz cosechado con agua residual procedente de la laguna de oxidación del sitio “Joa” del cantón Jipijapa, provincia de Manabí.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Conocer razones que conllevan a los agricultores a cultivar maíz utilizando aguas residuales procedentes de laguna de oxidación.
- Determinar el nivel de contaminación de los frutos de maíz cosechados con agua residual.
- Determinar la calidad del agua de la laguna de oxidación vertida al río Jipijapa en el sitio “Joa” para identificar la presencia o no de metales pesados.
- Diagnosticar el impacto en la salud humana en la producción y consumo de cultivo del maíz cosechado con esta agua residual del río Jipijapa.
- Diseñar propuestas ambientales al uso de agua residual procedente de la laguna de oxidación del sitio “Joa” del cantón Jipijapa.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### **2.1. USO DE AGUAS RESIDUALES EN LA AGRICULTURA.**

El uso de aguas residuales es el aprovechamiento de las mismas para ciertas actividades productivas (Ministerio del Medio Ambiente, 2001). Las aplicaciones se clasifican considerando el sector productivos que revise el beneficio del agua residual. Los tipos y aplicaciones se clasifican de acuerdo con el sector o infraestructura que recibe el beneficio, siendo los principales: el urbano, que incluye irrigación de lugares recreativos, deportivos, sectores residenciales, en el área industrial para los sistemas de refrigeración y en la agricultura para el riego de los cultivos (Gutiérrez, 2003).

En la agricultura el agua residual es el abastecimiento de la escases de este recurso hídrico, para el desarrollo óptimos de los cultivos, manteniendo una frecuencia de riego con aguas residuales de casi todo el año (Lara, 2003).

En la utilización del agua residual se observan beneficios indirectos con mejoramiento de la fertilidad del suelo, aportando materias orgánicas resultantes de los residuos en descomposición, aportando macronutrientes con nitrógeno, fosforo, potasio y micronutrientes como sodio, magnesio, hierro y zinc, reduciendo los costó de fertilización, considerado un recurso sustentable en la agricultura (Medeiros, *et. al* 2005).

En la agricultura en sectores marginales el uso de aguas residuales sin tratar es común en aguas superficiales en el suelo, considerando la calidad de estas aguas como un problema de salud pública, por los agentes patógenos que contienen que producen alta incidencia de enfermedades (Mara, 2000)

Entre los principales problemas ambientales producidos por las aguas residuales sin tratar es la contaminación de los ecosistemas acuáticos y del

suelo, lo que representa la pérdida económica del recurso agua, suelo y el ambiente, ocasionado problemas graves de salubridad a las comunidades cercanas a las descargas de estas aguas (Pierce, 1990).

Con frecuencia se desconoce el origen de la forma como los alimentos se han producido; en este sentido, las aguas residuales no tratadas, son utilizadas para el riego, el 10% de los cultivos del mundo se utilizan estas aguas, siendo una práctica que muchos países sancionan, por los problemas sanitario que esto conlleva, los países desarrollados mejoran los tratamientos de las aguas residuales, obteniendo una agua de calidad sanitaria óptimas para el riego (Scott, *et al.*,. 2004).

La preservación del ambiente se ve favorecida si estos vertidos de aguas residuales crudas se les dan un tratamiento adecuado, conservando la calidad del agua residual, evitando la contaminación los acuíferos, estos tratamientos son de elevados costos lo que dificulta su proceso en países de pocos recursos económicos (CEPIS, 2004).

### **2.1.1. LEY DE AGUAS**

Codificación 16, Registro Oficial 339 de 20 de Mayo del 2004.

#### **TITULO VI**

#### **DERECHO DE APROVECHAMIENTO PARA RIEGO**

Art. 40.- El de aprovechamiento de agua para riego, se otorgarán exclusivamente a quienes justifiquen necesitarlas, en los términos y condiciones de esta Ley.

Art. 41.- Las aguas de riego podrán extraerse del subsuelo, glaciares, manantiales, cauces naturales y artificiales cuando exista tal necesidad y en la medida determinada técnicamente por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos.



## TITULO XI

### DEL RIEGO Y SANEAMIENTO DEL SUELO

Art. 51.- Declárense obras de carácter nacional el riego de las tierras secas del país y el saneamiento del suelo de las zonas inundadas.

El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, como Organismo ejecutor del Ministerio de Agricultura, Ganadería, acuacultura y pesca aprobará y supervisará los estudios, realización de las obras de riego y saneamiento del suelo, así como su posterior utilización.

Art. 52.- El Consejo Nacional de Recursos Hídricos absorbido por la SENAGUA que dispone de las todas las fuentes hídricas (ríos, lagos, lagunas, aguas corrientes o estancadas, aguas lluvias) superficiales o subterráneas que contemplan esta Ley, aptas para el riego de cultivos.

#### **2.1.1.1. EL MARCO NORMATIVO Y LOS CRITERIOS DE CALIDAD**

En la producción agrícola demanda de gran cantidad de agua para el riego de los cultivos, considerando el uso de aguas residuales con eficiente tratamiento como un recurso importante en el aprovechamiento del agua residual, determinando la calidad del agua con objetivo de disminuir el riesgo a la salud de los consumidores, evaluando las características microbiológicas del producto (Metcalf, 2003).

Sobre la calidad microbiana del agua residual utilizadas para los riegos, se clasifican en las siguientes categorías, en parásitos existentes, niveles de coliformes fecales, presencia de patógenos (virus, bacterias y protozoos) y análisis físico químicas del aguas de riego según la Organización Mundial de la Salud (1999).

## 2.1.1.2. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS DE USO AGRÍCOLA O DE RIEGO

En agua de riego para el uso agrícola, mantiene parámetros de calidad, siendo aguas aptas para la irrigación de los cultivos, se prohíbe el uso de aguas crudas o domesticas para riego, exceptuándose las aguas residuales con tratamientos adecuados que cumplan con los niveles de calidad establecidas por la normativas nacional (ley del agua).

**CUADRO 1.** Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola, TULAS libro VI anexo. 1 página 312

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbonatos totales	Carbonatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,1
Fluor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	Visible		<b>Ausencia</b>
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Organofosforados (totales)	Concentración.	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,05

REPÚBLICA DEL ECUADOR. Registro Oficial No. 74, 10 de Mayo del 2000. Anexo que contiene los Valores Máximos Permisibles de los Indicadores de Contaminación y Parámetros de Interés Sanitario para Descargas Líquidas.

<b>CUADRO 2. Parámetros de los niveles guía de la calidad del agua para riego</b>					
<b>PROBLEMA POTENCIAL</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>*GRADO DE RESTRICCIÓN.</b>			
		<b>Ninguno</b>	<b>Ligero</b>	<b>Moderado</b>	<b>Severo</b>
<b>Salinidad (1):</b>					
CE (2)	Milimhos/cm	0,7	0,7	3,0	>3,0
SDT (3)	mg/l	450	450	2000	>2000
<b>Infiltración (4):</b>					
RAS = 0 – 3 y CE		0,7	0,7	0,2	< 0,2
RAS = 3 – 6 y CE		1,2	1,2	0,3	< 0,3
RAS = 6 – 12 y CE		1,9	1,9	0,5	< 0,5
RAS = 12 – 20 y CE		2,9	2,9	1,3	<1,3
RAS = 20 – 40 y CE		5,0	5,0	2,9	<2,9
<b>Toxicidad por ión específico (5):</b>					
<b>- Sodio:</b>					
Irrigación superficial RAS (6)		3,0	3,0	9	> 9,0
Aspersión	meq/l	3,0	3,0		
<b>- Cloruros</b>					
Irrigación superficial	meq/l	4,0	4,0	10,0	>10,0
Aspersión	meq/l	3,0	3,0		
<b>- Boro</b>					
	mg/l	0,7	0,7	3,0	> 3,0
<b>Efectos misceláneos (7):</b>					
- Nitrógeno (N-NO <sub>3</sub> )	mg/l	5,0	5,0	30,0	>30,0
- Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> )	meq/l	1,5	1,5	8,5	> 8,5
Ph	Rango normal	6,5 –8,4			

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA: INEN 2 176: 98. Calidad del Agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.

\*Es un grado de limitación, que indica el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

### **2.1.2. PAÍSES PRODUCTORES CON AGUAS RESIDUALES**

El uso del agua residual en la producción agrícola proviene de los tiempos antiguos de Atenas; en la segunda mitad del siglo XIX, en países como Alemania, Estados Unidos, Australia, Francia, México, Inglaterra, y Polonia, en las guerras por la necesidad del recurso agua se practicó el uso de aguas residuales para el manejo de cultivos (Parreiras, 2005).

En países asiáticos, americanos y africanos, el uso de aguas residuales para riegos de cultivos se lo realizó durante las últimas décadas de manera espontaneas sin planificación por los agricultores más pobres de las áreas urbanas marginales (Mara, 2000).

En Israel el agua residual es usada para riego, dándole un excelente tratamiento, en India y Sudáfrica también en mínimas proporciones. En América Latina el agua residual cruda es entregada a fuentes superficiales, para su posterior utilización en el riego de cultivos, la mayoría de las veces con aguas residuales no tratadas (Post, 2006).

### **2.1.3. PRECAUCIONES RECOMENDADAS EN LA OPERACIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO CON AGUAS RESIDUALES**

Con principal norma es el análisis de la calidad del agua servida en relación con los cultivos previstos y el tipo o los tipos de suelo. Determinar las sustancias tóxicas presentes en el agua, se debe utilizar el grado de tratamiento que sea requerido según el uso restringido o irrestricto del agua y tomando en cuenta el método de riego que se utilice (subsuelo, atomización, etc.).

Tratar de eliminar las posibles molestias causadas por moscas, mosquitos, olores y otros. Salud ocupacional de los agricultores con equipos de protección. Además el sistema de riego deberá contar con dispositivos que permitan un buen manejo y dosificación del agua.

Debe evitarse la erosión del suelo, la descarga de agua en exceso (excediendo la permeabilidad del terreno) y el deterioro del agua subterránea con patógenos, nitratos y otros. Así como medición del flujo y control del efluente.

Deberá hacerse un monitoreo sobre calidad toxicológica y microbiológica de los productos procedentes de estas áreas de riego. Como patrón de comparación deberá hacerse el mismo tipo de control con productos procedentes de áreas de riego donde no se utilicen aguas residuales o altamente contaminadas.

#### **2.1.4. BENEFICIOS DEL USO SEGURO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA AGRICULTURA**

Reciclar las aguas residuales urbanas y usarlas para los cultivos agrícolas puede ayudar a mitigar los problemas de escasez de agua y reducir su contaminación, pero se trata de una práctica que no está tan extendida como debiera. (FAO, 2010).

Los estudios de casos incluidos en el informe indican que una gestión segura de las aguas residuales en la producción alimentaria supone una forma de aliviar la competencia entre las ciudades y la agricultura por el agua, en regiones en escasez, va en aumento, además, los nutrientes presentes en las aguas residuales reducen el gasto en fertilizantes.

## **2.2. RIESGOS PARA LA SALUD HUMANA DEBIDO AL USO DE AGUAS RESIDUALES**

El conocimiento de los patrones de supervivencia de los agentes patógenos excretados y de su eliminación por los procesos de tratamiento de aguas residuales, permite evaluar hasta cierto punto el riesgo de transmisión de enfermedades por el uso de aguas residuales. Con este criterio basado en aspectos microbiológicos, se pretende eliminar microorganismos patógenos para garantizar la ausencia de riesgos potenciales. Sin embargo, la aplicación de este criterio microbiológico no toma en cuenta el concepto epidemiológico de riesgo real o atribuible, el cual define las posibilidades que tiene una persona de sufrir una enfermedad, en un período determinado, a raíz de una cierta exposición (Trujillo, 2005).

Este criterio de riesgo potencial es aún más discutible, si se toma en cuenta que la calidad del agua residual utilizada en el riego no es el único factor que influye en la calidad microbiológica de los productos agrícolas, sino que además debe considerarse la falta de saneamiento básico en el lugar, hábitos de higiene, manipulación durante la cosecha, etc.

Por consiguiente, la evaluación más acertada se basa en el riesgo atribuible o excesivo, el cual mide el número de enfermedades relacionadas con una vía de transmisión particular en una población y que, en el caso que nos interesa estudiar, corresponde al número de enfermedades relacionadas con el aprovechamiento de las aguas residuales. Esto implica comparar una población expuesta al factor de riesgo con otra testigo. Algunos casos de la enfermedad objeto del estudio pueden ocurrir en la población testigo o no expuesta debido a la transmisión por otras vías, por ejemplo, la diarrea transmitida por el consumo de agua de mala calidad.

El término "riesgo relativo" denota la proporción de las estimaciones de riesgo en la población expuesta y testigo. El "riesgo absoluto" permite

evaluar la relevancia del aprovechamiento de aguas residuales como factor de riesgo de la enfermedad bajo estudio.

Las medidas de protección de la salud que se deben tomar dependerán de la posibilidad de reducir los riesgos para los consumidores, los riesgos ocupacionales o ambos. Por lo tanto, resultará más útil evaluar el número real de enfermedades causadas por aprovechamiento de las aguas residuales, en cuyo caso el riesgo atribuible es el parámetro más conveniente.

### **2.2.1. COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES**

Las aguas residuales, por lo regular, tienen composiciones altamente complejas y normalmente se necesita modificar su composición para ajustarlas a un uso en particular. En consecuencia, se requiere una variedad de procesos de tratamiento para separar los diversos contaminantes que con seguridad se encontrarán (Metcalf, *et al* 2003).

Los contaminantes pueden estar presentes como:

1. Sólidos suspendidos flotantes o grandes: arenas, trapos y papel entre otros.
2. Sólidos suspendidos pequeños y coloidales: moléculas orgánicas grandes, partículas de suelo y microorganismos entre otros.
3. Sólidos disueltos: compuestos orgánicos y sales inorgánicas entre otros.
4. Gases disueltos: Sulfuro de Hidrógeno, entre otros.
5. Líquidos no mezclables: grasas y aceites.

La determinación de la composición de las aguas de origen residual, es evaluando las características físicas, químicas y biológicas, las de mayor importancia la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), la demanda química de oxígeno (DQO), el pH, el nitrógeno total, los detergentes, los sólidos suspendidos totales, coliformes totales y fecales.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO), es la cantidad de oxígeno requerido para la degradación bioquímica del material orgánico presente, considerando la cantidad de oxígeno requerido para oxidar el material inorgánico (iones ferrosos, sulfuros entre otros).

La demanda química de oxígeno (DQO) se determina al someter la muestra al calentamiento con presencia del ácido sulfúrico y una cierta cantidad de dicromato de potasio. El exceso de dicromato se valora con sal ferrosa y la cantidad de materia oxidable es proporcional al dicromato de potasio consumido (Sáenz, 2002).

En el agua residual la determinación de los microorganismos son muy diversos, encontrándose poblaciones de microorganismos como: Coliformes Fecales y Coliformes Totales, en 100 ml de muestra dando un indicio del grado de contaminación del agua residual. El Método de Número Más Probable es una estrategia eficiente de estimación de densidades poblacionales, especialmente cuando una evaluación cuantitativa de células individuales no es factible. (Francisco, *et al.*, 2002)

En el agua residual están inmersos los residuos sólidos que se consideran los sólidos disueltos que son los minerales capaces de atravesar el papel filtro y suspendidos los que no pueden hacerlo, estos pueden ser volátiles productos orgánicos y fijos materia inorgánica o mineral (Tebbutt, 1990).

El agua residual de origen doméstico presenta valores de pH neutro por las elevadas concentraciones de materia orgánica (250-800 mg/l de DQO), de acuerdo a la forma de recolección en pozos ciegos, lagunas de oxidación a través de redes de alcantarillado sanitario o combinado (Mendoza, 2000).

El Nitrógeno es un mineral de mayor dinámica en el suelo, por sus transformaciones de nitratos a nitritos y liberación de gases, lo que depende de diversos factores ambientales, de suelo, ciclos de humedad, por el tipo de



material orgánico (relación C/N) en la descomposición de la materia orgánica, pH, etc. (Parreiras, 2005).

## **2.2.2. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES**

Existen muchos factores para que el riesgo potencial de un agente patógeno pueda convertirse en riesgo real de transmisión de enfermedades. En el caso del uso de aguas residuales en agricultura o acuicultura, se presentará un riesgo real si existen todas las condiciones que se enumeran a continuación:

- a) Si una dosis efectiva de un agente patógeno excretado llega al campo o al estanque, o si el agente patógeno se multiplica en esos dos lugares para formar una dosis infectiva.
- b) Si la dosis infectiva llega al huésped humano.
- c) Si el huésped se infecta.
- d) Si la infección causa enfermedad o fomenta su transmisión.

El riesgo será meramente potencial si no existe la condición expresada en el punto. El uso de aguas residuales y excretas en agricultura o acuicultura será de importancia para la salud pública solo si produce excesiva incidencia o prevalencia de la enfermedad.

Ciertas características de un microorganismo patógeno pueden incrementar el riesgo probable y la importancia que para la salud pública tiene el uso de aguas residuales. Al respecto, (Shuval, *et al.*, 1986) y colaboradores han señalado las siguientes:

- Persistencia prolongada de los patógenos en el ambiente.
- Extenso período de latencia o etapa de desarrollo.
- Baja dosis infectiva.

- Poca inmunidad del huésped.
- Mínima transmisión simultánea por otras vías, tales como los alimentos, el agua y los malos hábitos de higiene personal.

Los antecedentes disponibles sobre la transmisión de los agentes patógenos excretados sugieren que la infección por helmintos es el riesgo más importante para la salud; que la virosis es el menos importante; y que las enfermedades bacterianas y protozoarias se encuentran entre los dos extremos. Sin embargo, solo las pruebas epidemiológicas pueden confirmar la validez de estos supuestos teóricos. (Shuval, *et al.*, 1986)

### **2.2.2.1. ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS**

Al respecto (Valencia, 2000) indica lo siguiente:

- a) El riego de cultivos con aguas residuales sin tratar provoca a los consumidores y agricultores un número alto de infecciones endémicas por nematodos intestinales.
- b) El riego de cultivos con aguas residuales tratadas no causa un número excesivo de infecciones intestinales por nematodos a los agricultores o consumidores.
- c) El cólera y la fiebre tifoidea pueden transmitirse a través del riego de verduras con aguas residuales sin tratar.
- d) El riego de forrajes con aguas residuales sin tratar puede infectar al ganado con *Cysticercus bovis* (el estado larval de la *Taenia saginata* del ganado bovino), pero apenas existen pruebas de un riesgo real de infección humana.
- e) Existen pruebas limitadas de que en las comunidades con buenos hábitos de higiene personal, la salud de quienes habitan cerca de las áreas de riego

con aguas residuales sin tratar pueda verse afectada por el contacto directo con el suelo o por el contacto con los agricultores.

f) El riego por aspersión con aguas tratadas puede diseminar pequeños números de virus y bacterias, pero no se ha detectado un riesgo real de transmisión de enfermedad por esa vía. Sin embargo, se ha previsto que no se debe regar por aspersión a una distancia menor de 50 a 100 m de las casas o caminos públicos.

### 2.2.3. ELEMENTOS QUÍMICOS FITOTÓXICOS EN AGUAS DE RIEGO

Los iones tóxicos más comunes presentes en las aguas residuales son: Boro, Cloro y Sodio.

El sodio y el cloro son normalmente absorbidos por la raíz. La absorción a través de las hojas produce una mayor acumulación de estos compuestos en las plantas. Una absorción directa normalmente ocurre a través de los sistemas de riego por aspersión a altas temperaturas y valores de humedad bajos. La concentración adecuada de estos aniones depende del tipo de cultivo, el estado de crecimiento, concentración de los iones tóxicos y combinación de los mismos, clima y condiciones particulares del tipo de suelo (García, 2006).

**CUADRO 3. Niveles tóxicos de iones específico (meq/l)**

	Boro	Cloro	Sodio
Ninguno	< 1	1 – 3	> 3
Ligero a moderado	< 4	4 – 10	> 10
Severo	< 3	3 – 9	> 9
Fuente: FAO			

Las concentraciones de boro menores de 1 mg/L son esenciales para el desarrollo de la planta, pero altas concentraciones pueden suponer un problema en plantas sensibles. La mayoría de las plantas pueden tener problemas de toxicidad cuando la concentración de boro excede 2mg/L.

La mayor fuente de boro antropogénico son los efluentes domésticos (media de 1 mg/L) debido al uso de productos como el perborato como agente blanqueador con una media de 1mg/L (el boro que se encuentra en aguas residuales puede tener concentraciones de boro de hasta 5mg/L en países secos y aguas residuales concentradas). Ambos, el suelo utilizado en los cultivos y el agua de riego, deberán ser sometidos a examen para determinar la presencia de tóxicos que puedan afectar a la planta como el boro (Ortega, 2007).

#### **2.2.4. RIESGOS DE AGUAS RESIDUALES EN LA AGRICULTURA**

Los niveles altos de DBO, indican que el agua está contaminada y necesita un tratamiento para darle un uso. La contaminación del agua por materia orgánica causaría en las plantas, que estos contaminantes orgánicos se acumulen en las raíces o extremidades de los vegetales, y los afectados son los consumidores que los ingieren directamente. (Madera *et al.*, 2005).

Las deficiencias de oxígeno disuelto posibilitan el desprendimiento de hierro y manganeso y su disolución causando, posibles problemas en el tratamiento del agua. El sabor y olor son también un riesgo en ausencia de oxígeno disuelto, a causa de la potencial producción de sulfuro de hidrogeno y otros compuestos de azufre. (Mara, 2000)

La putrefacción de la materia orgánica en el agua produce una disminución de la cantidad de oxígeno (la cual es evaluada mediante la Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO) que causa graves daños a la flora y fauna acuática. El aumento de la DBO, al igual que la DQO ocasiona disminución del oxígeno disuelto, afectando la vida acuática. Es importante tener en cuenta las variaciones relativas de oxígeno ya que si estas variaciones son

grandes es síntoma de que ha habido un aumento anormal de vegetales, materia orgánica, gérmenes aerobios, reductores anaerobios. (Torres, 2001).

Las partículas suspendidas en las aguas ayudan a la adhesión de metales pesados y muchos otros compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas que contienen las aguas y que al ser usadas para el riego ocasionan problemas de toxicidad ya que estas compuestos tóxicos son absorbidas por la zona radicular de la planta y por las hojas acumulándose en tejidos, en concentraciones lo suficientemente altas como para provocar daños y reducir sus rendimientos. La magnitud del daño depende de la cantidad de iones absorbidos y de la sensibilidad de la planta. (Trujillo, *et al.*, 2000).

Las partículas suspendidas absorben calor de la luz del sol, haciendo que las aguas turbias se vuelvan más calientes, y así reduciendo la concentración de oxígeno en el agua (el oxígeno se disuelve mejor en el agua más fría). Además algunos organismos no pueden sobrevivir en agua más caliente.

La contaminación por microorganismos (coliformes totales) puede acarrear graves problemas no solamente a la salud de las plantas y animales sino también a la del hombre, consumidor de ellos. La presencia de microorganismos debe vigilarse particularmente en los cultivos en que las raíces o las extremidades de los vegetales son consumidas por el hombre o los animales. (Quipuzco, L. 2004).

Los criterios microbiológicos de calidad de agua son de gran importancia para el riego de productos frescos, frutas, hortalizas y productos de exportación. Para asegurar la calidad del agua para el riego de vegetales de consumo crudo, no deben contener microorganismos patógenos, de esta manera se asegura la salud de la población. (Torres *et al*, 2005)

Debido a su toxicidad, el **arsénico** es también un importante contaminador de cultivos, aunque es absorbido por las plantas en concentraciones menores a la de sus suelos. La captación de arsénico es mayor en las raíces, que las semillas y los frutos. En algunos casos, niveles de arsénico tan bajos como 0,7 ppm pueden reducir el rendimiento de los Cultivos en un 50% (Von Sperling, 2006).

El **Cadmio** puede ser absorbido por las plantas y acumulado en cantidades que pueden entrañar serios riesgos para la salud humana. Su similitud con el Zin, le permite reemplazarlo, ser absorbido por la planta en su lugar y desempeñar sus funciones. Por su alta toxicidad ocasiona serios trastornos en la actividad enzimática de la planta. Se le atribuye un marcado efecto en la reducción del crecimiento, la extensibilidad de la pared celular, el contenido de clorofila. Todos los efectos negativos varían de una especie a otra. Al producirse un aumento en los niveles de cadmio en los suelos de 50 ppm, el rendimiento del trigo declinaba en un 25%, y se observaban pérdidas aún mayores en la productividad cuando el nivel de cadmio aumentaba. (Doorenbos, *et al.*, 2002)

El **Cobalto** no está a menudo libremente disponible en el ambiente, pero cuando las partículas del Cobalto no se unen a las partículas del suelo o sedimento la toma por las plantas y animales es mayor y la acumulación en plantas y animales puede ocurrir. Cuando las plantas crecen sobre suelos contaminados estas acumularán muy pequeñas partículas de Cobalto, especialmente en las partes de la planta que nosotros comemos, como son los frutos y las semillas (Pérez, *et al.*, 2007).

Los cultivos contienen sistemas para gestionar la toma de **Cromo** para que esta sea lo suficientemente baja como para no causar cáncer. Pero cuando la cantidad de Cromo en el suelo aumenta, esto puede aumentar las concentraciones en los cultivos. La acidificación del suelo puede también influir en la captación de Cromo por los cultivos. Las plantas usualmente

absorben sólo Cromo, esta clase de Cromo probablemente es esencial, pero cuando las concentraciones exceden cierto valor, efectos negativos pueden ocurrir (Román, *et al.*, 2001).

En cantidades excesivas reducen el crecimiento y provocan acumulaciones indeseables en los tejidos. Como resultado realizado por la (FAO, 2010) que el cromo se fija y se acumula irreversiblemente en el suelo. Por ello el exceso de lo requerido por las plantas eventualmente llegan a contaminar los suelos, los cuales pueden convertirse en suelos improductivos o producir cosechas inaceptables.

La presencia de **magnesio** en las aguas salinas es elevada, ya que procede de los carbonatos magnésicos existentes en el suelo. La aportación de este elemento por parte del agua de riego, hay que tenerla presente en la fertilización magnésica. Un exceso puede producir carencia de potasio (Román, *et al.*, 2001).

El **Manganeso** puede causar síntomas de toxicidad y deficiencia en plantas. Cuando el pH del suelo es bajo las deficiencias de Manganeso son más comunes. Concentraciones altamente tóxicas de Manganeso en suelo pueden causar inflamación de la pared celular, abrasamiento de las hojas y puntos marrones en las hojas. (Pérez, *et al.*, 2007).

El **mercurio** es un metal no esencial extremadamente toxico, que no tiene función bioquímica o nutricional. Los mecanismos biológicos para su eliminación son pocos, y es el único metal conocido que se biomagnifica, es decir que se acumula progresivamente a través de la cadena alimentaria (Román, *et al.*, 2001).

El envenenamiento por mercurio se ha convertido en un problema debido a la contaminación a escala global. Los suelos agrícolas se contaminan con derivados orgánicos mercuriales, como consecuencia de la utilización de

derivados mercuriales para prevenir la contaminación por hongos de las semillas. La disponibilidad del mercurio en el suelo es baja, sin embargo existe la tendencia de su acumulación en las raíces, indicando una probable barrera para la acumulación de mercurio. Su acumulación en las hojas parece depender de la absorción del Hg. Volatilizado del suelo. La acumulación de mercurio parece ser específica de algunas plantas. Se puede resumir que la acumulación de mercurio depende del grado de contaminación. (Moreno, *et al.*, 2006)

(Román, 2001). Señalan que su presencia indican contaminación por desechos industriales de plantas de procesamiento de metales, farmacéuticos o químicas, así como por ingreso al sistema acuático de residuos de pesticidas, agrícolas, herbicidas y fungicidas o compuestos medicinales. Los residuos de compuestos orgánicos como el fenil y el alquil de mercurio, son los que más se encuentran en el agua y tienen aproximadamente idénticas propiedades tóxicas que el mercurio elemental y no elemental.

El **plomo** tiende a formar compuestos con aniones que posean baja solubilidad, como, los hidróxidos, carbonatos y fosfatos. Por tanto la cantidad de plomo remanente en solución en las aguas superficiales (también dependiente del Ph y salinidad), es generalmente bajo. En estudios recientes sobre el uso de las aguas residuales han indicado que el 85 % de los oligoelementos (cadmio, cromo, plomo y zinc etc.) .Aplicados se acumulan en el suelo y que la mayoría de ellos se acumulan en los primeros centímetros. Además la absorción de estos elementos por las plantas es tan pequeña, que no se puede esperar que reduzca apreciablemente su acumulación en los suelos, en un tiempo razonable. (Pérez, *et al.*, 2007).

En el suelo, el **níquel** se asocia a partículas de arcilla, generando redes cristalinas de silicatos de aluminio, fracciones arcillosas y también puede estar presente en la solución del suelo como ion libre o en formas complejas,



la fototoxicidad del níquel y se manifiesta en clorosis, debilitamiento, disminución de la cosecha, reducción en la asimilación de nutrientes y desorden en el metabolismo de las plantas, otros signos generales son reducción del crecimiento de raíces y tallos, deformación de la planta, disminución de la materia seca, manchas en las hojas, forma anormal de las flores, inhibición de la germinación y necrosis foliar (Román, *et al.*, 2001).

## CAPITULO III

### DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1. UBICACIÓN.

El estudio de la investigación está ubicado en las coordenadas UTM 541882 E, 9848543 N ALTURA 204 MSNM, SITIO “Joa” del Cantón Jipijapa Provincia de Manabí

#### 3.2. MÉTODOS.

El presente trabajo consistió en un análisis descriptivo de la problemática de uso de las aguas residuales en la agricultura, analizando la composición del efluente en las aguas residuales de la laguna de oxidación del sitio y la composición del agua del rio Jipijapa, así como la composición de frutos de maíz (choclo) producido con estas aguas.

Dentro de desarrollo investigativo se diagnosticó la problemática ambiental presentada en área de estudio, identificando las actividades de producción de maíz con aguas residuales, así como la comercialización y consumo de los frutos de maíz choclo en el sitio Joa y en el Cantón Jipijapa.

##### 3.2.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.

**De campo:** Porque se obtuvieron los datos en el sitio Joa del Cantón Jipijapa, mediante encuesta a consumidores del lugar, productores y comerciantes informales.

**Experimental:** Porque se cuantificó mediante análisis físicos químicos las descargas del agua residual, el agua del rio Jipijapa con influencia de estos vertidos y el nivel de contaminantes en los frutos de maíz producidos con estas aguas.

**Documental bibliográfico:** Porque permitió obtener literatura sobre utilización de aguas residuales de lagunas de oxidación en la agricultura y su impacto en la salud humana.

### **3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.**

La población la conforman productores, comerciantes informales y consumidores locales del sitio Joa del Cantón Jipijapa de la provincia de Manabí.

Para los análisis físicos químicos del agua residual se tomó de los vertidos de la laguna de oxidación del sitio Joa y del efluente del río Jipijapa, así como análisis frutos de maíz que se cosechan con la influencia de estos vertidos.

En el desarrollo del presente trabajo, se tomó en cuenta como muestras a 8 productores, 17 comerciantes informales y 25 consumidores locales del sector y de la Ciudad de Jipijapa, quienes se les aplicó encuestas relacionadas con el manejo y usos del agua residuales de la laguna de oxidación del sitio Joa vertidos al río Jipijapa.

Para el análisis físico químico se tomaron dos muestras del vertido de agua del efluente de la laguna de oxidación y dos muestras de agua del río Jipijapa las cuales son utilizadas para el riego de cultivos y muestras frutos de maíz cosechados en fincas productoras con estas aguas residuales.

Por recomendaciones de los Técnicos de los laboratorios, Las muestras de agua se tomaron directamente de la manguera del regadío y envasada en recipientes de polietileno capacidad 1000 cm<sup>3</sup>. El análisis químico del maíz (choclo) fresco en tuza y corteza, se cogió al azar 12 mazorca del mismo tamaño en diferentes lugares de las plantaciones cultivadas, estos análisis fueron realizados por dos laboratorios, LABOLAB de Quito y LAB-PSI Agua y Suelos Guayaquil.

### **3.4. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS**

Para el proceso metodológico se desarrollaron tres etapas:

La preliminar la cual hace relación a la consecución de información secundaria, revisión y análisis de documentos relacionados con el tema objeto de estudio, igualmente se determina cuales métodos aplicar para lograr la mayor efectividad en la aplicación recolección de datos, también se diseño el contenido de los mismo, y lograr respuestas con un grado alto de confiabilidad y precisión.

Seguidamente; se realizó la visita de campo a fin de hacer una observación directa de la situación, para obtener la información primaria, así mismo identificar los objetivos que intervienen en la problemática. Se aplicó las encuestas y entrevistas dirigidas a la población objeto de estudio. Se tomaron las muestras de aguas residuales y del rio Jipijapa, así como frutos de maíz choclo para enviar al laboratorio.

En una tercera etapa, se sistematiza la información recolectada en campo, con el fin de clasificarla, tabularla, analizar los resultados obtenidos de las encuestas y los análisis físicos químicos, para finalmente interpretar los resultados.

## **CAPITULO IV.**

### **4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

A fin de dar respuesta a los objetivos específicos se aplicaron diferentes técnicas para la consecución de información primaria como es la encuesta, y análisis químico obteniendo lo siguiente:

#### **4.1.1 ANÁLISIS QUÍMICO DE AGUAS RESIDUALES**

Los resultados físicos químicos del afluente de la laguna de oxidación lo observamos en el cuadro 4, donde se presentan los valores promedio de potencial de hidrogeno con 8.1 pH, temperatura 26.2 0C y solidos sedimentables menor a 1 ml/l, en su orden que están por debajo de los límites máximos permisibles. Sobresaliendo los límites máximos permitidos solidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxigeno (DBO5) y demanda química de oxigeno (DQO) con 147, 153 y 331 mg/l, respectivamente cada caso. También el valor de Ácidos y Grasas con 4.1 mg/l que es mayor a 0.3 mg/l limite permisible.

Entre los metales pesados, las concentraciones del Zinc fueron menores a 0.20 mg/l, que estando por debajo del límite permisibles que es 5 mg/l. El contenido de Níquel alcanzo un valor menor a 0.10 mg/l por debajo del límite máximo permisible que es 2 mg/l. En cuanto al Plomo presento un valor menor a 0.20 mg/l siendo casi igual al límite máximo permisible que es de 0.2 mg/l. Las concentraciones del Cadmio en las muestras tomadas presento un valor menor a 0.01 mg/l siendo inferior a límite permisible que es 0.02 mg/l. Los valores del Cromo hexavalentes presentaron un promedio de 0.10 mg/l los cuales no superaron 0.5 mg/l límite máximo permisible.

Observándose también las concentraciones Mercurio que presento un valor de 0.002 mg/l siendo menor 0.005 limite permisible.

Los niveles de contaminación de Compuestos Órgano clorados y Compuestos Órgano fosforados en las muestras de agua residuales del efluente de la laguna de oxidación ambos presentaron un promedio de 0.02 mg/l, respectivamente, estando por debajo del límite máximo permisible que es de 0.05 y 0.1 mg/l, en su orden.

<b>CUADRO 4.- Resultados físicos- químicos del efluente de la laguna de oxidación</b>					
Parámetros	Unid.	Resultados		X	Límites máximos permisibles
		M1	M2		
Potencial de hidrogeno	pH	8,1	8,1	8.1	5 - 9
Temperatura	°C	26,1	26,3	2.6.3	<35
Solidos sedimentables (ª)	ml/l	<1	<1	<1	1
Solidos suspendidos totales (SST)	mg/l	130	164	147	100
Demanda bioquímica de oxigeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/l	166	140	153	100
Demanda química de oxigeno (DQO)	mg/l	365	297	331	250
Aceites y Grasas	mg/l	4,9	3,3	4.1	0,3
Zinc	mg/l	<0,20	<0,20	<0,20	5
Níquel	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	2
Plomo	mg/l	<0,20	<0,20	<0,20	0,2
Cadmio	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
Cromo hexavalentes *	mg/l	<0,10	<0,10	<0,10	0,5
Compuestos Órganoclorados ****	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	0,05
Compuestos Órganofosforados***	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	0,1
Mercurio*	mg/l	<0,002	<0,002	<0,002	0,005

Los valores máximos permisibles de descargas a cuerpo de agua dulce, Tula libro VI anexo 1 página 332.

Las concentraciones promedio del efluente se encuentran en el cuadro 5, calculando el caudal promedio de 15 l/segundo equivale a 1296 m<sup>3</sup>/día, considerando los parámetro que sobrepasan los límites máximos permisibles los sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxigeno (DBO<sub>5</sub>), demanda química de oxigeno (DQO), aceites y grasas, alcanzaron

una carga promedio de 190.51, 198.29, 428.98 y 5.31 kg/día, respectivamente. Presentando una concentración promedio de 0.147, 0.153, 0.331 y 0.004 kg/m<sup>3</sup>, en su orden.

<b>CUADRO 5.-</b> Concentración promedio de agua residuales del efluente del laguna de oxidación			
PARAMETRO	Caudal promedio (m <sup>3</sup> /día)	Carga promedio (kg/día)	Concentración promedio (kg/m <sup>3</sup> )
Solidos suspendidos totales (SST)	1296	190,51	0,147
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	1296	198,29	0,153
Demanda química de oxígeno (DQO)	1296	428,98	0,331
Aceites y Grasas	1296	5,31	0,004

Los resultados del agua del afluente del río Jipijapa se aprecian en el cuadro 6, donde se mantiene el mismo pH de 8.1 ligeramente alcalino, considerando la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, aceites y grasas sobrepasaron los límites máximos permisibles con 4180, 5701 y 3.26 mg/l, valores promedio respectivamente.

<b>CUADRO 6.-</b> Resultados químicos del agua del efluente del río Jipijapa				
Parámetros	Unid.	Resultados		Límites máximos permisibles
		M1	M2	
Potencial de hidrogeno	pH	8.12	8.10	5 - 9
Demanda Bioquímica de Oxigeno	mg/l	4210	4150	100
Demanda Química de Oxigeno	mg/l	5790	5612	250
Aceites y Grasas	mg/l	3.01	3.50	0.30

Los valores máximos permisibles de descargas a cuerpo de agua dulce, Tula libro VI anexo 1

#### 4.1.2 ANÁLISIS QUÍMICO DE FRUTOS DE MAIZ (CHOCLO).

Los análisis químicos del fruto de maíz choclo se observan en el cuadro 7, donde el contenido de arsénico alcanzo un promedio de 50 µg/Kg que no supero los valores máximos permitidos de 200 µg/Kg. Los valores promedio del cadmio es de 0.02 mg/Kg quien fue inferior a 0.5 – 1.0 mg/Kg límite permisible. Se detectaron concentraciones de plomo de 0.09 mg/Kg por debajo de 0.1 mg/Kg valor permisible. Se encontró la presencia del mercurio de 50 µg/Kg que no supera el valor límite permisible de 100 µg/Kg y el cromo cuya concentración fue de 0.0004 mg/Kg, respectivamente.

<b>CUADRO 7.- Resultados de análisis químicos de fruto de maíz (choclo)</b>				
<b>Parámetro</b>	<b>Unid.</b>	<b>Resultados</b>		<b>Valores Máximos Permitidos</b>
		<b>M1</b>	<b>M2</b>	
Arsénico	(µg/Kg)	≤ 50.00	≤ 50.00	200
Cadmio	(mg/Kg)	≤ 0.02	≤ 0.02	0.5 – 1.0
Plomo	(mg/Kg)	≤ 0.09	≤ 0.09	0.1
Mercurio	(µg/Kg)	≤ 50.00	≤ 50.00	100
Cromo	(mg/Kg)	≤ 0.004	≤ 0.004	0.1

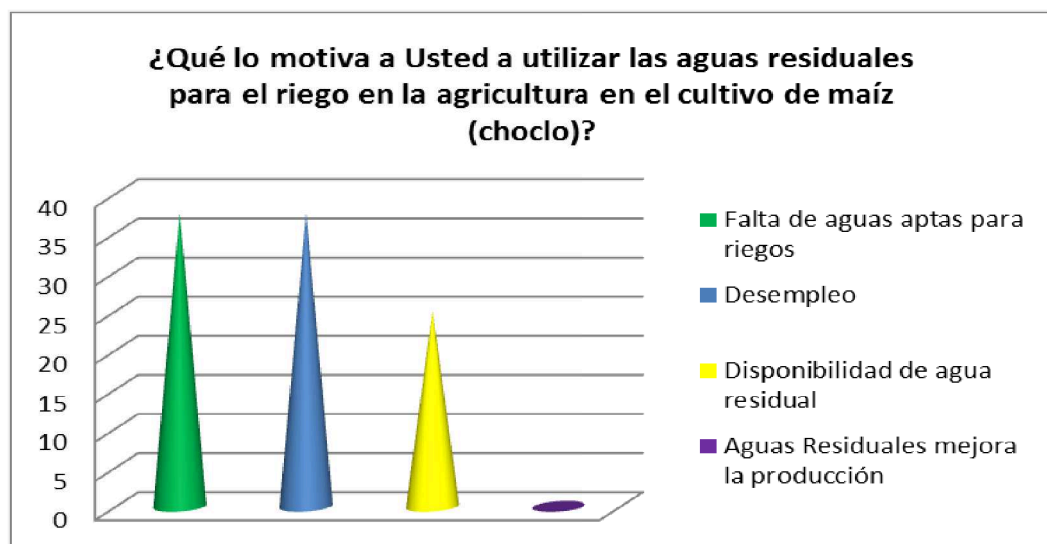
Límites máximos permisibles FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación Y la Agricultura)



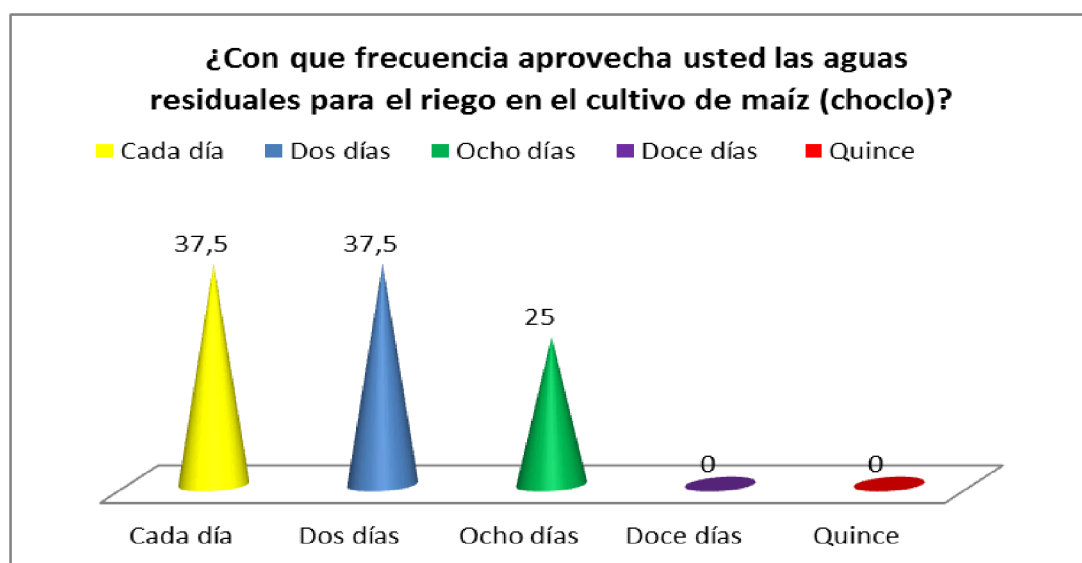
### 4.1.3 APLICACIÓN DE LA ENCUESTAS:

Se realizaron tres tipos de entrevistas una dirigida a los productores de maíz al área aledaña a la laguna de oxidación, a comerciantes informales de maíz (choclo) y a consumidores localizados en el sitio Joa.

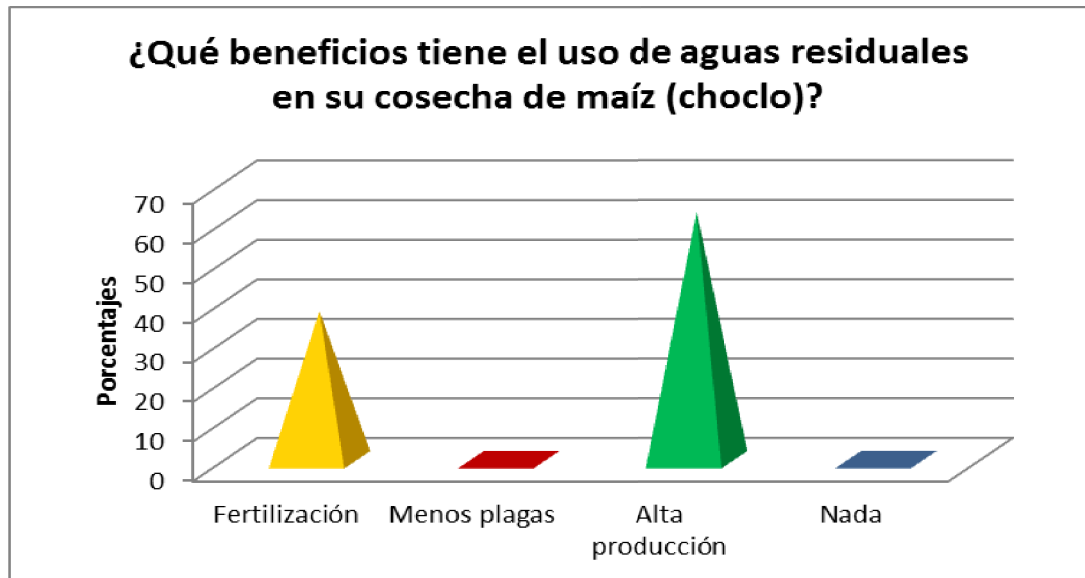
### ENCUESTAS A PRODUCTORES



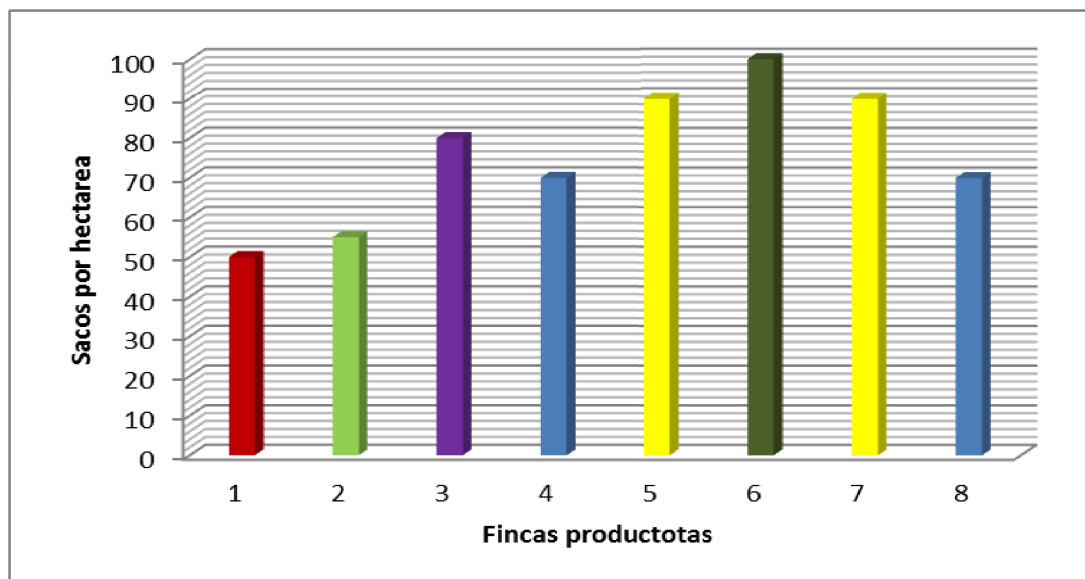
Dentro de los motivos del uso de las aguas residuales, la falta de aguas aptas para el cultivo y el desempleo, ambos alcanzaron un 37,5%, mientras que la disponibilidad de aguas residuales obtuvo un 25%. Por otro lado el agua residual mejora las cosechas presentó un 0%.



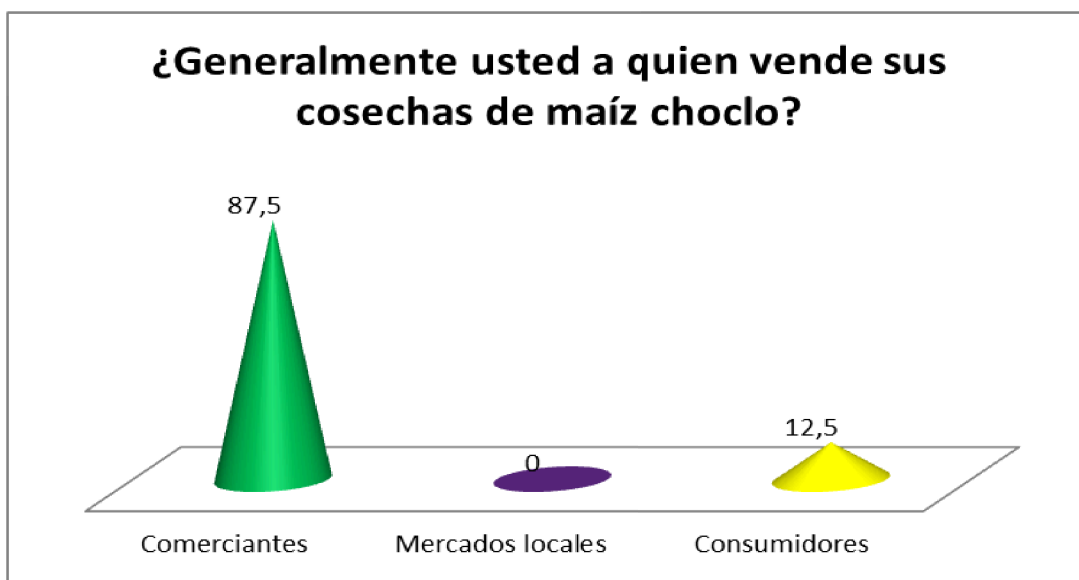
En la frecuencia del aprovechamiento del agua residual para el riego, cada uno y dos días, ambos obtuvieron un porcentaje de 37.5, mientras que cada ocho días presento 25%. Obteniendo los menores porcentajes cada doce y quince días, con 0% respectivamente.



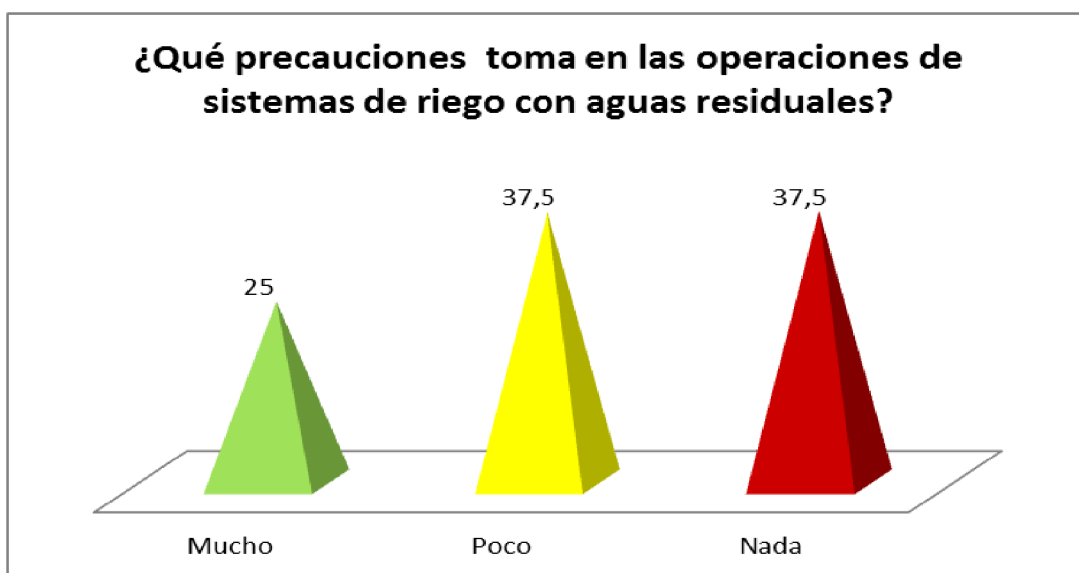
El beneficio que tiene el uso de aguas residuales en las cosechas de maíz (choclo), presentando los mayor porcentajes alta producción y fertilización con 62.5 y 37.5%, en su respectivo orden. Por lo contrario los menores porcentajes los obtuvieron menos plaga y nada con 0%, cada caso.



En cuanto a la producción anual de maíz (choclo) del sitio Joa, en ocho fincas productoras, solo se producen 7 hectáreas de este producto, con un promedio de 75,6 sacos/ha, presentando un rango de 50 a 100 sacos por hectárea equivalente a 100 y 200 quintales/ha.

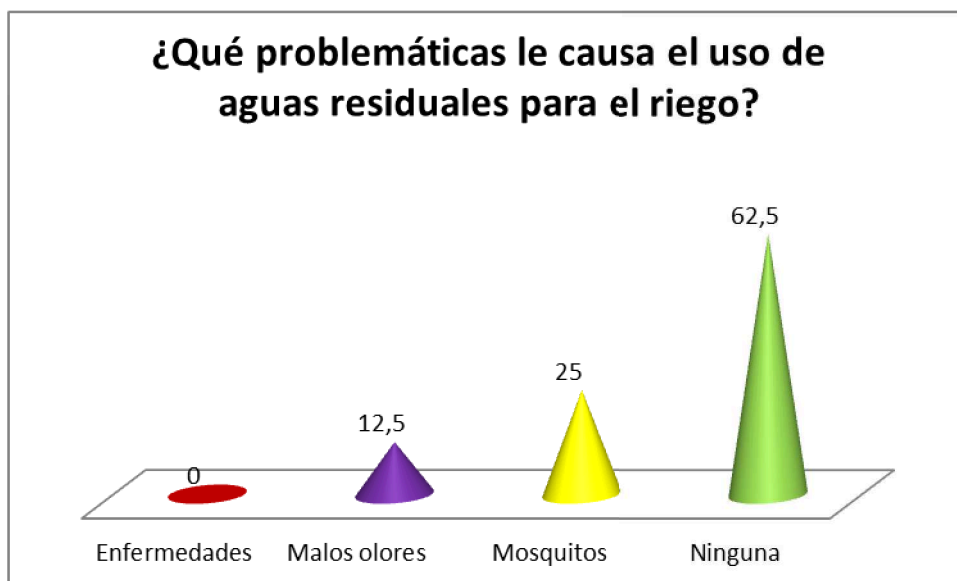


El productor generalmente vende sus cosechas de maíz (choclo) a comerciantes con un porcentaje de 87.5 %, mientras que para consumidores un 12.5% y a mercados locales 0%, en su respectivo orden.



En las precauciones que toman los productores en las operaciones del sistema de riego con aguas residuales, consideran que poco y nada afecta el uso de

Estas aguas, obteniendo un porcentaje de 37.5%, mientras que el 25% de productores toma mucha precaución, utilizando guantes y mascarillas.

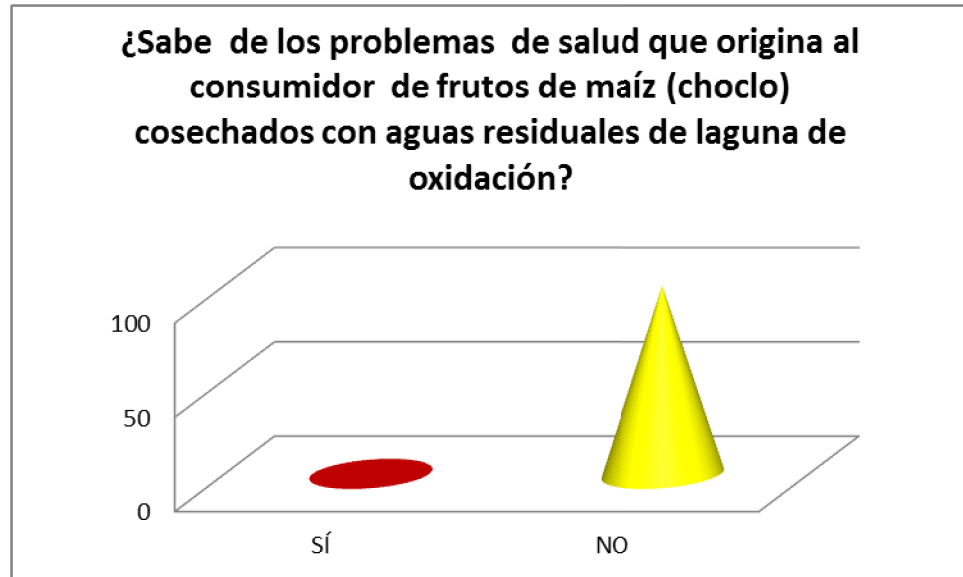


Entre las problemáticas que causa el uso de aguas residuales los productores manifestaron que ninguna con un 62.5%, mientras que el 25% presentan mosquitos, el 12.5% despliegan malos olores, considerando a las enfermedades con un 0%, respectivamente.

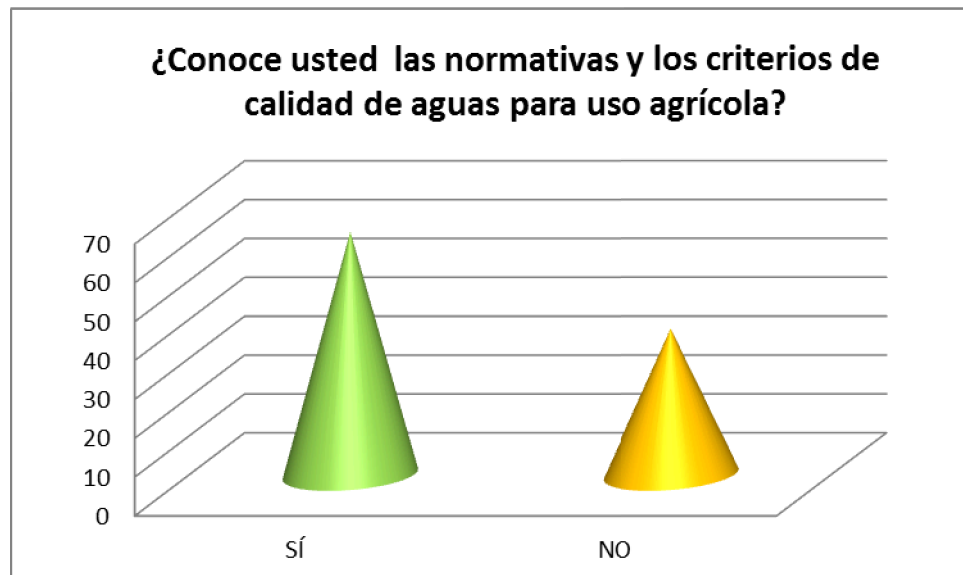


En la composición de agua residual que se utiliza para las cosechas de maíz en choclo, los productores en un mayor porcentaje señalaron que si conocen

sus propiedades con un 62%, mientras que un 38% desconoce de la composición del agua residual.

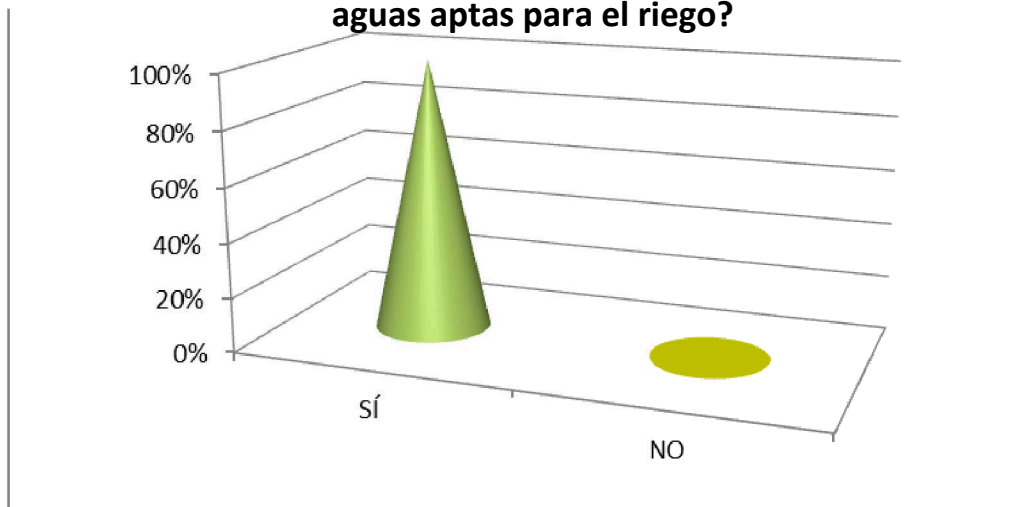


Considerando los problemas de salud que originan al consumir los frutos de maíz (choclo) cosechado con aguas residuales de laguna de oxidación del sitio Joa, los productores manifestaron que desconocen de estos peligros en un 100%.

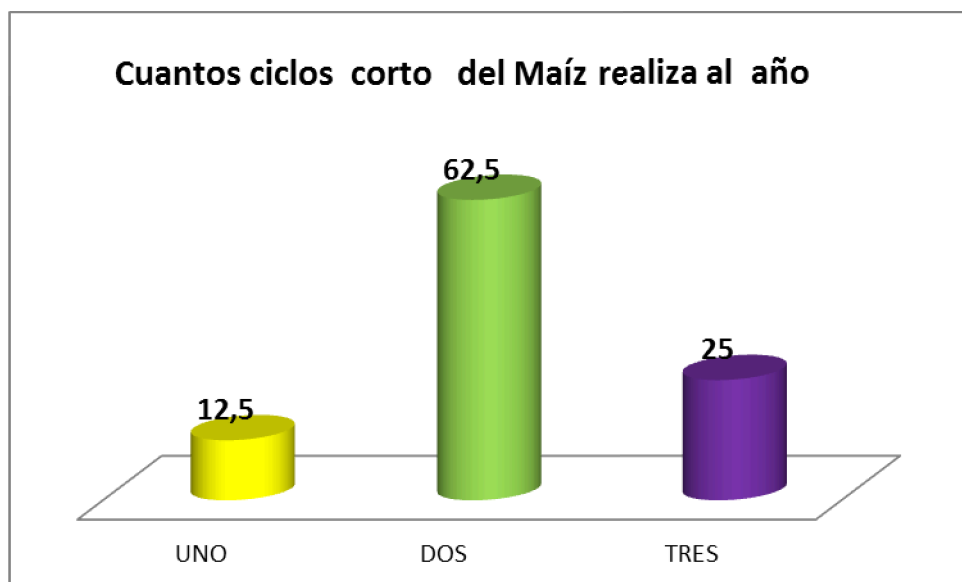


En las normativas y los criterios de calidad del agua para el uso agrícola, el 62,5% de productores conocen de estas normas, mientras que el 37,5% las desconocen.

**¿Si el agua no es apta, estaría dispuesto a cambios este sistema por aguas aptas para el riego?**

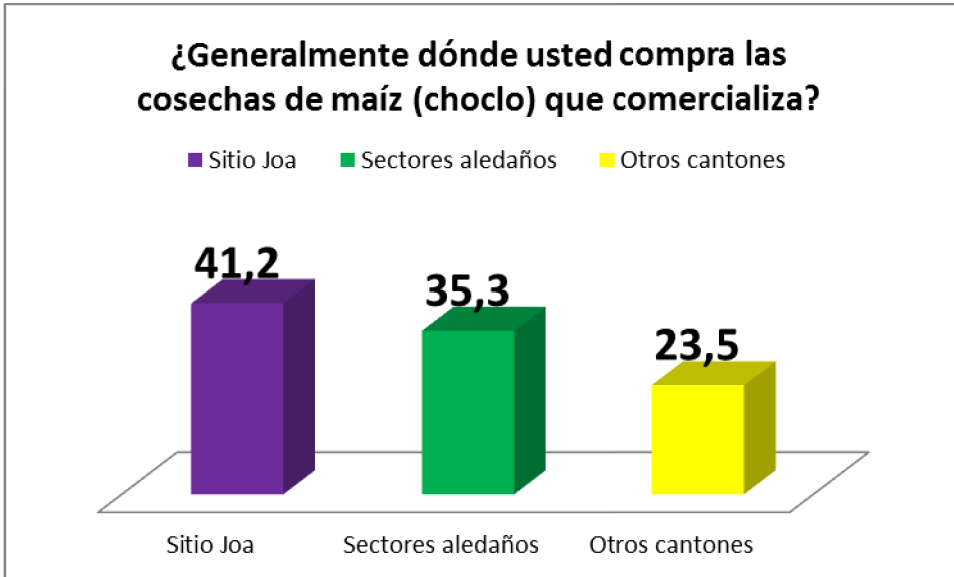


Los productores considerando que el agua no se apta para la producción de maíz, estarían dispuestos a cambiar este sistema por aguas aptas para el riego el 100% de productores estarían de acuerdo.



En cuanto a los ciclos de producción de maíz producidas con aguas residuales en el sitio Joa, el 62.5% realiza dos ciclos al año, mientras que el 25% tres ciclos al año y el 12.5% un ciclo al año, respectivamente.

## ENCUESTAS A COMERCIANTES

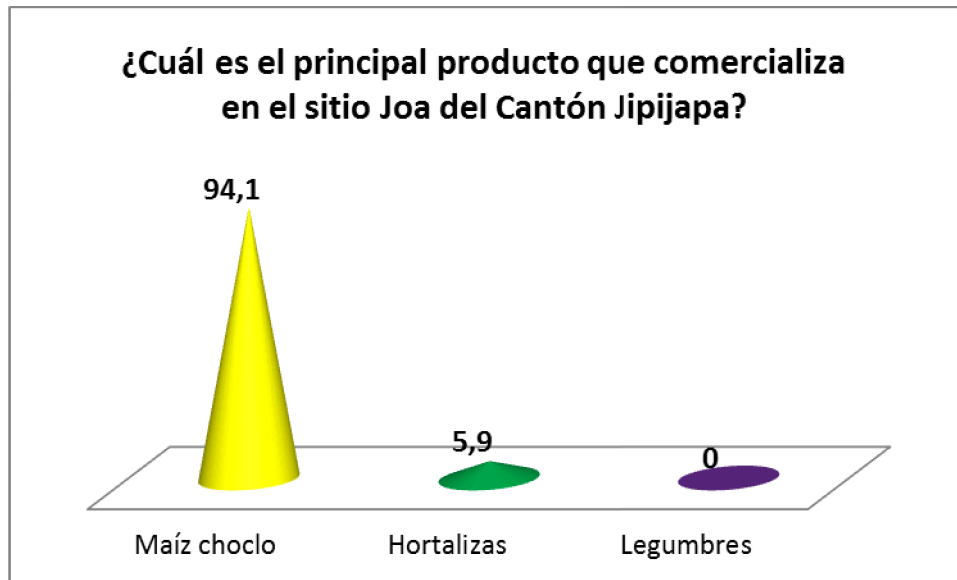


Los comerciantes generalmente compran las cosechas de maíz (choclo) a productores del sitio Joa en un 41,2%, en sectores aledaños con un 35,3% y otros cantones con 23,5% el cual no influyen la producción de maíz con aguas residuales.

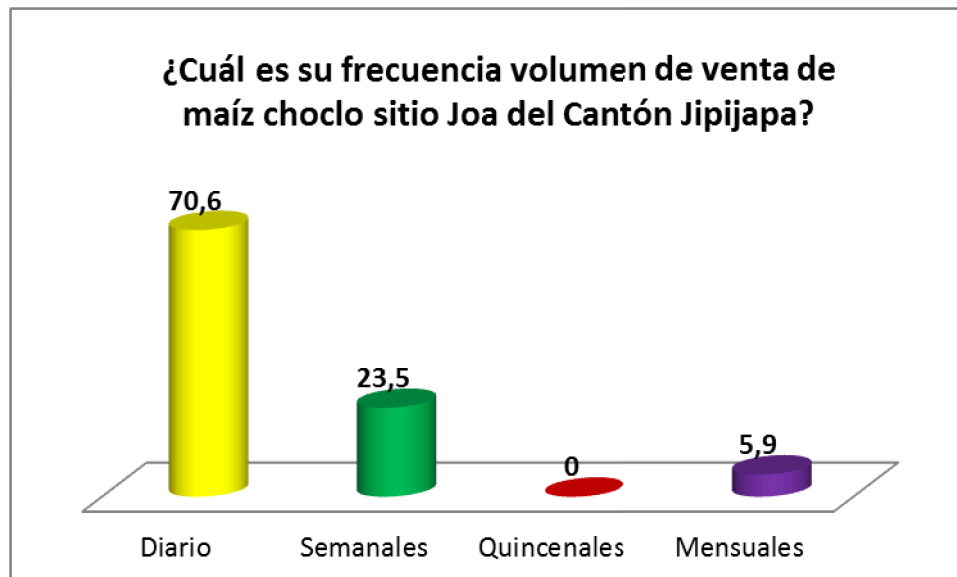


Los

comerciantes de maíz (choclo), venden generalmente a consumidores en un 70%, mercados locales 18%, comercio del Cantón Jipijapa y ambulantes ambos con un 6%.



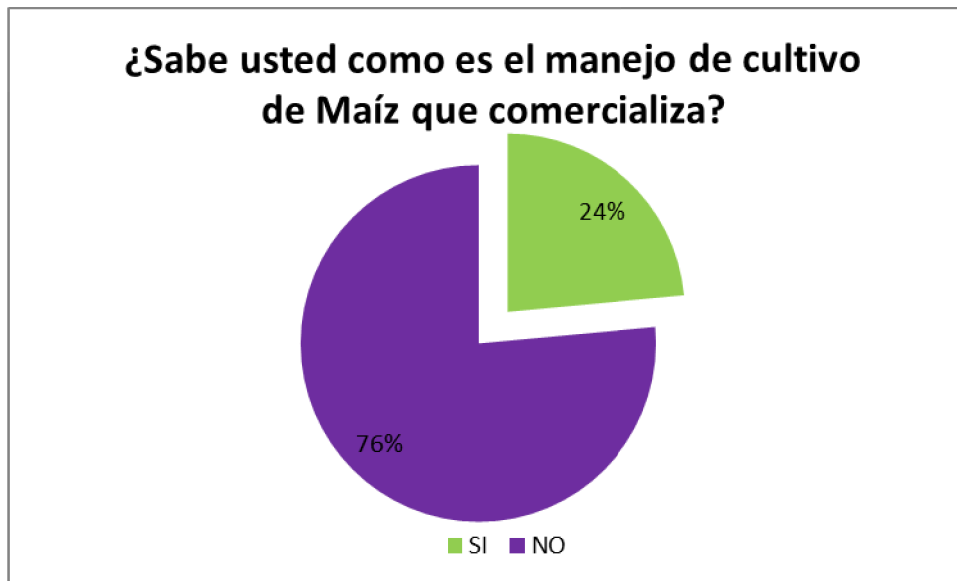
En los comerciantes informales, el principal producto que se comercializa en el sitio Joa del Cantón Jipijapa es el maíz en choclo con 94,1% y hortalizas con un 5,9%, mientras que las leguminosas alcanzaron un 0%.



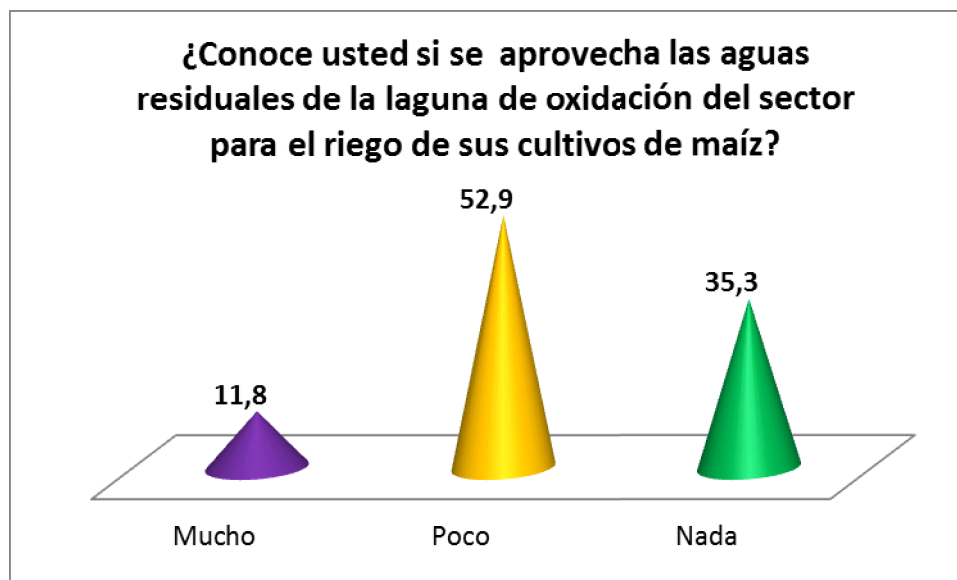
La frecuencia del volumen de venta del maíz choclo en el sitio Joa del cantón Jipijapa, diario alcanzo un 70,6% vendiendo 200 unidades promedio, mientras que semanales un 23,5% con 256 unidades promedio y mensuales



un 5,9% con 100 unidades. Por otro lado la frecuencia quincenales obtuvo un 0%.

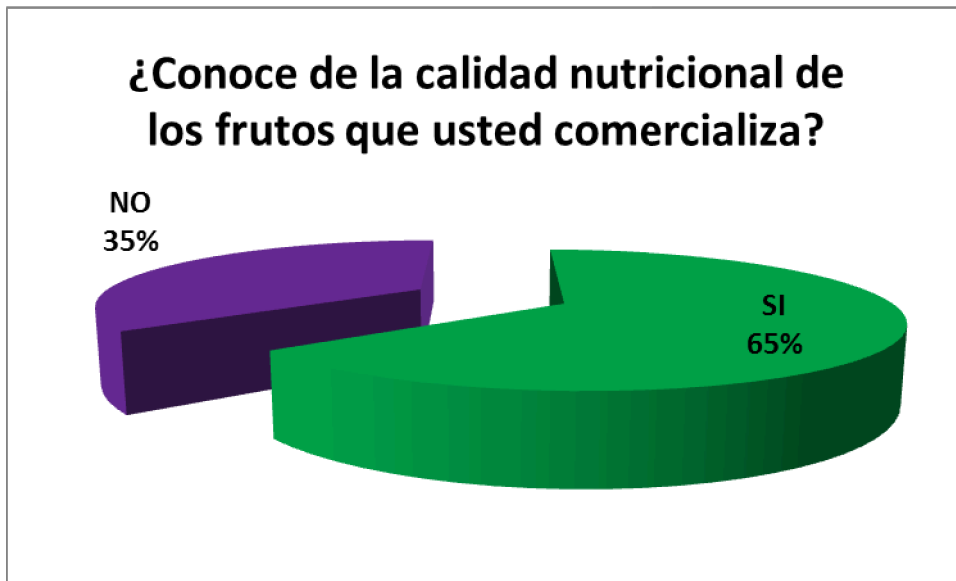


En los comerciantes informales un 24% conocen el manejo que se le da al cultivo de maíz choclo que comercializan, mientras que un 76% desconocen de las prácticas agronómicas que se realizan en la producción.

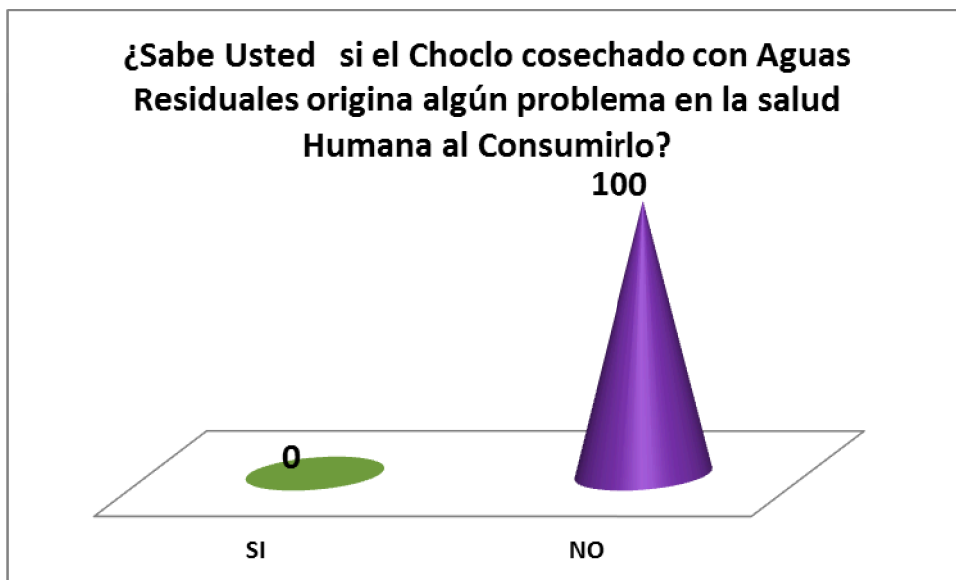


Sobre el aprovechamiento de las aguas residuales de la laguna de oxidación del sector para el riego de los cultivos de maíz choclo, los comerciantes

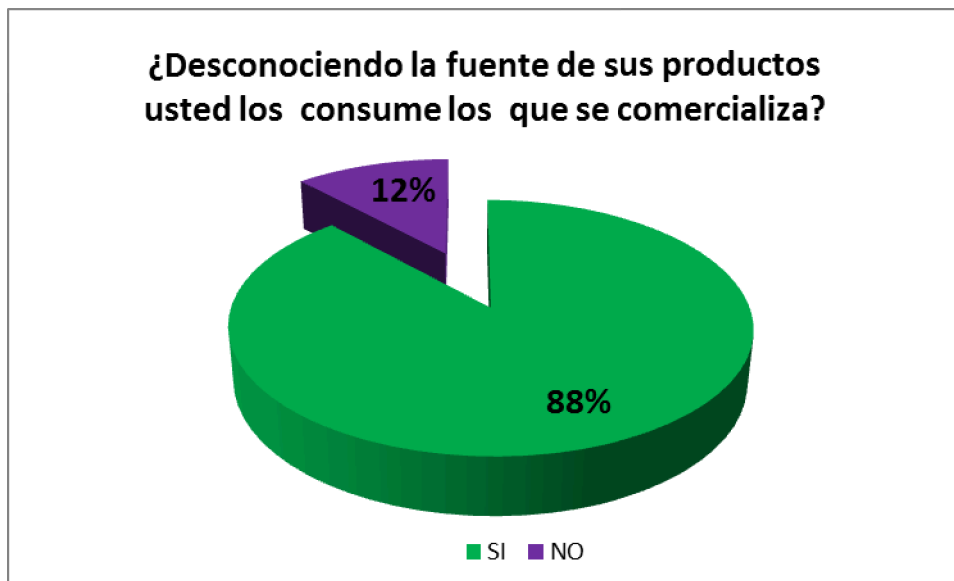
informales de este producto conocen poco en un 52,9%, nada con 35,3% y mucho con 11,8%, respectivamente.



Sobre la calidad nutricional de los frutos que se comercializan en el sector Joa, los comerciantes en un 65% si conocen de su calidad, mientras que un 35% no conocen de los mismos.

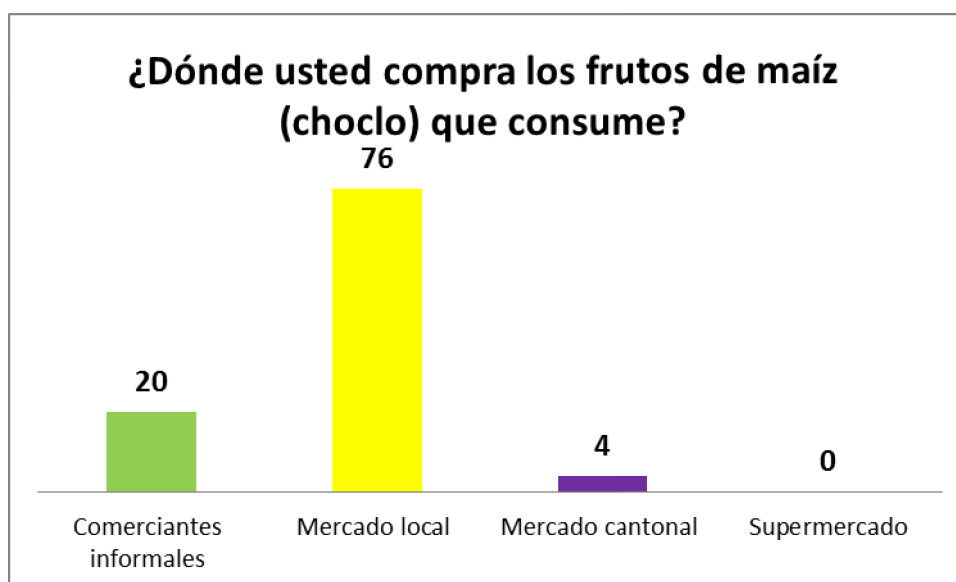


En un 100% los comerciantes informales desconocen de los problemas en la salud humana al consumir frutos cosechados con aguas residuales.

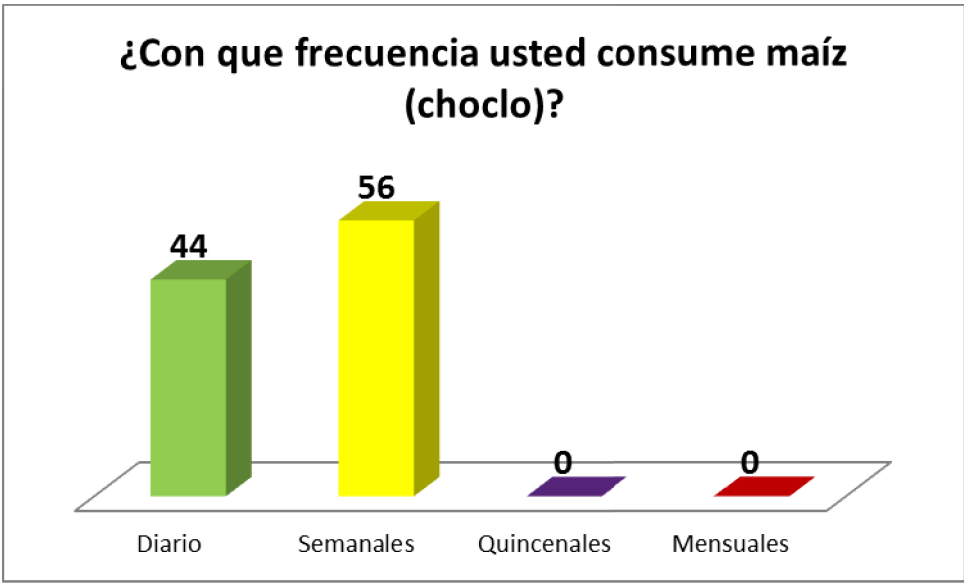


Los comerciantes informales desconociendo la fuente de sus productos que comercializan un 88% si consumen estos productos, mientras que un 12% no los consume.

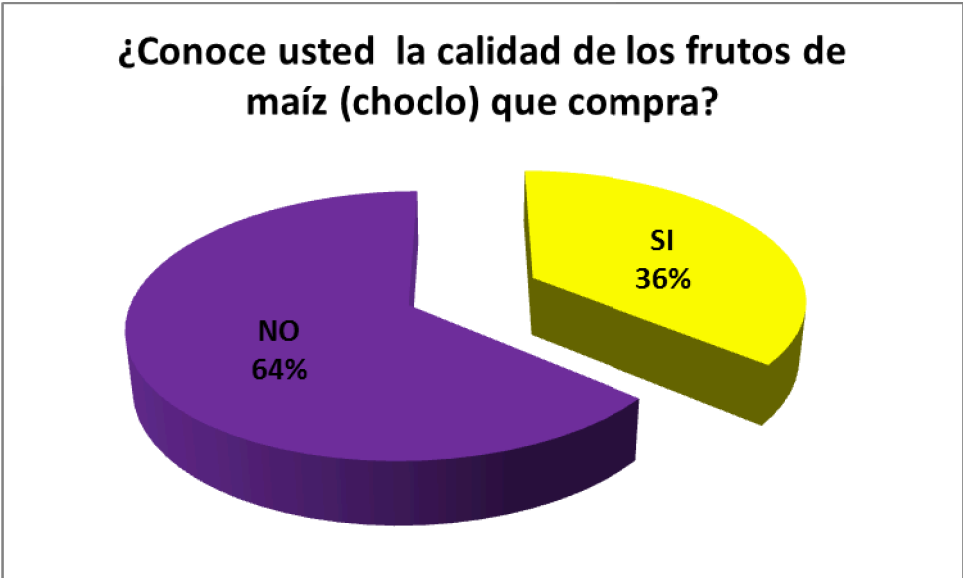
## ENCUESTAS A CONSUMIDORES



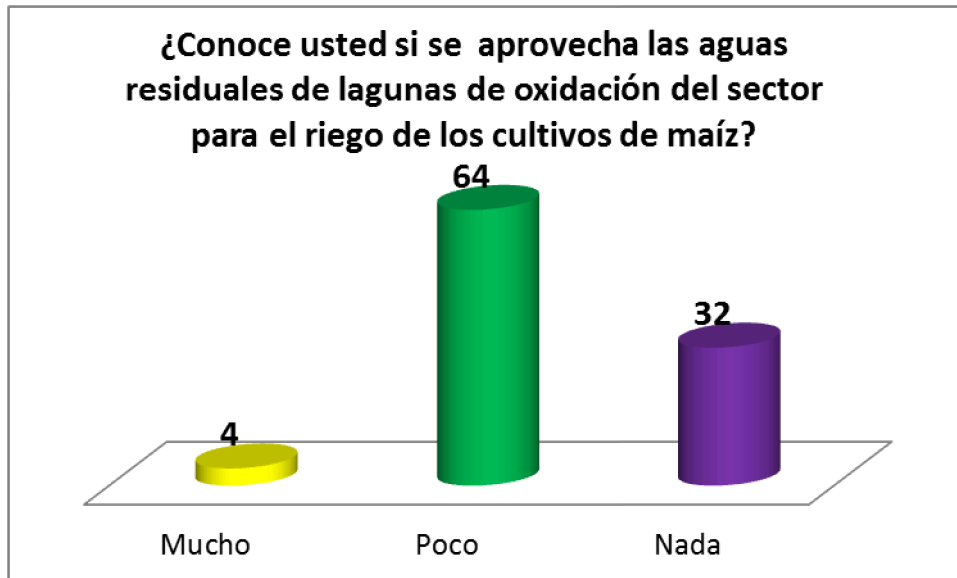
Sobre la compra de los frutos de maíz choclo que consume el sector Joa, el 76% los compran en mercados locales, el 20% a comerciantes informales, el 4% al mercado cantonal. Mientras que un 0% en supermercados.



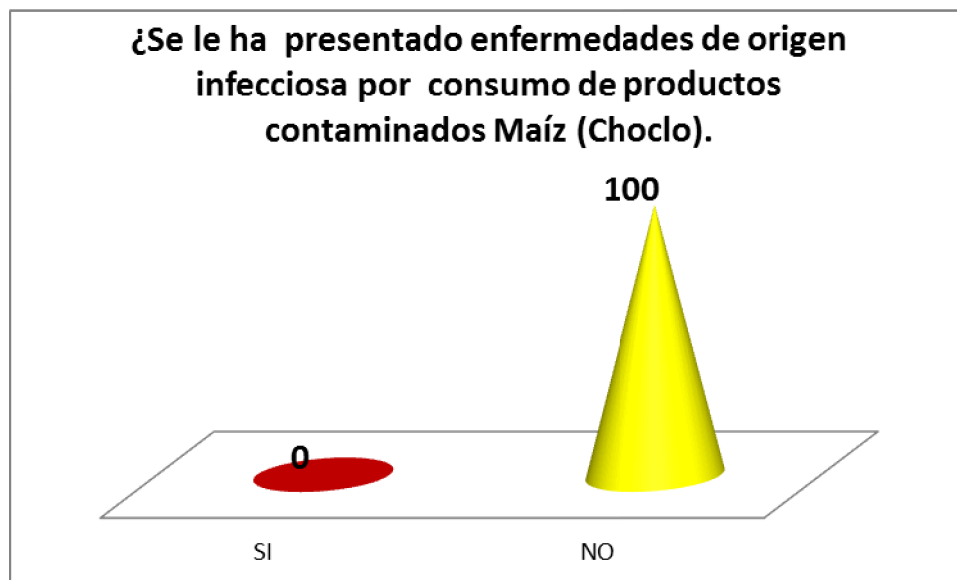
La frecuencia de consumo de maíz choclo, alcanzaron los mayores porcentajes, semanales con 56% consumiendo 3,5 unidades promedio y diario con 44% consumiendo 2,5 unidades. Mientras que para quincenales y mensuales obtuvieron ambos 0%, respectivamente.



Para consumidores el 64% no conoce la calidad de los frutos de maíz choclo que consumen, por otro lado el 36% si conoce de la calidad del fruto que consume.



Sobre el aprovechamiento de las aguas residuales de la laguna de oxidación del sector para el riego de los cultivos de maíz choclo, los consumidores conocen poco en un 64%, nada con 32% y mucho con 4%, en su orden.



Los consumidores en un 100% no han presentado enfermedades de origen infeccioso por consumo de frutos de maíz choclo producido con aguas residuales de la laguna de oxidación del sitio Joa.

## V. DISCUSIÓN

Al analizar los datos de las variables evaluadas en el presente trabajo se puede discutir lo siguiente:

En los análisis de las descargas de aguas residuales de la laguna de oxidación del sitio Joa, se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles, a excepción de los parámetros de sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DQO5) y demanda química de oxígeno (DQO), Ácidos y Grasas están ligeramente elevados en relación con los límites máximos permitidos. No obstante los valores de los análisis de laboratorio del (DQO5), (DQO), aceites y grasas tomado en el río donde se inicia el área cultivo superan en gran cantidad los límites permisibles. Esto se debe a la mezcla del agua del río Jipijapa (contaminada) con el agua residual proveniente de la laguna de oxidación. Por lo antes mencionado Metcalf y Eddy (2003) afirman que la cuantificación de estos componentes es condición necesaria para definir una estrategia de tratamiento que garantice técnica y económicamente una calidad del agua residual tratada adecuada para su uso posterior y para minimizar el riesgo potencial para la salud pública y el ambiente.

El efluente de la laguna de oxidación es 1296 m<sup>3</sup>/día y las concentraciones promedio de los sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), aceites y grasas, alcanzaron una carga promedio de 190.51, 198.29, 428.98 y 5.31 kg/día y 0.147, 0.153, 0.331 y 0.004 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente en su orden. Por esto Trujillo y Cárdenas (2000) manifiestan que las partículas suspendidas en las aguas ayudan a la adhesión de metales pesados y muchos otros compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas que contienen las aguas.

En los análisis del agua en la toma del río Jipijapa, presentan valores permisibles muy altos para DBO, DQO, ácidos y grasas con 4180, 5701 y

3.26 mg/l, en su orden, la OMS (2006) menciona que putrefacción de la materia orgánica en el agua produce una disminución de la cantidad de oxígeno (la cual es evaluada mediante la Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO) que causa graves daños a la flora y fauna acuática. El aumento de la DBO, al igual que la DQO ocasiona disminución del oxígeno disuelto, afectando la vida acuática.

En los análisis químicos del fruto de maíz choclo las concentraciones de los de los elementos como el arsénico, cadmio, plomo, mercurio y el cromo no superaron los límites máximos permisibles, para esto Silva, J. (2008), menciona que las medidas de protección de la salud que se deben tomar dependerán de la posibilidad de reducir los riesgos para los consumidores, causadas por aprovechamiento de las aguas residuales, en cuyo caso el riesgo atribuible es el parámetro más conveniente.

## **VI. CONCLUSIONES**

En base a los resultados y discusiones establecidas se toman las siguientes conclusiones:

1. Según criterios establecidos por la normativa ambientales vigentes en el país los resultados de las muestras analizadas de las descargas de aguas residuales de la laguna de oxidación del sitio Joa, se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles, a excepción de los parámetros de sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DQO5) y demanda química de oxígeno (DQO) que no cumplen con los límites máximos permitidos. El valor de Ácidos y Grasas que es mayor 0.3 mg/l valor permisible.

2. Las concentraciones promedio los sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), aceites y grasas fueron 190.51, 198.29, 428.98 y 5.31 kg/día y de 0.147, 0.153, 0.331 y 0.004 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente en su orden, considerando el efluente de la laguna de oxidación que es de 1296 m<sup>3</sup>/día.

3. Los metales pesados no superaron el límite máximo permisible, el Zinc fue menor a 0.20 mg/l, el Níquel alcanzo un valor menor a 0.10 mg/l, el Plomo presento un valor menor a 0.20 mg/l, el Cadmio fue de 0.01 mg/l, el Cromo hexavalentes presentaron un promedio de 0.10 mg/l y el Mercurio que presento un valor de 0.002 mg/l, por otro lado Compuestos Órgano clorados y Compuestos Órgano presentaron un promedio de 0.02 mg/l, respectivamente.

4. En las aguas de riego, los valores de los análisis del agua del efluente del rio jipijapa, la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, aceites y grasas sobrepasaron los límites máximos permisibles con 4180, 5701 y 3.26 mg/l, en su orden.

5. Los análisis químicos del fruto de maíz choclo las concentraciones de los elementos no superaron los límites máximos permisibles, el arsénico alcanzo



un promedio de 50 µg/Kg, el cadmio fue de 0.02 mg/Kg, el plomo de 0.09 mg/Kg, el mercurio alcanzo los 50 µg/Kg y el cromo fue de 0.0004 mg/Kg, respectivamente.

6. En las encuestas realizadas a los productores manifestaron que el principal motivo del uso de agua residual es la falta de aguas aptas para riegos y el desempleo, la frecuencia de aprovechamiento es de cada uno y dos días, los beneficios de estas aguas es la alta producción y la fertilización, en el sitio JOA se produce alrededor de 7 hectáreas de maíz choclo con un promedio de 75,6 sacos/ha (150 quintales /ha) sembrándolo dos ciclos al año, la producción la venden a comerciantes informales, manteniendo poca o nada precaución al regar con estas aguas, no mantiene ningún problema de salubridad solo mosquitos y malos olores, en su mayoría conocen la composición físico químicas del agua, desconociendo los problemas que les pueden causar al consumidor, en su mayoría estarían dispuestos a cambiar este sistema de riego si no cumplieran con las normativas ambientales.

7. En encuestas realizadas a los comerciantes mencionaron que compran su productos (maíz choclo) en el sitio Joa y sectores aledaños, los venden principalmente a consumidores, siendo unos de sus productos de ventas, con una frecuencia de venta diario con un promedio de 200 unidades, desconociendo del manejo que se le dan para producirlos, conociendo poco o nada del uso de aguas residuales para la producción, no conocen los problemas de salud que pueden ocasionar, consumiendo sus propios productos que comercializan.

8. Los consumidores dijeron que compran los frutos de maíz choclo en mercados locales y comerciantes informales, la frecuencia de consumo es semanal con 3,5 unidades y diario con 2,5 unidades, desconocen la calidad de los frutos que consumen, la que en su mayoría poco o nada conoce el aprovechamiento de aguas residuales para la producción de este productos, desconociendo de problemas en la salud por el consumo de este producto.

## VII. RECOMENDACIONES

Con base al estudio realizados y de acuerdo a las conclusiones presentadas se pueden considerar las siguientes recomendaciones:

1. Dar un mejor tratamiento primario incrementando microorganismos puntualizado en diferente lugares del espejo de agua de la laguna a través de una lancha a motor, este debe de hacerse superficial, medio y en el fondo de la laguna, previo a ser evacuadas al río Jipijapa, de esta manera se evitan concentraciones altas de SST, DQO5 y DQO, Ácidos y Grasas.
2. Establecer metas de gestión para que las autoridades municipales a través del departamento de medio ambiente realicen controles y educación ambiental a las personas que habitantes en las riberas del río aguas arriba de la planta de tratamiento o cercanas ella para que no realicen las descargas de aguas negras al río y a la vez proyecten obras de saneamientos en estas áreas para liberar al río de contaminación y el caudal de agua residual vertido de la laguna sea usado adecuadamente
3. Determinar que otros factores influyen en las concentraciones de DQO5 y DQO, Ácidos y Grasas en el efluente del río Jipijapa debido a que supera los valores del vertido de efluente de agua de la laguna de oxidación.
4. Establecer controles periódicos de monitoreo que determinen la remoción de metales pesados tóxicos que se obtienen en el sistema de laguna de oxidación.
5. Evaluar las concentraciones de metales pesados tóxicos en productos hortícolas de consumo directos producidos con estas aguas residuales que superan los límites máximos permisibles en SST, DQO5 y DQO, Ácidos y Grasas, en diferentes tramos del río Jipijapa.

6. Prohibir el uso del agua residual en cultivos hortícolas, y Fomentar la utilización de este recurso agua preferentemente en producción de plantas ornamentales y maderables que no afecten directamente.

7. Llevar a cabo un estudio epidemiológico que reflejen el impacto en el uso de estas aguas residuales de laguna de oxidación en la agricultura y el público consumidor de estos productos.

## VIII. PROPUESTA

### MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO JIPIJAPA PARA SU UTILIZACION EN RIEGOS DE CULTIVOS.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio de cultivo del maíz cosechado con agua residual procedente de la laguna de oxidación del sitio “Joa” del cantón jipijapa, se presenta la siguiente propuesta:

El río Jipijapa por ser un ecosistema estratégico para la zona de influencia que atraviesa esta ciudad de norte a sur, el cual es influenciado por los vertidos de la laguna de oxidación del sitio Joa, cuyas aguas son utilizadas para las actividades agrícolas, se deben lograr el manejo adecuado que permita el equilibrio entre los recursos naturales existentes y actividades antrópicas dadas por la laguna de oxidación y su efluente al río Jipijapa.

La laguna de oxidación está recibiendo un buen tratamiento estando los vertidos por debajo de los límites permisibles, por lo contrario las aguas de río Jipijapa sobrepasaron los límites máximos permisibles, en la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, aceites y grasas, siendo no son aptas para uso agrícola, para ello se deben evaluar los principales contaminantes del río de origen antrópico descargados al río sin tratar, realizando análisis periódicos de la calidad del agua del río por tramos para determinar la fuente de contaminación, para contrarrestar la fuente de origen.

Razón por la cual, es necesario que las autoridades municipales a través del departamento de medio ambiente realicen controles y charlas de concienciación ambiental a los habitantes de las riberas del río aguas arriba de la planta de tratamiento o cercanas ella y a la vez proyecten obras de saneamientos a un tramo de tres kilómetros iniciándose en la planta de tratamiento para evitar la contaminación y de esta manera recuperar este

ecosistema, el mismo que debe ser manejado y controlado periódicamente por las autoridades del medio ambiente, en este contexto los agricultores son actores y beneficiados directos al reusar estas agua con las precauciones recomendadas en la operación de sistemas de riego con aguas residuales.

Realizado los análisis químicos de frutos de maíz fresco en choclo cosechados con aguas residuales, no superaron el límite máximo permisible, el zinc, níquel, plomo, el cadmio, el cromo hexavalentes, mercurio, compuestos órgano clorados y compuestos órgano, encontrándose en mínimas concentraciones, por ello se deberá hacerse un monitoreo sobre calidad toxicológica y microbiológica de los productos de consumo directos procedentes de estas áreas de riego.

Utilizar aguas residuales no aptas para el riego en cultivos alternativos como: maderables, ornamentales, forrajeros, cuya producción no es de consumo directo, así como utilización de equipos de protección (guantes, mascarillas, botas y ropas apropiadas), para la manipulación de estas aguas residuales en la agricultura.

### **PROBLEMÁTICA:**

La contaminación del río Jipijapa, sobrepasando los límites permisibles de la demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, aceites y grasas, siendo aguas no son actas para uso agrícola.

Manejo inadecuado de aguas residuales por los agricultores al no utilizar equipos de protección (guantes, mascarillas, botas y ropas apropiadas).

Falta de charlas de concienciación ambiental por parte de las autoridades municipales, departamento de medio ambiente, en la protección y conservación de fuentes hídricas (río Jipijapa)

## **OBJETIVO GENERAL:**

Recuperar el ecosistema del río Jipijapa para uso en la agricultura, gestionado controles periódicos de parámetros químicos a la laguna de oxidación del Sitio Joa del Cantón Jipijapa.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Aplicar política ambiental para descontaminar las aguas del río Jipijapa.
- Obtener agua residual apta para uso agrícola y los productos sean comercializado minimizando el riesgo potencial para la salud pública y el ambiente.
- Manejar el uso de aguas residuales en la agricultura con responsabilidad.
- Capacitar a los moradores de las riberas del río Jipijapa en la protección y conservación de fuentes hídricas.

## **ALCANCE**

Capacitar a los agricultores como actores para la sostenibilidad de la calidad residual del río Jipijapa para uso agrícola.

Mejoramiento del sistema de tratamientos de aguas residuales de la laguna de oxidación del sitio Joa, cuyos vertidos no contaminen el río Jipijapa.

Determinación de otras fuentes secundarias de contaminación del río Jipijapa y aplicación de normativas ambientales para su descontaminación.

Manejo adecuado recursos existentes aguas residuales de la laguna de oxidación con responsabilidad (cultivos alternativos) y equipos de protección (guantes, mascarillas, botas y ropas apropiadas).

Concientización a los moradores de las riberas en la protección y conservación del río Jipijapa, por ser un ecosistema estratégico en estas áreas, cuyas aguas son utilizadas para las actividades agrarias.

## **RESULTADOS**

Determinación de los principales contaminantes del río Jipijapa.

Mejoramiento del tratamiento de la laguna de oxidación con normativas ambientales (análisis químicos de vertidos periódicos)

Uso de aguas residuales en cultivos alternativos y manejo responsable.

Conciencia ambiental de los moradores de riberas.

Recuperación protección y conservación sostenible del río Jipijapa

## **INDICADORES DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS**

-Descontaminación del río Jipijapa canalizando las descargas de aguas urbanas puntuales hacia el alcantarillado sanitario de la ciudad de Jipijapa longitud tres kilómetros.

-Aguas residuales de calidad (por debajo de los límites permisibles).

-Siembra de cultivos alternativos como: maderables, ornamentales y forrajeros, con manejo responsable de aguas residuales.

-Contar con un río limpio como ecosistema estratégico de la zona, actividades agrícolas y acuíferas.

## **IMPACTOS**

Los impactos involucran aspectos productivos, socio-culturales y ambientales entre los principales tenemos:

- Disponibilidad de aguas aptas para la producción de cultivos.

- Mejoramiento de la productividad de sectores aledaños al río Jipijapa.

- Desarrollo socio económico de los productores del lugar
- Adquisición de conciencia ambiental de los moradores de las riberas.
- Consumo de productos de calidad sanitaria con aguas residuales.
- Protección de los agricultores en el manejo de aguas residuales.
- Utilización de los recursos (aguas residuales) con responsabilidad.
- Aplicación de normativas ambientales, para la protección y conservación de los recursos hídricos.
- Disminución de contaminación del río Jipijapa.
- Mejoramiento de la calidad del agua, para el uso agrícola.
- Mejora la diversidad de la fauna acuática del río.

## **METODOLOGIAS**

En la propuesta se debe considerar las siguientes fases de ejecución:

Capacitación para los moradores de la ribera del río Jipijapa en temas de protección y conservación de fuentes hídricas, así como también a los productores con agua residuales con temas normas de calidad de aguas para el riego, uso de aguas residuales y manejo de equipos de protección, parámetros de calidad en frutos cosechados con estas aguas, para la formación de conciencia ambiental.

Determinación los principales agentes de contaminación del río Jipijapa, mediante el análisis químico de las aguas por tramos no mayor a 600 metros, evaluando la fuente de contaminación (vertidos de aguas residuales sin tratar, desechos sólidos). Evaluación periódica de los vertidos de la laguna de oxidación del sitio Joa las cuales cumplen con las normas ambientales (límites permisibles).



Elaboración de un plan de protección y conservación del río Jipijapa, manejo y limpieza de fuentes hídricas, reforestación de riveras, manejo de aguas residuales, uso responsable del recurso agua.

### **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Jun.</b>	<b>Jul.</b>	<b>Ago.</b>	<b>Sept.</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dic.</b>
<b>Capacitaciones</b>									
Calidad del agua para riego	X								
Uso de aguas residuales, cultivos alternativos		X							
Calidad de los frutos producidos con agua residuales			X						
Protección y conservación de fuentes hídricas				X					
<b>Determinación de contaminación del río</b>									
Evaluación de agentes contaminantes	X	X							
Análisis químicos del agua del río			X						
Evaluación de los vertidos que evacuan directamente en el río.				X	X				
<b>Obras de saneamiento puntuales en la riberas del río Jipijapa (L= 3 km)</b>									
Canalización de las aguas negras vertidas al río, hacia el alcantarillado sanitario de la ciudad de Jipijapa					X	X	X	X	
<b>Plan de protección y conservación del río</b>									
Manejo y limpieza del río	X	X	X	X					
Reforestación de riveras				X	X	X			
Planificación del uso agrícola del agua del río						X	X	X	
Análisis de la propuesta								X	X

### **RECURSOS Y PRESUPUESTO REFERENCIAL**

## PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantida d	Precio Unitario	Total
<b>CAPACITACIONES</b>				
INSTRUCTOR	HORAS	100	20.00	2.000,00
<b>EQUIPOS</b>				
INFOCUS	Unidad	1	500.00	500,00
COMPUTADOR	Unidad	1	800.00	800,00
<b>DETERMINACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL RIO</b>				
ANALISIS QUIMICOS	Muestras	100	18	1.800,00
EVALUACIÓN DE AGENTES CONTAMINANTES	Jornal	40	15	600,00
<b>OBRAS DE SANEAMIENTO PUNTUALES EN LA RIBERAS DEL RIO JIPIJAPA (L= 3 KM)</b>				
ALCANTARILLADO SANITARIO TUBO PVC 110	ML	500	5	2,500,00
CAJETINES DE REVISION	U	40	60	2,400,00
<b>PLAN DE PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN DEL RIO</b>				
LIMPIEZA DEL RIO	Jornal	200	15	3.000,00
REFORESTACIÓN	Plantas	20000	0,20	4.000,00
SIEMBRA	Jornal	200	15	3.000,00
ANÁLISIS DEL USO ACTUAL DEL AGUA DEL RIO (ENCUESTA)	Jornal	20	25	500,00
<b>TOTAL</b>				<b>21.100,00</b>

## FUENTE DE FINANCIAMIENTO

Productos de las alianzas institucionales, consideramos que las Instituciones interesadas como: ministerio del ambiente, municipio y consejo provincial, se harán cargo de los gastos de operación y mantenimiento de la limpieza del rio Jipijapa, es decir cubrir los sueldos y salarios de técnicos, análisis químicos del agua y reforestación de riveras, sin embargo la presente propuesta las capacitaciones de los moradores de riveras y productores,

deben ser manejadas por la SENAGUA institución con experiencia en manejos de recursos hídricos.

### **ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

Los miembros de la comunidad del sitio Joa, incluyendo productores de la zona, evaluarán los problemas ambientales ocasionados por la contaminación del río Jipijapa, ellos analizarán y aprobarán las actividades que se desarrollarán en la presente propuesta.

Se analizarán los temas de capacitaciones, evaluación de los principales agentes contaminantes del río, el plan de protección y conservación del río Jipijapa, los cuales deben ser gestionados por moradores del sitio y productores de la zona.

## IX. BIBLIOGRAFÍA CONSULTORIA

1. CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente). 2003. Inventario de la situación actual de las aguas residuales domésticas en Colombia. Sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales en América Latina: realidad y potencial. Perú. Consultado el 20 de junio de 2013. Disponible en: [www.cepis.ops.oms.org](http://www.cepis.ops.oms.org)
2. Doorenbos, J. y H. Kassam 2002. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Ed. Estudios Riego y Drenaje. FAO. Italia, Roma. 141-145p.
3. FAO. (2010) El uso seguro de las aguas residuales en la agricultura ofrece múltiples beneficios. Consultado el 20 de junio de 2013. Disponible en: <http://www.ecodes.org/noticias/el-uso-seguro-de-las-aguas-residuales-en-la-agricultura-ofrece-multiples-beneficios>
4. Francisco Fuentes y Arturo Massol-Deyá 2002
5. García, A. 2006. Estudio de la calidad de agua de tres efluentes provenientes de la planta piloto de tratamiento de aguas residuales "Ing. Arturo Pazos Sosa" para su reutilización en el riego del cultivo de pepino *Cucumis sativus* L. Tesis Msc. Guatemala, USAC, ERIS, Facultad de Ingeniería.
6. Gutiérrez, J. 2003. Reuso de agua y nutrientes. Centro de información, gestión y educación ambiental (Cigea). Consultado el 20 de junio de 2013. Disponible en: [www.medioambiente.cu/revistama/articulo41.htm](http://www.medioambiente.cu/revistama/articulo41.htm).
7. Lara, y Hernández. 2003. Reutilización de aguas residuales: aprovechamiento de los nutrientes en riego agrícola. Seminario internacional sobre métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales. Instituto Cinara, Universidad del Valle. pp. 237-242.
8. Madera, C. 2003. Comparison of the agronomic quality of effluents from conventional and duckweed waste stabilisation ponds for reuse in irrigation. Seminario internacional sobre métodos naturales para el

tratamiento de aguas residuales domésticas y sus implicaciones ambientales y de salud pública, Cartagena (Colombia).

9. Madera, C., Silva J y Peña R. 2005. Sistemas combinados para el tratamiento de aguas residuales basados en tanques sépticosfiltro anaerobio y humedales subsuperficiales. Revista Ingeniería y Competitividad. 5-10 p.
10. Mara, D. y S. Caricross. 2000. Directrices para el uso sin riesgos de aguas residuales y excretas en agricultura y acuicultura. Organización Mundial de la Salud (OMS), Ginebra
11. McJunkin, F. 2006. Agua y salud humana. México, DF: Ed. Limusa. 45 p.
12. Medeiros, S., A. Soares, P. Ferreira, J. Neves, A. de Matos y J. de Souza. 2005. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: estudo das alterações químicas do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 9(4), 603-612.
13. Mendoza, S. 2000. Sistemas de lagunas de estabilización. McGraw-Hill. 370 p
14. Metcalf y Eddy. 2003. Waste engineering: treatment and reuse. 4th ed. McGraw-Hill, Nueva York. 1819 p.
15. Moreno, C y J. Pérez 2006. Análisis y calidad del agua de riego, Servicio de Publicaciones, Valencia, España. 220 p.
16. Navarrete, J. 2005. Aspectos sanitarios en el uso de aguas residuales. Presentado en el Curso Regional el Tratamiento y Reutilización de Aguas, Mérida- Venezuela.
17. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 176: 98. Calidad del Agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.

18. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) 2006. Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en la agricultura y acuicultura, World Health Organization, Ginebra, Ed. OMS, 23pp.
19. Ortega y Orellana. 2007. El riego con agua de mala calidad en la agricultura urbana. Aspectos a considerar II. Aguas residuales urbanas. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 25-27p
20. Parreiras, S. 2005. Curso sobre tratamiento de aguas residuales. Fundación Estudio del Medio Ambiente (FEAM), Belo Horizonte (Brasil). 40 p.
21. Pierce D. y K. Turner. 1990. Economics resources and the environment. John Hopkins Press, Washington D.C.
22. Pérez, J y G. Hernández 2007. "Valoración de la calidad del agua residual, con fines de riego", Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 6-8 p.
23. Post, J. 2006. Wastewater treatment and reuse in the eastern Mediterranean region. 36-41p
24. Quipuzco, L. 2004. Valoración de las aguas residuales en Israel como un recurso agrícola: consideraciones a tomar en cuenta para la gestión del agua en Perú. Revista del Instituto de Investigación FIGMM G, San Marcos. 64-72 p.
25. República del Ecuador. Registro Oficial No. 74, 10 de Mayo del 2000. Anexo que contiene los Valores Máximos Permisibles de los Indicadores de Contaminación y Parámetros de Interés Sanitario para Descargas Líquidas.
26. Román, C. y M. Aguilera 2001. Concentraciones máximas de elementos toleradas en el agua de riego. Manual Básico de Fertirriego, 2da Ed. Aguilera M., Ed. SOQUIMICH COMERCIAL. Chile. 145 p.

27. Scott, C, N.I. Faruqui y L. Raschid. 2004. Wastewater use in irrigated agriculture: confronting the livelihood and environmental realities. IWMI, IDRC, CABI, Sri Lanka. 240 p.
28. SHUVAL, H.I. et al, 1986. An epidemiological model of the poten
29. Saéñz R. 2002. Introducción y uso de aguas residuales tratadas en agricultura y acuicultura (en línea). Salud y Ambiente OPS/ OMS. Consultado el 20 de junio de 2013. Disponible en: <http://www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/repind53/rys/rys.html>
30. Sáenz R. 2007. Predicción de la calidad del efluente de lagunas de estabilización. Lima: CEPIS. Boletín divulgación 38.
31. Silva, J. 2008. Uso del agua residual tratada en la planta de tratamiento de aguas residuales de Cañaveralejo PTAR-C en el cultivo de caña de azúcar. Tesis de maestría (en desarrollo). Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle, Cali. 38p
32. Tebbutt, T. 1990. Fundamentos de control de la calidad del agua (en línea). Consultado el 20 de junio de 2013. Disponible en: <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=83>
33. Torres P. 2001. El tratamiento de las aguas residuales sanitarias en anaeróbica (UASB-SBR) sistema combinado. Las tesis doctorales. Escuela de Ingeniería de São Carlos de la Universidad de Sao Paulo, Sao Carlos (Brasil).
34. Torres, P., A. Pérez, J. Escobar, L. Barrios y C. Acosta. 2005. Optimización del tratamiento químico de las aguas residuales de la ciudad de Cali con diagramas de coagulación-floculación. Revista Epiciclos. 113-125 p.
35. Trujillo, A. 2002. Aguas residuales en la agricultura

36. Trujillo, A. 2005. Tratamiento de aguas residuales en el trópico mediante lagunas de estabilización y su uso para riego agrícola XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. AIDIS/ABES, Porto Alegre.
37. TULA, LIBRO VI anexo 1. Criterio de calidad admisible para aguas de usos agrícolas.
38. Valencia, E. 2000. Potencialidad del uso del efluente de una laguna facultativa en irrigación comparación de la producción utilizando dos hortalizas regadas con efluente y agua subterránea. Universidad del Valle, Cali. Colombia. Ing agropecuario. 25p
39. Von Sperling, M. 2006. Introducción a la calidad del agua y tratamiento de aguas residuales. Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil.



# **ANEXOS**

**FORMATOS DE ENCUESTAS**  
**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**CEPIRCI**  
**Maestría en Gestión Ambiental**

Encuesta dirigida a los productores que utilizan aguas residuales de laguna de oxidación de Sitio Joa para las cosechas del Maíz (choclo).

1.- ¿Qué lo motiva a Usted a utilizar las aguas residuales para el riego en la agricultura en el cultivo de maíz (choclo)?

Falta de aguas aptas para riegos ( ), Desempleo ( ), Disponibilidad de agua residual ( ), Aguas Residuales mejora la producción ( )

2.- ¿Con que frecuencia aprovecha usted las aguas residuales para el riego en el cultivo de maíz (choclo)?

Cada día ( ), Dos días ( ), Ocho días ( ), Doce días ( ), Quince días ( )

3.- ¿Qué beneficios tiene el uso de aguas residuales en su cosecha de maíz (choclo)?

Fertilización ( ) Menos plagas ( ) Alta producción ( ) Nada ( )

4.- ¿Cuánto es su producción anual de maíz (choclo)?

Hectáreas: Sacos/hectárea:

5.- ¿Generalmente usted a quien vende sus cosechas de maíz choclo?

Comerciantes ( ) mercados locales ( ) consumidores ( )

Del sector Joa del cantón jipijapa ( )

6.- ¿Qué precauciones toma en las operaciones de sistemas de riego con aguas residuales?

Mucho ( ) poco ( ) nada ( )

Cuales.....

7.- ¿Qué problemáticas le causa el uso de aguas residuales para el riego?  
Enfermedades ( ) malos olores ( ) mosquitos ( )  
ninguna ( )

8.- ¿Conoce la composición del agua residual que usted utiliza para sus cosechas de maíz en choclo?  
Sí ( ) NO ( )

9.- ¿Sabe de los problemas de salud que origina al consumidor de frutos de maíz (choclo) cosechados con aguas residuales de laguna de oxidación?  
SI ( ) NO ( )

Cuales: .....

10.- ¿Conoce usted las normativas y los criterios de calidad de aguas para uso agrícola?  
SI ( ) NO ( )

11.- ¿Si el agua no es acta, estaría dispuesto a cambiar este sistema por aguas aptas para el riego?  
Sí ( ) NO ( )

12.- Cuantos ciclos corto del Maíz realiza al año  
Uno ( ), Dos ( ) tres ( )

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

CEPIRCI

Maestría en Gestión Ambiental

Encuesta dirigida a comerciantes informales del Sitio Joa y Ciudad de Jipijapa

1.- ¿Generalmente dónde usted compra las cosechas de maíz (choclo) que comercializa?

Del sitio Joa ( ) sectores aledaños ( ) otros cantones ( )  
De influencia del río Jipijapa. Cual.....

2.- ¿Generalmente usted a quien comercializa el Maíz choclo?

Mercados locales ( ) Consumidores ( ) Comercio del  
Cantón Jipijapa ( ), del sector Joa cantón Jipijapa, ( ) ambulante ( )  
)

3.- ¿Cuál es el principal producto que comercializa en el sitio Joa del Cantón Jipijapa

Maíz choclo ( ) Hortalizas ( ) Legumbres ( )

4.- ¿Cuál es su frecuencia volumen de venta de maíz choclo sitio Joa del Cantón Jipijapa?

Diario ( ) Semanales ( ) quincenales ( ) mensuales ( )

Cuánto:

5.- ¿Sabe usted como es el manejo de cultivo de Maíz que comercializa?

SI ( ) NO ( )

6.- ¿Conoce usted si se aprovecha las aguas residuales de la laguna de oxidación del sector para el riego de sus cultivos de maíz?

Mucho ( ) poco ( ) nada ( )

7.- ¿Conoce de la calidad nutricional de los frutos que usted comercializa?  
SI ( )                      NO ( )

8.- ¿Sabe Usted si el Choclo cosechado con Aguas Residuales origina algún problema en la salud Humana al Consumirlo?  
SI ( )                      NO ( )

Cuales.....

9.- ¿Desconociendo la fuente de sus productos usted los consume los que se comercializa?  
SI ( )                      NO ( )

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

CEPIRCI

Maestría en Gestión Ambiental

Encuesta dirigida a los Consumidores del Sitio Joa Cantón Jipijapa

1.- ¿Dónde usted compra los frutos de maíz (choclo) que consume?

Comerciantes informales ( ) Mercado local ( )

Mercado cantonal ( )

Supermercado ( )

2.- ¿Con que frecuencia usted consume maíz (choclo)?

Diario ( ) Semanales ( ) quincenales ( ) mensuales ( )

Cuanto.....

3.- ¿Conoce usted la calidad de los frutos de maíz (choclo) que compra?

Si ( ) no ( )

4.- ¿Conoce usted si se aprovecha las aguas residuales de lagunas de oxidación del sector para el riego de los cultivos de maíz?

Mucho ( ) poco ( ) nada ( )

5.- ¿Se le ha presentado enfermedades de origen infecciosa por consumo de productos contaminados Maíz (Choclo).

Si ( ) no ( )

Cuales.....

# FOTOGRAFIA

## OPERACIÓN DE LA PLANTA



## REJAS Y DESARENADOR DEL AFLUENTE (PROCESO PRIMARIO)



## AFLUENTE



**CANALES DE DISTRIBUCIÓN HACIA LAS PISCINAS ANAERÓBICAS CON (BACTERIAS INCORPORADA)**



**TANQUES ANAERÓBICOS**



**CONTROLES PERIODICOS DEL PH EN LOS TANQUES ANAERÓBICOS**





## FILTROS



## LAGUNA DE MADURACIÓN



## LAGUNA DE MADURACIÓN



**LAGUNA DE FLUJO TIPO PISTON**



**EFLUENTE FINAL DE LAS AGUAS RESIDUALES QUE DESCARGA AL RIO JIPIJAPA**



**EFLUENTE DE LA LAGUNA DE OXIDACION AGUAS ARRIBA DEL RIO JIPIJAPA**



**BOMBEO DEL AGUA RESIDUAL DEL RIO JIPIJAPA A L OS CULTIVOS DE MAIZ**



**CULTIVO DE MAIZ IRRIGADO CON AGUA RESIDUAL**



**CULTIVO DE MAIZ IRRIGADO CON AGUA RESIDUAL**



**CULTIVO DE MAIZ IRRIGADO CON AGUA RESIDUAL**



**TOMA DE LA MUETRA DEL MAIZ PARA ANÁLISIS EN EL LABORATORIO**



**TOMA DE MUESTRA DEL AGUA EN UNA DE LAS MANGUERAS PARA ANÁLISIS EN EL LABORATORIO**



**TOMA DE MUESTRA DEL AGUA EN UNA DE LAS MANGUERAS PARA ANÁLISIS EN EL LABORATORIO**



**TOMA DE LA MUETRAS DE AGUA PARA ANÁLISIS DEL LABOLAB.**



**TOMA DE MUESTRA DE AGUA PARA ANÁLISIS**



FOTO PANORÁMICA SATELITAR DE LAS ZONAS AGRICOLAS IRRIGADAS CON AGUA RESIDUAL

