

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA CALIDAD DE AGUA QUE ACCEDE A LA PLANTA DE TRATAMIENTO CASIGANA EP EMAPA-AMBATO Y ESTRATEGIAS PARA EVITAR SU CONTAMINACIÓN

Andrea Tirado^{1/} y Ramiro Velastegui^{2/}

1/ Tesis Ing. Bioq., Carrera de Ingeniería Bioquímica, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. E-mail: : ti_andy4@hotmail.com

2/ Profesor, Ing. Agr., MSc, PhD, Carrera de Ingeniería Bioquímica, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. E-mail: rvelasteguis@yahoo.com

Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Ambato – Ecuador, Telf:593-32400989, Fax 593-32400998.

Resumen

El agua que accede a la Planta de Tratamiento Casigana o también conocida como agua cruda, proviene del canal Ambato-Huachi-Pelileo el que consta de algunos tipos de acceso como es la captación o inicio del Canal en Manzana Guayco, seguido de otro punto que es Quebrada de Pataló sector Juan Benigno Vela, Huachi San José es otra abertura del canal, hasta finalmente llegar a la planta.

El presente estudio tuvo como propósito fundamental caracterizar la calidad del agua del canal utilizando análisis fisicoquímicos y microbiológicos para así compararlos con los valores permisibles según el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS). La caracterización del agua consistió en analizar 25 parámetros diferentes, durante dos etapas (lluviosa y seca), esto es de vital importancia debido a que en toda su trayectoria o recorrido presenta agentes o actividades que contaminan el agua.

Ciertos parámetros como amonio, detergentes y coliformes fecales sobrepasaron los límites máximos permisibles establecidos por la legislación ambiental vigente. De acuerdo a todos los resultados se pudo determinar la calidad del agua y utilizando estrategias adecuadas se podrá evitar su contaminación.

Summary

The water entering Casigana's water Treatment Plant, also known as raw water comes from Ambato-Huachi-Pelileo's ditch, which consists of some types of access such as the uptake or the start of the Manzana Guayco's ditch, followed by another one that is

Quebrada de Patalo (Juan Benigno Vela), Huachi San Jose is another ditch gap, until finally reaches the plant.

This study the main purpose was to characterize the water quality of the ditches using physicochemical analysis and microbiological so we can compare with the permissible values according to the Unified Text of the Secondary Environmental Legislation (TULAS). The characterization of the water was to analyze 25 different parameters, for two stages the first taken on rainy season, and the second on dry season, this was of vital importance because throughout the stream or water's route has water-polluting factor's activities.

Certain parameters such as sulfates, ammonia, detergents and fecal coliforms over passed the limits set by environmental legislation. In accordance with all the results we can determine the quality of water, and using proper strategies we could avoid contamination of the ditches.

1. Introducción

La contaminación del agua puede proceder de fuentes naturales o de actividades humanas. En la actualidad la más importante, sin duda es la provocada por el hombre. El desarrollo y la industrialización suponen un mayor uso de agua, una gran generación de residuos muchos de los cuales van a parar directamente al agua.

La contaminación de origen humano se concentra en zonas concretas y, para la mayor parte de los contaminantes, es mucho más peligrosa que la natural. Los trabajos agrícolas producen vertidos de pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos de animales y plantas que contaminan de una forma difusa pero muy notable las aguas razón por la cual es de suma importancia realizar una caracterización previa de la calidad del agua para disminuir su contaminación y tratar que el agua que ingresa a las diferentes plantas de tratamiento sea lo más limpia posible, ayudando así a los procesos de desinfección.

Aunque existen innumerables reportes sobre la contaminación del agua, estos datos no son suficientes para determinar el impacto sobre el medio ambiente. Se necesita dirigir los esfuerzos al estudio de métodos que ayuden a disminuir significativamente la concentración de desechos tóxicos en aguas generados por diferentes actividades (García, 2002).

La planta de tratamiento Casigana tiene una capacidad de 300 litros por segundo y funciona con las aguas del canal Ambato-Huachi-Pelileo.

Utiliza productos químicos de alta calidad que no afecten a la salud y que permiten a que el agua llegue a los hogares totalmente purificada. Se destaca el papel que cumplen los laboratorios de análisis que sirven para estudiar la calidad del agua y detectar cualquier anomalía.

2. Materiales y Métodos

La caracterización fisicoquímica y microbiológica se realizó mediante análisis en el Laboratorio de control de

calidad de aguas de la EP EMAPA-Ambato respecto a los siguientes parámetros: color, olor, temperatura, pH, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, turbiedad, salinidad, dureza, sulfatos, amonio, amoníaco, cianuro, nitratos, nitritos, fluor, fósforo, fosfatos, hierro, detergentes, DBO5, DQO, cromo, manganeso, coliformes fecales y coliformes totales. Además, como referencia, en los recorridos en el canal se realizaron análisis "in situ" sobre: condición climática, pH, temperatura del agua, conductividad eléctrica, turbiedad, sólidos totales disueltos y salinidad.

Diseño Experimental

Se aplicó el diseño de Bloques Completamente Aleatorizado.

Factores en estudio fueron los bloques que corresponden a las semanas en que se tomaron las muestras durante dos diferentes épocas (lluviosa y seca) y los tratamientos los lugares o puntos de acceso al canal, en los que se obtuvo un promedio para cada parámetro fisicoquímico y microbiológico.

Bloques: Semanas

1. Semana 1
2. Semana 2
3. Semana 3
4. Semana 4

Tratamientos: lugares

1. Manzana Guayco
2. Quebrada de Pataló
3. Huachi San José
4. Planta Casigana

Identificación del origen y la trayectoria de las aguas que ingresan a la planta de tratamiento Casigana EP EMAPA-Ambato

Se identificó la cadena de trayectoria y los diferentes puntos de acceso al canal mediante recorridos realizados con personal autorizado de la empresa.

Puntos de origen y trayectoria:

- Manzana Guayco.
- Quebrada de Pataló
- Huachi San José
- Planta Casigana.

Determinación de las fuentes de contaminación

La determinación de las fuentes de contaminación se ejecutó mediante la observación directa con el objeto de estudio en distintos escenarios y ambientes.

De acuerdo a la trayectoria del canal y los puntos de acceso, las posibles fuentes de contaminación se pueden presentar por residuos de heces de animales, lavado de frutas y hortalizas, lavado de equipos de aplicación de pesticidas y otros agroquímicos y residuos de tierra cuando hay lluvia y escorrentía.

Calificación de la calidad del agua

La calificación de la calidad del agua se basó en análisis fisicoquímicos y microbiológicos.

Para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua del canal se tomó como referencia los factores indicativos de contaminación de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Libro VI Anexo 1 (TULAS).

La calificación de la calidad del agua se basó en el índice de calidad del agua, que tiene como propósito simplificar en una expresión numérica las características positivas o negativas de cualquier fuente de agua en la investigación sobre calificación y evaluación de la calidad del agua de la acequia Albornoz-Naranjo, Pelileo, Tungurahua (Velasteguí y colaboradores, 2012):

Calificación:

- 0= Agua sin contaminación.
- 1= Agua ligeramente contaminada.
- 2= Agua medianamente contaminada.
- 3= Agua con contaminación preocupante.
- 4= Agua muy contaminada.

3. Resultados y Discusión

Se trabajó en una época lluviosa porque el incremento de agua en el canal es notorio gracias a la presencia de lluvias que influye en los resultados de los parámetros analizados. La mayoría de resultados de los análisis se presentaron dentro de los límites permisibles de TULAS con la excepción de amonio, detergentes y coliformes fecales con niveles escasamente mayores en dos puntos específicos del canal como son Quebrada de Pataló y Huachi San José.

En la época seca debido a la disminución de lluvias, se detectó la presencia de mayores concentraciones de sustancias que sobrepasaron los límites permisibles según TULAS. Al igual que en la época lluviosa se evidenció que existe un mayor grado de contaminación en los dos puntos del canal que son Quebrada de Pataló y Huachi San José, lo cual se debe a la presencia de actividades agropecuarias especialmente de ganadería. En Huachi San José, existe una gran cantidad de sembríos de frutas y hortalizas y el lavado de estos vegetales así como el enjuague de recipientes con residuos de pesticidas agrícolas.

Parámetros Fisicoquímicos

Potencial de Hidrógeno

El valor de pH en aguas debe estar entre 6 y 9, según la Norma de Calidad Ambiental y Descargas de Efluentes (TULAS). Por lo que durante los meses que se monitorea el canal y su cadena de trayectoria, la mayoría de los valores de potencial de hidrógeno estuvieron dentro del rango permisible, tanto en la toma de la muestra in situ con valores entre 8,38 y 8,53 durante la época lluviosa y la época seca, como el análisis en el laboratorio, con un aumento notorio en el mes de mayo (época lluviosa). Los lugares que presentan mayores valores de pH son Quebrada de Pataló y Planta Casigana, probablemente por la presencia de sales de bases fuertes y ácidos débiles como Na_2CO_3 (Orozco, 2005) que incrementan el pH.

Durante la época seca se identifica también un aumento en el mes de

agosto, esto es perjudicial ya que si el pH aumenta se verán afectadas bacterias que no soportan pH mayores a 9.5 o menores a 4.0 y son ellas las que ayudan a la degradación de ciertos contaminantes (Ramos, 2012).

Conductividad Eléctrica

La conductividad presenta valores entre 247 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y 298 $\mu\text{s}/\text{cm}$ época lluviosa y época seca, tomando en cuenta que el valor de la conductividad es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos (Herrera, 2010). Es decir cuanto mayor sea dicha concentración, mayor será la conductividad, según Dorronsoro (2001), indica que valores de 250 $\mu\text{s}/\text{cm}$ se trata de una clase de agua excelente, mientras que valores entre 250 y 750 $\mu\text{s}/\text{cm}$ agua buena, en este caso la conductividad se presenta dentro de estos dos rangos. Hablando así de calidad de agua excelente durante la época lluviosa y agua buena en la época seca, afirmando que el cambio climático si influye en la contaminación y calidad del canal.

Sólidos Totales Disueltos

Los valores de Sólidos Totales Disueltos del canal no presentan mucha variación entre sus muestreos y entre los diferentes lugares de acceso 119,13 mg/L y 146,45 mg/L, señalando lo antes mencionado que es directamente proporcional a la conductividad eléctrica (Herrera, 2010). Además al hablar de este parámetro se refiere a la medida específica del total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros por lo que Dorronsoro (2001), indica que valores de 175 mg/L es un tipo de agua excelente que nos sobre pasa los límites permisibles.

Salinidad

La salinidad del agua es un parámetro secundario, no es obligatorio corregir el problema, por el organismo que se encarga del suministro del agua. Especialmente cuando se presentan valores muy bajos como los obtenidos que son de 0.1 ppm sin ninguna variación. Razón por la que este factor no

fue tomando como ente contaminante del agua.

Temperatura

Los datos de temperatura se tomaron al momento de recoger las muestras, es decir en horas tempranas (08h00-10h00 am), por lo cual se registra mínima variación de un muestreo a otro (17,88-18,33 °C) época lluviosa, (18,10-20,39°C) época seca, a pesar que a esta horas la temperatura ambiental es baja, al llegar al laboratorio las muestra no presentan un incremento de temperatura ya que se trata de trabajar con las mejores condiciones ambientales tanto en temperatura como en humedad. Comparando estos valores con los límites permisibles según TULAS se encuentran dentro del rango, sin embargo en épocas secas la temperatura comienza a aumentar durante el día por la presencia del sol, con lo que disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumento en general las sales (Orozco, 2005).

Turbiedad

La turbiedad es una medida en la cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión; mide la claridad del agua. La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua (Casillas, 2010). Por lo que se tomó como parámetro para identificar la contaminación del canal. Durante la época lluviosa según ANOVA existe diferencia en el tiempo (semanas) de muestreo ya que unos días llovía más que otros. Mientras que en la época seca los valores disminuyeron y se logró identificar los lugares de contaminación gracias a que los tratamientos que fueron significativos (ANOVA), evidenciando que Manzana Guayco y Quebrada de Patalo presentan mayores agentes contaminantes.

Dureza

La dureza, por lo general, se expresa como el número equivalente de miligramos de carbonato de calcio (CaCO_3) por litro (Prieto, B. 2012). El agua tomada de los diferentes puntos de acceso del canal y en diferentes épocas no presenta valores mayores al límite

permisible. Un agua de dureza de 60 mg/L de CaCO₃ se considera blanda. Si la dureza es superior a 270 mg/L de CaCO₃, el agua se considera dura. De acuerdo a los resultados conseguidos (60 mg/L) para este parámetro se trata de agua blanda que aumenta ligeramente cada semana del mes de mayo, julio y agosto.

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Comparando con el límite máximo permisible (250 mg/L) según (TULAS), el agua del canal Ambato-Huachi-Pelileo, cumple la norma desde el principio de la evaluación, sin embargo se determinó que en el punto número dos de acceso al canal (Quebrada de Patalo) presenta un incremento en sus valores demostrando que existen focos de contaminación. Esto cuando se habla de época lluviosa. Analizando los valores finales, de la época seca (126,50 mg/L) en Huachi San José se puede afirmar que también aumenta la contaminación, pero no sobrepasa los límites.

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5)

La Demanda Biológica de Oxígeno es uno de los parámetros de mayor importancia en el estudio y caracterización de las aguas no potables. Los valores de la DBO5 son aceptables ya que se encuentran por muy debajo (0 mg/L) del límite máximo permisible (100 mg/L) en el transcurso de la primera etapa en el que se evaluó continua el agua del canal. En la época seca incrementan con valores de (12,25 mg/L) lo que indica que existe mayor cantidad de microorganismos que utilizan oxígeno disuelto para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua, con esto se comprueba mayor grado de contaminación (Gómez, 2012).

Sulfatos

El sulfato (SO₄) se encuentra en casi todas las aguas naturales. El sulfato es uno de los principales constituyentes disueltos de la lluvia. Una alta concentración de sulfato en agua potable tiene un efecto laxativo cuando se combina con calcio y magnesio, los dos

componentes más comunes de la dureza del agua (Gómez, 2012). Según ANOVA varían en los diferentes lugares de acceso al canal y las semanas lo que demuestra que estos factores si influyen en la caracterización encontrando valores mayores de este parámetro en el sector de Huachi San José durante la época lluviosa. En la época seca se observa disminución en los valores de sulfatos lo que si concuerda con lo mencionado por Gómez (2012), debido a la ausencia de lluvias, sin embargo Manzana Guayco y Quebrada de Patalo también están contaminados por sulfatos.

Amonio

Los valores de Amonio en los diferentes lugares de muestreo si sobrepasan los límites permisibles de acuerdo al TULAS (0,05 mg/L). El amonio, que en gran medida se incorpora al agua procedente de las redes de saneamiento, es otro de los compuestos significativos a la hora de evaluar la calidad de las aguas. Al observar el Análisis de Varianza existió diferencia en el factor Bloques, las semanas (tiempo) en la época lluviosa, mientras que en la época seca se encuentra diferencia en el factor Tratamientos. El tiempo y los lugares si influyen en la variación de este parámetro y la contaminación del canal, especialmente en Huachi San José en el que se encuentran valores mayores posiblemente detectados por los procesos antes mencionados.

Amoniaco

El amoniaco en el canal se presentó bajo los límites permisibles, durante la época lluviosa existen elevaciones en sus valores especialmente en las últimas semanas de cada mes, por la poca precipitación de lluvias. Además en determinados lugares de su trayectoria: Huachi San José y Planta Casigana si existen incrementos en sus valores recalando, que esto se debe a que las aguas superficiales bien aireadas generalmente contienen poco amoniaco, aguas poco polucionadas de cauces naturales no suelen presentar más de 1 mg/L. Niveles superiores de amoniaco son indicativos de una contaminación

reciente. La principal fuente de contaminación de amoníaco son las aguas residuales. En las aguas residuales, el amoníaco proviene de la descomposición de la urea, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (Aznar, 2000).

Cianuros

El cianuro es un contaminante que se origina principalmente en los procesos metalúrgicos, galvánicos y otros procesos industriales como la extracción de oro y plata. Los cianuros son compuestos potencialmente tóxicos, es por ello que resulta de suma importancia determinar la presencia de este compuesto en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas. Sin embargo el canal Ambato-Huachi-Pelileo no presenta valores mayores a 0,0048 mg/L no exceden los límites permisibles establecidos. Y no presentan mucha variación con la presencia o ausencia de lluvia.

Nitratos

Las variaciones de este parámetro se presentaron en los lugares de acceso durante las dos épocas en Huachi San José y en la Quebrada de Patalo, indicando que las semanas (tiempo) no influyen directamente. De acuerdo a las investigaciones realizadas por Aznar (2002), se afirma que los nitratos (NO_3^-) son sales muy solubles, derivadas del nitrógeno, que se pueden encontrar principalmente del empleo de fertilizantes nitrogenados, excretas de animales, descargas de desechos sanitarios e industriales, y del uso como aditivos alimentarios (conservas de pescado y carnes). Concordando con las fuentes de contaminación que rodea estos lugares.

Nitritos

Nitrito son compuestos de nitrógeno relacionados que se encuentran en el suelo, el agua, las plantas y los alimentos de forma natural. Se forman cuando los microorganismos del entorno descomponen materiales orgánicos, como plantas, estiércol de animales y aguas residuales (Aznar, 2000).

En el agua, es más habitual encontrar nitratos que nitritos. Sus valores en la trayectoria del agua del canal no fueron

mayores a los límites establecidos 1 mg/L, pero existen valores mayores en la captación del canal que corresponde al sector de Quindivana en Manzana Guayco.

Flúor

El flúor es un elemento relativamente abundante en la naturaleza y forma compuestos con la mayoría de los elementos. Es demasiado reactivo para existir en su estado elemental en la naturaleza. Los límites según TULAS son de 1,5 mg/L. En este caso de estudio ningún muestreo sobre pasa estos límites a excepción del agua que ingresa a la Planta Casiga que presenta valores mayores (0,55 mg/L) a los de los demás puntos de acceso. Sin embargo si se evidencio un incremento durante la época seca sin sobre pasar los límites permisibles.

Color

El agua inicialmente presento un color turbio debido principalmente a la tierra, con valores muy bajos durante el mes de abril, con el transcurso del tiempo y escasez de lluvias aumento considerablemente su color, esto se debe a los deshielos presentes en el volcán Chimborazo, el agua baja arrastrando todo el material presente en las rocas que pueden tener en su composición un elevado contenido de metales (hierro y magnesio sobretodo), presentándose así de un color ladrillo con valores de 40 unidades de color sin sobre pasar los límites permisibles (Seoanez, 2007).

Manzana Guayco y la Quebrada de Patalo son los dos lugares en donde el color se presenta con mayores valores por ser los primeros puntos de recorrido del agua.

Fósforo

Este parámetro se presenta muy bajo con relación a lo establecido en los límites (10 mg/L). Se encuentra relacionado con la cantidad de detergentes, el fósforo proviene de diferentes fuentes como de aguas residuales de procesos agrícolas, industriales y aguas residuales domésticas (Aznar, 2000).

Fosfato

Los fosfatos son la forma más habitual de encontrar el fósforo en el agua (Aznar, 2000). Al igual que el fosforo presentan valores bajos 0,64 mg/L y 1,53 mg/L en época lluviosa y época seca. El origen de dicha presencia puede ser muy variado, se añaden en algunos tratamientos de aguas, o como caso más habitual es en forma de aditivo a detergentes para el lavado de la ropa o limpieza en general.

Hierro

El hierro es un elemento común en la superficie de la tierra. A medida que el agua se filtra o sigue su recorrido por el suelo y las piedras puede disolver este mineral y acarrearlo. Es el responsable del color rojizo del agua (Aznar, 2000). Por ser un factor importante en la calidad del agua fue analizado estadísticamente presentando variaciones en el tiempo durante la época lluviosa, este factor está ligado al color del agua, mientras mayor contenido de hierro encontremos, mayor será el color del agua, lógicamente los valores de hierro y el color del agua disminuyen con la presencia del sol en la época seca.

Olor

Los compuestos tanto químicos como orgánicos presentes en el agua pueden dar olores muy fuertes, aunque estén en muy pequeñas concentraciones (Seoanez, 2007).

Cuantitativo: Se determinó el olor umbral de cada muestra, reconociendo que este no presenta muchas variaciones en los lugares de la trayectoria del agua del canal, pero si se observa un incremento en el mes de mayo y agosto en donde existen cambios climáticos.

Cualitativo: El olor cualitativo se presente de acuerdo a descripciones características de olor análogo entre las que encontramos con mayor frecuencia un olor terroso que corresponde a tierra húmeda, propio por la presencia de lluvias y la ausencia de sustancias

nocivas o desagradables en la trayectoria del canal.

Manganeso

El manganeso se encuentra en una serie de minerales de diferentes propiedades químicas y físicas, pero nunca se encuentra como metal libre en la naturaleza (Aznar, 2000). En el análisis de las muestras del canal los valores de manganeso siempre fueron 0 durante todo el tiempo de estudio.

Cromo

El cromo es un metal que se halla espontáneamente en el agua, el suelo y las rocas. También se lo encuentra en los cultivos y como residuo en los suelos agrícolas. Los niveles que se encuentran en el agua por lo común son bajos, menores a 0,05 mg/L esto si se cumple en el estudio realizado del canal Ambato-Huachi-Pelileo ya que el cromo en general es de baja solubilidad (Aznar, 2000), sin embargo existe un incremento en dos sectores que son Quebrada de Pataló y Huachi San José en el mes de mayo y agosto por lo antes mencionado en parámetros como color.

Detergentes

Este parámetro es de gran importancia, pues en concentraciones altas dificulta la vida acuática inhibiendo el proceso de la fotosíntesis, originando la muerte de la flora y la fauna acuáticas. Los niveles iniciales de detergentes en las aguas de Manzana Guayco fueron de 0,44 mg/L siendo el límite máximo permisible 0,5 mg/L. Si bien no excede este valor pero si existe una cantidad considerable. En la Quebrada de Pataló si presenta valores mayores de 0,71 mg/L, en Huachi San José aumenta de igual forma a 0,86 mg/L indicando que existen mayores contaminantes en este lugar. Y finalmente el agua que ingresa a la Planta Casigana presenta un valor de 0,86 mg/L sin incrementar mucho su valor pero si sobrepasando los límites. Con la presencia de sol los niveles de concentración de ciertos reactivos aumentan como se identifica en este factor, cuyos valores aumentaron considerablemente: Manzana Guayco

0,65 mg/L, Quebrada de Pataló 0,74 mg/L, Huachi San José 0,92 mg/L y Planta Casigana 0,90 mg/L. Siendo este un factor muy importante para ser tratado y evaluado con mayor frecuencia, está relacionado además con los valores de dureza del agua.

Parámetros Microbiológicos

Coliformes Totales

Las bacterias totales presentaron valores bajos cumpliendo la Norma Ambiental, siendo estas uno de los parámetros más importantes en vista de que son causantes de varios impactos ambientales negativos (Romero, 2007). De acuerdo al Análisis de Varianza presentan diferencia significativa en el tiempo durante la época lluviosa aumentando conforme las lluvias disminuían. También presentan diferencias en los tratamientos tanto en la época lluviosa como en la época seca lo que ayuda a identificar que zonas del canal están mayormente contaminadas por coliformes fecales. Estos lugares son Quebrada de Patalo y Huachi San José, lo que resulta algo lógico debido a las actividades industriales y domesticas de los sectores.

Coliformes Fecales

Las coliformes fecales son bacterias más peligrosas que proceden de los excrementos de los animales y los seres humanos, por lo general a través de sistemas sépticos mal mantenidos o construidos, de grietas en los tuberías de aguas negras o de excrementos de animales en la proximidad de una fuente de agua (Romero, 2007).

El patrón de abundancia presentado por estos organismos es superior al observado para el caso de los coliformes totales, inicialmente los datos reportados fueron bajos con el transcurso del tiempo y el cambio climático se elevó. Durante las dos épocas de muestreo mostraron diferencias significativa en el tiempo (época lluviosa) y en los lugares (época lluviosa y seca) detectando también que en Manzana Guayco, Quebrada de Pataló y Huachi San José este parámetro analizado sobre pasa los límites permisibles según TULAS.

Calificación del agua del canal

De acuerdo a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos estudiados a lo largo de la investigación se señala que el agua del canal en su origen y trayectoria durante la época lluviosa se presenta LIGERAMENTE CONTAMINADA (1) sin sobrepasar los límites establecidos, mientras que durante la época seca y el aumento de la concentración de los factores estudiados el agua se presenta MEDIANAMENTE CONTAMINADA (2)

Estrategias para evitar la contaminación del agua del canal

Para disminuir y ojalá evitar la contaminación del agua del canal se necesitan aplicar:

1) Motivación a los habitantes de las riberas del canal a fin de que se tome real conciencia sobre los peligros de la contaminación del agua y las medidas para su control.

2) Educación, capacitación y entrenamiento de dicho conglomerado humano sobre lo mencionado.

3) La aplicación supervisada de los métodos que eviten la contaminación del agua del canal mediante: buenas prácticas en las actividades agropecuarias, en el cultivo de frutales y hortalizas y en el lavado de las mismas y de recipientes para que dichas actividades sean realizadas sin que contaminen el agua del canal.

4) La siembra de barreras naturales en base a plantas de cultivo denso (ej. pasto kikuyo, pasto millín, etc.) en los bordes del canal para evitar que aguas de lluvia arrastren residuos de tierra al canal.

5) Construcción de canales de cemento en los dos bordes del canal para evitar lo señalado.

6) Construcción de cajas filtro de sedimentación de flujo horizontal para detener tierra arrastrada por el agua del canal en sitios específicos que lo requieran. Los filtros de sedimentación de flujo horizontal actúan como pantalla para remover partículas, son indicados para reducir partículas en suspensión, sólidos en suspensión, materia orgánica y

organismos patógenos presentes en el agua cruda.

Figura No.1 Comparación de Parámetros medidos en el agua potable con los diferentes lugares de acceso al Canal Ambato-Huachi-Pelileo durante la época lluviosa.

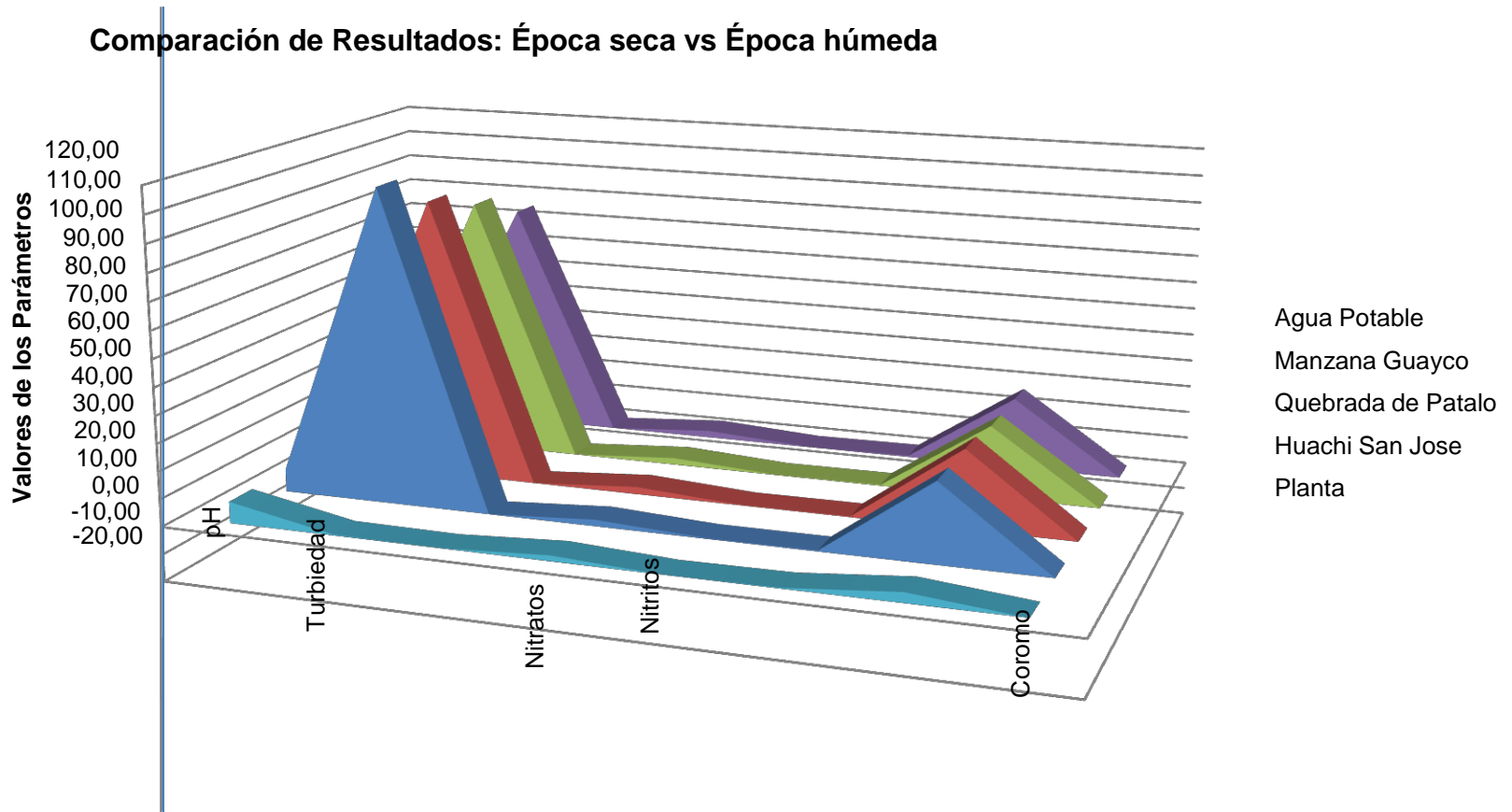
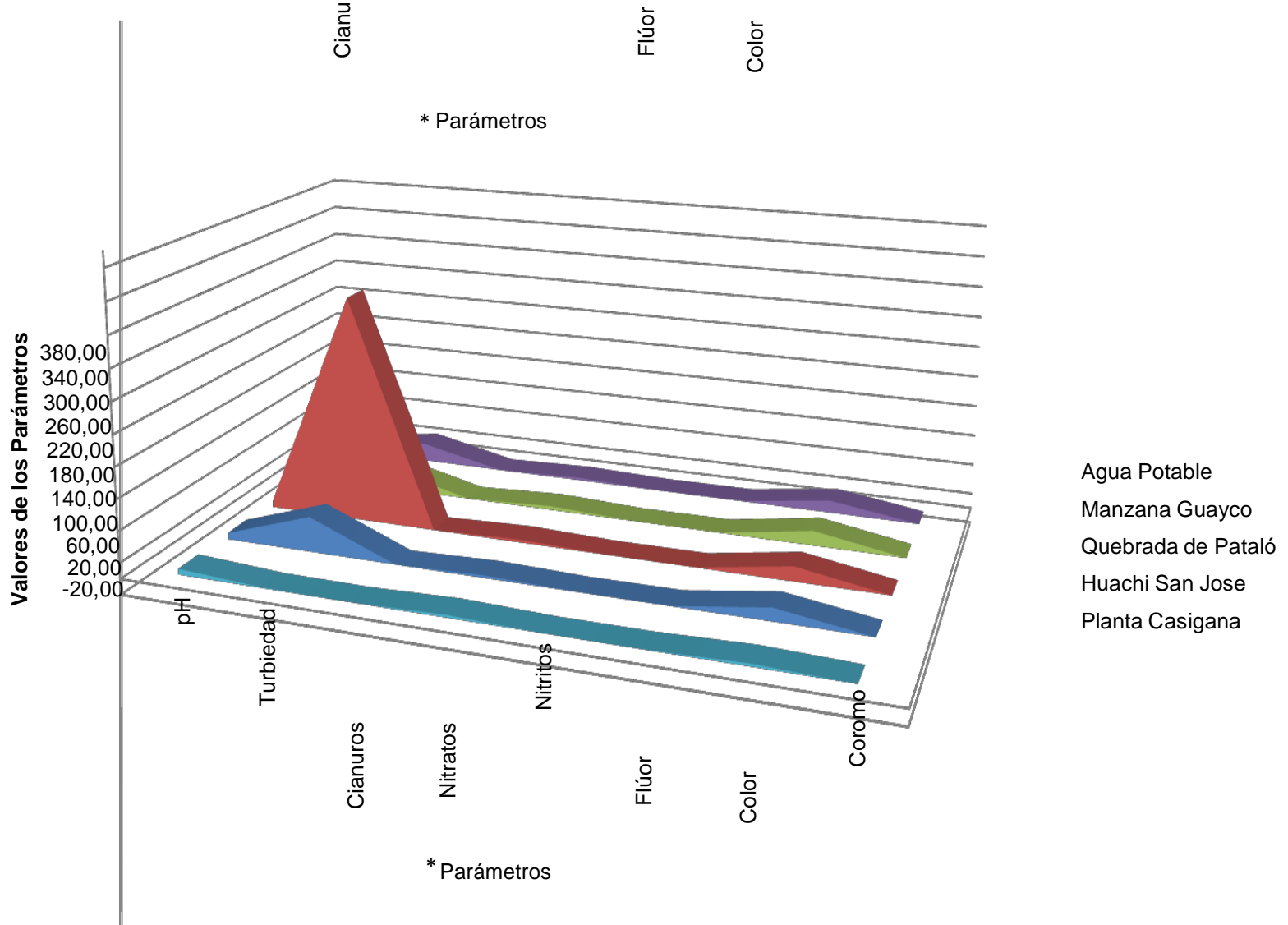


Figura No.2 Comparación de Parámetros medidos en el agua potable con los diferentes lugares de acceso al Canal Ambato-Huachi-Pelileo durante la época seca.



Elaborado por: Andrea Tirado, 2013.

4. Referencias

Andreo, Sebastián. 2011. Dureza del agua Disponible en: <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/DurezaAg.htm>

Aznar, Antonio et al. 2000. Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas. Instituto Tecnológico de Química y Materiales. "Álvaro Alonso Barba". Revista Gestión Ambiental. Vol. 2(23) pp. 12-19

Casillas, Lorena. 2010. Turbidez del agua. Disponible en: <http://filtrosyequipos.com/breves/turbidez.pdf>

Dorronsoro, Carlos. 2001. Contaminación de suelos por sales solubles. Disponible en: http://www.fcca.es/static_media/file_uploads/Salinidad_del_agua_de_riego1.pdf

Fiallos, Liliana. 2011. Innovación biológica para la depuración de aguas contaminadas en la estación "El Peral", EMAPA-AMBATO. Tesis de Ingeniera Bioquímica, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. pp 24-30

García, Girbau y Mason. 2002. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Disponible en: <http://www1.ceit.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/00General/IndiceGral.html>

Gómez, Eduardo. 2012. Parámetros físico-químicos. Disponible en: <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-salinidad.pdf>

Herrera, N. 2010. Determinación de sólidos en todas las formas. Manejo y Calidad de Aguas. Practica 1.Unidad Guasave. pp 67

Orozco C, Pérez A, Gonzales M, Vidal F & Alfayate J. 2005. Contaminación Ambiental. Una visión desde la Química.

Tercera Edición. Editorial Thompson. Madrid –España. pp 281-287.

Prieto, Blanco. 2012. Dureza del agua. Disponible en: http://www.ecured.cu/index.php/Dureza_del_agua

Ramos, Ángela. 2012. Calidad y normatividad del agua para consumo humano. Disponible en: <http://www.pnuma.org/recnat/esp/documentos/cap5.pdf>

Romero, J. 2002. Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño. Segunda Edición. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia. pp. 18-23, 50-58, 62-65

Velasteguí, R. y colaboradores. 2012. Calificación y evaluación de la calidad del agua de la acequia Albornoz-Naranjo, Pelileo, Tungurahua. UTA, Ambato, Ec. v/v