UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL

EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE AGUAS MIELES DEL CAFÉ, A TRAVÉS DEL USO DE FILTROS BIOLÓGICOS EN EL CASERÍO DE ZONANGA ALTO – JAÉN

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

Autores: Bach. Jhon Anthony Torres Vega

Bach. Ismael Delmar Vera Olivera

Asesores: M. Cs. Adán Díaz Ruiz

M. Cs. Handry Martín Rodas Purizaga

Línea de investigación:

Tecnologías adecuadas para la disposición de tratamiento y reuso de aguas residuales.

JAÉN – PERÚ

2025

Jhon Anthony Torres Vega Ismael Delmar Vera Oliv...

EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE AGUAS MIELES DEL CAFÉ, A TRAVÉS DEL USO DE FILTROS BIOLÓGICOS EN EL CASERÍ...

Quick Submit

Quick Submit

Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3292340374

Fecha de entrega
8 jul 2025, 11:56 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
8 jul 2025, 12:07 p.m. GMT-5

Nombre de archivo
S_DEL_CAF_._A_TRAV_S_DEL_USO_DE_FILTROS_BIOL_GICOS_EN_EL_CAS.pdf

Tamaño de archivo
8.3 MB

71 Páginas

10.446 Palabras

55.131 Caracteres

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Segundo Sánchez Tello
Responsable (e) de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

turnitin Página 1 of 76 - Portada Identificador de la entrega trn:oid:::1:3292340374

Escaneado con CamScanner

11% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para la

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 13 palabras)

Fuentes principales

10% Fuentes de Internet

5% Publicaciones

7% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.° de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Segundo Sánchez Tello

Ingeniería y de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

Escaneado con CamScanner

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 03 de julio del año 2025, siendo las 11:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Alexander Huamán Mera
Secretario : Dr. Luis Arturo Gil Ramírez
Vocal : Dr. Wagner Colmenares Mayanga

Para evaluar la Sustentación del **Informe Final** de:

( ) Trabajo de Investigación
(**X**) Tesis
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: ***"EFICIENCIA DEL TRATAMIENTO DE AGUAS MIELES DEL CAFÉ, A TRAVÉS DEL USO DE FILTROS BIOLÓGICOS EN EL CASERÍO DE ZONANGA ALTO-JAÉN"***, *presentado* por los Bachilleres: **Jhon Anthony Torres Vega** e **Ismael Delmar Vera Olivera,** de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar ( ) Desaprobar (X) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

a)	Excelente	18, 19, 20	( )
b)	Muy bueno	16, 17	( )
c)	Bueno	14, 15	(15)
d)	Regular	13	( )
e)	Desaprobado	12 ò menos	( )

Siendo las 11: 35 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Dr. Alexander Huamán Mera
Presidente

Dr. Luis Arturo Gil Ramírez
Secretario

Dr. Wagner Colmenares Mayanga
Vocal

Escaneado con CamScanner

"AÑO DE LA RECUPERACION Y CONSOLIDADCION DE LA ECONOMIA PERUANA"

ANEXO N°06:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO

DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

Yo Jhon Anthony Torres Vega, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado con DNI 74435534

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

   "Eficiencia del tratamiento de aguas mieles del café, a través del uso de filtros biológicos en el caserío de Zonanga Alto – Jaén".
   Asesorado por Adán Díaz Ruiz y Handry Martin Rodas Purizaga.
   El mismo que presento bajo la modalidad de informe final de tesis para optar; el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.

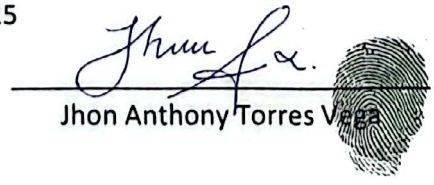
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.

5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.

6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Jaén, 28 de agosto de 2025



Jhon Anthony Torres Vega

Escaneado con CamScanner

"AÑO DE LA RECUPERACION Y CONSOLIDADCION DE LA ECONOMIA PERUANA"

ANEXO N°06:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO

DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

Yo Ismael Delmar Vera Olivera, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado con DNI 75848633

Declaro bajo juramento que:

7. Soy Autor del trabajo titulado:

   "Eficiencia del tratamiento de aguas mieles del café, a través del uso de filtros biológicos en el caserío de Zonanga Alto – Jaén".
   Asesorado por Adán Díaz Ruiz y Handry Martin Rodas Purizaga.
   El mismo que presento bajo la modalidad de informe final de tesis para optar; el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental.

8. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

9. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.

10. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.

11. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.

12. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Jaén, 28 de agosto de 2025

Ismael Delmar Vera Olivera

Escaneado con CamScanner

INDICE

Índice de Tablas iii

Índice de Figuras iv

Índice de Anexos vi

I. INTRODUCCIÓN 1

II. MATERIALES Y MÉTODOS 4

2.1. Ubicación del área de estudio 4

2.2. Materiales, equipos y herramientas 6

2.3. Población, muestra y muestreo 6

2.3.1. Población 6

2.3.2. Muestra 6

2.3.3. Muestreo 7

2.4. Diseño de investigación 7

2.4.1. Hipótesis: 7

2.4.2. Variables 7

2.4.3. Metodología de investigación 8

2.5. Metodología 8

2.5.1. Instalación del sistema de tratamiento de aguas mieles con filtros biológicos 8

2.5.2. Muestreo de las aguas mieles de café 12

2.5.3. Tratamiento de las aguas mieles es el filtro biológico 14

2.5.4. Caracterización de los parámetros fisicoquímicos de las aguas mieles. 14

2.5.5. Descripción del tratamiento 15

2.5.6. Diseño experimental 16

2.5.7. Tratamiento de datos 18

III. RESULTADOS 19

3.1. Análisis de los parámetros físico-químico de las aguas mieles antes y después del tratamiento 19

3.1.1. Características fisicoquímicas iniciales de las aguas mieles de café 19

3.1.2. Características fisicoquímicas finales de las aguas mieles de café 20

3.2. Comparación de los parámetros fisicoquímicos finales con los Límites máximos permisibles (LMP), de acuerdo a los protocolos establecidos en otros países para el tratamiento de aguas mieles. 28

IV. DISCUSIONES 33
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 36
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 37
AGRADECIMIENTO 43

Índice de Tablas

Tabla 1	Tiempos del muestreo……	13
Tabla 2	Parámetros fisicoquímicos y método de ensayo ……	14
Tabla 3	Parámetros fisicoquímicos iniciales de las aguas mieles de café……	19
Tabla 4	Parámetros fisicoquímicos finales de las aguas mieles del café tratadas en los filtros biológicos……...	23
Tabla 5	Comparación de resultados con los LMP del MINAM y LMP del MINAMBIENTE – Colombia……...	29

Índice de Figuras

Figura 1	Mapa de ubicación del Caserío de Zonanga Alta ……	5
Figura 2	Marcado del terreno para la construcción de los filtros biológicos……	9
Figura 3	Excavación de las lagunas……	10
Figura 4	Acondicionamiento de las lagunas ……..……	10
Figura 5	Primera poza recolección y preparación de las aguas mieles de café ….	11
Figura 6	Pozas con aguas mieles de café que corresponden a cada repetición …	11
Figura 7	Diagrama de flujo del filtro biológicos ……	15
Figura 8	Esquema del sistema de tratamiento de aguas mieles de café con macrófitas acuáticas……	17
Figura 9	Parámetros fisicoquímicos después del tratamiento para la Repetición 1.	20
Figura 10	Parámetros fisicoquímicos después del tratamiento para la Repetición 2.	21
Figura 11	Parámetros fisicoquímicos después del tratamiento para la Repetición 3.	21
Figura 12	Parámetros fisicoquímicos después del tratamiento para la Repetición 4.	22
Figura 13	Parámetros fisicoquímicos después del tratamiento para la Repetición 4.	23
Figura 14	pH inicial y final para cada repetición……...	24
Figura 15	Solidos Suspendidos Totales inicial y final para cada repetición ……..	24
Figura 16	Solidos Sedimentables inicial y final para cada repetición……	25
Figura 17	Demanda Bioquímica de Oxigeno inicial y final para cada repetición…..	26
Figura 18	Demanda Química de Oxigeno inicial y final para cada repetición……..	26
Figura 19	Gráfica de parámetros fisicoquímicos finales……..	27
Figura 20	Potencial Hidrógeno (pH)……...	30
Figura 21	Sólidos Suspendidos Totales (SST)……	30
Figura 22	Sólidos Sedimentables (SSED)……	31
Figura 23	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5).……	31

Figura 24 Demanda Química de Oxígeno (DQO)……..…. 32

Figura 25 Marcación de pozas…….. 58

Figura 26 Acondicionamiento del área……. 58

Figura 27 Climatización de *Eichhornia crassipes*……...……. 58

Figura 28 Climatización de *Lemna minor* ..……. 58

Figura 29 Recolección y preparación de aguas mieles de café……. 59

Figura 30 Muestreo inicial…… 59

Figura 31 Disposición de la *Eichhornia crassipes* en la poza…….. 59

Figura 32 Desarrollo óptimo de *Eichhornia crassipes* después de 30 días…… 59

Figura 33 Floración de *Eichhornia crassipes*……...…… 60

Figura 34 Laguna con *Eichhornia crassipes*…… 60

Figura 35 Drenaje de las aguas a las pozas de la Fase 3…… 60

Figura 36 Drenaje a las pozas de *Lemna minor* ……. 60

Figura 37 Disposición de las primeras plantas de *Lemna minor* ..……. 61

Figura 38 Recubrimiento de la superficie de la poza…….…… 61

Figura 39 Desarrollo de *Lemna minor* ...…….…… 61

Figura 40 Superficie de pozas al 100% de recubrimiento por la *Lemna minor* ……. 61

Figura 41 Muestreo final……..... 62

Figura 42 Colocación del reactivo para el traslado…… 62

Figura 43 Muestreo final……... 62

Figura 44 Muestras preparadas para el traslado…… 62

Índice de Anexos

Anexo 1	Ficha de cadena de custodia del análisis inicial……	44
Anexo 2	Ficha de cadena de custodia del análisis final..…….	46
Anexo 3	Ficha inicial de informe del laboratorio ……	48
Anexo 4	Ficha final de informe del laboratorio ……...	51
Anexo 5	Normas legales del MINAM de Perú……...……	54
Anexo 6	Normas legales del MINAMBIENTE Colombia…..……..……	56
Anexo 7	Panel fotográfico……	58

RESUMEN

En el caserío de Zonanga Alto, en la provincia de Jaén, la caficultura genera considerables volúmenes de aguas mieles de café, que contienen altas concentraciones de sustancias orgánicas y presentan un pH ácido, lo que causa problemas ambientales como la eutrofización, afectando la fauna y flora terrestre y acuática. Para mitigar este impacto, se propuso el uso de filtros biológicos basados en procesos de degradación biológica y química, con técnicas como la fitorremediación con *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor*, Los resultados mostraron una mejora muy significativa en los parámetros fisicoquímicos de las aguas mieles tratadas, el pH aumentó de 4.38 a 7.082 ± 0.07, los Sólidos suspendidos totales (SST) disminuyeron en más del 99.73%, de 920 mg/L a <2.5 mg/L, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) pasó de 2650 mg O_2/L a 7.36 mg O_2/L, mejorando un 99.72%, la Demanda Química de Oxígeno (DQO) también se redujo un 99.58%, de 6214.3 mg O_2/L a 26.08 mg O_2/L. Estos parámetros están dentro del rango permitido por los LMP del MINAM y los LMP del MINAMBIENTE de Colombia. Los filtros biológicos con *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor* fueron muy eficientes en la remoción de los contaminantes, mejorando significativamente la calidad del agua, ofreciendo una solución económica para el manejo de aguas mieles del café.

Palabra clave: *Fitorremediación, macrófitas acuáticas, aguas contaminadas.*

ABSTRACT

In the Zonanga Alta hamlet in the province of Jaén, coffee farming generates considerable volumes of coffee slush, which contains high concentrations of organic matter and has an acidic pH, causing environmental problems such as eutrophication and affecting terrestrial and aquatic flora and fauna. To mitigate this impact, the use of biological filters based on biological and chemical degradation processes was proposed, with techniques such as phytoremediation with *Eichhornia crassipes* and *Lemna minor*. The results showed a very significant improvement in the physicochemical parameters of the treated honey waters, the pH increased from 4.38 to 7.082 ± 0.07, the total suspended solids (TSS) decreased by more than 99.73%, from 920 mg/L to <2.5 mg/L, the Biochemical Oxygen Demand (BOD_5) went from 2650 mg O_2/L to 7.36 mg O_2/L, improving by 99.72%, the Chemical Oxygen Demand (COD) was also reduced by 99.58%, from 6214.3 mg O_2/L to 26.08 mg O_2/L. These parameters are within the range allowed by the MINAM (Ministry of Agriculture, Livestock, Livestock Production) and the MINAMBIENTE (Ministry of Environment) LMPs of Colombia. Biological filters with *Eichhornia crassipes* and *Lemna minor*. were very efficient in removing contaminants, significantly improving water quality and offering an economical solution for the management of coffee honey waters.

Keywords: *Phytoremediation, aquatic macrophytes, contaminated waters.*

I. INTRODUCCIÓN

En el caserío de Zonanga Alto, distrito de Jaén y provincia de Jaén, se muestra a la caficultura como una de las principales actividades de la zona. En la transformación del fruto del café, se generan residuos orgánicos, donde solo se aprovecha el 5 % del peso del fruto fresco para la preparación de la infusión, y el 95% restante son subproductos o Residuos, los cuales tienen diferente composición química (Torres et al., 2019). Es así que, en el beneficio húmedo del café se utilizan considerables volúmenes de agua para lavar el grano fermentado generando grandes volúmenes de aguas residuales denominados aguas mieles que al ser vertidos al suelo trae problemas de contaminación de alto impacto ambiental, debido a su alto contenido de sustancias orgánicas, como azúcares disueltos, alta acides y pH ácido (4 – 4.5) que origina impactos al ambiente ocasionando su degradación (Rosset et al., 2014).

Uno de esos impactos en el agua, es el fenómeno de la eutrofización. La eutrofización, a escala de paisaje es una presión importante hacia la pequeña biodiversidad del cuerpo de agua. Las aguas mieles de café, al llegar a los ríos contamina y extermina la fauna y flora acuática debido a que, en el proceso de degradación de la materia orgánica se consume el oxígeno disuelto, necesario para que estos puedan sobrevivir, produciendo un aspecto paisajístico negativo, por la coloración y turbiedad del agua (Huerta, 2020)

Así mismo, la Autoridad Nacional del Agua (2011), indica que las aguas mieles generadas en el país forman parte de la contaminación generada por vertimientos agrícolas y es considerada una causa importante de la contaminación de ríos, lagos y zonas marino costeras, que se da por escurrimiento o drenaje, llegando a contaminar aguas superficiales y subterráneas.

Los filtros biológicos son sistemas de filtrado natural, cuya función fundamental es la eliminación de los contaminantes y sustancias tóxicas, por medio de la neutralización y transformación en sustancias no nocivas, el principio del filtro biológico consiste en el paso del agua por un manto poroso, de los que se encuentran formados por múltiples compuestos (Basterrechea, 2018). El agua al seguir su curso por el filtro, los sustratos que contiene entran

en contacto con el medio filtrante donde son retenidos, a los que se asociarán procesos de degradación biológica y química (Quintón, 2018).

Garzón et al., (2017) menciona que los sistemas de tratamiento de filtros biológicos para la descontaminación de aguas mieles de café se deberían aplicar en las fincas cafetaleras, con el principal objetivo de evitar la contaminación a la flora y fauna. Además, afirma que la biorremediación con filtros biológicos ha demostrado ser rentable y eficiente en la remoción de determinados contaminantes. La biorremediación, entendida esta como la aplicación de microorganismos, hongos, plantas o las enzimas derivadas de ellos para la restauración del ambiente podría ocupar un lugar importante.

Anaya (2023), implementó un biodigestor y una laguna de estabilización para la descontaminación de las aguas mieles de café en la finca "La Planada" en la vereda del Pindio, municipio de Almaguer, Cauca. Construyó un filtro biológico con *Eichhornia crassipes*, donde realizó una posa en el suelo y lo cubrió de polietileno, el tiempo utilizado para el tratamiento fue de 42 días. Caracterizó las aguas mieles iniciales, obteniendo un valor de pH, de 2 y a la salida del sistema un valor de 6.5, indicando que, para este parámetro, el filtro biológico es muy bueno.

Morales et al. (2021), evaluaron tres sistemas de tratamiento de aguas mieles de café en la cooperativa Alta Montaña, Provincia de Rodríguez de Mendoza, Amazonas, Perú; realizaron tres tratamientos: filtro físico con arena y carbón, el filtro biológico con plantas macrófitas como Jacinto de agua y un sistema con coagulantes naturales con moringa y tuna. Realizaron muestreos de agua con periodicidad de 15 días durante dos meses consecutivos (mayo a junio de 2019), con un total de tres muestreos por cada punto establecido (PM1=Agua miel de café en condiciones normales, PM2=Filtro físico, PM3=Filtro biológico, PM4=Filtro de coagulantes de origen vegetales). Realizaron muestreos a la salida de cada tanque. Lograron reducir los parámetros de solidos disueltos y fosfatos. Demostraron la eficiencia en la remoción de la materia orgánica (70 a 98.7 %), mientras la remoción de turbidez ha logrado su eficacia hasta 98.7%, con respecto a los nitratos la remoción osciló entre 20 y 100%, concluyeron que los sistemas de tratamiento biológico y físico son eficientes para minimizar el impacto ambiental.

Huerta (2020), evaluó y diseñó un sistema de tratamiento para aguas residuales del café y mejoró las condiciones de los parámetros de temperatura, pH, conductividad eléctrica, DQO,

DBO_5. Trató aguas residuales del café con un sistema de tratamiento mediante lagunas de oxidación. Realizó la construcción de tres pozas más un biofiltro utilizando *Eichhornia crassipes.* y obtuvo como resultados finales para DQO en el sistema remociones de 69.68 ± 80.54%, y para DBO_5 de 78.14 ± 89.49 que corresponden a eficiencias muy altas, encontrándole por debajo de las ECA para aguas de categoría III. Logró evaluar y diseñar un sistema de tratamiento adecuado y eficaz para tratar las aguas residuales provenientes del beneficio húmedo del café mejorando las condiciones de los parámetros de temperatura, pH, conductividad eléctrica, DQO, DBO_5.

El agua utilizada en el beneficio húmedo del café es vertida sin ningún tratamiento a los pequeños riachuelos y acequias (Duran y Angulo, 2022), llegando así hasta la quebrada del caserío Zonanga Alto, generando contaminación y problemas en la salud de la población. Razón por el cual la investigación se justifica por su importancia para la zona, debido a que podrá ayudar a mejorar el problema ambiental y problemas con la salud que se presenta en el caserío, brindando a los caficultores la información necesaria para que conozcan el potencial peligro de estas aguas residuales, al mismo tiempo, mostrando que sea un tratamiento a bajo costo y de fácil implementación en la finca de café (Pérez et al., 2022)

Por otro lado, se evidencia que el método de procesamiento de café afecta los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales y por ello se debe implementar metodologías de tratamiento y/o aprovechamiento de estas aguas acordes a las características intrínsecas de cada proceso (Torres, et al. 2019)

Por lo expuesto, el objetivo de la investigación fue evaluar la eficiencia de los filtros biológicos en el tratamiento de aguas mieles del café en el caserío de Zonanga Alto – Jaén; teniendo como objetivos específicos: a) Realizar el análisis de los parámetros físico-químico como Potencial Hidrógeno (pH), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sólidos Sedimentables (SSED), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO), de las aguas mieles antes y después del tratamiento y b) Determinar y comparar los resultados con los Límites máximos permisibles (LMP), de acuerdo a los protocolos establecidos en otros países para el tratamiento de aguas mieles.

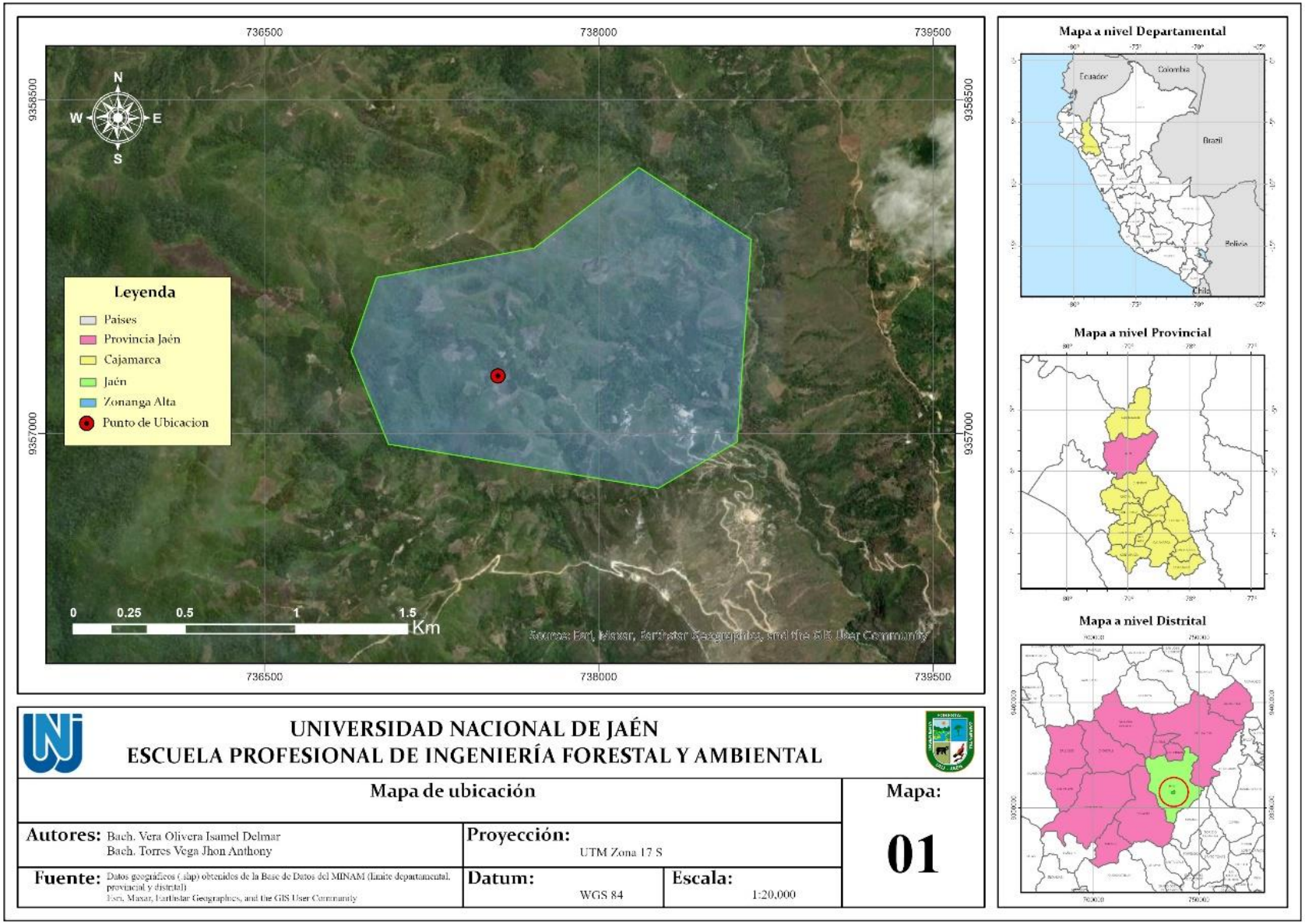
II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en el Caserío de Zonanga Alta, perteneciente al distrito y provincia de Jaén, región Cajamarca, ubicada a dos horas por vía rural desde la ciudad de Jaén, en la propiedad del Bach. Ismael Delmar Vera Olivera (coordenadas E: 737548 y N: 9357259, a una altura de 1 778 m.s.n.m.). Según el Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos y la Autoridad Nacional del Agua, esta zona es perteneciente a la Cuenca Chamaya, siendo su Autoridad Administrativa del Agua (ADA) "Marañón" y la Autoridad Local del Agua (ALA) "Chinchipe-Chamaya, Chotano-Llaucano"

Figura 1

Mapa de ubicación del Caserío de Zonanga Alta.



2.2. Materiales, equipos y herramientas

Materiales:

- 30 frascos con cierre hermético para muestras de agua
- 2 Cooler
- 2 pares de guantes
- 30 kg plástico impermeable
- 10 tubos PVC
- 1 frasco de pegamento PVC
- 6 llaves de paso
- 5 mallas filtro
- 2 picos
- 2 palanas
- 2 barretas
- 1 hoja de cierra
- 1 wincha
- 5 adaptadores y codos de tubería

Material Biológico

- *Eichhornia crassipes* (Jacinto de Agua)
- *Lemna minor* (Lenteja de agua)

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

Constituida por 10 mil litros, volumen total de las aguas mieles producidas en el caserío de Zonanga Alta – Jaén producto del beneficio húmedo del café.

2.3.2. Muestra

Construida por 1000 L de aguas mieles producidas en un día de laboreo en el beneficio húmedo del café en la finca “El Guayaquil”, del caserío Zonanga

Alta – Jaén, distribuida en 5 sistemas de tratamiento con 200 L cada una que corresponde a cada repetición.

2.3.3. Muestreo

No probabilístico a criterio de los investigadores.

2.4. Diseño de investigación

2.4.1. Hipótesis:

H_0: El empleo de los filtros biológicos no es eficiente para el tratamiento de las aguas mieles del café, sin reducción de los contaminantes físico-químicos presentes en un 60% a 70%.

H_1: El empleo de los filtros biológicos es eficiente para el tratamiento de las aguas mieles del café, reduciendo los contaminantes físico-químicos presentes en un 60% a 70%.

2.4.2. Variables

Variable dependiente

- **Tratamiento de aguas mieles**
  - ✓ Potencial de Hidrógeno (pH)
  - ✓ Sólidos solubles totales (SST)
  - ✓ Sólidos sedimentables (SSED)
  - ✓ Demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5)
  - ✓ Demanda química de oxígeno (DQO)

Variables independientes

- **Filtro biológico**
  - ✓ *Eichhornia crassipes*
  - ✓ *Lemna minor.*

2.4.3. Metodología de investigación

Fue cuantitativa dado que se realizaron mediciones de parámetros fisicoquímicos. Se hizo uso del análisis estadístico para interpretar los resultados.

Tipo de investigación

Fue de tipo experimental porque se manipuló las variables independientes y longitudinal se recolectaron datos durante la duración del proceso. Se hicieron mediciones al inicio y final del desarrollo experimental)

2.5. Metodología

2.5.1. Instalación del sistema de tratamiento de aguas mieles con filtros biológicos

a) Acondicionamiento de las especies

Eichhornia crassipes

Los individuos de *Eichhornia crassipes* fueron trasladados del distrito de San José de Lourdes hacia el lugar del proyecto, en bolsas grandes de polietileno, donde se les acondicionó en una laguna provisional para su adaptación. Para su acondicionamiento se tuvo en cuenta el agua, pH, la temperatura, la luz, los nutrientes y la profundidad del agua (Botánica Acuática, 1981). El Jacinto de agua posee mayor adaptabilidad a condiciones extremas a las aguas residuales (Pomazongo y Estalla, 2024)

***Lemna minor*.**

Los individuos de *Lemna minor* fueron trasladados de la provincia de Jaén hacia el área del proyecto en un balde con bolsas de polietileno, también se les acondicionó en una laguna provisional para su adaptación. Donde se tuvo en cuenta la iluminación, la temperatura, el pH y los nutrientes para un buen acondicionamiento (Magahud y Polido, 2021)

b) Acondicionamiento del área de trabajo

Según Buenfil (2019), para poder acondicionar de manera correcta un área de trabajo para el tratamiento de aguas grises, se deben seguir los pasos de la siguiente manera:

La instalación de los cinco filtros biológicos se inició haciendo la elección de una área con pendiente para que el agua discurra naturalmente, posterior a eso se procedió a la limpieza del área para luego hacer las mediciones de cada laguna y marcándolo con ceniza, tal como se muestra en la Figura 2, para luego proceder a hacer las excavaciones de cada laguna tal como se muestra en la Figura 3, una vez terminada, se cubrió las lagunas con plástico impermeable y se hizo las conexiones con tubos de dos pulgadas de laguna a laguna, utilizando válvulas para evitar el pase de agua entre lagunas antes del tiempo requerido, quedando así todo listo la estructura del filtro biológico (ver Figura 4)

Figura 2

Marcado del terreno para la construcción de los filtros biológicos.

Figura 3

Excavación de las lagunas.

Figura 4

Acondicionamiento de las lagunas.

c) Recolección y preparación de aguas mieles

La recolección de las aguas mieles fue realizado de un solo lugar de laboreo, las cuales se generaron después del proceso de lavado los granos de café fermentado. Las aguas mieles fueron depositadas en la primera laguna que se muestra en la Figura 5. Posteriormente se distribuyeron en 5 lagunas que correspondieron a cada repetición tal como se muestra en la Figura 6.

Figura 5

Primera laguna recolección y preparación de las aguas mieles de café.

Figura 6

Laguna con aguas mieles de café que corresponden a cada repetición.

2.5.2. Muestreo de las aguas mieles de café

Pasos del muestreo

- Punto de monitoreo.
- Cuidados y acondicionamiento.
- Toma de muestras de agua, preservación, rotulado y transporte.
- Método de ensayo.

Especificaciones Técnicas dadas por el Laboratorio Regional del Agua

Las especificaciones técnicas fueron las siguientes:

- Trasladar las muestras en un cooler brindado por el mismo laboratorio.
- Trasladar las muestras en un plazo no mayor de 24 h desde que son recolectadas.
- Utilizar hielo y gel packs para mantener la temperatura de las muestras no mayor de 10 °C durante el traslado.
- Rotular cada frasco con los datos solicitados en las etiquetas (hora de muestreo, quien hace el muestreo, etc.)
- Embalar el cooler bien sellado para el traslado.

Llenado del formato de cadena de custodia

En la cadena de custodia se colocaron datos de muestreo tales como:

- Hora y fecha de del muestreo.
- Lugar de proveniencia.
- Firma de la persona que recolecta la muestra.
- Código de muestra.
- Parámetros a analizar.
- Nombre del recepcionista.

Procedimiento de muestreo de las aguas mieles

Según El Laboratorio Regional del Agua, a través de la Capacitación 1702 (2017) e ISO 19011 (2018), el muestreo debería realizarse según las siguientes especificaciones:

- Se emplearon cinco frascos de polietileno de 1 L y un frasco de polietileno de 250 mL, limpios y esterilizados proporcionados por el laboratorio.
- Se procedió a la toma de muestra de aguas mieles de café según corresponda, utilizando guantes esterilizados haciendo una agitación en el fondo de las pozas para que se mueva la materia orgánica y de esa manera tener una muestra uniforme.
- Se procedió a enjuagar con el agua miel dos veces el frasco y se llenaron los frascos manteniéndoles dentro de las pozas y taparon herméticamente.
- Se secaron y luego etiquetaron cada frasco convenientemente.
- Al frasco correspondiente para el análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO) se le agregó 15 gotas de ácido sulfúrico 20% en peso.
- Se acondicionó los frascos en un cooler proporcionado por el laboratorio conteniendo hielo y bolsas de gel helados, para mantener la temperatura menor a los 10 °C.
- El cooler se trasportó a las instalaciones del Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca.
- Los muestreos se realizaron de acuerdo al tiempo especificado en la **Tabla 1.**

Tabla 1

Tiempos del muestreo.

Punto	N° de muestras	Meses
Poza matriz	5	0 (inicio)
Repetición 1	5	5
Repetición 2	5	5
Repetición 3	5	5
Repetición 4	5	5
Repetición 5	5	5

2.5.3. Tratamiento de las aguas mieles en el filtro biológico

- Se agregaron los 1000 L las aguas mieles en la poza matriz correspondiente a la Etapa 1 (Ver Figura 7)
- Posteriormente se distribuyeron 200 L de aguas mieles en las cinco pozas de la Etapa 2 (Ver Figura 7)
- Se colocaron 30 plantas de *Eichhornia crassipes* a cada poza.
- Transcurrido 75 días, las aguas mieles de las cinco primeras pozas fueron trasvasados a otras cinco pozas de la Etapa 3 (Ver Figura 7).
- Luego se colocaron plantas de la especie *Lemna minor* de tal manera que llegaran a cubrir el 70% de la superficie de cada poza.
- Transcurrido los siguientes 75 días desde el uso de la *Lemna minor* se procedió a la toma de las muestras requeridas para su análisis.

2.5.4. Caracterización de los parámetros fisicoquímicos de las aguas mieles.

Se caracterizó los parámetros fisicoquímicos de pH, SST, SSED, DBO_5 y DQO iniciales y después de 5 meses de tratamiento a la salida de la Fase 3 del filtro biológico.

Los análisis correspondientes se realizaron en las instalaciones del Laboratorio Regional del Agua sito en la ciudad de Cajamarca, siguiendo los métodos indicados en la Tabla 2.

Tabla 2

Parámetros fisicoquímicos y método de ensayo.

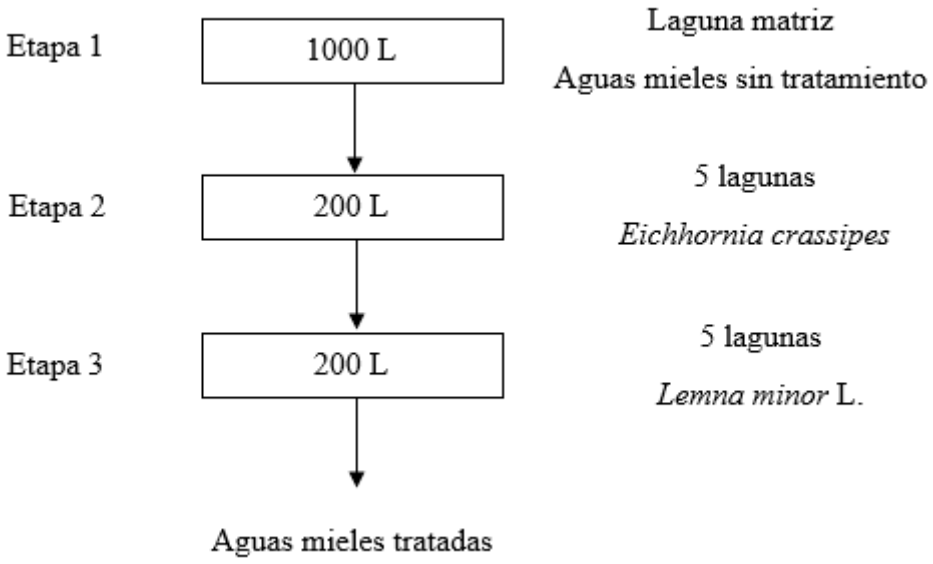
Indicadores	Unidades	Método de ensayo
pH	Unidades de pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023: pH Value. Electrometric Method
SST	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 24 th Ed. 2023: Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105 °C
SSED	mL/L/h	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, F. 24 th Ed. 2023: Solids. Settleable Solids
DBO5	mg O_2 /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
DQO	mg O_2/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

2.5.5. Descripción del tratamiento

El tratamiento de las aguas mieles de café mediante los filtros biológicos de muestra en la Figura 7.

Figura *7*

Diagrama de flujo del filtro biológico.



Descripción del flujo del filtro biológico

Etapa 1

El sistema de tratamiento de aguas mieles de café, se inicia en la Etapa 1 con la recolección y disposición de las aguas mieles de café producto del beneficio húmedo del café, en la primera poza se recolecta la cantidad de 1000 L y se realizó el muestreo para la caracterización inicial, posteriormente se distribuyó en cinco pozas con 200 L de aguas mieles en cada una.

Etapa 2

En esta etapa, en cada poza con los 200 L de aguas mieles de café, se incorporó 30 plantas de *Eichhornia crassipes,* éstas permanecieron durante 75 días. en esta etapa se observó que las plantas se desarrollaron rápidamente

e incluso florecieron y aumentó la población. Al término del periodo comprendido, las aguas fueron trasvasadas a las siguientes lagunas.

Etapa 3

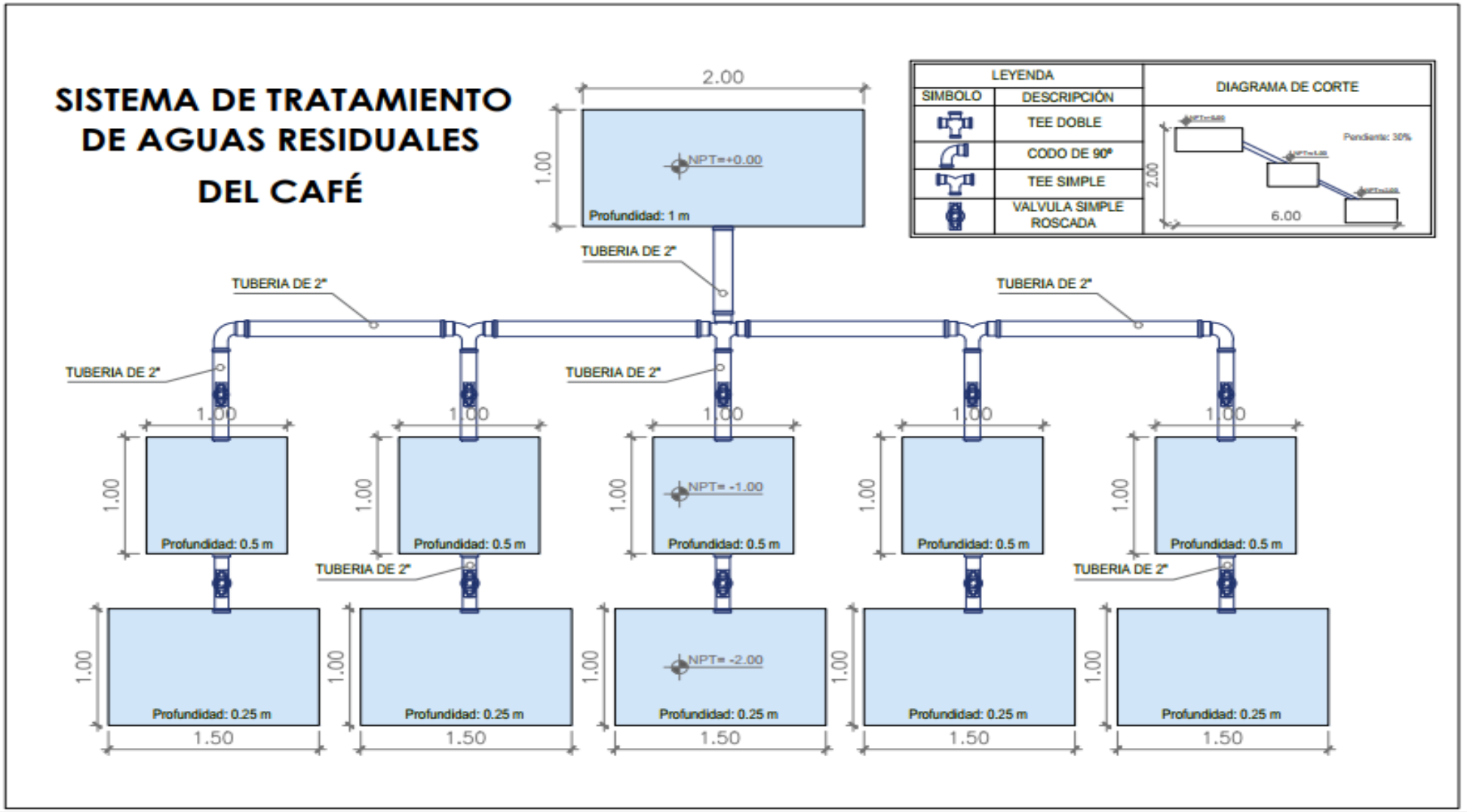
Fue la última etapa del sistema de tratamiento de las aguas mieles de café, en esta etapa, se incorporó la *Lemna minor*, en la cantidad necesaria para cubrir el 70 % de la superficie de la laguna. *Se* esperó otros 75 días. Al término del cual se determinaron las características fisicoquímicas finales del agua tratada. En esta etapa se observó que la especie se desarrolló rápidamente aumentando y cubriendo toda la superficie de la poza.

2.5.6. Diseño experimental

En la Figura 8 se muestra el diagrama del proceso de fitorremediación mediante filtro biológico. En la poza matriz se almacenó los 1000 L de agua miel de café y se realizó las evaluaciones iniciales de las aguas (Etapa 1), luego se distribuyó 200 L, en las 5 pozas siguientes (Etapa 2) para incorporarlo con *Eichhornia crassipes*, permaneciendo 75 días. A continuación, las aguas tratadas fueron distribuidas respectivamente, en las siguientes 5 pozas (Etapa 3) incorporándolo con *Lemna minor* durante otros 75 días. Se hará la caracterización final de las aguas. Al término del cual se realizan las evaluaciones fisicoquímicas finales de las aguas tratadas.

Figura 8

Esquema del sistema de tratamiento de aguas mieles de café con macrófitas acuáticas.



2.5.7. Tratamiento de datos

Consignados los datos en unas fichas, se realizó el análisis descriptivo mediante tablas y gráficos de barras para evaluar la evolución de los parámetros en los días de tratamiento empleando el software estadístico Excel.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis de los parámetros físico-químico de las aguas mieles antes y después del tratamiento

Los parámetros evaluados durante el sistema de tratamiento fueron: pH, SST, SSED, DBO_5 y DQO. Se registraron al inicio y al final del tratamiento con los filtros biológicos.

3.1.1. Características fisicoquímicas iniciales de las aguas mieles de café

En la Tabla 3 se muestran las características fisicoquímicas iniciales de las aguas mieles de café. Se observa que el pH de las aguas mieles de café tuvo un valor de 4.38, los Sólidos Suspendidos Totales (SST) fue de 920 mg/L, los Sólidos Sedimentables (SSED) fueron menores a <1.3 mL/L/H, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) tuvo un valor de 2650.0 mg O_2/L y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) fue de 6214.3 mg O_2/L.

Tabla 3

Parámetros fisicoquímicos iniciales de las aguas mieles de café.

Parámetro	LCM	Valor inicial
Potencial de hidrógeno (pH)	NA	4.38
Sólidos suspendidos totales (SST)	2.5 mg/L	920
Sólidos Sedimentables (SSED)	1.3 mL/L/H	<1.3
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	2.6 mg O_2/L	2650
Demanda química de oxígeno (DQO)	8.3 mg O_2/L	6214.3

Nota: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor < LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas). NA: no aplica

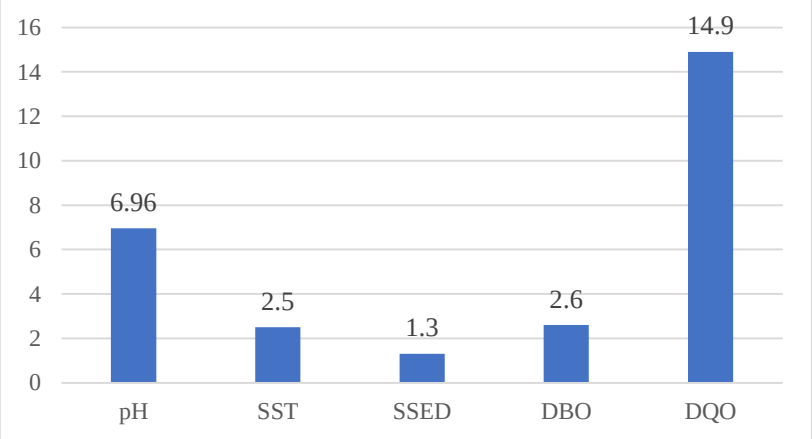
3.1.2. Características fisicoquímicas finales de las aguas mieles de café

Al término de los 5 meses de tratamiento, en la Tabla 4 se muestran los parámetros fisicoquímicos de las aguas mieles después de ser tratadas en los filtros biológicos.

Repetición 1: En la Figura 9 se observa que el pH tuvo un valor de 6.96 siendo el más bajo de los 5 puntos, los Sólidos Suspendidos Totales (SST) fueron menores al Límite de Cuantificación del Método siendo <2.5 mg/L, los Sólidos Sedimentables (SSED) también fueron menores al límite de Cuantificación del Método siendo <1.3 mL/L/H, mientras la Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5) también fue menor al Límite de Cuantificación del Método siendo <2.6 mg O_2/L y la Demanda Química de Oxigeno (DQO) tuvo un valor de 14.9 mg O_2/L.

Figura 9

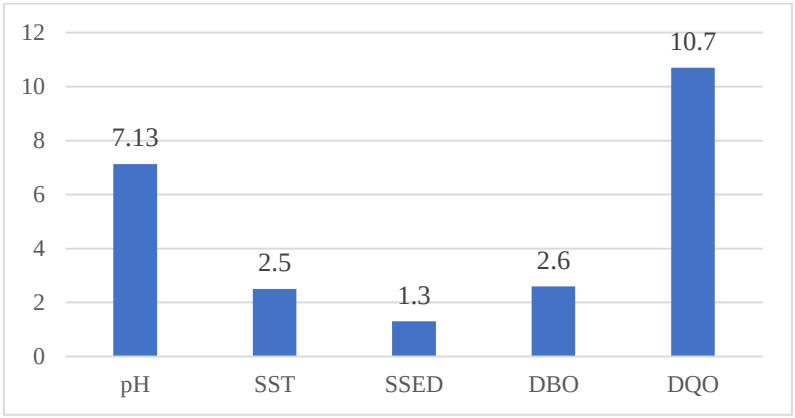
Parámetros fisicoquímicos después del tratamiento para la Repetición 1



Repetición 2: En la Figura 10 se observa que el pH fue de 7.13 siendo de los más altos, los Sólidos Suspendidos Totales (SST) fueron menores al Límite de Cuantificación del Método siendo <2.5mg/L, también los Sólidos Sedimentables (SSED) fueron menores al límite de Cuantificación del Método siendo <1.3mL/L/h, la Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5) igualmente fue menor al límite de Cuantificación del Método siendo <2.6mg O_2/L y la Demanda Química de Oxigeno (DQO) tuvo un valor de 10.7 mgO_2/L siendo el más bajo de los 5 puntos.

Figura 10

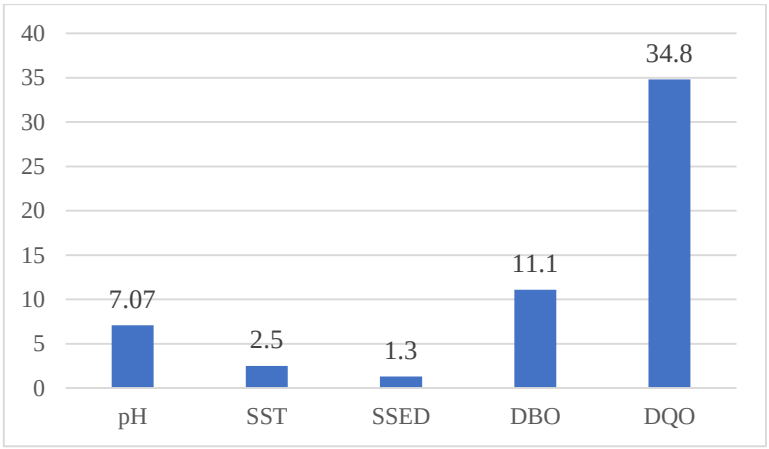
Parámetros fisicoquímicos después del tratamiento para la Repetición 2



Repetición 3: En la Figura 11 se observa que el pH tuvo un valor de 7.07, los Sólidos Suspendidos Totales (SST) nuevamente fueron menores al Límite de Cuantificación del Método siendo <2.5mg/L, los Sólidos Sedimentables (SSED) también fueron menores al límite de Cuantificación del Método siendo <1.3mL/L/h, mientras la Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5) obtuvo un valor de 11.1 mg O_2/L y la Demanda Química de Oxigeno (DQO) tuvo se segundo valor más alto, siendo de 34.8 mg O_2/L.

Figura 11

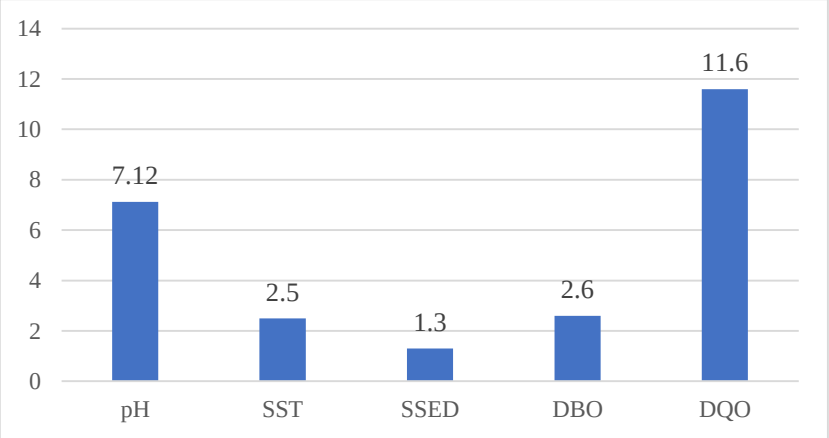
Parámetros fisicoquímicos después del tratamiento para la Repetición 3



Repetición 4: En la Figura 12 se observa que el pH obtuvo un valor de 7.12, los Sólidos Suspendidos Totales (SST) nuevamente fueron menores al Límite de Cuantificación del Método siendo <2.5mg/L, los Sólidos Sedimentables (SSED) también fueron menores al límite de Cuantificación del Método siendo <1.3 mL/L/H, la Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5) en este punto también igualmente fue menor al límite de Cuantificación del Método siendo <2.6mg O_2/L y la Demanda Química de Oxigeno (DQO) tuvo un valor de 11.6 mg O_2/L.

Figura 12

Parámetros fisicoquímicos después del tratamiento para la Repetición 4



Repetición 5: En la Figura 13 se observa que el pH al igual que el Punto 2, tuvo un valor de 7.13, los Sólidos Suspendidos Totales (SST) fueron menores al Límite de Cuantificación del Método siendo <2.5mg/L, los Sólidos Sedimentables (SSED) también fueron menores al límite de Cuantificación del Método siendo <1.3 mL/L/H, mientras la Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5) tuvo el valor más alto de los 5 puntos siendo de 17.9 mg O_2/L y la Demanda Química de Oxigeno (DQO) fue la más alta de todos los puntos con un total de 58.4 mg O_2/L.

Figura 13

Parámetros fisicoquímicos después del tratamiento para la Repetición 5

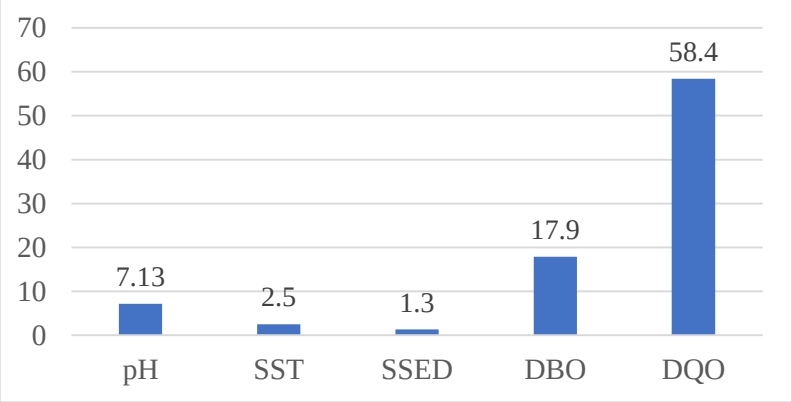


Tabla 4

Resumen de los parámetros fisicoquímicos de las aguas mieles de café tratados en los filtros biológicos.

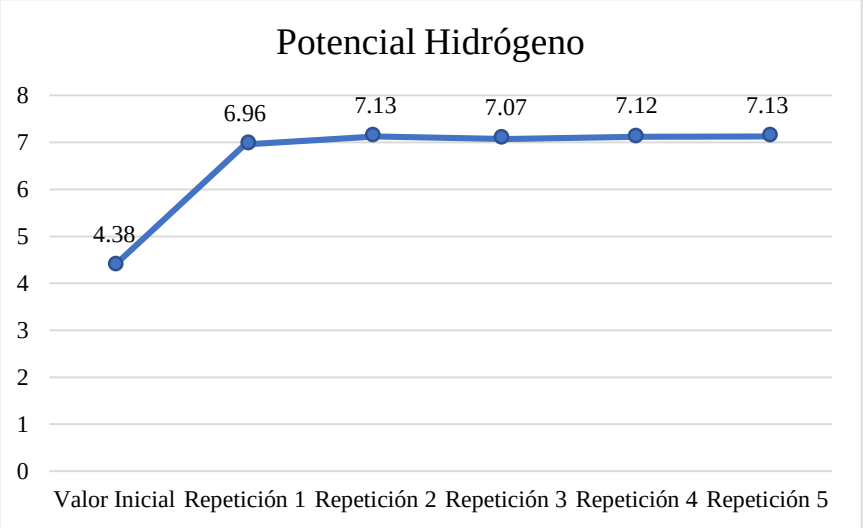
Parámetro	LCM	Final R1	Final R2	Final R3	Final R4	Final R5	Promedio
Potencial de hidrógeno (pH)	NA	6.96	7.13	7.07	7.12	7.13	7.082 ± 0.07
Sólidos suspendidos totales (SST)	2.5 mg/L	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Sólidos Sedimentables (SSED)	1.3 mL/L/H	<1.3	<1.3	<1.3	<1.3	<1.3	<1.3
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5)	2.6 mg O_2/L	<2.6	<2.6	11.1	<2.6	17.9	7.36 ± 6.95
Demanda química de oxígeno (DQO)	8.3 mg O_2/L	14.9	10.7	34.8	11.6	58.4	26.08 ± 20.57

Nota: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas). NA: no aplica

En la Figura 14 se observa la variación del pH desde el valor inicial (4.38) hasta el valor final para cada repetición obteniéndose valores entre 6.96 y 7.13. Estos datos demuestran que para el parámetro pH las repeticiones se comportaron de manera similar.

Figura 14

pH inicial y final para cada repetición.



En la Figura 15 se observa la variación del Solidos Suspendidos Totales desde el valor inicial (920) hasta el valor final para cada repetición obteniéndose valores iguales de 2.5. Estos datos demuestran que para el parámetro SST las repeticiones se comportan de manera iguales.

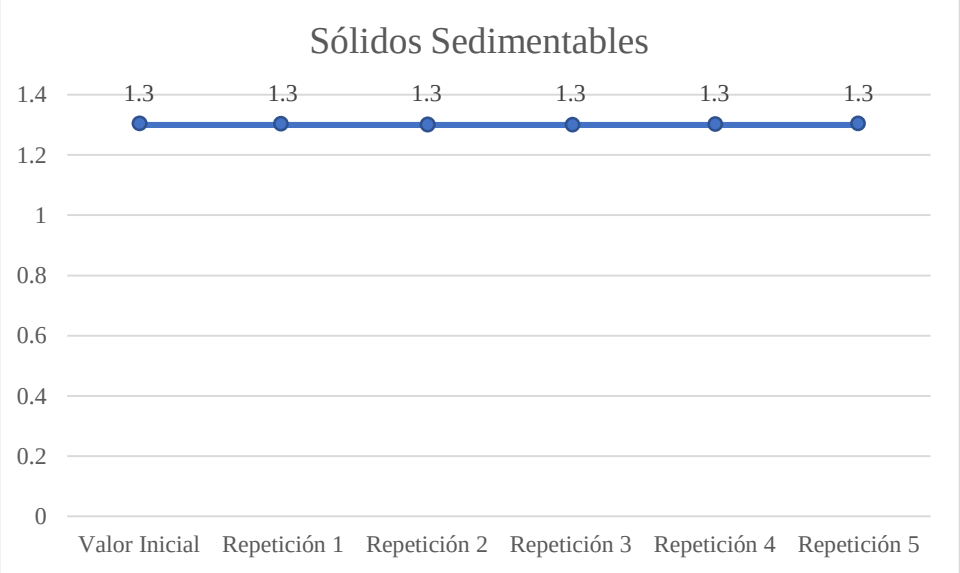
Figura 15

Solidos Suspendidos Totales inicial y final para cada repetición

En la Figura 16 se observa que no hay variación del Solidos Sedimentables, tenemos el valor inicial (1.3) hasta el valor final para cada repetición obteniéndose los mismos valores (1.3). Estos datos demuestran que para el parámetro Solidos Sedimentados, tanto el valor inicial y las repeticiones finales son iguales.

Figura 16

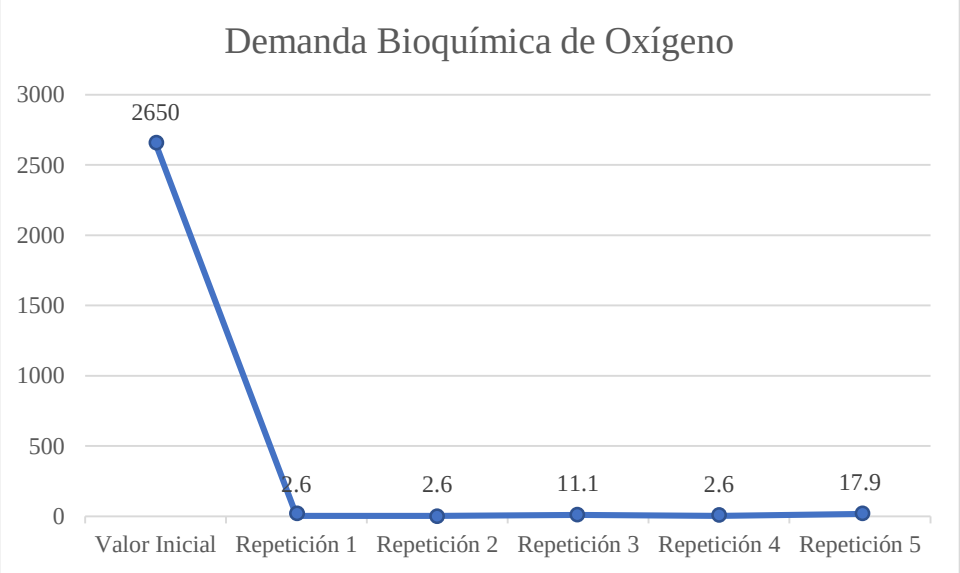
Solidos Sedimentables inicial y final para cada repetición



En la Figura 17 se observa la variación de la Demanda Bioquímica de oxigeno desde el valor inicial (2650) hasta el valor final para cada repetición obteniéndose valores entre 2.6 y 17.9. Estos datos demuestran que para el parámetro DBO, las repeticiones se comportan de manera similar.

Figura 17

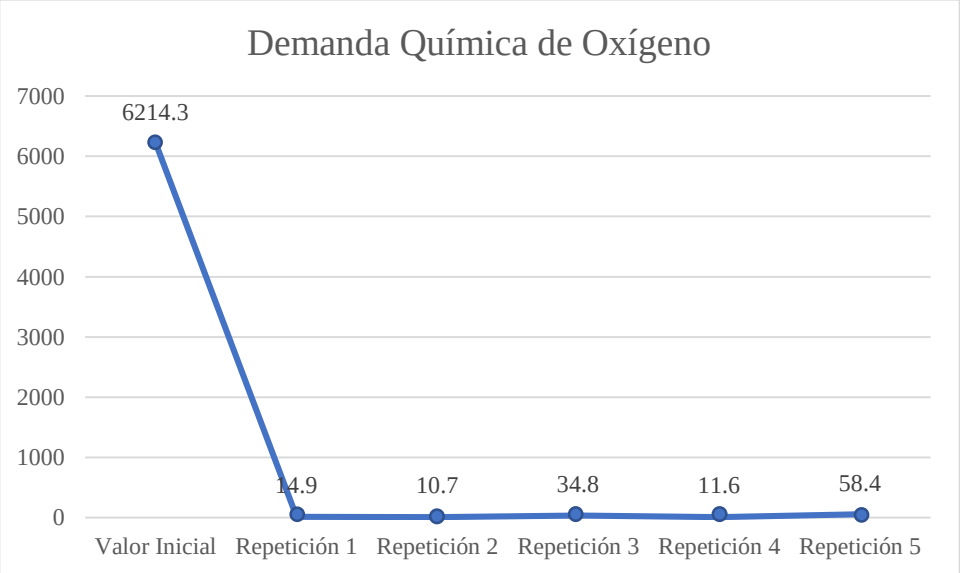
Demanda Bioquímica de Oxigeno inicial y final para cada repetición



En la Figura 18 se observa la variación del Demanda Química de Oxigeno desde el valor inicial (6214.3) hasta el valor final para cada repetición obteniéndose valores entre 10.7 y 58.4. Estos datos demuestran que para el parámetro DQO las repeticiones se comportan de manera casi similar.

Figura 18

Demanda Química de Oxigeno inicial y final para cada repetición

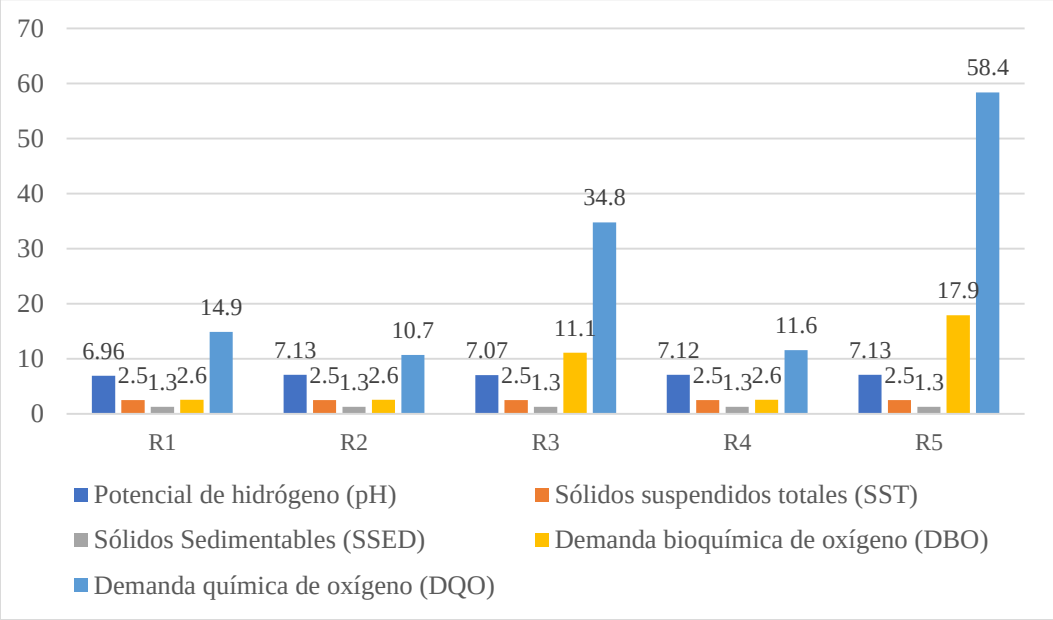


En la Figura 19 se muestra la gráfica de barras donde se observa que los resultados de Potencial Hidrógeno (pH) se mantienen constantes, siendo una diferencia mínima, en los Sólidos Suspendidos Totales (SST) igualmente los resultados fueron menores a los LMP considerados, para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) se destacan el R1, R2 y R4 teniendo valores bajos, mientras en R4 y R5 tienen valores elevados en comparación a los anteriores. En la Demanda Química de Oxígeno (DQO) se puede ver que al igual que la DBO_5, el R1, R2 Y R4, tienen valores bajos casi constantes, pero no es lo mismo en los casos del R3 y R5 que obtuvieron valores demasiado elevados.

A pesar de que la R3 y R4 muestran valores elevados en comparación a los otros, estos no superan los LMP del MINAM, así como tampoco a los LMP del MINAMBIENTE Colombia.

Figura 19

Gráfica de parámetros fisicoquímicos finales.



3.2. Comparación de los parámetros fisicoquímicos finales con los Límites máximos permisibles (LMP), de acuerdo a los protocolos establecidos en otros países para el tratamiento de aguas mieles.

En la Tabla 5 se muestra la comparación de los resultados obtenidos con los LMP MINAM y LMP MINAMBIENTE – Colombia en la que se observa que los valores iniciales de las aguas mieles superan los LMP tanto MINAM y MINAMBIENTE, Sin embargo, luego del tratamiento, estos parámetros han mejorado sustancialmente no superando estos límites.

Se observa que el valor inicial de pH fue 4.38 en comparación con el Valor promedio final que fue de 7.082 ± 0.07, evidenciando que hubo un incremento significativo de pH, dejando de ser muy corrosivas hasta llegar al punto de tener un pH neutro, ligeramente alcalino. Además, este valor obtenido está dentro del rango de los LMP establecidos por MINAM y también de los LMP establecidos por el MINAMBIENTE Colombia. Alcanzando una eficiencia de 61.68%.

Los sólidos suspendidos totales, empezaron con un valor inicial de 920 mg/L, y alcanzando un valor menor al Límite de Cuantificación del Método <2.5 mg/L, en comparación a los LMP del MINAM (150 mg/L) y los LMP del MINAMBIENTE Colombia (400 – 800 mg/L), se observa la disminución de estos fue muy significativa alcanzando más del 99,72% de efectividad.

Los sólidos sedimentables tuvieron un valor inicial que era menor al Límite de Cuantificación del Método, siendo <1.3 mL/L/H, por lo que incluso antes de empezar el muestreo, estos no presentaban un peligro para incumplir los LMP del MINAM y los LMP del MINAMBIENTE de Colombia.

El valor inicial obtenido de la Demanda Bioquímica de Oxígeno fue un valor muy alto, de 2650 mg O_2/L. obteniendo un valor promedio final de 7.36 mg O_2/L, llegando a encontrarse muy por debajo de los LMP del MINAM que es de 100 mg O_2/L y también de los LMP del MINAMBIENTE Colombia que es 400 mg O_2/L, teniendo una mejora del 99.72% de efectividad.

La Demanda Química de Oxígeno tuvo un valor inicial de 6214.3 mg O_2/L, y con un valor promedio final de 26.08 mg O_2/L, que está muy por debajo de los LMP MINAM que es de 200 mg O_2/L, y también de los LMP del MINAMBIENTE Colombia que es de 650 – 3000 mg O_2/L, donde se tuvo una mejora significativa del 99.58%.

Tabla 5

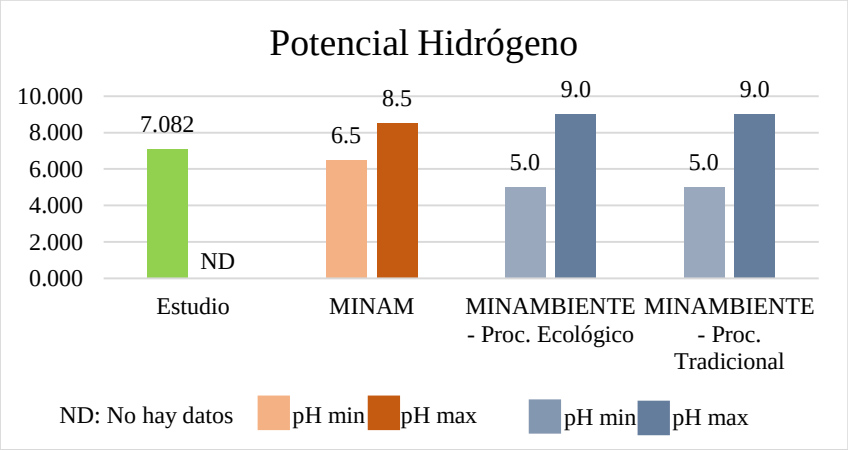
Comparación de resultados con los LMP del MINAM y LMP del MINAMBIENTE – Colombia.

Parámetro	Unidad	Valor inicial	Valor promedio final	LMP MINAM	Beneficio de café (Clasificación de la Federación Nacional de Cafeteros - FNC/CENICAFE)	
					Proceso ecológico	Proceso tradicional
pH	Unidades de pH	4.38	7.082 ± 0.07	6.5 - 8.5	5.00 - 9.00	5.00 - 9.00
SST	mg/L	920	<2.5	150	800	400
SSED	mL/L/H	<1.3	<1.3	Ninguno	10	10
DBO_5	mg O_2/L	2650	7.36 ± 6.95	100	Ninguno	400
DQO	mg O_2/L	6214.3	26.08 ± 20.57	200	3000	650

En la **Figura 20** se puede observar como el pH obtenido en el estudio es de 7.082 ± 0.07, y en comparación a los LMP comparados, está dentro tanto de los LMP del MINAM que es de 6.5 a 8.5 unidades de pH y también de los LMP del MINAMBIENTE de Colombia, que es de 5 a 9 tanto para el proceso tradicional como el proceso ecológico.

Figura 20

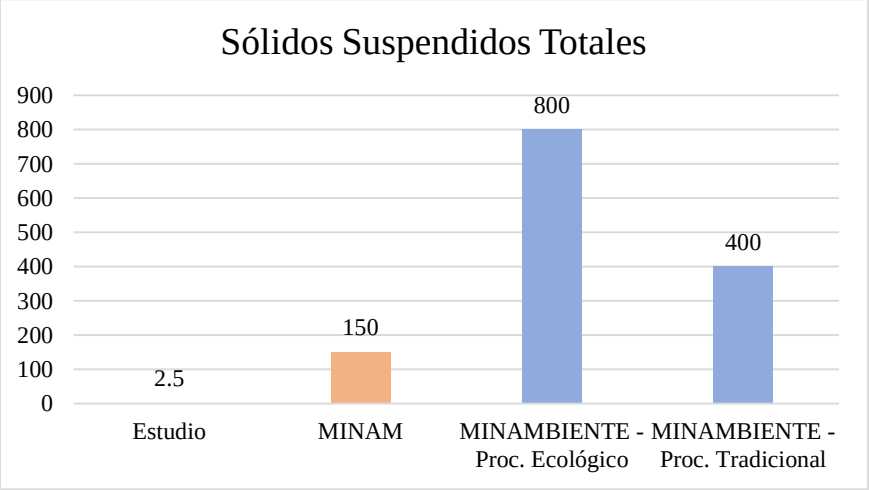
Potencial Hidrógeno (pH)



En la **Figura 21** se observa que el valor promedio final de los SST es <2.5 mg/L y que cumple con los LMP comparados, estando muy por debajo de los 150 mg/L establecidos en los LMP del MINAM e igualmente estando muy por debajo de los 800 mg/L del proceso Ecológico y los 400 mg/L del proceso Tradicional del MINAMBIENTE de Colombia.

Figura 21

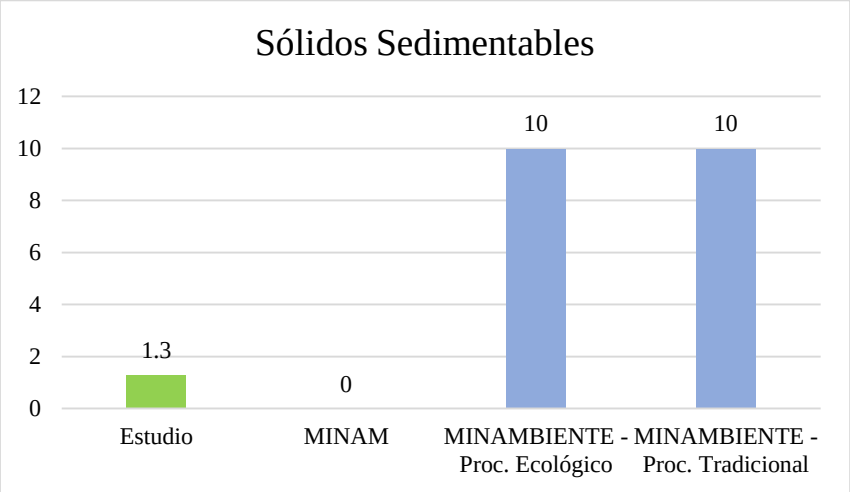
Sólidos Suspendidos Totales (SST)



En la **Figura 22** se observa que los sólidos sedimentables demostraron tener un valor de <1.3 mL/L/H, y estar desde el principio del estudio muy por debajo de los LMP establecidos por el MINAMBIENTE de Colombia, que es de 10 y sin poder comparar con el MINAM al no tener un LMP establecido.

Figura 22

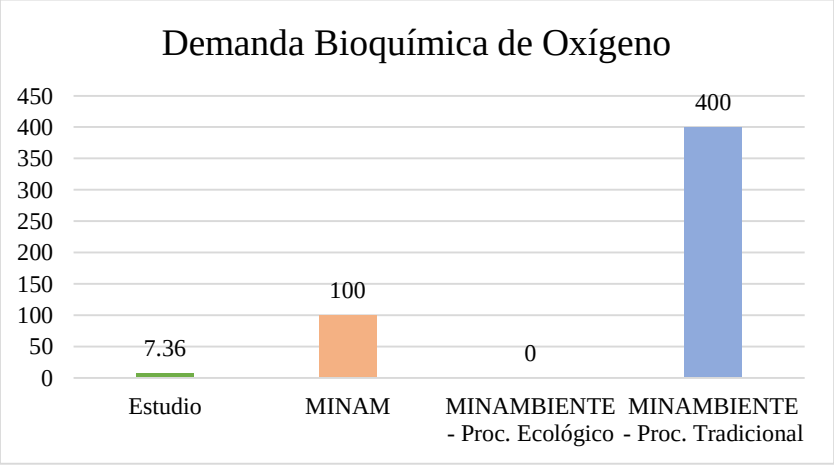
Sólidos Sedimentables (SSED)



En la Figura 23 se muestra que la DQO_5 obtenida en el estudio fue de 7.36 ± 6.95, estando dentro de los LMP del MINAM que es de 100 mg O_2/L, y también dentro de los LMP del MINAMBIENTE de Colombia en el proceso Tradicional que es de 400 mg O_2/L, para el proceso Ecológico no presenta LMP.

Figura 23

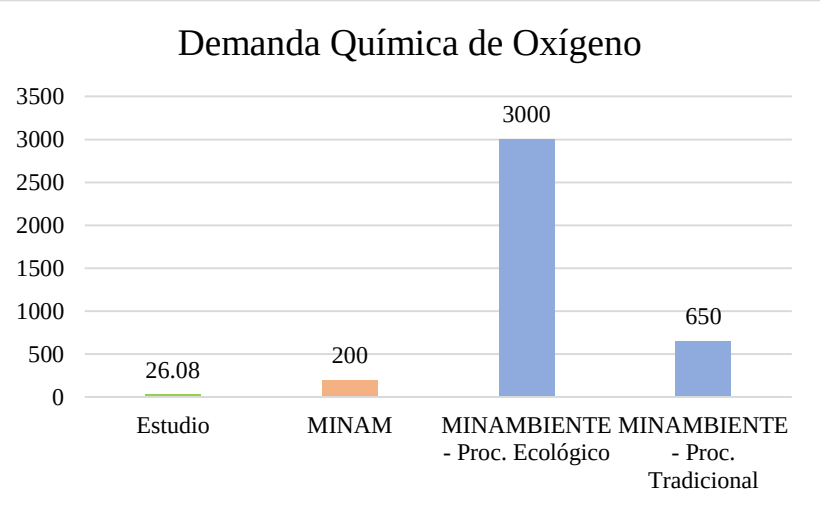
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)



En la Figura 24 se evidencia que la DQO obtenida fue de 36.08 ± 20.57, lo cual está dentro de los LMP del MINAM que es de 200 mg O_2/L, y también dentro de los LMP del MINAMBIENTE de Colombia, que tiene LMP de 3000 mg O_2/L para el proceso Ecológico y 500 mg O_2/L para el proceso Tradicional.

Figura 24

Demanda Química de Oxígeno (DQO)



IV. DISCUSIONES

Los valores de los parámetros fisicoquímicos iniciales de las aguas mieles de café fueron pH = 4.38, SST = 920 mg/L, SSED = <1.3 mL/H, DBO_5 = 2650 mg O_2/L y DQO = 6214.3 mg O_2/L. En cuanto a pH se obtuvieron valores similares a los de Carrero y Tapia (2019) que reportaron un pH de 4,6 y Huerta (2020) un pH de 4,29; sin embargo, fue muy distinto a lo reportado por Anaya (2023) cuyo valor fue de pH 2.
Por otra parte, los valores de SST estuvieron muy por debajo a las obtenidas por Garay y Rivero (2014), que obtuvieron 7977 mg/L.
En cuanto a DBO5, los valores son muy distintos a los obtenidas por Huerta (2020), DBO5 =128 mgO_2/L y Garay y Rivero (2014), DBO_5 = 5847 mg O_2/L. Lo mismo sucede con DQO, se reportaron valores muy distantes a los obtenidos por Huerta (2020), cuyo valor de DQO fue de 189 mg O_2/L. Estas variaciones en las características fisicoquímicas de las aguas mieles de café se deben a muchos factores, tales como las variaciones en tiempo de fermentación (Sánchez, 2022), variedad de café, condiciones agronómicas, tipo de procesamiento. (Torres et al, 2019).

El pH inicial de 4.38 aumentó a un valor final ligeramente alcalino de 7.082 ± 0.07 (61.7%), este valor es menor que el obtenido por Carrero y Tapia (2019), quienes reportaron un pH inicial de 4.6 y un pH final de 8.74 (90%), la diferencia puede atribuirse a que se emplearon diferentes métodos de purificación, donde Carrero y Tapia (2019) utilizaron cubetas y menor cantidad de agua miel (15 L), mientras que en el estudio se utilizó filtros biológicos con 200 L de agua miel, lográndose agua casi neutro con características no corrosivas. Anaya (2023), obtuvo una variación de pH 2 a un pH 6.5. Estas variaciones se deben a que las macrófitas empleadas tuvieron un mejor desarrollo en comparación con los demás estudios debido al empleo de mayor cantidad de agua miel, lográndose una mayor tasa de crecimiento y reproducción que se traduce en una mayor absorción de nutrientes y por consiguiente el aumento de pH. (Prasad et al., 2021). La densa cubierta de hojas de las macrófitas acuáticas sombrea la superficie e impide el crecimiento de algas, limitando la producción de oxígeno que, a su vez, mantiene el pH del líquido a nivel casi neutro (Vymazal, 2019) tal como se obtuvo en esta investigación.

En cuanto a la DBO_5, se observó una disminución notable de 2650 mg O_2/L a 7.36 mg O_2/L (99.72%), siendo mayor la eficiencia respecto a lo obtenido Garay y Rivero (2014), que lograron una variación de los 5847 mg O_2/L a 98 mg O_2/L (98.32%). De manera similar, se observó el comportamiento de los SST, que se redujeron de 920 mg/L a <2.5 mg/L (99.73%), siendo mayor que lo obtenido por Garay y Rivero (2014) que reportaron una variación de 7977 mg/L a 148 mg/L (98.14%), estás diferencias se debe a que se empleó diferente método de tratamiento con diferentes cantidades de macrófitas acuáticas, dado que, a una masa mayor de Jacinto de agua se tiene mayor área de contacto que se asocia a una mayor capacidad de remoción (Venegas, 2020). Por lo tanto, la eficiencia del proceso de fitorremediación puede ser optimizada mediante la gestión del tamaño y la densidad de la planta.

Los parámetros pH (61.7%), DQO (99.58%) y DBO_5 (99.72%) obtenidos son mejores que los obtenidos por Huerta (2020), que reportaron eficiencias de pH (61.1%), DQO (81.8%) y DBO5 (89.1%). Esta diferencia se debe a que se logró mejor adaptabilidad de las plantas y desarrollaron hojas más grandes permitiendo una mayor absorción de materia orgánica tal como lo menciona Morales et al. (2019), indicando que la absorción de materia orgánica depende del tamaño de las hojas, mas no del tamaño de las plantas.

Al término del tratamiento con las plantas *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor*, se obtuvieron valores promedio de pH de 7.082, de SST de <2.5 mg/L, SSED de <1.3 mL/L/H, DBO_5 de 7.36 mg O_2/L y DQO de 26.08 mg O_2/L. estos valores se encuentran dentro del rango LMP establecidos por MINAM (2010) y también de los LMP establecidos por el MINAMBIENTE Colombia (2015), cuyos valores se encuentran en la Tabla 5.

Según MINAM (2010), el rango de pH debe estar entre 6.5 - 8.5 y para MINAMBIENTE Colombia (2015) es de 5 - 9, obteniéndose pH de 7.082, siendo un valor muy cercano a neutro. Los sólidos suspendidos totales (SST), empezaron con un valor inicial de 920 mg/L, y alcanzando un valor <2.5 mg/L, en comparación a los LMP del MINAM (150 mg/L) y los LMP del MINAMBIENTE Colombia (400 – 800 mg/L), se observa la disminución de estos fue muy significativa alcanzando más del 99.73% de efectividad, en comparación al 98.14% obtenido por Garay y Rivero (2021)

Los sólidos sedimentables tuvieron un valor inicial que era menor a <1.3 mL/L/H, por lo que incluso antes de empezar el muestreo, estos no presentaban un peligro para incumplir los LMP tanto de MINAM (2010) como los LMP del MINAMBIENTE Colombia (2015).

El valor inicial obtenido de la Demanda Bioquímica de Oxígeno fue un valor alto, de 2650 mg O_2/L debido a la presencia de grandes cantidades de materia orgánica y azúcares que se producen en el beneficio húmedo del café, obteniendo un valor promedio final de 7.36 mg O_2/L, llegando a encontrarse muy por debajo de los LMP del MINAM (2010) que es de 100 mg O_2/L y también de los LMP del MINAMBIENTE Colombia (2015) que es 400 mg O_2/L, teniendo una mejora del 99.72% de efectividad.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno tuvo un valor inicial de 6214.3 mg O_2/L, y con un valor promedio final de 26.08 mg O_2/L, que está muy por debajo de los LMP MINAM (2010) que es de 200 mg O_2/L, y también de los LMP del MINAMBIENTE Colombia (2015) que es de 650 – 3000 mg O_2/L, donde se tuvo una eficiencia del 99.58% debido a que las macrófitas utilizados y el filtro biológico utilizado presentaron buena capacidad de remoción de materia orgánica.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El filtro biológico constituidos por las plantas *Eichhornia crassipes* y *Lemna minor* resultó ser muy eficiente, obteniéndose al final del tratamiento una mejora sustancial de los parámetros estudiados. En cuanto a pH se obtuvo una eficiencia de 61.7%, en SST de 99.73%, en DBO_5 de 99.72% y la DQO de 99.41%.

Los valores finales de los parámetros fisicoquímicos obtenidos se encontraron dentro de los LMP establecidos por MINAM y por MINAMBIENTE de Colombia, cumpliendo con las normas establecidas para ser descargados en cuerpos de agua sin que produzca impactos negativos al medio ambiente.

La acción de fitorremediación de las plantas queda destacada en la investigación, de tal manera, que servirá a otros investigadores como información para resaltar la importancia de los filtros biológicos como una forma de tratar las aguas contaminadas provenientes de la actividad agrícola.

5.2. Recomendaciones

A los Investigadores de la carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental:

- Realizar investigaciones siguiendo el método de filtros biológicos midiendo los parámetros cada cierto tiempo de manera secuencial hasta que estos se encuentren dentro de los límites máximos permisibles, puesto que estos se pueden alcanzar en menor tiempo respecto al estudiado.
- Realizar monitoreos a cada planta por separado para ver cuál es más eficiente en la depuración mediante los filtros biológicos.

A los investigadores interesados

- Realizar investigaciones sobre el uso de *Eichhornia crassipes*, para la preparación de alimentos de animales de interés zootécnico como bovinos, porcinos, avícolas y peces, para ser aprovechados una vez que hayan cumplido su función purificadora.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Anaya, H. (2023). *Minimización del Impacto Ambiental de las Aguas Mieles del Café y Aprovechamiento de su Potencial Energético en la Finca la Planada en la Vereda del Pindio del Municipio de Almaguer, Cauca.* [Tesis de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Colombia]. https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/55866/hjanayac.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Autoridad Nacional del Agua. (2011). Aguas residuales en el Perú, problemática y uso en la agricultura. Perú. https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/4516/ANA0003016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Basterrechea, B. (2014). ¿Qué es un filtro biológico?. Fundación René Quintón. https://www.fundacionrenequinton.org/blog/que-es-un-filtro-biologico/

Botánica Acuática (1981). La Fenología y el crecimiento del Jacinto de Agua (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) en un lago eutrófico del centro-norte de Florida. *Revista Gestión Ambiental.* https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/030437781900024

Campbell, B. (2021). ¿Qué son los Sólidos Suspendidos Totales? USA. WasteWater Digest. https://www.wwdmag.com/utility-management/article/10939708/what-is-total-suspended-solids-tss

Carrero, N., Tapia, J., Delgado, J. (2019). *Incremento del potencial de iones hidrógeno (pH) del agua miel de Coffea sp. empleando fitorremediación con Eichhornia crassipes M. "Jacinto de agua" para atenuar su nivel de contaminación.* [Tesis de grado, Universidad Nacional De Jaén Perú]. http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/131

Castro, E. y Gamarra, O. (2016). *Eficiencia del Jacinto de Agua (Eichhornia crassipes) y Lenteja de Agua (Leman minor) en el tratamiento de las aguas residuales de la universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas – Chachapoyas, 2015.* [Tesis de grado, universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Perú]. https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/657

Duran, J. y Angulo, I. (2022). Alternativas para el tratamiento de aguas residuales para el pequeño caficultor en el municipio de Jericó. *Revista EIA. Universidad EIA*. https://doi.org/10.24050/reia.v19i38.1556

Buenfil, J. (2019). BIOFILTRO. La Jardinería que filtra las Aguas Grises para Reciclarlas. UNAM. https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/Gu--a-Explicativa-del-Biofiltro.pdf

Garay, J. y Rivero, J. (2014). *Biosistema para purificar aguas residuales del beneficio húmedo del café, distrito La Coipa, departamento de Cajamarca*. [Título de grado, Universidad Nacional de Tumbes. Perú] https://doi.org/10.17268/manglar.2014.006

Garzón, J., Rodríguez, J. y Hernández, C. (2017) *Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible*. [Título de grado, Universidad y Salud. Colombia]. https://doi.org/10.22267/rus.171902.93

Huerta, R. (2020). *Evaluación y diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes del beneficio húmedo del café para mejorar los parámetros de temperatura, pH, conductividad eléctrica, DQO, DBO_5 de las aguas miel en el Fundo Monterrico.* [Título de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Perú] http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2164

Induanálisis. (2019). Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno. Colombia: Induanálisis, Laboratorio Ambiental. https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/dbo_y_dqo_31

Kulkarni, A. (2010). Recuperación de datos de la calidad del agua a partir de imágenes Landsat TM. Sistemas Adaptivos Complejos. USA. SciVerse ScientDirect. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050911005539?via%3Dihub

Magahud, J. y Polido, S. (2021). Crecimiento de la lenteja de agua (*Leman minor* L.) afectado por la intensidad de la luz, la concentración de la solución nutritiva y la interacción de la luz por nutrientes. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/th352065352_Growth_of_duckweeds_Lemna_minor_L_as_affected_by_ligth_intensity_nutrient_solution_concentration_and_ligth_x_nutrient_interaction

Ministerio del Ambiente. (2010). Decreto Supremo N°003-2010-MINAM. Aprueban Límites Máximos permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. Perú. https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_003-2010-minam.pdf

Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Parámetros Fisicoquímicos y sus valores Límites Máximos Permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domesticas (ARND) a cuerpos de aguas superficiales. MINAMBIENTE. Colombia: https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-631-de-2015/

Morales, E., Hurtado, R., Chaves, S., Collazos, E. y Sánchez, T (2021). Sistemas de tratamiento y reutilización de aguas mieles de café: Un enfoque de desarrollo sustentable para los caficultores de países en desarrollo. *Revista Pakamuros. Universidad Nacional De Jaén.* https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v9i2.185

Morales, E., Oliva, S., Rascón, J., Milla, M., Villegas, D. y Chávez, S. (2020). Sistema de tratamiento de aguas mieles de café en la Provincia de Rodríguez de Mendoza, Perú. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8739295

Morales, E., Reyes, J., Quiñones, L. y Milla, M. (2019). Efecto del jacinto de agua (Eichhornia crassipes) en la depuración del agua residual del colector Santa Lucía-Chachapoyas. *Revista Ciencia y Tecnología* https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/2673/2706

Pérez, R.; Jumbo, C.; Aguilar, S.; Benítez, Á. y Donoso, N. (2022). Humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales provenientes del procesamiento de café en el ecuador. I Congreso Internacional de Caficultura: Ecuador. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=UF_Rb0MAAAAJ&citation_for_view=UF_Rb0MAAAAJ:8k81kl-MbHgC

Pérez, R. (2001). Porcicultura y contaminación del agua en la piedad, Michoacán, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental.* https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/25531

Prasad, R., Sharma, D., Yadav, K. y Ibrahim. H. (2021). Estudio preliminar sobre el tratamiento de las aguas grises mediante Jacinto de agua. *Appl Water Sci* 11, 88 (2021). https://doi.org/10.1007/s13201-021-01422-4

Pomozongo, K. y Estrada, S. (2024) Caracteristicas morfológicas del buchón de agua (Eichhornia crassipes) y lenteja de agua (Lemna minor) a diferentes condiciones de aguas residuales municipalkes en la selva central, Perú. *Yotantsipanko,* 4(1), 35-48. https://www.revistas.uniscjsa.edu.pe/index.php/Yotantsipanko/article/view/41

Quintón, R. (2018). ¿Qué es un filtro biológico? Fundación René Quintón. España. https://www.fundacionrenequinton.org/blog/que-es-un-filtro-biologico/

Rosset, V., Angélibert, S., Arthaud, F., Bornette, G., Robin, J., Wezel, A., Vallod, D. y Oertli B. (2014). ¿Es la eutrofización realmente un impedimento importante para la biodiversidad de los cuerpos de agua pequeños? *Revista Ecológica Aplicada*. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12201

Sánchez, D. (2022). Caracterización fisicoquímica de las aguas mieles generadas en una finca cafetera del municipio del Pital (departamento del Huila). *Revista Sennova: Revista Del Sistema De Ciencia, Tecnología E Innovación*. https://doi.org/10.23850/23899573.5368

Sotil, L. y Flores, H. (2016). *Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán – Loreto 2016*. [Título de grado Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Repositorio UNAP. Perú]. https://biblioteca.unapiquitos.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=363

Torres, L., Sanín, A., Arango, A. y Serna, J. (2019). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de aguas mieles del beneficio del café. Revista ION, 32(2), 59-66. Epub December 19, 2019. https://doi.org/10.18273/revion.v32n2-2019006

Vanegas, E. (2020). Eficiencia del Jacinto de Agua (*Eichhornia Crassipes*) en la Fitodepuración de Aguas Residuales Domésticas (ARD) y Aguas Residuales no Domésticas (ARnD) https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/35009/evvanegasg.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vymazal, J. (2019). Humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales. *Enciclopedia de Ecología, Volumen 1, Páginas 14-21*. Humedales artificiales, flujo superficial - ScienceDirect

DEDICATORIA

A Dios, por concederme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para superar cada desafío en mi camino. A mis padres, por el amor, ejemplo y sacrificio los cuales han sido el cimiento de mi formación personal y profesional. A mi hermano, por su compañía, compresión y respaldo en todo momento. A mi novia, por su paciencia, apoyo y por ser mi refugio en los momentos difíciles. La presencia de mis seres queridos me ayudó en mantener el equilibrio, la inspiración y fortaleza para tener este logro.

Bach. Jhon Anthony Torres Vega

A Dios, fuente de mi fortaleza y guía constante, por concederme la salud y la sabiduría necesarias para alcanzar este anhelo. A mis padres, Eugenio y Luisa, cuyo amor, sacrificio y entrega inquebrantables han sido el cimiento de cada uno de mis logros. Y a mis hermanos, mi novia, por su apoyo incondicional y su aliento en cada etapa de mi vida

Ismael Delmar Vera Olivera

AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser fuente de nuestra fortaleza y sabiduría, por guiarnos a lo largo de este proceso, su presencia en nuestra vida ha sido un apoyo constante, dándonos la paciencia, la claridad y la determinación necesaria para superar cada desafío.

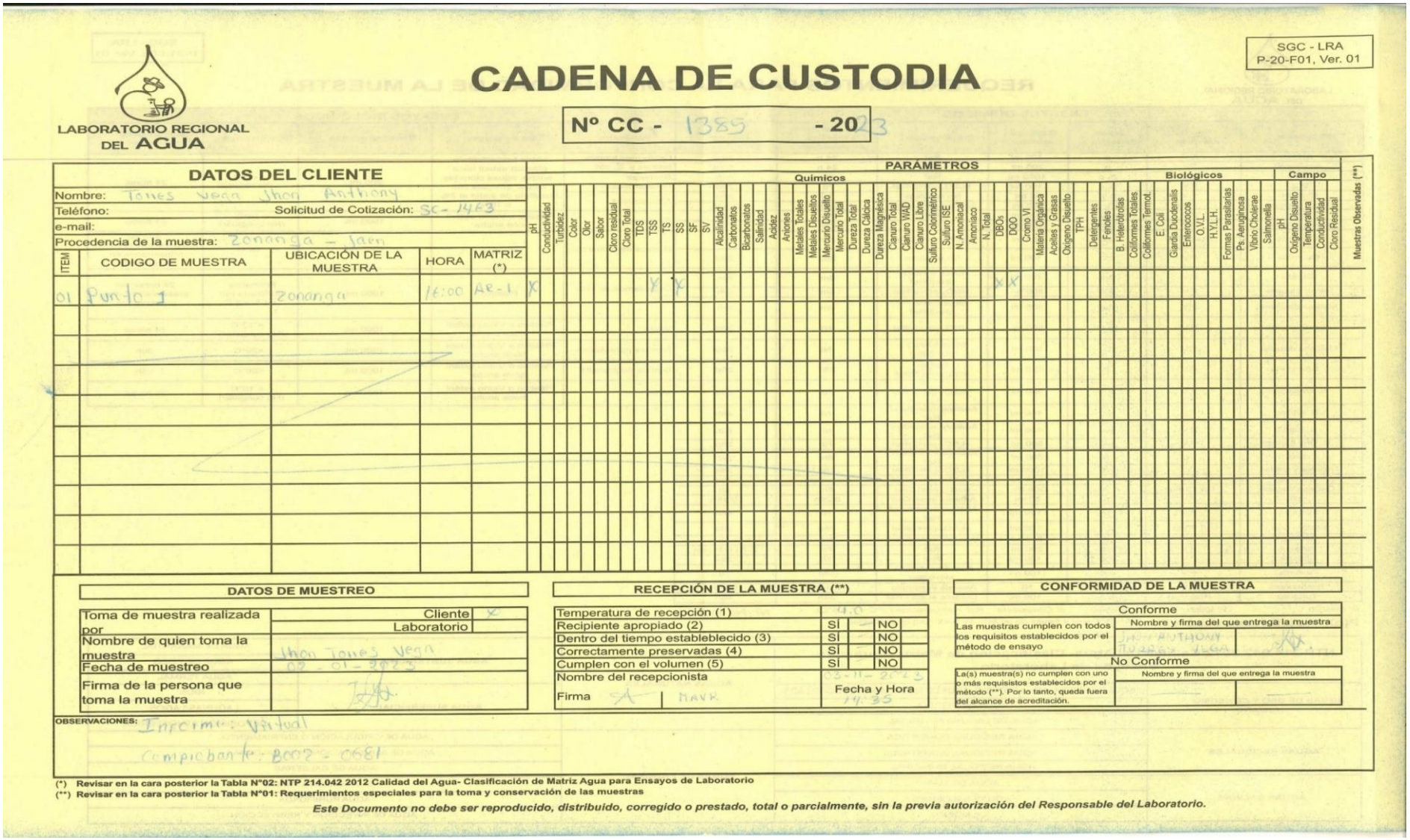
A nuestros padres, por su amor, comprensión y apoyo incondicional en todo momento. El apoyo emocional y la confianza que nos han brindado fue la fortaleza para poder continuar, especialmente en los momentos más difíciles.

A nuestros asesores M. Cs. Adán Díaz Ruiz y M. Cs. Handry Martín Rodas Purizaga, por su apoyo y por compartir todos sus conocimientos con nosotros, ayudándonos a culminar nuestra carrera universitaria y llegar a este punto de nuestra vida. Su generosidad al brindarnos el tiempo y apoyo fue invaluable.

ANEXOS

Anexo 1

Ficha de cadena de custodia del muestreo inicial.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

SGC - LRA
P-20-F01, Ver. 01

CADENA DE CUSTODIA

Nº CC - 1385 - 2023

DATOS DEL CLIENTE

Nombre: Tanes Vega Jhon Anthony
Teléfono: Solicitud de Cotización: SC - 1463
e-mail:
Procedencia de la muestra: Zonanga - Jaen

ITEM	CODIGO DE MUESTRA	UBICACIÓN DE LA MUESTRA	HORA	MATRIZ (*)
01	Punto 1	Zonanga	16:00	AR-1

PARÁMETROS

Químicos: pH, Conductividad, Turbidez, Color, Olor, Sabor, Cloro residual, Cloro Total, TDS, TSS, TS, SS, SF, SV, Alcalinidad, Carbonatos, Bicarbonatos, Salinidad, Acidez, Aniones, Metales Totales, Metales Disueltos, Mercurio Disuelto, Mercurio Total, Dureza Total, Dureza Cálcica, Dureza Magnésica, Cianuro Total, Cianuro WAD, Cianuro Libre, Sulfuro Colorimétrico, Sulfuro ISE, N. Amoniacal, Amoniaco, N. Total, DBO5, DQO, Cromo VI, Materia Orgánica, Aceites y Grasas, Oxigeno Disuelto, TPH, Detergentes, Fenoles, B. Heterotrófas, Coliformes Totales, Coliformes Termot., E. Coli, Giardia Duodenalis, Enterococos, O.V.L, H.Y.L.H, Formas Parasitarias, Ps. Aeruginosa, Vibrio Cholerae, Salmonella

Biológicos

Campo: pH, Oxigeno Disuelto, Temperatura, Conductividad, Cloro Residual

Muestras Observadas (**)

DATOS DE MUESTREO

Toma de muestra realizada por	Cliente	X
	Laboratorio	
Nombre de quien toma la muestra	Jhon Tanes Vega	
Fecha de muestreo	02-01-2023	
Firma de la persona que toma la muestra		

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (**)

Temperatura de recepción (1)	4.6			
Recipiente apropiado (2)	SI	X	NO	
Dentro del tiempo estableblecido (3)	SI	X	NO	
Correctamente preservadas (4)	SI	X	NO	
Cumplen con el volumen (5)	SI	X	NO	
Nombre del recepcionista				
Firma	MAYK		Fecha y Hora	02-01-2023 14:35

CONFORMIDAD DE LA MUESTRA

Conforme

Las muestras cumplen con todos los requisitos establecidos por el método de ensayo

Nombre y firma del que entrega la muestra: TANES VEGA JHON ANTHONY

No Conforme

La(s) muestra(s) no cumplen con uno o más requisistos establecidos por el método (**). Por lo tanto, queda fuera del alcance de acreditación.

Nombre y firma del que entrega la muestra

OBSERVACIONES: Informe: Virtual
Comprobante: B002 - 0681

(*) Revisar en la cara posterior la Tabla N°02: NTP 214.042 2012 Calidad del Agua- Clasificación de Matriz Agua para Ensayos de Laboratorio
(**) Revisar en la cara posterior la Tabla N°01: Requerimientos especiales para la toma y conservación de las muestras

Este Documento no debe ser reproducido, distribuido, corregido o prestado, total o parcialmente, sin la previa autorización del Responsable del Laboratorio.

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

SGC - LRA
P-21-F05, Ver. 01

REQUERIMIENTOS PARA LA CONFORMIDAD DE LA MUESTRA

ENSAYOS QUÍMICOS

Parámetro	Tipo de envase	Tipo de muestra	Cantidad mínima	Preservación	Almacenamiento máximo recomendado	Regular
Acidez	P,V	p	100 ml	Ref	24 h	14 d
Alcalinidad	P,V	p	200 ml	Ref	24 h	14 d
DBO	P,V	p, c	1000 ml	Ref	6h	48h
DQO	P,V	p, c	100 ml	H_2SO_4-pH<2/Ref	7d	28d
Cloruros	P,V	p, c	50 ml	No requiere	NI	28d
Cloro residual	P,V	p	500 ml	Análisis inmediato	0.25h	0.25h
Color	P,V	p,c	500 ml	Ref	24h	48h
Conductividad	P,V	p,c	500 ml	Ref	28d	28d
Cianuros	P(o),V(o)	p,c	250 ml	NaOH-pH>12/Ref	24h	14d
Fluoruros	P,V	p,c	100 ml	No requiere	28d	28d
Dureza	P,V	p,c	100 ml	H_2SO_4 o HNO_3-pH<2/Ref	6m	6m
Metales totales	P,V	p,c	500 ml	HNO_3-pH<2/Ref	6m	6m
Metales disueltos	P,V	p,c	500 ml	filtrado-HNO_3-pH<2/Ref	6m	6m
Mercurio total	P,V	p,c	500 ml	HNO_3-pH<2/Ref	NI	28d
Mercurio disuelto	P,V	p,c	500 ml	filtrado-HNO_3-pH<2/Ref	NI	28d
Cromo VI	P,V	p	250 ml	Buffer-9.3<pH<9.7/Ref	28d	28d
N. Amoniacal	P,V	p,c	500 ml	H_2SO_4-pH<2/Ref	7d	28d
N. Nitrato	P,V	p,c	100 ml	Análisis inmediato/ Ref	NI	48h
N. Nitrito	P,V	p,c	100 ml	Análisis inmediato/ Ref	NI	48h
N. Org. Kjeldahl	P,V	p,c	500 ml	H_2SO_4-pH<2/Ref	7d	28d
olor	V	p	500 ml	Análisis inmediato/ Ref	6h	24h
Aceites y grasas	V	p	1000 ml	H_2SO_4-pH<2/Ref	28d	28d
Fenoles	P,V	p,c	500 ml	H_2SO_4-pH<2/Ref	inmediato	28d
Oxigeno disuelto	P,V (DBO)	p	300 mL	NaN_3+Acet.Zinc	8h	8h
pH	P,V	p	50 ml	Análisis inmediato	0.25h	0.25h
Fosfatos	P,V	p	100 ml	Análisis inmediato/ Ref	NI	48h
Fósforo total	P,V	p,c	100 ml	H_2SO_4-pH<2/Ref	28d	28d
Salinidad	V	p	240 ml	Análisis inmediato	6m	NI
Sólidos	P,V	p,c	200 ml	Ref	7d	2-7d (ver met.)
Sulfatos	P,V	p,c	100 ml	Ref	NI	28d
Sulfuros	P,V	p,c	100 ml	Acet.Zinc+NaOH-pH>9/Ref	28d	7d
Temperatura	P,V	p	NI	Análisis inmediato	0.25h	0.25h
Turbidez	P(o),V(o)	p,c	100 ml	Durante el día / Ref	24h	48h

P: Plástico *V: Vidrio* *p: Puntual* *c: Compuesta* *Ref: Refrigeración (0°C < T ≤ 6°C)* *NI: No indica*

P(o), V(o): Envase oscuro *Filtrado: Pasar a través de un filtro de 0.45 µm de porosidad*

ENSAYOS BIOLÓGICOS

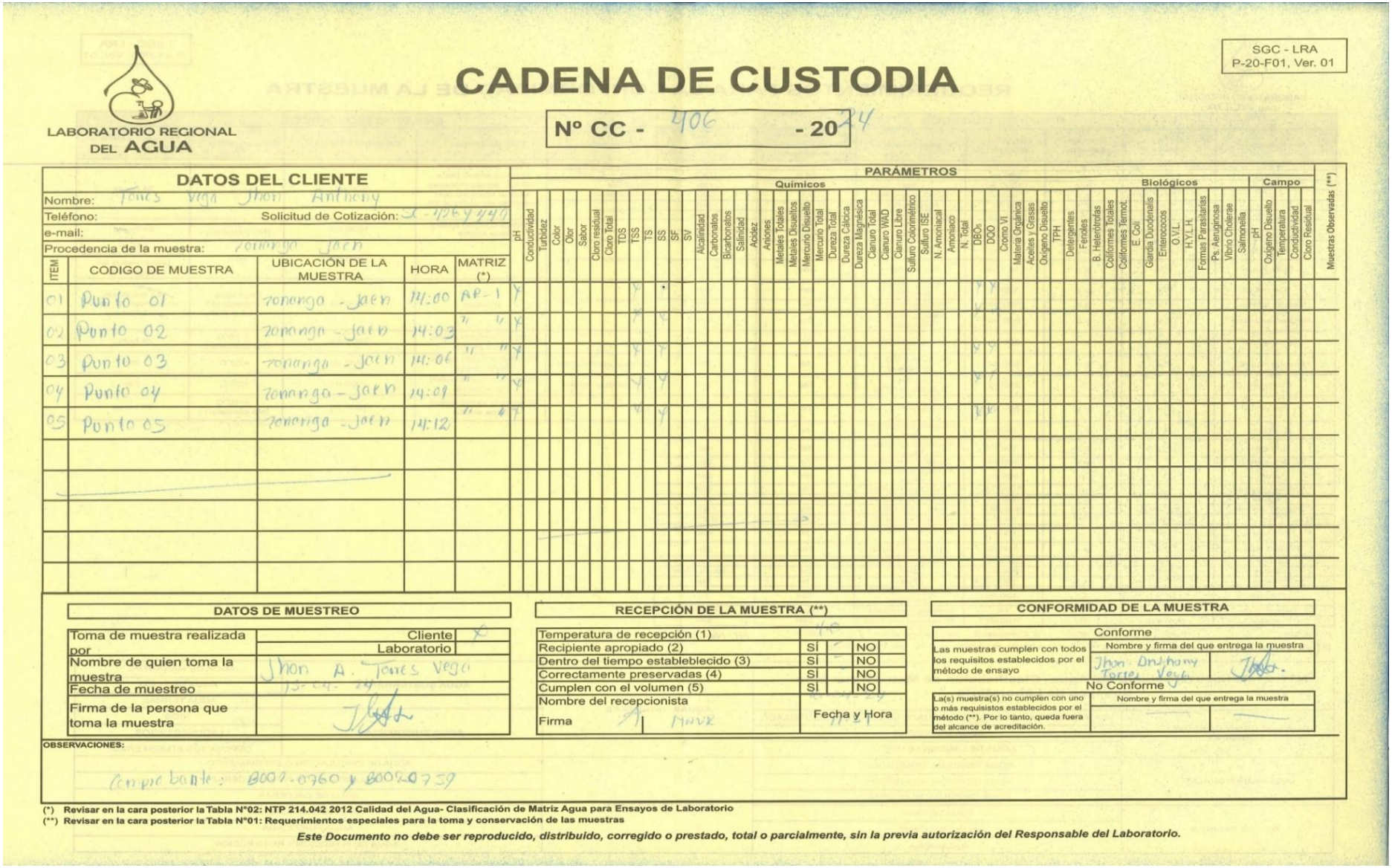
Parámetro	Tipo de envase	Cantidad mínima	Conservación	Tiempo máximo de conservación
Coliformes totales, fecales y *E. coli* *Bacterias heterotroficas* *Enterococos*	Vidrio borosilicato o plástico esteril boca ancha, aguas cloradas utilizar envases con tiosulfato de sodio al 3% o 10%	200 mL	<10°C (No congelar)	24 horas
Salmonella	Plástico o Vidrio estéril boca ancha	1000 mL	< 10°C (No congelar)	24 horas
Huevos de helmintos	Plástico	1000 mL	<6°C	48h en refrigeración/120 días preservados en refrigeración
Organismos de vida libre	Plástico	1000 mL	Formalina bufferada (40 mL/L)<8°C	24 horas sin preservar/ 10 días preservados
Vibrio	Plástico o Vidrio estéril boca ancha	1000 mL	< 10°C (No congelar)	24 horas
Formas parasitarias	Plástico o Vidrio estéril boca ancha	1000 mL	<20°C	96h
Giardia duodenalis	Plástico o Vidrio estéril boca ancha	1000 mL	<20°C	96h
Virus	Plástico o Vidrio estéril boca ancha	1000 mL	< 10°C (No congelar)	24 horas

NTP 214.042 2012 Calidad del Agua- Clasificación de Matríz Agua para Ensayos de Laboratorio

AGUAS DE USO Y CONSUMO HUMANO	AGUA DE BEBIDA: AGUA POTABLE, AGUA DE MESA y AGUA EMBOTELLADA	AGUAS NATURALES	AGUA SUBTERRÁNEA	AGUA DE MANANTIAL
	AGUA DE PISCINA			AGUA DE POZO
	AGUA DE LAGUNA ARTIFICIAL			AGUA TERMAL
AGUAS RESIDUALES	AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA		AGUA SUPERFICIAL	RÍOS
	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL			LAGUNAS/LAGOS
	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL			DEPOSICIÓN ATMOSFÉRICA
AGUAS SALINAS	AGUA DE MAR	AGUAS DE PROCESO	AGUA DE CIRCULACIÓN O ENFRIAMIENTO	
	AGUAS SALOBRES		AGUA DE ALIMENTACIÓN PARA CALDERAS	
	SALMUERA		AGUA DE CALDERAS	
			AGUA DE LIXIVILIACIÓN	
			AGUA PURIFICADA	
			AGUA DE INYECCIÓN Y REINYECCIÓN	

ANEXO 2

Ficha de cadenas de custodia del muestreo final.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

SGC - LRA
P-20-F01, Ver. 01

CADENA DE CUSTODIA

Nº CC - 406 - 2024

DATOS DEL CLIENTE

Nombre: Torres Vega Jhon Anthony
Teléfono: Solicitud de Cotización: S-1264-2024
e-mail:
Procedencia de la muestra: Zonanga Jaen

ITEM	CODIGO DE MUESTRA	UBICACIÓN DE LA MUESTRA	HORA	MATRIZ (*)
01	Punto 01	Zonanga - Jaen	14:00	AR-1
02	Punto 02	Zonanga - Jaen	14:03	"
03	Punto 03	Zonanga - Jaen	14:06	"
04	Punto 04	Zonanga - Jaen	14:09	"
05	Punto 05	Zonanga - Jaen	14:12	"

PARÁMETROS

Químicos: pH; Conductividad; Turbidez; Color; Olor; Sabor; Cloro residual; Cloro Total; TDS; TSS; TS; SS; SF; SV; Alcalinidad; Carbonatos; Bicarbonatos; Salinidad; Acidez; Aniones; Metales Totales; Metales Disueltos; Mercurio Disuelto; Mercurio Total; Dureza Total; Dureza Cálcica; Dureza Magnésica; Cianuro Total; Cianuro WAD; Cianuro Libre; Sulfuro Colorimétrico; Sulfuro ISE; N. Amoniacal; Amoniaco; N. Total; DBO5; DQO; Cromo VI; Materia Orgánica; Aceites y Grasas; Oxígeno Disuelto; TPH; Detergentes; Fenoles; B. Heterótrofas; Coliformes Totales; Coliformes Termot.; E. Coli; Giardia Duodenalis; Enterococos; O.V.L.; H.Y.L.H.; Formas Parasitarias; Ps. Aeruginosa; Vibrio Cholerae; Salmonella

Campo: pH; Oxígeno Disuelto; Temperatura; Conductividad; Cloro Residual

Muestras Observadas (**)

DATOS DE MUESTREO

Toma de muestra realizada por	Cliente: X / Laboratorio:
Nombre de quien toma la muestra	Jhon A. Torres Vega
Fecha de muestreo	13-04-24
Firma de la persona que toma la muestra	

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (**)

Temperatura de recepción (1)	4°	
Recipiente apropiado (2)	SÍ	NO
Dentro del tiempo estableblecido (3)	SÍ	NO
Correctamente preservadas (4)	SÍ	NO
Cumplen con el volumen (5)	SÍ	NO
Nombre del recepcionista		
Firma	MNVR	Fecha y Hora: 13/4/24

CONFORMIDAD DE LA MUESTRA

Conforme

Las muestras cumplen con todos los requisitos establecidos por el método de ensayo

Nombre y firma del que entrega la muestra: Jhon Anthony Torres Vega

No Conforme

La(s) muestra(s) no cumplen con uno o más requisistos establecidos por el método (**). Por lo tanto, queda fuera del alcance de acreditación.

Nombre y firma del que entrega la muestra:

OBSERVACIONES:

Comprobante: B002-0760 y B002-0759

(*) Revisar en la cara posterior la Tabla N°02: NTP 214.042 2012 Calidad del Agua- Clasificación de Matriz Agua para Ensayos de Laboratorio
(**) Revisar en la cara posterior la Tabla N°01: Requerimientos especiales para la toma y conservación de las muestras

Este Documento no debe ser reproducido, distribuido, corregido o prestado, total o parcialmente, sin la previa autorización del Responsable del Laboratorio.

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

SGC - LRA
P-21-F05, Ver. 01

REQUERIMIENTOS PARA LA CONFORMIDAD DE LA MUESTRA

ENSAYOS QUÍMICOS

Parámetro	Tipo de envase	Tipo de muestra	Cantidad mínima	Preservación	Almacenamiento máximo recomendado	Regular
Acidez	P,V	p	100 ml	Ref	24 h	14 d
Alcalinidad	PV	p	200 ml	Ref	24 h	14 d
DBO	P,V	p, c	1000 ml	Ref	6h	48h
DQO	P,V	p, c	100 ml	H_2SO_4-pH<2/Ref	7d	28d
Cloruros	P,V	p, c	50 ml	No requiere	NI	28d
Cloro residual	P,V	p	500 ml	Análisis inmediato	0.25h	0.25h
Color	P,V	p,c	500 ml	Ref	24h	48h
Conductividad	P,V	p,c	500 ml	Ref	28d	28d
Cianuros	P(o),V(o)	p,c	250 ml	NaOH-pH>12/Ref	24h	14d
Fluoruros	P,V	p,c	100 ml	No requiere	28d	28d
Dureza	P,V	p,c	100 ml	H_2SO_4 o HNO_3-pH<2/Ref	6m	6m
Metales totales	P,V	p,c	500 ml	HNO_3-pH<2/Ref	6m	6m
Metales disueltos	P,V	p,c	500 ml	filtrado-HNO_3-pH<2/Ref	6m	6m
Mercurio total	P,V	p,c	500 ml	HNO_3-pH<2/Ref	NI	28d
Mercurio disuelto	P,V	p,c	500 ml	filtrado-HNO_3-pH<2/Ref	NI	28d
Cromo VI	P,V	p	250 ml	Buffer-9.3<pH<9.7/Ref	28d	28d
N. Amoniacal	P,V	p,c	500 ml	H_2SO_4-pH<2/Ref	7d	28d
N. Nitrato	P,V	p,c	100 ml	Análisis inmediato/ Ref	NI	48h
N. Nitrito	P,V	p,c	100 ml	Análisis inmediato/ Ref	NI	48h
N. Org. Kjeldahl	P,V	p,c	500 ml	H_2SO_4-pH<2/Ref	7d	28d
olor	V	p	500 ml	Análisis inmediato/ Ref	6h	24h
Aceites y grasas	V	p	1000 ml	H_2SO_4-pH<2/Ref	28d	28d
Fenoles	P,V	p,c	500 ml	H_2SO_4-pH<2/Ref	inmediato	28d
Oxigeno disuelto	P,V (DBO)	p	300 mL	NaN_3+Acet.Zinc	8h	8h
pH	P,V	p	50 ml	Análisis inmediato	0.25h	0.25h
Fosfatos	P,V	p	100 ml	Análisis inmediato/ Ref	NI	48h
Fósforo total	P,V	p,c	100 ml	H_2SO_4-pH<2/Ref	28d	28d
Salinidad	V	p	240 ml	Análisis inmediato	6m	NI
Sólidos	P,V	p,c	200 ml	Ref	7d	2-7d (ver met.)
Sulfatos	P,V	p,c	100 ml	Ref	NI	28d
Sulfuros	P,V	p,c	100 ml	Acet.Zinc+NaOH-pH>9/Ref	28d	7d
Temperatura	P,V	p	NI	Análisis inmediato	0.25h	0.25h
Turbidez	P(o),V(o)	p,c	100 ml	Durante el día / Ref	24h	48h

P: Plástico *V: Vidrio* *p: Puntual* *c: Compuesta* *Ref: Refrigeración (0°C < T ≤ 6°C)* *NI: No indica*

P(o), V(o): Envase oscuro *Filtrado: Pasar a través de un filtro de 0.45 µm de porosidad*

ENSAYOS BIOLÓGICOS

Parámetro	Tipo de envase	Cantidad mínima	Conservación	Tiempo máximo de conservación
Coliformes totales, fecales y *E. coli*	Vidrio borosilicato o plástico esteril boca ancha, aguas cloradas utilizar envases con tiosulfato de sodio al 3% o 10%	200 mL	<10°C (No congelar)	24 horas
Bacterias heterotroficas				
Enterococos				
Salmonella	Plástico o Vidrio estéril boca ancha	1000 mL	< 10°C (No congelar)	24 horas
Huevos de helmintos	Plástico	1000 mL	<6°C	48h en refrigeración/120 días preservados en refrigeración
Organismos de vida libre	Plástico	1000 mL	Formalina bufferada (40 mL/L)<8°C	24 horas sin preservar/ 10 días preservados
Vibrio	Plástico o Vidrio estéril boca ancha	1000 mL	< 10°C (No congelar)	24 horas
Formas parasitarias	Plástico o Vidrio estéril boca ancha	1000 mL	<20°C	96h
Giardia duodenalis	Plástico o Vidrio estéril boca ancha	1000 mL	<20°C	96h
Virus	Plástico o Vidrio estéril boca ancha	1000 mL	< 10°C (No congelar)	24 horas

NTP 214.042 2012 Calidad del Agua- Clasificación de Matríz Agua para Ensayos de Laboratorio				
AGUAS DE USO Y CONSUMO HUMANO	AGUA DE BEBIDA: AGUA POTABLE, AGUA DE MESA y AGUA EMBOTELLADA	AGUAS NATURALES	AGUA SUBTERRÁNEA	AGUA DE MANANTIAL
	AGUA DE PISCINA			AGUA DE POZO
	AGUA DE LAGUNA ARTIFICIAL			AGUA TERMAL
AGUAS RESIDUALES	AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA		AGUA SUPERFICIAL	RÍOS
	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL			LAGUNAS/LAGOS
	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL			DEPOSICIÓN ATMOSFÉRICA
AGUAS SALINAS	AGUA DE MAR	AGUAS DE PROCESO	AGUA DE CIRCULACIÓN O ENFRIAMIENTO	
	AGUAS SALOBRES		AGUA DE ALIMENTACIÓN PARA CALDERAS	
	SALMUERA		AGUA DE CALDERAS	
			AGUA DE LIXIVILIACIÓN	
			AGUA PURIFICADA	
			AGUA DE INYECCIÓN Y REINYECCIÓN	

ANEXO 3

Ficha del informe del laboratorio del muestreo inicial.

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N°LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 11231385

DATOS DEL CLIENTE			
Razon Social/Nombre	**JHON ANTHONY TORRES VEGA**		
Dirección	**JAEN**		
Persona de contacto	**JHON ANTHONY TORRES VEGA**	Correo electrónico	jhonanthonyvega@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA			
Fecha del Muestreo	**02.11.23**	Hora de Muestreo	**16:00**
Responsable de la toma de muestra	**Cliente**	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	**Puntual**		
Número de puntos de muestreo	**01**		
Ensayos solicitados	**Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos**		
Breve descripción del estado de la muestra	**Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**		
Referencia de la Muestra:	**Zonanga- Jaén**		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO					
N° Contrato	**SC-1463**		Cadena de Custodia	**CC - 1385 - 23**	
Fecha y Hora de Recepción	**03.11.23**	**14:35**	Inicio de Ensayo	**03.11.23**	**14:44**
Reporte Resultado	**15.11.23**	**11:00**			

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

FIRMA DIGITAL GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Firmado digitalmente por NEYRA JAICO Edder Miguel FAU 20453744168 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 15/11/2023 02:45 p. m.

Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 15 de Noviembre de 2023

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail:laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONO:599000 anexo 1140.

INFORME DE ENSAYO N° IE 11231385

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos					
Código de la Muestra			Punto 1	-	-	-	-	-
Código Laboratorio			11231385-01	-	-	-	-	-
Matriz			Residual	-	-	-	-	-
Descripción			Industrial	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Zonanga	-	-	-	-	-
Parámetro	**Unidad**	**LCM**	**Resultados de Químicos Instrumentales y Fisicoquímicos**					
pH a 25ºC	*pH*	*NA*	**4.38**	-	-	-	-	-
Sólidos Suspendidos Totales	*mg/L*	*2.5*	**920.0**	-	-	-	-	-
Sólidos Sedimentables	*mL/L/h*	*1.3*	**<LCM**	-	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO5)	*mg O2/L*	*2.6*	**2650.0**	-	-	-	-	-
Demanda Química de Oxigeno (DQO)	*mg O2/L*	*8.3*	**6214.3**	-	-	-	-	-

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

V° B°

Firmado digitalmente por LOPEZ LEON Freddy Humberto FAU 20453744168 soft
Motivo: Viso en señal de conformidad
Fecha: 15/11/2023 11:49 a. m.

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 15 de Noviembre de 2023

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail:laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONO:599000 anexo 1140.

INFORME DE ENSAYO N° IE 11231385

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25ºC	*pH*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023: pH Value. Electrometric Method
Sólidos Suspendidos Totales	*mg/L*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 24 th Ed. 2023: Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105 °C
Sólidos Sedimentables	*mL/L/h*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, F. 24 th Ed. 2023: Solids. Settleable Solids
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5)	*mg O2 /L*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxigeno (DQO)	*mg O2 /L*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

NOTAS FINALES

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
(°) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.

✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.

✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.

✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.

✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditacion otorgada por INACAL-DA.

✓Se prohibe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 15 de Noviembre de 2023

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

V° B°

Firmado digitalmente por COLINA VENEGAS Juan Jose FAU 20453744168 soft
Motivo: Viso en señal de conformidad
Fecha: 15/11/2023 12:59 p. m.

ANEXO 4

Ficha del informe del laboratorio del muestreo final.

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N°LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 04240406

DATOS DEL CLIENTE			
Razon Social/Nombre	**TORRES VEGA JHON ANTHONY**		
Dirección	**JR TUPAC AMARU S/N - CUERTVO**		
Persona de contacto	**TORRES VEGA JHON ANTHONY**	Correo electrónico	jhonanthonyvega@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA			
Fecha del Muestreo	**15.04.24**	Hora de Muestreo	**14:00 a 14:12**
Responsable de la toma de muestra	**Cliente**	Plan de muestreo N°	-
Procedimiento de Muestreo	-		
Tipo de Muestreo	**Puntual**		
Número de puntos de muestreo	**05**		
Ensayos solicitados	**Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos**		
Breve descripción del estado de la muestra	**Las muestras cumplen con los requisitos de volumen, preservacion y conservación**		
Referencia de la Muestra:	**Zonanga- Jaén**		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO					
N° Contrato	**SC-426/ SC-449**		Cadena de Custodia	**CC - 0406 - 24**	
Fecha y Hora de Recepción	**16.04.24**	**11:51**	Inicio de Ensayo	**16.04.24**	**12:00**
Reporte Resultado	**25.04.24**	**14:40**			

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

FIRMA DIGITAL CAJAMARCA
Firmado digitalmente por NEYRA JAICO Edder Miguel FAU 20453744168 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 25/04/2024 07:29 p. m.

Edder Neyra Jaico
Responsable de Laboratorio
CIP: 147028

Cajamarca, 25 de Abril de 2024

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail:laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONO:599000 anexo 1140.

INFORME DE ENSAYO N° IE 04240406

ENSAYOS			Químicos Instrumentales- Fisicoquímicos					
Código de la Muestra			Punto 01	Punto 02	Punto 03	Punto 04	Punto 05	-
Código Laboratorio			04240406-01	04240406-02	04240406-03	04240406-04	04240406-05	-
Matriz			Residual	Residual	Residual	Residual	Residual	-
Descripción			Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	Industrial	-
Localización de la Muestra			Zonanga- Jaén	Zonanga- Jaén	Zonanga- Jaén	Zonanga- Jaén	Zonanga- Jaén	-
Parámetro	**Unidad**	**LCM**	**Resultados de Químicos Instrumentales y Fisicoquímicos**					
pH a 25ºC	*pH*	*NA*	**6.96**	**7.13**	**7.07**	**7.12**	**7.13**	**-**
Sólidos Suspendidos Totales	*mg/L*	*2.5*	**<LCM**	**<LCM**	**<LCM**	**<LCM**	**<LCM**	**-**
Sólidos Sedimentables	*mL/L/h*	*1.3*	**<LCM**	**<LCM**	**<LCM**	**<LCM**	**<LCM**	**-**
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO5)	*mg O2/L*	*2.6*	**<LCM**	**<LCM**	**11.1**	**<LCM**	**17.9**	**-**
Demanda Química de Oxigeno (DQO)	*mg O2/L*	*8.3*	**14.9**	**10.7**	**34.8**	**11.6**	**58.4**	**-**

Leyenda: LCM: Límite de Cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

V° B°

Firmado digitalmente por LOPEZ LEON Freddy Humberto FAU 20453744168 soft
Motivo: Viso en señal de conformidad
Fecha: 25/04/2024 06:25 p. m.

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 25 de Abril de 2024

JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail:laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONO:599000 anexo 1140.

INFORME DE ENSAYO N° IE 04240406

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizado
Potencial de Hidrógeno (pH) a 25ºC	*pH*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24 th Ed. 2023: pH Value. Electrometric Method
Sólidos Suspendidos Totales	*mg/L*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D, 24 th Ed. 2023: Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105 °C
Sólidos Sedimentables	*mL/L/h*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, F. 24 th Ed. 2023: Solids. Settleable Solids
Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5)	*mg O2 /L*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24 th Ed. 2023: Biochemical Oxygen Demand 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxigeno (DQO)	*mg O2 /L*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24 th Ed. 2023: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

NOTAS FINALES

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos y/o matriz que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
(°) Los Resultados son referenciales, no cumplen los requisitos de volumen, tiempo, preservación o conservación estipulado por el método, por lo tanto no se encuentra dentro del alcance de acreditación.
✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo o realizadas en campo por el Laboratorio Regional del Agua . Cuando la toma de muestra lo realiza el cliente los resultados aplican a las muestras como son recibidas.
✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
✓ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua de acuerdo al tiempo de perecibilidad que indica el método de ensayo y por un tiempo máximo de 10 días luego de la emisión de la informe de ensayo; luego serán eliminadas salvo pedido expreso del cliente.
✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditacion otorgada por INACAL-DA.
✓Se prohibe el uso del símbolo de acreditación o la declaración de condición de acreditado emitida en este informe, por parte del cliente.

"Fin del documento"

Código del Formato: P-23-F01 Rev:N°02 Fecha : 03/07/2020

Cajamarca, 25 de Abril de 2024

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

V° B°
Firmado digitalmente por COLINA VENEGAS Juan Jose FAU 20453744168 soft
Motivo: Viso en señal de conformidad
Fecha: 25/04/2024 06:57 p. m.

ANEXO 5

Normas legales del MINAM – Perú.

de impuestos o de derechos aduaneros de ninguna clase o denominación.

Artículo 5º.- La presente Resolución Suprema será refrendada por el Presidente del Consejo de Ministros.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN
Presidente del Consejo de Ministros

469446-6

AMBIENTE

Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales

DECRETO SUPREMO
Nº 003-2010-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 3º de la Ley Nº 28611, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha ley;

Que, el numeral 32.1 del artículo 32º de la Ley General del Ambiente define al Límite Máximo Permisible - LMP, como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio;

Que, el numeral 33.4 del artículo 33º de la Ley Nº 28611 en mención dispone que, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplique el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, el literal d) del artículo 7º del Decreto Legislativo Nº 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM, establece como función específica de dicho Ministerio, elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Resolución Ministerial Nº 121-2009-MINAM, se aprobó el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el año fiscal 2009 que contiene dentro de su anexo la elaboración del Límite Máximo Permisible para los efluentes de Plantas de Tratamiento de fuentes domésticas;

Que el artículo 14º del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) aprobado mediante Decreto Supremo Nº 019-2009-MINAM, establece que el proceso de evaluación de impacto ambiental comprende medidas que aseguren, entre otros, el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental, los Límites Máximos Permisibles y otros parámetros y requerimientos aprobados de acuerdo a la legislación ambiental vigente; del mismo modo, en su artículo 28º el citado reglamento señala que, la modificación del estudio ambiental o la aprobación de instrumentos de gestión ambiental complementarios, implica necesariamente y según corresponda, la actualización de los planes originalmente aprobados al emitirse la Certificación Ambiental;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118º de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3 del artículo 11º de la Ley Nº 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1º.- Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)

Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

Artículo 2º.- Definiciones

Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos:

- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR): Infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales.

- Límite Máximo Permisible (LMP).- Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

- Protocolo de Monitoreo.- Procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo.

Artículo 3º.- Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR

3.1 Los LMP de efluentes de PTAR que se establecen en la presente norma entran en vigencia y son de cumplimiento obligatorio a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

3.2 Los LMP aprobados mediante el presente Decreto Supremo, no serán de aplicación a las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario submarino.

3.3. Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que no cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

3.4 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de tres (03) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la actualización de los Planes de Manejo Ambiental de los Estudios Ambientales; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

Artículo 4º.- Programa de Monitoreo

4.1 Los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes, de conformidad con el Programa de Monitoreo aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El Programa de Monitoreo especificará la ubicación de los puntos de control, métodos y técnicas adecuadas; así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos.

4.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

4.3 Sólo será considerado válido el monitoreo conforme al Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual - INDECOPI.

Artículo 5º.- Resultados de monitoreo

5.1 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, por lo que los titulares de las actividades están obligados a reportar periódicamente los resultados del monitoreo de los parámetros regulados en el Anexo de la presente norma, de conformidad con los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo aprobado por dicho Sector.

5.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento deberá elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los Titulares de las PTAR, durante el año anterior, lo cual será de acceso público a través del portal institucional de ambas entidades.

Artículo 6º.- Fiscalización y Sanción

La fiscalización del cumplimiento de los LMP y otras disposiciones aprobadas en el presente Decreto Supremo estará a cargo de la autoridad competente de fiscalización, según corresponda.

Artículo 7º.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL

Única.- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el MINAM, aprobará el Protocolo de Monitoreo de Efluentes de PTAR en un plazo no mayor a doce (12) meses contados a partir de la vigencia del presente dispositivo.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil diez.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

JUAN SARMIENTO SOTO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

469446-2

Designan responsable de brindar información pública y del contenido del portal de internet institucional del Ministerio

RESOLUCIÓN MINISTERIAL
Nº 036-2010-MINAM

Lima, 16 de marzo de 2010

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Legislativo Nº 1013, se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

Que, la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, cuyo Texto Único Ordenado fue aprobado por Decreto Supremo Nº 043-2003-PCM, tiene por finalidad promover la transparencia de los actos del Estado y regular el derecho fundamental del acceso a la información consagrado en el numeral 5 del artículo 2º de la Constitución Política del Perú;

Que, el artículo 3º de la citada Ley, señala que el Estado tiene la obligación de entregar la información que demanden las personas en aplicación del principio de publicidad, para cuyo efecto se designa al funcionario responsable de entregar la información solicitada;

Que, asimismo, de acuerdo a lo previsto en el artículo 5º de la mencionada Ley, las Entidades Públicas deben identificar al funcionario responsable de la elaboración de los Portales de Internet;

Que, mediante Resolución Ministerial Nº 070-2008-MINAM, se designó a la señorita Cristina Miranda Beas, como funcionaria responsable de brindar información que demanden las personas, y responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet del Ministerio del Ambiente;

Que, por razones del servicio y considerando la renuncia al cargo que desempeñaba en el Ministerio del Ambiente la servidora citada en el considerando precedente, resulta necesario designar al personal responsable de brindar información en el marco de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y responsable del Portal de Internet Institucional;

Con el visado de la Secretaría General y de la Oficina de Asesoría Jurídica; y

De conformidad con lo establecido en el Decreto Legislativo Nº 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente; el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo Nº 043-2003-PCM; y el Decreto Supremo Nº 007-2008-MINAM que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

SE RESUELVE:

Artículo 1º.- Designar al abogado Hugo Milko Ortega Polar como Responsable de brindar la información pública del Ministerio del Ambiente y Responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet Institucional, de conformidad con el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo Nº 043-2003-PCM.

Artículo 2º.- Todos los órganos del Ministerio del Ambiente, bajo responsabilidad, deberán facilitar la información y/o documentación que les sea solicitada como consecuencia de lo dispuesto en el artículo precedente, dentro de los plazos establecidos en la normatividad vigente.

Artículo 3º.- Disponer que la presente Resolución se publique en el Diario Oficial El Peruano y en Portal de Internet del Ministerio del Ambiente.

Artículo 4º.- Notificar la presente Resolución a todos los órganos del Ministerio del Ambiente, al Órgano de Control Institucional y al responsable designado.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

469445-1

ANEXO 6

Normas legales del MINAMBBIENTE - Colombia.

MINAMBIENTE

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

RESOLUCIÓN No. 0631

(17 MAR 2015)

"Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones"

EL MINISTRO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

En uso de sus facultades legales y en especial las conferidas por el numeral 25 del artículo 5 de la Ley 99 de 1993 y el artículo 28 del Decreto 3930 de 2010 modificado por el artículo 1 del Decreto 4728 de 2010 y,

C O N S I D E R A N D O:

Que el artículo 49 de la Constitución Política establece que el saneamiento ambiental es un servicio público a cargo del Estado.

Que los artículos 79 y 80 de la Constitución Política establecen como obligación del Estado, proteger la diversidad e integridad del ambiente; fomentar la educación ambiental; prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental; imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

Que de acuerdo con el artículo 28 del Decreto 3930 de 2010, modificado por el artículo 1 del Decreto 4728 de 2010, corresponde al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, fijar los parámetros y los valores límites máximos permisibles que deberán cumplir los vertimientos puntuales a las aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.

Que el artículo 5 de la Ley 99 de 1993 establece que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible tiene entre sus funciones, regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente y dictar regulaciones de carácter general tendientes a controlar y reducir la contaminación hídrica en todo el territorio nacional (numerales 2 y 11).

En mérito de lo expuesto,

R E S U E L V E:

CAPÍTULO I
DISPOSICIONES GENERALES

ARTÍCULO 1. ***Objeto y Ámbito de Aplicación.*** La presente Resolución establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles que deberán cumplir quienes

F-A-DOC-03 Versión 4 05/12/2014

Parágrafo. En los casos en que el vertimiento puntual de aguas residuales se realice en un cuerpo de agua superficial receptor o en un tramo del mismo, que tenga como destinación el uso del agua para consumo humano y doméstico, y pecuario la concentración de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP) en el vertimiento puntual de aguas residuales deberá ser menor o igual a 0,01 mg/L para aquellas actividades que lo tienen definido como de análisis y reporte.

CAPÍTULO VI
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y SUS VALORES LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES EN LOS VERTIMIENTOS PUNTUALES DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS -- ARnD A CUERPOS DE AGUAS SUPERFICIALES

SECTOR: ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DE AGROINDUSTRIA Y GANADERÍA

ARTÍCULO 9. ***Parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas – ARnD a cuerpos de aguas superficiales de actividades productivas de agroindustria y ganadería.*** Los parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas – ARnD a cuerpos de aguas superficiales de las actividades productivas de agroindustria y ganadería, serán los siguientes:

AGROINDUSTRIA

PARÁMETRO	UNIDADES	PROCESAMIENTO DE HORTALIZAS, FRUTAS, LEGUMBRES, RAÍCES Y TUBÉRCULOS	BENEFICIO DE CAFÉ (CLASIFICACIÓN DE LA FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS – FNC/ CENICAFE).	
			PROCESO O ECOLÓGICO	PROCESO TRADICIONAL
Generales				
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	5,00 a 9,00	5,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O_2	150,00	3.000,00	650,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L O_2	50,00		400,00
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	100,00	800,00	400,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	5,00	10,00	10,00
Grasas y Aceites	mg/L	10,00	30,00	10,00
Compuestos de Fósforo				
Fósforo Total (P)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Compuestos de Nitrógeno				
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Otros Parámetros para Análisis y Reporte				
Color Real (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm).	m^{-1}	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte

PARÁMETRO	UNIDADES	PROCESOS POSTCOSECHA DE PLÁTANO Y BANANO	PRODUCCIÓN DE AZÚCAR Y DERIVADOS A PARTIR DE CAÑA DE AZÚCAR	EXTRACCIÓN DE ACEITES DE ORIGEN VEGETAL
Generales				
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	6,00 a 9,00	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O_2	200,00	900,00	1.500,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L O_2	50,00	500,00	600,00
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	100,00	200,00	400,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	5,00	2,00	2,00
Grasas y Aceites	mg/L	10,00	20,00	20,00
Compuestos Semivolátiles Fenólicos	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte	Análisis y Reporte
Hidrocarburos				
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L		10,00	10,00
Compuestos de Fósforo				

Anexo 7

Panel Fotográfico

Figura 25
Marcación de posas.

Figura 26
Acondicionamiento del área.

Figura 27
Climatización de Eichhornia crassipes.

Figura 28
Climatización de Lemna minor.

Figura 29
Recolección y preparación de aguas mieles de café.

Figura 30
Muestreo inicial.

Figura 31
Disposición de Eichhornia crassipes en la segunda posa.

Figura 32
Desarrollo óptimo de Eichhornia crassipes después de 30 días.

Figura 33
Floración de Eichhornia crassipes.

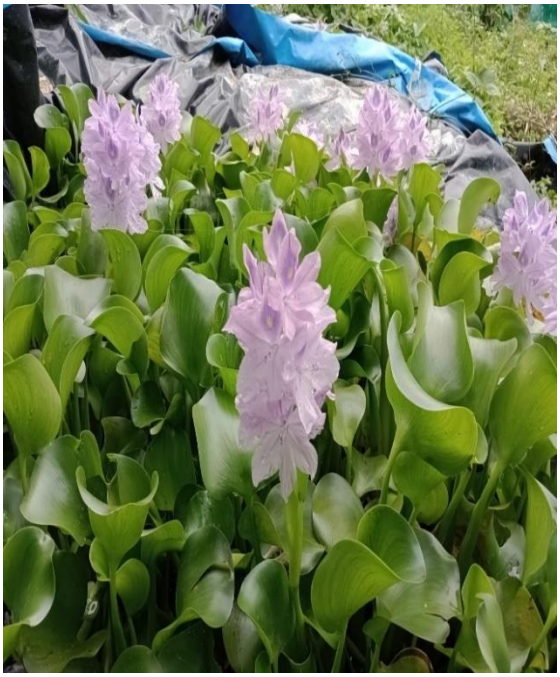


Figura 34
Pozas con Eichhornia crassipes.

Figura 35
Drenaje de las aguas a las terceras pozas.

Figura 36
Drenaje a las pozas donde irá la Lemna minor.

Figura 37
Disposición de las primeras plantas de Lemna minor.

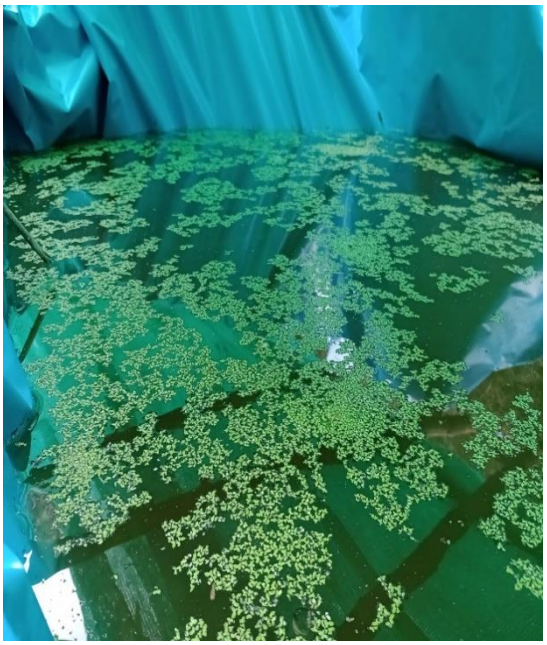


Figura 38
Recubrimiento de la superficie de la poza.

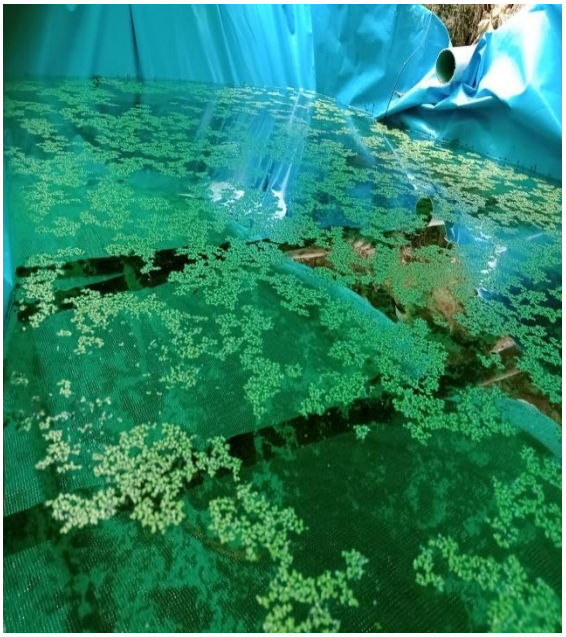


Figura 39
Desarrollo de Lemna minor.

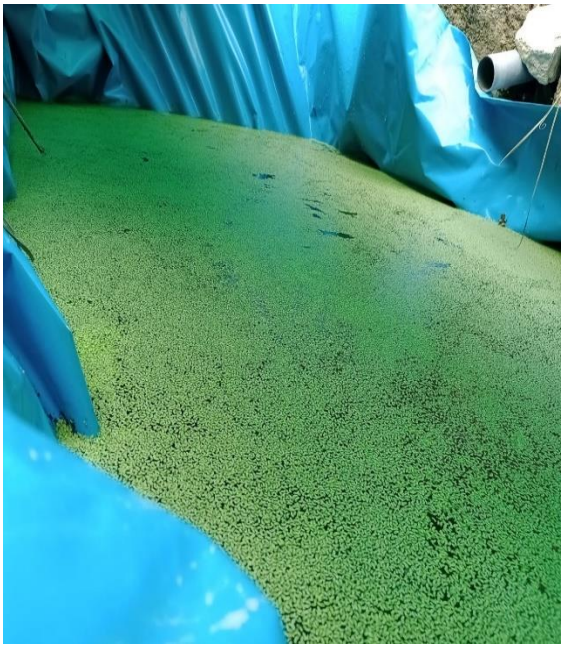


Figura 40
Superficie de poza casi al 100% de recubrimiento por la Lemna minor.

Figura 41
Muestreo final.

Figura 42
Colocación del reactivo para el traslado.

Figura 43
Muestreo final.

Figura 44
Muestras listas para traslado.