

Efecto del vertido directo de las aguas mieles en la calidad físico-química del agua de la Subcuenca del Río Jigüina, Jinotega

Diana López Castillo

Resumen: Se hizo un estudio sobre el efecto que causa el vertido directo de las aguas procedentes del beneficiado húmedo del café en la calidad físico-química del agua de la Subcuenca del río Jigüina, ubicada principalmente en el municipio de Jinotega, Nicaragua.

El trabajo comprendió tres etapas de muestreo: diciembre del 2007 (inicios de la cosecha cafetalera), enero del 2008 (máxima producción del café o días pico) y junio del 2008 (época de invierno), para ello se seleccionaron cuatro microcuencas, en cada una de las cuales se muestrearon tres puntos, cabecera o parte alta de la misma, punto de vertido y antes del encuentro del tributario con el dren principal de la Subcuenca, con el fin de evaluar el comportamiento de los componentes de las aguas mieles en gradientes altitudinales.

Además se tomó la parte alta de la Subcuenca como punto de referencia de la calidad natural de las aguas del Río Jigüina y el punto de desagüe de la misma, este último para evaluar el efecto acumulativo de las variables estudiadas. También se hizo un monitoreo de los componentes de las aguas mieles del café procedentes del beneficiado húmedo del mismo.

Los resultados de los indicadores físico-químicos demuestran una clara incidencia del vertido de las aguas mieles sin previo tratamiento en la calidad natural de las corrientes de agua superficiales de la Subcuenca del Río Jigüina. Dicho efecto se manifiesta desde los inicios de la cosecha cafetalera en el mes de diciembre y esto se agudiza aún más en la época de máxima cosecha en el mes de enero. En este último caso los valores medios de los parámetros físico-químicos encontrados en las aguas son: pH 4.9, una Conductividad Eléctrica de 129.5µS/cm, una Temperatura de 25.1°C, Sólidos Suspensos 23.8mg/l, Turbidez 3.9UNT, Oxígeno Disuelto de 7mg/l, Demanda Bioquímica de Oxígeno 5.3mg/l, Demanda Química de Oxígeno 94.4mg/l, Nitratos 1.3mg/l, Nitritos 0.006mg/l y Fósforo Total 0.076mg/l.

La microcuenca Sajonia manifiesta afectaciones significativas en comparación con las demás microcuencas principalmente en los parámetros de Conductividad eléctrica y Demanda Química de Oxígeno. En cambio en la microcuenca El Uno hay afectación significativa en el pH y Fósforo Total. En la microcuenca Palo Blanco La Sultana en Temperatura, Sólidos Suspensos, Nitratos y Nitritos. Y en la microcuenca Las Mercedes en Turbidez, Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno.

Espacialmente la afectación en las cuatro microcuencas muestreadas es diferente, ya que en Sajonia la parte más afectada es la alta, en cambio en El Uno la zona más afectada es la parte media, es decir el punto de vertido directo de las aguas mieles, en Palo Blanco La Sultana el mayor deterioro aparece en su parte baja y en Las Mercedes ocurre en su parte alta. Por lo que la microcuenca más afectada por el vertido de las aguas mieles es la microcuenca El Uno y la menos afectada es la microcuenca Sajonia.

Palabras Claves:

Café, Beneficiado, Calidad del Agua, Variación Temporal y Espacial y Microcuencas.

I. Introducción:

El agua es un recurso natural imprescindible para el desarrollo de la humanidad, más si se trata de agua potable. No hay proceso terrestre ni biológico que no la involucre de alguna manera, directa o indirectamente. A través del tiempo el aprovechamiento del agua ha evolucionado con las sociedades en el marco de distintas concepciones sobre los propósitos y modelos de progreso socioeconómico.

Debido a la falta de modelos de gestión adecuados para el manejo de los residuos provenientes de nuestras actividades, a la falta de conciencia de la población y por un atraso cultural, tradicionalmente los cuerpos de agua superficiales se han utilizado como vertederos, concretamente de basuras, pesticidas, metales pesados, aguas residuales domésticas e industriales, incluyendo en este último caso las procedentes del beneficiado húmedo del café. (Frers, 2005). Actualmente muchas aguas están contaminadas hasta el punto de hacerlas peligrosas para la salud humana y dañinas para la vida.

* Artículo de la tesis para optar al título de Master en Medio Ambiente y Recursos Naturales con mención en Gestión Urbana y Rural presentada por Diana López Castillo el 06-07-2009.

El cultivo de café es de mucha importancia, tanto a nivel mundial como a nivel nacional, por los múltiples beneficios que se obtienen a partir del mismo. Ha sido y es el rubro principal de exportación en Nicaragua, representado consistentemente alrededor del 25% del valor total de las exportaciones agrícolas del país. (González, et al. 2007). Genera a nivel mundial más de 20 millones de empleos (Aguirre, 2003) y a nivel nacional unos 280,000 puestos de trabajo. (Kruger, 2000). Por otro lado es importante mencionar que a nivel mundial 125 millones de personas dependen del café para sustento (Osorio, 2002, citado por Lara, 2005) y en Nicaragua 1 millón y medio (CEPAL, 2002, citado por Lara, 2005). A nivel mundial para el ciclo 2003/2004 se exportaron 102 millones de quintales de café oro y en Nicaragua 140.1 millones, lo que implica una entrada de divisas al país de 9 807 millones de dólares (\$70.00/qq oro). (IICA, 2004).

Es importante destacar que en el departamento de Jinotega los trabajos relacionados con el impacto del vertido de las aguas mieles procedentes del beneficiado húmedo del café en los parámetros fisicoquímicos de las aguas en los cuerpos receptores han sido nulos.

La presente investigación pretende conocer el efecto del vertido de las aguas mieles procedentes del beneficiado húmedo del café sin previo tratamiento sobre los parámetros fisicoquímicos de las aguas de la Subcuenca del Río Jigüina en el municipio de Jinotega como parte de las estrategias de conservación y protección de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente y mejora de la calidad de vida de los pobladores de la Subcuenca del Río Jigüina de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (MAGFOR/AECID/Jinotega) dentro del Proyecto “Mejora de Situación Socio económica de Pequeños Productores Cafetaleros”(PAP Cafetaleros).

Jinotega es uno de los departamentos de Nicaragua más favorecido en cuanto a la existencia del recurso agua. La producción de agua determina el desarrollo de centros de importancia ecológica y económica, como es la Subcuenca del Río Jigüina, la cual ofrece servicios ambientales como la recarga y descarga de los acuíferos subyacentes y además sirve de nicho para un sin número de especies de flora y fauna. (Morales, 2004).

Las principales amenazas en la Subcuenca del Río Jigüina son: la sobreutilización de tierras agropecuarias y forestales, deforestación en zonas de conservación y protección, erosión acelerada, amenaza de torrentes e inundaciones, el deterioro de fuentes de agua y la contaminación ambiental generalizada. (Helsinki, 2001, citado por POSAF, 2006).

Una de las principales causas que conllevan a esta problemática es la generación de aguas mieles producto del beneficiado húmedo del café. Es importante mencionar que la caficultura es una de las principales actividades económicas que se desarrollan en el territorio que conforma la Subcuenca del Río Jigüina, ocupando un 36.33% del total del territorio. (Morales, 2004).

Para la transformación del café de fruto a su forma comercializable, es necesario que este pase por un proceso de beneficiado, para el cual existen dos tipos, uno es el seco y el otro el húmedo. El beneficiado húmedo es el que a nivel nacional y en otros países que se dedican a la actividad cafetalera causa grandes problemas medio ambientales, cuando a los subproductos (pulpa de café y aguas mieles) que genera esta actividad no se les implementan sistemas de manejo adecuados, a pesar que en Nicaragua según la “Norma Técnica Obligatoria para regular los sistemas de tratamiento de las aguas residuales y de rehuso” NTON 0502705, establece que el generador de residuos líquidos es el responsable de la generación y tratamiento de los mismos, además que toda actividad que derive efluentes líquidos debe diseñar, construir y operar un STAR, y esta debe de cumplir con los rangos y límites máximos permisibles promedio diario establecidos en el decreto 3395 “Disposiciones para el Control Contaminación provenientes descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias” cuando sean vertidos a un cuerpo receptor (MIFIC, 2006).

Se considera que el impacto ambiental que producen estos subproductos está clasificado como severo, ya que hay, contaminación de los cuerpos de agua superficiales, presencia de malos olores, proliferación de vectores, y además hay una afectaciones sobre la biodiversidad, los suelos, los paisajes, la salud humana, la calidad de vida de las personas, la economía, entre otras. (Rappaccioli, 2005).

El beneficiado del café es el paso más trascendental dentro del proceso que conlleva a la producción de café de alta calidad. La calidad no puede mejorarse con un buen beneficiado, pero un inadecuado beneficiado puede afectar directamente la calidad del mismo. (Fischersworing, 2001). El beneficiado húmedo del café implica las siguientes actividades: despulpe, fermentación o desmucilaginado, lavado y clasificación.

El grano de café está constituido por una fina capa de mucílago de aproximadamente 0,5 a 2mm de espesor que está fuertemente adherida a la cáscara del grano de café y representa el 5% del peso seco de este. Desde el punto de vista físico, el mucílago es un sistema coloidal líquido, hidrofílico, siendo por lo tanto un hidrogel. Químicamente, el mucílago contiene agua, pectinas, azúcares y ácidos orgánicos. (Restrepo, s.f.).

Cada año se vierten en los suelos y las fuentes acuíferas de las zonas cafetaleras, volúmenes superiores a los 4 millones de m³ de aguas mieles altamente contaminantes. (El Nuevo Diario, 2007). Los productores nicaragüenses utilizan entre 1 y 4m³ de agua para procesar un quintal de café oro. (Restrepo, s.f.). Una libra de pulpa y aguas mieles de café, si caen una fuente de agua, contaminan lo mismo que dos libras de heces humanas, (Escorcia, 2007).

Con la realización de este estudio se obtendrán datos concretos de los principales parámetros fisicoquímicos que caracterizan a las aguas mieles, así como la valoración del impacto que estas agua producen al verterlas directamente en las corrientes superficiales de la Subcuenca del Río Jigüina sin previo tratamiento.

Con dicha información las autoridades competentes podrán poner en marcha programas y/o actividades en pro del mejoramiento de la calidad ambiental de toda la Subcuenca del Río Jigüina y por ende de la mejora de la calidad de vida de la población Jinotegana.

Es importante tomar en cuenta que en el municipio los controles de calidad del agua son casi inexistentes, sólo la empresa EMAJIN y a veces el MINSA los realizan pero con una frecuencia relativamente baja, ya que ellos argumentan que los costos de muestreo y/o análisis son relativamente caros y no cuentan con los recursos económicos suficientes para realizarlos con la frecuencia que la legislación establece (ISF, 2008). Y a esto hay que sumarle que en el diario La Prensa el día 8 de Abril del año 2009 se anuncia que todos los ríos del municipio están contaminados con heces fecales. (Rivera, 2009).

II. Objetivos:

2.1 Objetivo General:

Cuantificar el efecto que produce el vertido de aguas mieles procedentes del beneficiado húmedo del café en la calidad fisicoquímica del agua de la Subcuenca del Río Jigüina.

2.2 Objetivos Específicos:

1. Analizar los cambios temporales de la calidad fisicoquímica de las aguas en cuatro microcuencas de la Subcuenca del Río Jigüina.

2. Analizar los cambios espaciales de la calidad fisicoquímica de las aguas en las mismas cuatro microcuencas.

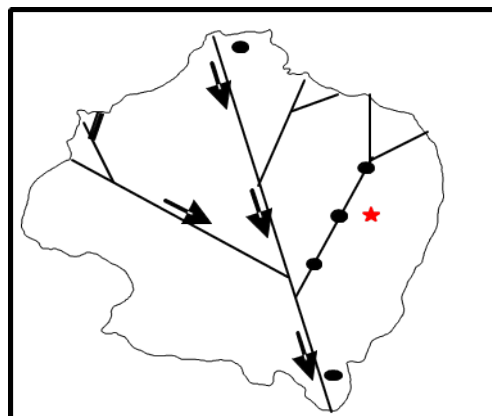
3. Valorar el efecto acumulativo de las descargas de aguas mieles en la Subcuenca del Río Jigüina.

III. Hipótesis:

El vertido de las aguas mieles procedentes del beneficiado húmedo del café provoca un efecto negativo en los parámetros fisicoquímicos de las aguas naturales de los cuerpos de receptores de la Subcuenca del Río Jigüina, al no cumplir estos con los estándares de vertido establecidos en el Decreto 3395

IV. Material y Métodos:

El presente estudio es de carácter descriptivo, ya que pretende valorar la afectación del vertido de las aguas mieles procedentes del beneficiado húmedo. La unidad del estudio es la calidad del agua, el universo la Subcuenca del Río Jigüina y la muestra las cuatro microcuencas y en cada una de ellas las partes alta (nacimiento del tributario, xa), media (beneficio, punto de vertido, xm) y baja (antes que se una con el curso principal, xb).



Los criterios que se tomaron en cuenta para la selección de las microcuencas son, 1), representatividad tanto de la parte alta, media y baja de la Subcuenca del Río Jigüina, 2), orden de corrientes de las microcuencas y 3) la conveniencia de la cercanía entre las mismas.

Etapas del estudio:

Revisión de fuentes secundarias, tales como: Censo Agropecuario, Diagnóstico del Conglomerado de Café, Caracterización Comunitaria de la Subcuenca del Río Jigüina, Diagnóstico Socioeconómico de la Subcuenca, Plan de Ordenamiento de la Subcuenca del Río Jigüina.

Fase de Campo:

Análisis de agua:

Los parámetros que se analizaron se correlacionaron con la normativa vigente en cuanto a Índices de Calidad de Agua (ICA), en este caso las normas regionales establecidas por

el Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (normas CAPRE) y en algunos casos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), valorando a partir de sus componentes el uso para consumo humano del agua de la Subcuenca del Río Jigüina, con el fin de proteger la salud de los pobladores y por ende para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los mismos.

Paralelo a ello se evalúa el cumplimiento de la normativa de vertido, Decreto 3395, “Disposiciones para el Control de la Contaminación provenientes de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias”, publicado en la Gaceta el 26 de junio de 1995, específicamente de aguas residuales provenientes del beneficiado húmedo del café sobre los cuerpos receptores, establecidos en el Arto. 38.

Toma de muestras:

La evaluación de la calidad del agua de la Subcuenca del Río Jigüina se hizo a partir de indicadores fisicoquímicos de la calidad del agua. Unos se midieron en campo para tener una imagen más real del sistema, ya que son muy sensibles a alteraciones, pero otros fue necesario llevar muestras de agua al laboratorio siguiendo los protocolos de almacenamiento y conservación de las muestras de agua para evitar la alteración de sus propiedades en dependencia de cada laboratorio.

En el campo se midió:

Conductividad (CE, uS/cm), pH y Temperatura (T° , $^{\circ}\text{C}$).

En laboratorio:

Sólidos Suspensos (SS, mg/l), Turbidez (T, UNT), Oxígeno Disuelto (OD, mg/l), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO, mg/l), Demanda Química de Oxígeno (DQO, mg/l), Nitratos (NO_3 , mg/l), Nitritos (NO_2 , mg/l) y Fósforo Total (FT, mg/l).

Procesamiento de los Datos:

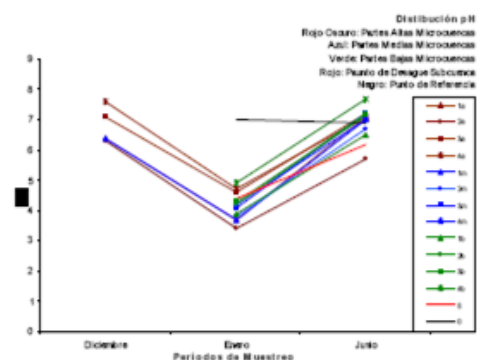
Análisis Temporal y Espacial:

Los datos se trataron a través del programa Excel en el que se elaboraron las bases de datos. También se elaboraron los Polígonos de Frecuencia para cada una de las variables estudiadas. Además se hizo una evaluación de la calidad del agua de la Subcuenca ubicándola entre las categorías de Mala a Buena a partir de la concentración de Oxígeno Disuelto en mg/l, así como también el cálculo del porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto utilizando un Nomograma considerando la temperatura del agua y corrigiendo el dato con la altura a nivel del mar en el que se encuentra el punto de muestreo, ya que este varía con respecto a la altura. (Lacayo, 2008, comunicación personal). También se evaluó la calidad del agua de Muy Buena a Muy Mala a partir de la concentración de DBO en mg/l encontrada en los puntos de muestreo y además el estado de eutrofización a partir de los datos de Fósforo Total en ug/l, utilizando la metodología de Wetzel, 1975, si bien es cierto ello es más aplicable en sistemas lénticos, pero en este caso se realizó con el fin de dar una idea del estado de alteración en la calidad del agua producto de la actividad cafetalera en las microcuencas muestreadas.

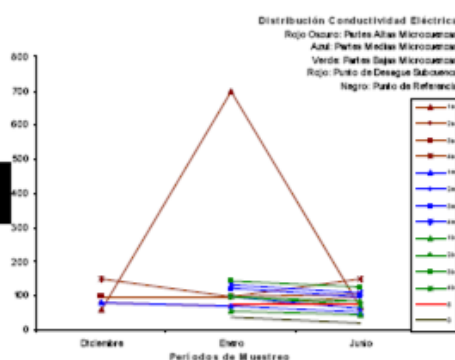
V. Resultados:

Distribución Espacio-Temporal de la calidad del agua.

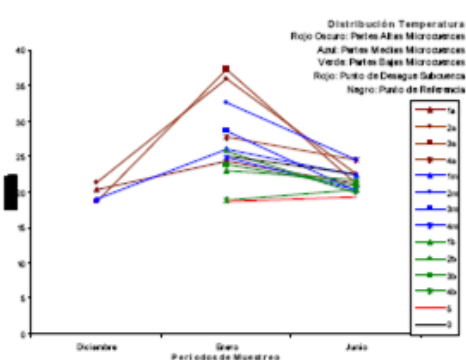
En este apartado se hace una presentación y análisis integral del comportamiento de cada uno de los sitios de muestreo, en las cuatro microcuencas estudiadas y durante las tres temporadas de muestreo. Vale la pena recalcar que la parte media de cada microcuenca corresponde a la localización de los beneficios húmedos del café y por tanto al punto donde se vierten las aguas mieles a los ríos, así como que el sitio La Bastilla es el punto mas bajo de toda la Subcuenca y por tanto el desagüe de la misma.



Valores del pH.

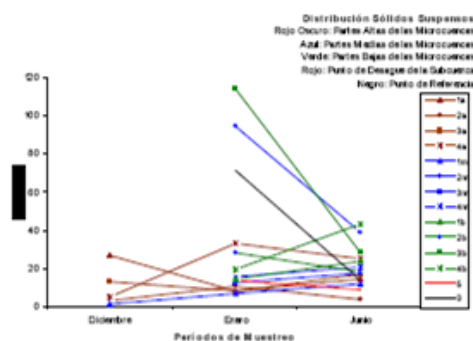


Valores de Conductividad E.

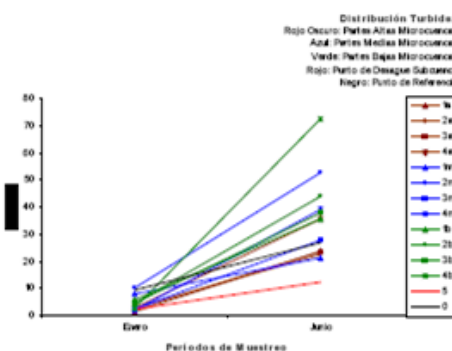


Valores de temperatura

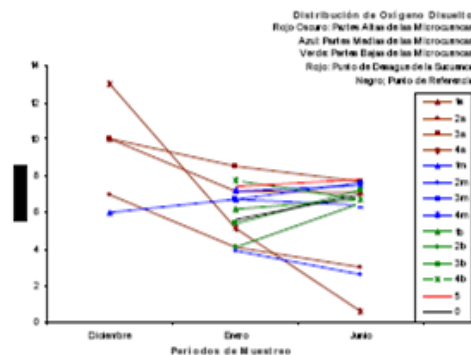
Valores del pH.



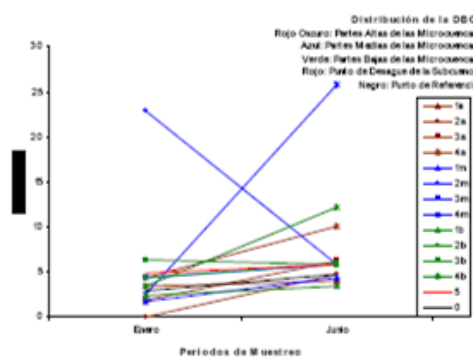
Valores de Conductividad E.



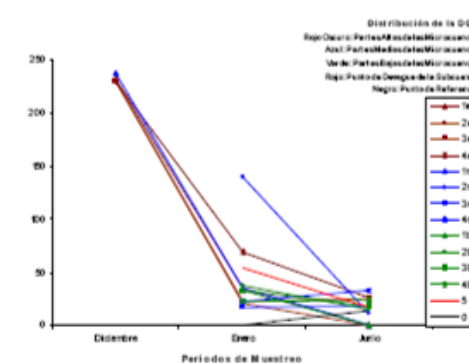
Valores de temperatura



Valores de sólidos suspensos

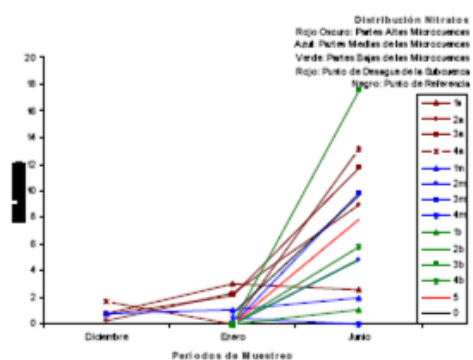


Valores de turbidez

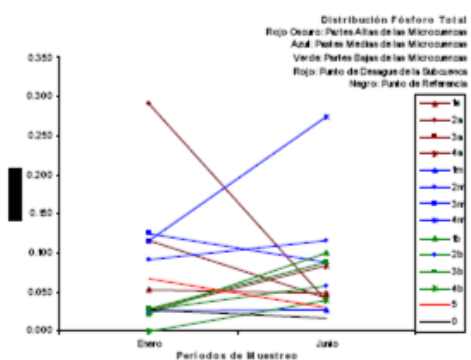
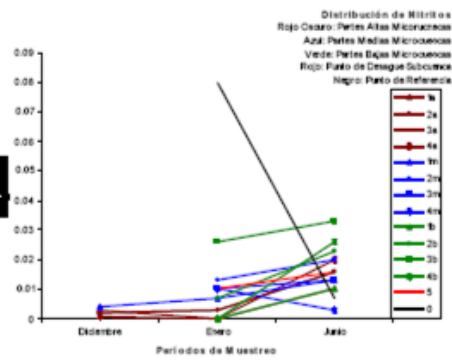


Valores de oxígeno disuelto

Valores de demanda bioquímica de oxígeno



Valores de demanda química de oxígeno



Valores de nitratos

Valores de nitritos

Valores de fósforo total

VI. Discusión:

pH:

El pH cambia con la temporada de muestreo, pues en el segundo de ellos es claramente ácido sobre todo en los puntos de vertido en las cuatro microcuenas, mientras que en el tercero se vuelve alcalino. La afectación de este parámetro se da sobre todo en la microcuenca Sajonia y El Uno.

También se evidencia el efecto acumulativo del vertido de las aguas mieles a través de toda la subcuenca, ya que en el punto mas alto de la subcuenca los valores de pH son mas altos que aguas abajo (La Bastilla) en el mes de enero y en el mes de junio se manifiesta un proceso de autorecuperación del ecosistema.

Cabe señalar que el pH del medio influye directamente en la asimilación del Carbono por parte de las especies que se desarrollan en el agua, por lo que se convertiría en una limitante

para el crecimiento de los organismos. El pH de las aguas de las microcuencas muestreadas incluso el punto de la Bastilla sobre todo en el mes de enero está por debajo del rango óptimo.

También es importante tener en cuenta que según las normas CAPRE y la OMS el rango del pH para las aguas destinadas al consumo humano está entre los 6.5 a 8.5, por lo que, según los datos obtenidos, en diciembre sólo las aguas de la parte alta de las microcuencas Palo Blanco La Sultana y las Mercedes pueden destinarse a este uso, en el mes de enero ninguna de ellas, sólo en la parte alta de toda la Subcuenca donde el valor de este parámetro es de 7. En el mes de junio, todas pueden ser consumidas por el hombre, exceptuando las de la microcuenca El Uno en su parte alta y las de La Bastilla. Aunque según la OMS el pH no suele afectar directamente a los consumidores, por tanto el rango establecido está más relacionado con las características organolépticas. (OMS, 2006).

Por otra parte es importante tomar en cuenta que en el Decreto 3395 en su artículo 38, se establecen los rangos y límites máximos permisibles de pH para verter a los cuerpos receptores, ya sea de forma directa o indirecta (en este caso las aguas provenientes del beneficiado húmedo del café) y éste debe de estar entre 6.5 y 9, intervalo superior al de las aguas mieles, que está entre 4.3 y 3.5 en diciembre, cuando la cosecha cafetalera estaba en su etapa inicial y entre 2.1 y 1.1 en enero, cuando la cosecha cafetalera está en su etapa de máxima producción.

Conductividad Eléctrica:

Cuando la cosecha de café está en su máximo, los valores de este parámetro se ven influenciados por el vertido de las aguas mieles, sobre todo en las artes medias de las microcuencas. En las partes bajas de las microcuencas sobre todo en El Uno, Palo Blanco y las Mercedes se evidencia un efecto de acumulación por aguas mieles. En junio estos valores bajan considerablemente. Comparando el punto de referencia con el punto de desagüe de la subcuenca también hay un efecto claro por el vertido de las aguas mieles y por ende de acumulación de residuos y un poco recuperación del ecosistema. Las microcuencas mas afectadas son Palo Blanco y Las Mercedes.

Lo antes descrito se demuestra a partir de los valores de este parámetro en las aguas mieles, donde alcanzan un valor entre 150 y 1060 $\mu\text{S}/\text{cm}$, según el monitoreo realizado en la temporada de café.

Las normas CAPRE establecen que las aguas para consumo humano deben tener una conductividad de 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y la OMS de 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por lo que todas las aguas de las microcuencas muestreadas excepto la de Sajonia en su parte alta y en enero pueden destinarse para consumo humano.

Temperatura:

En general los valores más altos de temperatura en las aguas se registran en la temporada del café, sobre todo en las partes altas de las microcuencas. En las microcuencas Sajonia y Palo Blanco los mayores valores de temperatura se registran en las partes medias de las microcuencas o punto de vertido. Las microcuencas mas afectadas por el vertido de las aguas mieles son El Uno y Palo Blanco.

Lo antes expuesto se hace más evidente si se toman en cuenta los valores procedentes de las aguas mieles, que oscilan entre 18.4 y 22.6°C a inicios de la cosecha cafetalera y los 29.6 a 36.4°C en la época de máxima producción. Cabe destacar que la Subcuenca en general alcanza valores entre los 25°C en la etapa cafetalera y los 22.6°C en invierno.

Según las normas CAPRE las aguas para consumo humano deben tener una temperatura entre 18 y 30°C, por lo que todas las aguas y en todos los momentos, excepto las de las microcuencas El Uno en la parte alta y media y en la microcuenca Palo Blanco La Sultana en la parte alta en enero, pueden destinarse para este fin.

Sólidos Suspensos:

En general los valores superiores de este parámetro se registran en el mes de enero, lo cual evidencia la influencia de las aguas mieles sobre todo en la parte alta de la microcuenca Las Mercedes, en la parte media de la microcuenca El Uno y parte baja en Palo Blanco La Sultana y en la parte alta de la Subcuenca del Río Jigüina. En la microcuenca Sajonia hay un efecto de acumulación, ya que los valores de la parte alta y media de esta microcuenca son inferiores a los de la parte baja. Las microcuencas mas afectadas son las que se encuentran aguas debajo de la subcuenca. Para el punto de desagüe en **La Bastilla**, la variación de los datos encontrados entre enero y junio se atribuyen al efecto de las aguas mieles y por ende al efecto acumulativo a través de toda la Subcuenca.

Hay que tener en cuenta que las aguas mieles presentan valores de este parámetro entre los 679 y los 1546mg/l, al inicio de la producción, pero estos valores en la etapa de máxima producción son muy superiores y llegan a los 2846mg/l e incluso a los 6249mg/l, a partir de esto es que se atribuye al vertido de las aguas mieles los cambios producidos en este parámetro en los puntos de muestreo durante la cosecha cafetalera. Y las aguas naturales de la Subcuenca tienen un valor de 71.5mg/l para la época de verano y 13.6mg/l para el período de invierno, estando estos valores dentro del rango estimado para aguas naturales para este parámetro que oscila entre los 0 y los 100mg/l.

Por otro lado hay que destacar que en el Decreto 3395 en su artículo 38 se establece que para verter ya sea directa o indirectamente en el cuerpo receptor las aguas procedentes del beneficiado húmedo el valor máximo de los Sólidos Suspensos debe ser de 150mg/l, evitando así alteraciones en la biota acuática que se desarrolla en el seno del cuerpo de agua.

Las normas CAPRE establecen un valor de 1000mg/l como valor admisible para las aguas destinadas al consumo humano, por lo tanto todas las aguas de las microcuencas muestreadas pueden destinarse para tal fin.

Turbidez:

La mayor influencia sobre la Turbidez en todos los puntos muestreados se debe al período lluvioso cuando hay arrastre de sedimentos (erosión hídrica), pero también hay diferencias significativas entre los valores encontrados en los dos muestreos entre las partes alta, media y baja de cada una de las microcuencas. En la microcuenca Sajonia, Palo Blanco y Las Mercedes se manifiesta un efecto de acumulación de residuos en la parte baja de esta microcuenca en el mes de enero y en la microcuenca El Uno se evidencia el efecto del vertido de las aguas mieles en la parte media. La microcuenca mayormente afectada es El Uno.

En el Punto de Desagüe **La Bastilla** en enero el valor de este parámetro es de 2.4UNT, por lo que se ve claramente el efecto de las aguas mieles en las aguas naturales debido a la acumulación de materia proveniente de las aguas mieles. En junio esto cambia totalmente, ya que el valor es sumamente superior (12.3UNT) y esto se debe a la acumulación y arrastre en toda la Subcuenca. Cabe mencionar que en la microcuenca hay problemas de erosión moderada y severa. (Morales, 2004).

En las aguas mieles los valores de este parámetro están entre 626 y 790UNT y en las aguas naturales de la Subcuenca este valor es inferior a los 10UNT en época de cosecha e inferior a los 30UNT en época de invierno y según las normas CAPRE el valor recomendable para aguas destinadas al consumo humano debe ser de 1UNT y se puede admitir 5UNT, coincidiendo este último con lo que recomienda la OMS, por lo que si las aguas de los puntos muestreados quieren destinarse al consumo humano, únicamente en el verano las podemos utilizar para este fin, excepto en las partes media y baja de la microcuenca Sajonia, en la parte media de la microcuenca El Uno y en la parte alta de la Subcuenca.

Cabe destacar que los Sólidos Suspensos y la Turbidez pueden afectar gravemente el desarrollo de la biota acuática, pero también pueden favorecer su crecimiento y desarrollo, ya que muchas veces suele ser una fuente de alimentación para estas, ya que dentro de los sedimentos y/o materiales

pueden encontrarse nutrientes o nutrimentos que favorecen su reproducción y/o crecimiento. (Navarrete, 2008).

Oxígeno Disuelto:

En general en las microcuencas muestreadas y punto de desagüe se ve un efecto del beneficiado húmedo del café en las concentraciones de Oxígeno Disuelto en las aguas de la Subcuenca del Río Jigüina, ya que estos tienden a ser menores a medida que avanza la cosecha cafetalera. También hay un efecto por el arrastre de materiales que alteran la calidad natural del agua en la época lluviosa, ya que hay mucha escorrentía y los subproductos generados por las actividades humanas, incluyendo los restos de la cosecha de café, no son manejados adecuadamente, sobre todo en las partes medias de las microcuencas.

En la microcuenca Sajonia y Palo Blanco el oxígeno disuelto es menor en la parte media de las microcuencas en comparación con las partes altas y baja aun mas aguas abajo debido a la acumulación de residuos provenientes de las aguas mieles. En la microcuenca Las Mercedes también hay un efecto debido a la cosecha cafetalera, ya que los valores de junio son superiores a los encontrados en la época de máxima producción de café. La microcuencas mas afectada es El Uno.

Para el caso del punto de desagüe de la Subcuenca, en el sector de **La Bastilla**, el valor encontrado en enero es de 7.4mg/l y en junio 7.8mg/l hay un aumento pequeño en la concentración de Oxígeno Disuelto, ya que en el primer caso el valor es atribuible a la presencia de las aguas mieles en los cuerpos de aguas superficiales en la Subcuenca del Río Jigüina y en el segundo caso se ve el efecto de la oxigenación de las aguas, debido al aumento de los caudales de los cuerpos de agua y esto favorece la oxigenación de la misma.

Cabe indicar que la Subcuenca del Río Jigüina en el mes de enero presenta un valor de Oxígeno Disuelto de 5.6mg/l y de 7mg/l en junio, según monitoreo realizado en el punto de referencia de la misma. Y en las aguas mieles los valores son de 0.5 a 2mg/l cuando la cosecha está en su etapa inicial y menor al Rango de Detección cuando está en su etapa máxima producción.

Las normas CAPRE establecen un valor recomendable de 8mg/l para aguas destinadas al consumo humano, prácticamente sólo en diciembre las aguas de los puntos muestreados presentan valores similares a los que establecen las normas CAPRE.

Si se toma en cuenta para evaluar la calidad del agua las concentraciones o niveles de Oxígeno Disuelto en el agua, que se presentan en la tabla 5, a nivel de microcuenca y en base a cada uno de los muestreos realizados, se tiene:

Microcuenca Sajonia: en diciembre, el agua tiene una **buena calidad**, en enero la calidad es **aceptable** hasta llegar el invierno, ya que en este período aún hay presencia de materias que alteran la calidad de las aguas.

Microcuenca El Uno: el agua en la parte alta es **Aceptable** y pasa a ser de **Mala Calidad** en el punto del vertido directo de las aguas mieles en los tres períodos de muestreo y aguas abajo vuelve a ser **Aceptable**, ya que el ecosistema tiene una respuesta positiva de autorecuperación y por otro lado de oxigenación.

Microcuenca Palo Blanco-La Sultana: en la parte alta las aguas tienen una **calidad Buena** y en las partes media y baja esta es **Aceptable**, por lo que se ve claramente un deterioro en la calidad del agua debida a la presencia de las aguas mieles y que aún persiste unos meses después de pasada la cosecha.

Microcuenca Las Mercedes: en junio en esta parte las aguas se vuelven de Mala Calidad por el arrastre de materias extrañas a lo largo de la microcuenca y de la Subcuenca.

En cuanto al valor del porcentaje de Saturación de Oxígeno en la **Subcuenca** en el mes de enero es **Malo** para el desarrollo de la vida acuática, pero en junio este cambia y el porcentaje del mismo es **Excelente** para ser utilizado por los organismos acuáticos.

Demanda Bioquímica de Oxígeno:

En general los valores son relativamente más altos en junio a excepción de la parte media de la microcuenca El Uno que en este período tiende a bajar, sin embargo se muestran evidencias del efecto del vertido de las aguas mieles.

En la microcuenca El Uno se evidencia el efecto del vertido de las aguas mieles, ya que el valor de la DBO es mayor en el punto de vertido de las aguas mieles, en la microcuenca Palo Blanco también se evidencia este efecto ya que el valor de la parte media es superior al de la parte alta, pero además se da una afectación por acumulación de residuos teniendo un valor más alto la parte baja de la microcuenca, este último fenómeno se da en la microcuenca Las Mercedes. La microcuenca Las Mercedes es la que es más afectada, ya que se encuentra aguas abajo de la subcuenca.

En general los valores de DBO encontrados en las aguas analizadas son muy pequeños y ello indica que hay poca presencia de materia orgánica biodegradable en ellas y ello se corresponde con los niveles de Oxígeno Disuelto en las aguas, ya que estos últimos son relativamente altos y también hay que tomar en cuenta la capacidad autodepuradora que tiene el sistema. Y por otro lado que en las aguas mieles el contenido

de materia contaminante se manifiesta mayoritariamente en forma de DQO y no de DBO. Sin embargo en algunas partes la de subcuenca las aguas no pueden ser destinadas para consumo humano si se toma en cuenta lo que establece la OMS para este fin y son en el mes de enero en el punto de vertido de la microcuenca El Uno, y en la parte baja de la microcuenca Palo Blanco La Sultana y en el mes de junio en la parte baja de la microcuenca El Uno, en Palo Blanco La Sultana en la parte alta de la misma y en Las Mercedes en los tres puntos muestreados, es decir en su parte alta, punto de vertido y parte baja.

Según muestreo realizado en la época de cosecha del café las aguas mieles presentaban valores de DBO entre los 5794 y los 12288mg/ly estas aguas son vertidas directamente en las vertientes de la Subcuenca del Río Jigüina, sin embargo el Decreto 3395 de 1991 en el artículo 38, establece que para que esta agua pueda ser vertida al cuerpo receptor sin causar alteraciones la DBO debe ser de 120mg/l como máximo. Por otro lado los valores de DBO en las aguas naturales en la Subcuenca del Río Jigüina son menores también en enero con 2.9mg/l y en junio es relativamente superior con 4.7mg/l, y esto se debe a al arrastre de materia contaminante en esta época del año por escorrentía superficial que también afecta a esta parte de la Subcuenca.

Evaluación de la calidad del agua a partir de la concentración de DBO:

La calidad va de **Muy Buena** a **Mala** en enero, en cambio en junio la calidad es **Muy Buena**, y aguas debajo de **Aceptable** a **Mala** y ello se debe a que a mediada que la cosecha avanza se va vertiendo cada vez más residuos de la misma en los cuerpos de agua, lo cual deteriora la calidad del agua y se agudiza al entrar el invierno que a través de las escorrentías superficiales arrastra materia contaminante. Lo anteriormente indica que es urgente implementar **Planes de Gestión Ambiental (PGA)** de inmediato, de lo contrario en un período corto estas aguas tendrán una calidad no adecuada, principalmente para uso humano, ya que es este uso es el más exigente.

Demanda Química de Oxígeno:

En general los valores más altos de este parámetro se registran en la temporada cafetalera, sin embargo en junio hay presencia de los mismos sobre todo en las partes bajas de la Subcuenca y ello se debe al arrastre, acumulación de contaminantes aguas arriba en la Subcuenca y a la no biodegradabilidad de los mismos.

En la microcuenca Sajonia, los valores más altos de este parámetro se presentan en diciembre, bajando en enero y siendo prácticamente nulos en junio. En la microcuenca El Uno hay un efecto debido al vertido de las aguas mieles, ya que en la parte media de esta microcuenca los valores son más altos

que en la parte alta y baja de la misma. Y en la microcuenca Palo Blanco se manifiesta un efecto acumulativo, al igual que en el punto de desagüe de la subcuenca. La microcuenca más afectada es El Uno.

Cabe señalar que todo lo anteriormente expuesto se fundamenta, tomando en cuenta que a partir de los datos del monitoreo realizado en la parte alta de la Subcuenca las aguas de la misma no contienen de manera natural materia orgánica en forma de DQO, ya que en el muestreo de enero el valor encontrado fue menor al Límite de Detección, sin embargo en el mes de junio debido al arrastre de materia a través de la escorrentía se encontraron 13.4mg/l.

Si se toma en cuenta lo que establecen las normas CAPRE, la OMS y el INETER (Castillo, 2002, citado por Córdoba, 2002), en el mes de diciembre las aguas de la subcuenca del Río Jigüina no pueden destinarse para consumo humano, en el mes de enero sólo las de la parte alta de la subcuenca y en el mes de junio únicamente las de la parte alta de la subcuenca, parte alta, media y baja de la microcuenca Sajonia y en la microcuenca El Uno en sus partes alta y media.

El Decreto 3395 en su Arto. 38 establece que el valor máximo permisible para verter las aguas mieles en los cuerpos receptores de DQO debe ser de 200mg/l, sin embargo las aguas mieles se están vertiendo con una DQO entre los 154 a 4758mg/l a inicios de la cosecha cafetalera y con 8806.6 a 18379.1mg/l cuando la cosecha cafetalera está en sus días picos.

También hay que tomar en cuenta que 46 Kg (1qq) de café produce 6Kg de DQO. (Guerrero, s.f.). A partir de estos datos se puede estimar la carga de DQO generada por la actividad cafetalera en el país, si se toma en cuenta que en el ciclo 2007/2008 se produjeron 1 992 000 qq/oro (Muñoz, 2008), lo que equivale a **11 952 000 Kg de DQO**. Y a nivel de la región VI (Jinotega y Matagalpa) se produjeron 1 541 864 qq/oro, es decir **9 251 184 Kg. de DQO**. Cuando hay descargas importantes de materia como es el caso del vertido de aguas mieles, se agota el oxígeno disponible para las especies acuáticas (anaerobiosis) y se destruye por asfixia la fauna y flora acuática. También afecta los posteriores usos domésticos de las aguas de la Subcuenca.

Según los datos obtenidos, la relación DQO/DBO en las aguas mieles para la Subcuenca en estudio está entre 1.4 y 1.5, muy similar a la que tienen las aguas urbanas, lo que indica que pueden degradar fácilmente, ya sea dejando que el propio ecosistema se recupere y/o implementando sistemas de tratamiento de los efluentes de los beneficios húmedos.

Nitratos:

Las mayores concentraciones de Nitratos en las aguas se encuentran en junio, en el caso de los muestreos de diciembre y enero los valores son relativamente bajos por lo tanto la presencia de los mismos es debida a una combinación de factores, pero siempre atribuible a la cosecha cafetalera, por un lado al vertido directo de las aguas mieles en los cuerpos de agua superficiales y por otro al arrastre de sedimentos de los campos agrícolas donde se fertiliza con compuestos con altos contenidos de Nitrógeno producto de la erosión hídrica.

En la microcuenca Sajonia los mayores valores de este parámetro se encontraron en el periodo de máxima producción de café. Y en la microcuenca Las Mercedes en el mes de enero en la parte media de esta es donde hay mas contenido de nitratos en las aguas.

Las aguas naturales de la Subcuenca en enero tienen una concentración de este parámetro de 0.8mg/l, en cambio en junio el valor es relativamente superior, ya que se llegaron a encontrar 9.6mg/l. Por otro lado las aguas mieles a inicios de la cosecha cafetalera tienen entre 3 y 5.4mg/l y en la época de máxima producción del café estos están entre valores menores al Límite de Detección y los 10.6mg/l.

Según las normas CAPRE para las aguas destinadas a consumo humano el valor recomendado de este parámetro debe ser de 25mg/l, pero se puede admitir un valor de 50mg/l al igual que lo que establece la OMS. Por tanto si se toma en cuenta únicamente este parámetro para decidir si las aguas de la Subcuenca son aptas o no para el consumo humano, si son aptas para dicho uso.

Un indicador de contaminación, ya que indican actividad bacteriológica, en el caso de enero únicamente las aguas de la parte baja de la microcuenca Sajonia, partes media y baja de la microcuenca El Uno y microcuenca Palo Blanco La Sultana, parte baja de Las Mercedes y en el sector de La Bastilla, están libres de Nitratos, o sea que son aguas limpias. En cambio en junio solamente las aguas de la parte media de la microcuenca Las Mercedes están libres de este parámetro.

Cabe señalar el Nitrógeno muchas veces se vuelve un factor limitante para la vida acuática, ya que los organismos la utilizan como nutriente para su crecimiento, sin embargo concentraciones superiores a los 0.8mg/l pueden comenzar a manifestar problemas de eutrofización en los cuerpos de agua, lo que tiene efectos en el desarrollo de la misma, porque hay influencia en la penetración de la luz, Oxígeno disponible en el agua, entre otras. En este sentido en el mes de diciembre solamente en la parte alta de la microcuenca Las Mercedes los valores de este

parámetro podrían comenzar a generar problemas de eutrofización. En enero en la parte alta y media de la microcuenca Sajonia, en la parte alta de la microcuenca El Uno y Palo Blanco La Sultana y en junio en todos los casos excepto en la parte media de la microcuenca Las Mercedes.

Nitritos:

Los valores de este parámetro en la época de la cosecha cafetalera los valores son menores e incluso llegan a estar ausentes y ello se debe precisamente a que según el monitoreo realizado las aguas mieles tienen muy poco nitritos (0.071mg/l) como (máximo) y además porque en las aguas naturales en los puntos de muestreo siempre hay Oxígeno Disuelto y esto impide que estos se formen. En los dos únicos casos en que los valores de Nitritos son pequeños en junio es en la parte baja de la microcuenca Las Mercedes y en la parte alta de la Subcuenca del Río Jigüina.

Sin embargo hay afectación de este parámetro en las aguas sobre todo en las partes medias de las cuatro microcuencas y además en la microcuenca Palo Blanco se da el efecto por acumulación de residuos.

En el punto de desagüe de la Subcuenca, en La Bastilla, el valor más alto de este parámetro se presenta en junio con 0.016mg/l y 0.01mg/l en enero, en ambos casos se da el efecto de arrastre y/o acumulación del beneficiado húmedo del café y de la fertilización de los cafetales y/o de los huertos.

Por lo tanto al igual que los nitratos la presencia de nitritos en las aguas de la Subcuenca se debe sobretodo a la fertilización en los campos agrícolas y/o cafetales con sustancias con altos contenidos de nitrógeno después de la cosecha de café, específicamente cuando se acerca el invierno. Ya que de acuerdo a los análisis realizados a las aguas mieles estas presentan concentraciones de Nitritos muy pequeñas, teniendo para el mes de diciembre valores entre los 0.005 los 0.071mg/l y en enero el valor está por debajo del Límite de Detección. Los valores en las aguas naturales de la Subcuenca del Río Jigüina son también relativamente pequeños, ya que en enero se encontró 0.08mg/l y en junio 0.007mg/l.

Según las normas CAPRE las aguas destinadas para consumo humano deben tener un valor recomendado de 0.1mg/l de Nitritos y admisible de 3mg/l, coincidiendo este último con lo que propone la OMS, por lo que si sólo se toma en cuenta este parámetro las aguas tienen buena calidad para destinarlas a este uso.

Cabe señalar que los nitritos son indicadores de contaminación, ya que se intuye que si hay presencia de los mismos hay actividad bacteriológica, por lo que según los muestreos realizados

únicamente en las partes altas y bajas de las microcuencas Sajonia y Las Mercedes no hay contaminación de las fuentes de agua, ya que es en estos puntos donde no hay Nitritos.

Es importante mencionar que el nitrito es potencialmente tóxico para una variedad de organismos. Por suerte el nitrito raramente se acumula en el ambiente porque es rápidamente convertido a otras especies de Nitrógeno como Nitrato, Oxido Nitroso o gas de Nitrógeno oxidándose (nitrificación) o reduciendo (desnitrificación) reacciones y en el caso específico de la Subcuenca del Río Jigüina los valores de este parámetro son muy pequeños debido a la presencia de oxígeno en las aguas. Cabe señalar que los valores encontrados en ninguno de los períodos de muestreo representan afectaciones para la vida acuática.

Fósforo Total:

En unos casos los valores de Fósforo Total en la época cafetalera son superiores a los encontrados en junio, donde estos disminuyen, específicamente en la parte alta de la Subcuenca y de la microcuenca El Uno, así como también en la parte alta y media de la microcuenca Palo Blanco La Sultana, y ello en parte se debe a la presencia de las aguas mieles en enero, ya que estas presentan valores entre 0.04mg/l y 4.82mg/l, por esto también los valores encontrados en todos los puntos de muestreo son relativamente bajos; pero en otros casos los valores en junio son superiores a los encontrados en enero, como en la parte media de la microcuenca Las Mercedes.

En el caso del punto de desagüe de la Subcuenca, **La Bastilla**, también se atribuye al efecto de la actividad cafetalera los valores encontrados, ya que en enero el valor es superior (0.06mg/l) al encontrado en junio (0.03mg/l), donde hay una manifestación De un efecto acumulativo a través de toda la Subcuenca debido al uso de los cuerpos de agua como vertederos por parte de las personas que se dedican a esta actividad.

Las aguas naturales de la Subcuenca del Río Jigüina presentan valores pequeños de este parámetro, encontrándose en enero 0.02mg/l y en junio 0.01mg/l. Las aguas de la Subcuenca de acuerdo a los resultados obtenidos de Fósforo Total en los muestreos de enero y junio son aguas **contaminadas**, debido a que las concentraciones son superiores a los 10 o 50 µg/l. En el mes de enero en la parte media de la microcuenca El Uno, alta y media de la microcuenca Palo Blanco La Sultana y en la parte media de Las Mercedes y en la Bastilla; y en el mes de junio en La parte baja de la microcuenca Sajonia, media de la microcuenca El Uno, partes media y baja de Palo Blanco La Sultana y partes alta y media de la microcuenca Las Mercedes.

Valoración del estado de eutrofización a partir de los valores encontrados de Fósforo Total:

En la microcuenca **Sajonia**, tanto en enero como en junio, se mantiene el nivel de productividad de las aguas en la parte alta, siendo este Eutrófico (E), en cambio en la parte media también en enero y junio el estado de productividad es, Meso-eutrófico (M), por lo que en este caso se manifiesta el efecto de la presencia de las aguas mieles. En la parte baja el estado de las aguas es el mismo que en la parte media, únicamente, en enero, ya que en junio pasa a Hipereutrófico (H) y ello se debe a que en esta época hay arrastre de sedimentos y materias que pueden contener residuos de fertilizantes ricos en Fósforo que se utilizan en los cafetales.

En la microcuenca **El Uno**, se vuelve a manifestar el efecto de las aguas mieles, ya que tanto en la parte alta como en la baja se tiene un nivel de productividad de Hipereutrófico (H). En el muestreo de junio se manifiesta el efecto de la recuperación del sistema, ya que en la parte alta y baja cambian a Eutrófico (E) y en el punto de vertido pasa a Hipereutrófico (H), por lo que esto se debe a una sinergia entre los restos de la cosecha cafetalera y el arrastre de sedimentos que contienen fertilizantes químicos.

En la Microcuenca **Palo Blanco-La Sultana** se muestra claramente el efecto del vertido de las aguas mieles, ya que en la parte alta y punto de vertido el nivel de productividad es Hipereutrófico (H) y en el tercer muestreo pasan a Eutrófico (E), en la parte baja, el nivel es Meso-eutrófico en enero, pero en junio vuelve a ser Eutrófico producto del arrastre de fertilizantes fosfatados o por el lavado de ropa directamente en las corrientes de agua con detergentes que contienen compuestos fosfatados.

En la microcuenca **Las Mercedes** el efecto de las aguas mieles es evidente, ya que en enero en el punto de vertido el nivel de productividad es Hipereutrófico y en la parte alta es Meso-eutrófico. En junio se denota el efecto de arrastre por la escorrentía superficial de residuos fosfatados, ya que las partes alta y baja son Eutróficas y el punto de vertido es Hipereutrófico.

VI. Conclusiones

1. El procesamiento del café es una de las principales causas del deterioro de las aguas de la Subcuenca del Río Jigüina, lo que repercute en la calidad de vida de los pobladores.

2. Todos los cuerpos de agua de esta Subcuenca, cuando menos en algunos de sus tramos, muestran un estado de salud que va de moderado a grave, resultado de la alteración de sus propiedades fisicoquímicas por los subproductos del café, ya que estos si no son vertidos directamente, llegan indirectamente por gravedad o por efectos de la escorrentía.

3. La cosecha cafetalera tiene un efecto significativo en el pH de las aguas, esto se potencia a medida que la cosecha avanza, ya que los valores menores de este parámetro se encontraron en enero; además en todas las microcuencas estudiadas sus valores mínimos están por debajo de lo que establecen las normas CAPRE y la OMS para las aguas destinadas al consumo humano.

4. El vertido directo de las aguas mieles modifica la Conductividad Eléctrica de las aguas naturales, sin embargo esta alteración no llega a sobrepasar los límites establecidos por las Normas CAPRE y la OMS para el agua de consumo humano, excepto en la parte alta de la microcuenca Sajonia.

5. El vertido directo de las aguas mieles altera la Temperatura de las aguas de las microcuencas El Uno y Palo Blanco La Sultana, afectando de esta manera su uso para consumo humano y a su biota acuática.

6. Los parámetros de Sólidos Suspensos y la Turbidez encontrados en las aguas de la Subcuenca son mayores en junio, debido al arrastre de partículas y/o sedimentos a través las escorrentías superficiales.

7. En todas las microcuencas estudiadas los valores máximos de Turbidez sobrepasan los límites establecidos por las normas CAPRE y la OMS para aguas destinadas al consumo humano.

8. Los valores de Oxígeno Disuelto encontrados en las aguas de las microcuencas El Uno y Las Mercedes ponen en peligro la supervivencia de la biota acuática que vive en ellas.

9. Las aguas mieles alteran de manera considerablemente la concentración de materia orgánica en las aguas de la Subcuenca en forma de DQO, ya que su principal componente es materia orgánica no biodegradable.

10. Las aguas mieles modifican de manera significativa el nivel eutrófico de las aguas naturales y esto se evidencia con claridad en las microcuencas Palo Blanco La Sultana y Las Mercedes, donde el nivel de productividad en el punto de vertido de las aguas es Hipereutrófico, y también en la microcuenca El Uno en su parte alta y baja.

11. Los resultados indican que la microcuenca El Uno es donde hay mayor afectación en la calidad de su agua debido al vertido de las aguas mieles. Y en la microcuenca Sajonia es en la que menos afectación hay en la calidad de su agua.

12. El grado de afectación en las cuatro microcuencas muestreadas es espacialmente diferente, ya que en Sajonia la parte más

afectada es la alta, en cambio en El Uno la zona más afectada es la parte media, es decir el punto de vertido directo de las aguas mieles, en Palo Blanco La Sultana el mayor deterioro aparece en su parte baja y en Las Mercedes ocurre en su parte alta.

13. El manejo de las aguas mieles por parte de los caficultores de la Subcuenca se hace sin tomar en cuenta lo que se establece en la Norma Técnica para regular los sistemas de tratamiento de las aguas residuales y de rehuso, NTON 0502705.

14. El vertido de las aguas mieles en las fuentes de agua de la Subcuenca del Río Jigüina sobrepasa los límites establecidos en el Decreto 3395 “Disposiciones para el Control Contaminación provenientes descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias”, lo que se traduce en una sinergia del efecto de las aguas mieles en la calidad natural de las aguas de la Subcuenca y ello se debe al desconocimiento por parte de los productores de la legislación ambiental vigente en el país y a la falta de tecnologías para tratar los subproductos líquidos.

VII. Bibliografía

Aguirre Saharrea, F. Introducción al Estudio del Café. 2003. 4pp. (En línea). Disponible en: <http://www.laneta.apc.org/to-sepan/producto/cafeintro.htm>.

Coalición de Organizaciones por el Derecho al Agua. Ley General de aguas Nacionales, Ley 620 y su Reglamento. La Gaceta, Diario Oficial, Año CXI, No. 169. Septiembre 2007. Año CXI, No. 214. Septiembre 2007. 93pp.

Córdoba Núñez, A. Calidad del agua y su relación con los usos actuales en la Subcuenca del Río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. CATIE. Costa Rica; Turrialba, 2002. 155pp.

Escorcia, L. I. Plan de Gestión de Beneficio Húmedo de Café. Mini Central de Beneficio Húmedo. Servicios Agropecuarios Datanlí Los Robles. Nicaragua; [Jinotega], Marzo 2007. 37pp.

El Nuevo Diario. Modernizarán beneficios húmedos en zonas cafetaleras. 21/12/2007. (en línea). Disponible en: <http://www.elnuevodiario.com.ni>.

Fischersworring Hömberg, B. & Roßkamp Ripken, R. Guía para la Caficultura Ecológica. Editorial López. Tercera Edición Actualizada. República Federal de Alemania, 2001. 153pp.

Frers, C. Los Problemas de las Aguas Contaminadas. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina; Buenos Aires, 2005. (en línea). Disponible en: <http://www.ecoportal.net>.

González, M.; Odón Blandón, M.; Vanderschaeghe, M.; Morales, E. & Bendaña, E. Diagnóstico Competitivo del Conglomerado del Café. MAGFORAECI. Agosto, 2007. 84pp.

Guerrero, J. Estudio de diagnóstico y diseño de beneficios húmedos de café. IICANicaragua & PROMECAFE. [Nicaragua]; s.l., 1997. 80pp.

Gutiérrez, M. Normas CAPRE sobre calidad del agua para consumo humano. Normas de Calidad de Agua Potable en las Américas.s.l. 1994. 22pp.

IICA, MAGFOR & JICA. Cadena Agroindustria del Café en Nicaragua. Nicaragua, 2004. (en línea). Disponible en: www.iica.int.ni.

ISF (Ingeniería Sin Fronteras y Prosalus). Derecho al Agua. Imprime: Artegraf, S.A. Depósito Legal: M. 23.665.2008. España, 2008. 119pp.

Kruger, W. Análisis de competitividad de la agroindustria del Café de Nicaragua. CLACDS. CEN 552. 2000. 34pp. (en línea). Disponible en: <http://www.icae.ac.or>

Lacayo Escobar, M. Comunicación Personal en Diciembre del 2008. Universidad Centroamericana (UCA). Nicaragua; Managua, 2008.

MIFIC. Decreto 3395 “Disposiciones para el Control Contaminación provenientes descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias”. NTON 0502705. La Gaceta, núm. 118, 26061995. Nicaragua; Managua, 1995. 35pp. (en línea). Disponible en: <http://www.mific.gob.ni>

MIFIC. Norma Técnica Obligatoria para regular los sistemas de tratamiento de las aguas residuales y de rehuso. NTON 0502705. Gaceta No. 90. Managua 10 de Mayo del 2006. 14pp. (en línea). Disponible en: <http://www.mific.gob.ni>.

Morales Mendoza, Jairo. Diagnóstico Biofísico de la Subcuenca del Río Jigüina (Informe). Universidad Nacional Agraria. Managua; Nicaragua, Noviembre 2004. 24pp.

Muñoz, M. Gracias al apoyo del gobierno del Poder Ciudadano, Cosecha cafetalera supera expectativas. 19 de Junio, 2008. (en línea). Disponible en: <http://www.elpueblopresidente.com>

Organización Mundial de la Salud (OMS). Guías para la Calidad del Agua Potable. Primer Apéndice a la Tercera Edición. Volumen 1. Recomendaciones. Versión Electrónica. 2006. Disponible en: <http://www.who.int>

POSAF II. Valoración Económica de Servicios Ambientales. Octubre, 2006. 147pp.

Rappaccioli, S. M. La Reingeniería del Beneficiado Húmedo del Café. RAMACAFÉ. 2005. 26pp. (en línea). Disponible en: <http://www.aromaysabor.com>

Restrepo, Jairo. Caracterización Física y Química de los frutos del Café. s.l. s.f.

Rivera Méndez, F. & Mora, R. Ojos con los balnearios contaminados con heces. La Prensa 8 de Abril del 2009. Sesión departamentales. (en línea) Disponible en: <http://www.laprensa.com.ni>