

- América Latina desde una perspectiva global. Siglo XXI Editores.
- Huerta, A. (2018). El sentido de pertenencia y la identidad como determinante de la conducta, una perspectiva desde el pensamiento complejo. *IE Revista de investigación educativa de la REDIECH*, 9(16). <http://orcid.org/0000-0002-7214-9379>
- Ibarra, J.L. (2023). Populismo, un fenómeno dinámico y complejo. De la consciencia a la manipulación: el andamiaje de una tragedia. *Revista del Centro de Investigación y Estudios Gerenciales (Euro-CIEG)*. Edición 62. Julio-Agosto, 2023. Recuperado de <https://revista.grupocieg.org/wp-content/uploads/2023/06/Ed.62206-224-Ibarra.pdf>
- Le Bon, G. (2014). *Psicología de las masas*. (Raíces de la memoria n° 12) <https://www.amazon.com/-/es/Gustave-Bon-ebook/dp/B01922ED2C>
- Luhmann, N. (2009). *La sociedad de la sociedad*. Universität Beiefeld. Universidad Iberoamericana. Editorial Herder.
- Maslow, A. (1987). *Motivation and personality*. Pearson Education.
- Maturana, H. (1980). *Man and Society [El hombre y la sociedad]*, en Benseler, F., Hejl, P. & Köck, W. (eds.). *The Social Sciences*.
- Melucci, A. (1982). *L'invenzione del presente: movimenti, identità, bisogni individuali*. [La invención del presente: movimientos, identidades, necesidades individuales]. II Mulino.
- Morin, E. (2017). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa Mexicana.
- Peña, S., Alonso, E. y González, I. (2021). La identidad de la familia. retos del cambio educativo en los momentos actuales. *Revista Didasc@lia*: XII(4), Octubre-Diciembre. D&E. Publicación del CEPUT- Las Tunas. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8164225.pdf>
- Prieto, R. (2021). La transición religiosa de México. Nexos. Taller de datos. Punto decimal. PEAK Urban in the University of Oxford. <https://datos.nexos.com.mx/la-transicion-religiosa-de-mexico/>
- Stanek, K.C. & Ones, D.S. (2023). Meta-analytic relations between personality and cognitive ability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. University of Minnesota. 2023;120(23):e2212794120. doi:10.1073/pnas.2212794120. <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2212794120>
- Swartz, B. (2009). *La paradoja de la elección: Por qué más es menos*. Harper Perennial. Harper Collins. ASIN: † B000TDGGVU
- Tajfel, H. y Turner, J. (2004). *The social identity theory of intergroup behaviour*. [La teoría de la identidad social del comportamiento intergrupar]. En *Political psychology*. [https://web.mit.edu/curhan/www/docs/Articles/15341\\_Readings/Intergroup\\_Conflict/Tajfel\\_&Turner\\_Psych\\_of\\_Intergroup\\_Relations\\_CH1\\_Social\\_Identity\\_Theory.pdf](https://web.mit.edu/curhan/www/docs/Articles/15341_Readings/Intergroup_Conflict/Tajfel_&Turner_Psych_of_Intergroup_Relations_CH1_Social_Identity_Theory.pdf)
- Turner, T. (2017). *El verdadero significado de la pertenencia. Reconectar con nuestro hogar interior*. Dream School. Editorial Sirio.
- Weil, S. (2003). *The Need for Roots: Prelude to a Declaration of Duties Towards Mankind*. [La necesidad de las raíces: preludio de una declaración de deberes para con la humanidad]. Routledge Classics. 2<sup>nd</sup> Edition. <https://www.amazon.com/Need-Roots-Declaration-Routledge-Classics-ebook/dp/B087Z1VN9Y>
- Zarate, J. (2014). *La identidad como construcción social desde la propuesta de Charles Taylor*. ITESM México. *Revista Eidos* 23, July/Dec. 2015. PP. 117-134 <http://dx.doi.org/10.14482/eidos.23.189>

## Diagnóstico de Aguas Residuales para Riego de Especies Arbóreas en Los Tres Bajos de Montecristi

## Diagnosis of Wastewater for Irrigation of Tree Species in Los Tres Bajos de Montecristi

Gladys Leonor Pincay-Franco<sup>1</sup>  
Universidad Estatal del Sur de Manabí - Ecuador  
[pincay-gladys7637@unesum.edu.ec](mailto:pincay-gladys7637@unesum.edu.ec)

Manuel Guerrero-Calero<sup>2</sup>  
Universidad Estatal del Sur de Manabí - Ecuador  
[juanguerrero@unesum.edu.ec](mailto:juanguerrero@unesum.edu.ec)

[doi.org/10.33386/593dp.2023.5.1975](https://doi.org/10.33386/593dp.2023.5.1975)

V8-N5 (sep-oct) 2023, pp. 171-182 | Recibido: 10 de junio de 2023 - Aceptado: 14 de julio de 2023 (2 ronda rev.)

1 Ingeniera Técnica Ambiental. Fiscalizadora Ambiental. Proyectos de regeneración urbana y alcantarillado sanitario de planta de tratamiento. Consultora ambiental en estudios de impactos en auditorías, evaluaciones y plan de manejo. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0585-250>

2 Ingeniero en Medio Ambiente, Magister en Dirección Estratégica y Magister en sistemas Integrados: Medio Ambiente, Calidad y Prevención en la Universidad Internacional Iberoamericana-México. Docente de gestión ambiental, estadística y metodología de la investigación en el Instituto de Educación superior Universitario Oriente, Consultor ambiental registrado en el MAATE código: MAAR-SUIA-1463-CI ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1356-0475>

## Cómo citar este artículo en norma APA:

Pincay-Franco, G. & Guerrero-Calero, M. (2023). Diagnóstico de Aguas Residuales para Riego de Especies Arbóreas en Los Tres Bajos de Montecristi. *593 Digital Publisher CEIT*, 8(5), 171-182, <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.5.1975>

Descargar para Mendeley y Zotero

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo diagnosticar las condiciones de las aguas residuales, empleadas para riego en especies arbóreas en Los Tres Bajos del cantón Montecristi, estudio que determinó la potencialidad del uso de aguas residuales, los pobladores evitan utilizar el agua para sus plantaciones en especies arbóreas, por el temor de que afecten sus sembríos y pierdan la inversión realizada, debido a la falta de análisis y conocimientos de compensación ambiental. Se diagnosticó la calidad del tratamiento de aguas residuales a través de parámetros de análisis físico, químico y bacteriológico, se verificaron los niveles de calidad siendo los agregados orgánicos: aceites y grasas (62,86 mg/l), microbiología: coliformes fecales (4529,4 NMP/100 ml), inorgánicos no metales: nitrógeno total (244 mg/l) y amonio (314,52 mg/l), los valores promedios analizados se encuentran por encima de los niveles permisibles del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) y el acuerdo ministerial 097A anexo 1 tabla 4, evidenciando que no es apta para utilizarse como alternativa de riego para especies arbóreas, también se identificaron 8 especies registrando 256 individuos forestales siendo la *Ceratonia siliqua*, L. con el mayor registro de individuos (70 árboles), seguido de la *Cordia lutea* Lam., (60 individuos) y las especies *Bursera graveolens* (Kunth), *Sápidas saponaria* L., con 40 individuos, mientras que en el análisis de diversidad se determinó que tiene una diversidad baja ( $S=1,79$ ).

**Palabras clave:** contaminación del medio, aguas residuales, riego.

## ABSTRACT

The present research aimed to diagnose the conditions of wastewater, used for irrigation in tree species in Los Tres Bajos of the Montecristi canton, a study that will determine the potential of the use of wastewater as alternatives, the inhabitants avoid using the water for their plantations in tree species, for fear that they affect their crops and lose the investment made, due to lack of analysis and knowledge of environmental compensation. The quality of wastewater treatment was diagnosed through parameters of a physical, chemical and bacteriological analysis, the quality levels were verified being the organic aggregates: oils and fats (62.86 mg / l), microbiology: fecal coliforms (4529.4 NMP / 100 ml), inorganic nonmetals: total nitrogen (244 mg / l) and ammonium (314.52 mg / l), the average values analyzed are above the permissible levels of Unified Text of Secondary Environmental Legislation (UTSEL) and ministerial agreement 097A annex 1 table 4, evidencing that it is not suitable for use as an irrigation alternative for tree species, 8 species were identified registering 256 forest individuals being the *Ceratonia siliqua*, L. with the highest record of individuals (70 trees), followed by the *Cordia lutea* Lam., (60 individuals) and the species *Bursera graveolens* (Kunth), *Sapidas saponaria* L., with 40 individuals, while in the diversity analysis it was determined that it has a low diversity ( $S = 1.79$ ).

**Key words:** contamination of the environment, wastewater, irrigation.

## Introducción

La contaminación de los recursos hídricos en todo el mundo es debido por la falta de plantas de tratamientos altamente eficientes, misma que incide y afecta la salud pública, al ambiente en general, por ende, se busca utilizar métodos que sirvan para la remediación de aguas contaminadas. La contaminación de los recursos naturales implica problemáticas socio ambientales que afectan, el bienestar y el valor de la naturaleza (Sánchez & García, 2018; Yongquiang et al., 2022; Nero et al., 2023).

Aunque se ha considerado que parte de los procesos de una planta de tratamiento de aguas residuales, los tratamientos que se apliquen sean lo más conveniente tanto en inversión como depuración de las aguas (Zhang et al., 2023). Muchas de las herramientas sustentables emplean microorganismos en los tratamientos secundarios, complementando de manera eficiente los tratamientos de aguas residuales (Lopez et al., 2023).

En el Ecuador, se realiza el tratamiento entre el 10 y 25 % de las aguas residuales que son descargadas a los efluentes hídricos. La solución planteada para afrontar este problema en las principales ciudades del país fue la construcción de sistemas de lagunas de oxidación o estabilización, como en el caso de las ciudades de Manta, Cuenca, Guayaquil y Portoviejo, debido a aspectos como el bajo costo en la implementación, facilidad al construirlas y su operatividad (Merizalde et al., 2019; Mendez-Ruiz et al., 2023; Grube et al., 2020).

En la actualidad la planta de tratamiento de aguas residuales, de Los Tres Bajos de Montecristi, es el sitio donde se tratan las aguas residuales domésticas proveniente de aproximadamente 2500 habitantes. Por la escasez de los recursos hídricos del área de estudio, desconoce si puede utilizar el recurso proveniente del río debido a las descargas del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), debido que no existe una verificación que apruebe que el uso de estas aguas, para fines agrícolas y forestales (Velásquez

et al., 2022). Conociendo este contexto se realizó un diagnóstico para comprobar si la calidad del agua se encuentra apta para ser utilizada como riego para especies forestales maderable que se encuentra dentro de la los 300 m<sup>2</sup> del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR ya mencionada.

Los Tres Bajos de Montecristi, es un recinto donde existen diferentes tipos de trabajos agrícolas y propagación de especies nativas para recuperación del bosque seco característico de la zona.

En este contexto el objetivo de la investigación fue diagnosticar el nivel de contaminación aguas residuales para riego de especies arbóreas en Los Tres Bajos de Montecristi.

## Materiales y Métodos

### Selección del área de estudio

El estudio se lo realizó en la planta de tratamiento de Los Tres Bajos del cantón Montecristi, donde se evaluó las condiciones actuales del tratamiento de agua para reusó del mismo en especies forestales.

En el marco de desarrollo de esta investigación se aplicó los métodos análisis-síntesis con los resultados de los análisis de calidad de agua del efluente de la planta de tratamiento de agua residual, realizados en un laboratorio acreditado por el servicio de acreditación ecuatoriana (SAE), comparados con el marco legal ambientales vigentes en el país en el acuerdo ministerial 097-A.

Se realizó mediante el carácter exploratorio, debido la problemática existente en el territorio, referente a la escasez de recursos hídrico, libre de contaminantes en Los Tres Bajos de Montecristi, demostrando la efectividad o no del tratamiento de la planta, verificando si el agua tratada puede ser utilizada en el uso de riego de especies forestales de la zona, para su debido crecimiento y posterior aprovechamiento, donde se identificó las especies forestales predominantes en el lugar de estudio a través de



un censo donde se aplicó el índice de diversidad de Shannon – Weaver e identificar la diversidad arbórea forestal del área de estudio.

Se realizó el mapeo de especies forestales asentadas cerca de la zona de riego de la Planta de Tratamientos de Agua Residuales, abarcando la distribución de los espacios del establecimiento de las plantas forestales, se efectuó mediante la utilización de sistemas de información geográfica.

Procesos de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

**Tabla 1**  
Etapas de los procesos de la planta de tratamiento de aguas residuales

Descripción de la planta	
Primera etapa	Cribado
Segunda etapa	Tanques IMHOFF Lechos de secados de lodos activos Filtración de aguas residuales
Tercera etapa	Canal de descarga de efluentes Cajetín de descarga de efluentes

**Primera Etapa**

**Cribado**

Es un proceso mecánico que separa los materiales de acuerdo con su tamaño de partícula individual. Esto se cumple proporcionando una estructura particular al medio de cribado el cual es generalmente una malla o una placa perforada, provocando que las partículas más pequeñas pasen a través de ellas y que las partículas más grandes sean retenidas como residuos.

**Tanques IMHOFF**

Es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos. Para comunidades de 5000 habitantes o menos, los tanques IMHOFF ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas; ya que integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se llama tanques de doble cámara. Tiene una

operación muy simple y no requiere de partes mecánicas sin embargo se requiere que las aguas pasen por el proceso de cribado, se divide en tres compartimientos:

- 1.-Camara de sedimentación,
- 2.-Camara de digestión de lodos
- 3.-Area de ventilación y acumulación de natas

Estos resbalan por las paredes inclinadas al fondo de las cámaras de sedimentación para luego pasar a la cámara de digestión a través de la ranura con traslape existente en el fondo del sedimentador.

**Segunda Etapa**

**Lechos de secados de lodos activos**

Es la parte de la planta que dispone los lodos activos parcial o totalmente digeridos por un proceso de decantación, permitiendo su deshidratación para reducir su volumen a niveles de concentración adecuado para el posterior manejo y disposición final. Cabe indicar que este sistema de lecho de secado deberá ser única y exclusivamente para el tratamiento de lodos activos que resulten del proceso de tratamiento de aguas residuales de origen doméstico. La función del lecho de secado es deshidratar por evaporación los lodos activos que se generen como subproductos del tratamiento de aguas residuales, este proceso se realiza previo a la disposición final, generalmente se usa como fertilizantes de suelo ya que, de acuerdo con los procedimientos genéricos del tratamiento de lodos activos, mientras más deshidratados se encuentren estos son más inicuos.

**Filtración del agua residual**

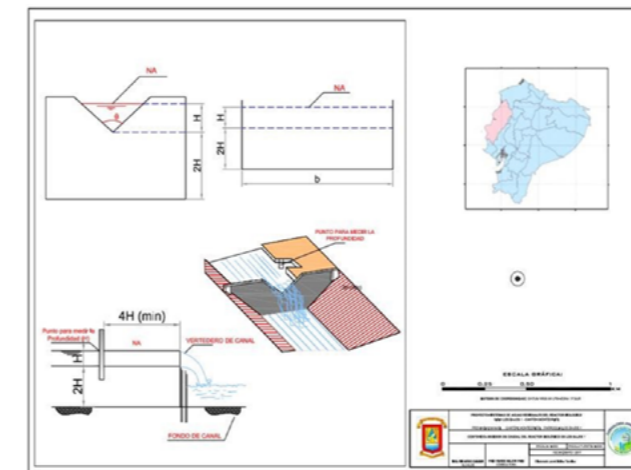
En el reactor para el tratamiento de aguas residuales de Los Tres Bajos se propuso un tratamiento final un sistema de filtración mediante zanjas de infiltración. Este sistema suele ser muy efectivo para un caudal de aguas relativamente bajas por lo tanto se adapta muy

bien a sus necesidades de tratamiento de aguas residuales de Los Tres Bajos de Montecristi.

Este tipo de filtración produce un efluente de alta calidad con concentraciones típicas iguales o menores a 5 mg/L de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), y los sólidos suspendidos, así como nitrificación igual o mayor al 80% del amoníaco aplicado. La remoción de fosforo es limitada, pero se puede lograr reducciones significativas de bacterias coliformes fecales. El desempeño de un filtro depende del tipo y la biodegradabilidad del agua residual, los factores medio ambientales dentro del filtro, y las características del diseño del filtro.

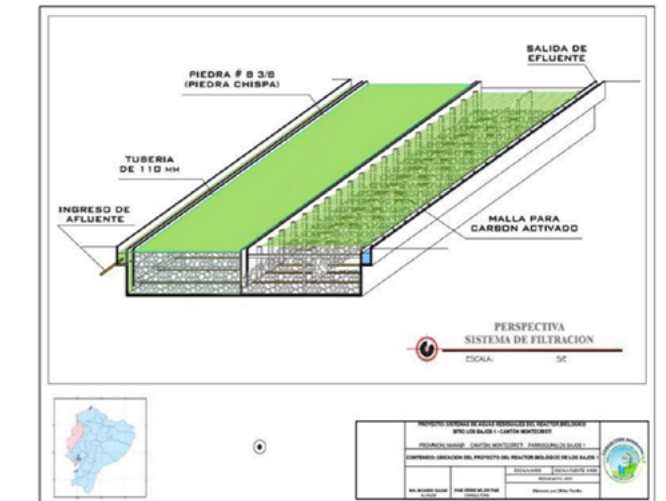
**Tercera etapa**

**Figura 1**  
Canal de descarga de efluente



Nota: Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Montecristi (GADM)

**Figura 2**  
Sistema de filtro



Nota: Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Montecristi (GADM)

**Canal de descargar de efluentes**

De acuerdo con las normativas vigentes, todo sistema de tratamiento de aguas residuales debe contar con una estructura para medir el caudal del efluente. Por tales razones, se propone la construcción del medidor de caudal del tipo triangular, el cual está recomendado por la normativa ambiental vigente para medir el caudal de salida de aguas residuales que han pasado por algún tipo de tratamiento.

En el reactor el tratamiento de aguas residuales de Los Tres Bajos de Montecristi se implementará como tratamiento final un sistema de filtración de múltiples etapas ascendentes. Este sistema es muy efectivo para un caudal de aguas relativamente bajo, por lo tanto, se adapta muy bien a las necesidades del sistema de tratamiento de aguas residuales de los bajos de pechiche.

Este tipo de filtración produce un efluente de alta calidad con concentraciones típicas iguales o menores a 5 mg/L de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y los sólidos suspendidos, así como una nitrificación igual o mayor al 80% del amoníaco aplicado. La remoción del fosforo es limitada, pero se puede lograr reducciones significativas de bacterias coliformes fecales. El desempeño de un filtro depende del tipo y la biodegradabilidad del agua residual.

Los factores medioambientales más importantes que determinan la efectividad del tratamiento son la aireación del medio y la temperatura. La temperatura afecta directamente la tasa de crecimiento microbiano, y otros factores que contribuyen a la estabilización del agua residual dentro del filtro.

#### Cajetín de descarga de efluentes

El sistema propuesto tendrá una profundidad de tres metros donde se dará lugar un sistema de filtración ascendente. El filtro se descompone de dos etapas de filtración: la primera y la segunda etapa constan de tres capas (de abajo hacia arriba) de primera estará llena de piedra bola, la segunda con piedra #6 (ripio de 1/2) y la tercera capa de piedra #3 (chispa 3/8). A diferencia de la primera etapa de filtración la segunda tapa contara con una última capa de 25 cm de espesor de carbón activado de filtración la segunda contara con una última capa de 25 cm de espesor de carbón activado este carbón estar metido en un contenedor de rejillas que impida el escape del efecto del flujo de agua. Además, es necesario implementar dos válvulas para desfogue de lodos hacia los lechos de secado en cada sistema de tratamiento, las tapas de las cámaras de digestión de los reactores, cerramiento perimetral y finalmente realizar un desazolve anual de cada reactor.

#### Procedimiento metodológico

##### Fase 1

##### Diagnostico

Los parámetros considerados en los análisis de calidad de agua de la planta de tratamiento de aguas residuales se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2**  
*Parámetros de muestreo*

PARAMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	CRITERIO DE CALIDAD	CUMPLIMIENTO
<b>AGREGADOS ORGÁNICOS</b>				
Aceites y grasas				
Tensos activos				
detergentes				
Demanda bioquímica de oxígeno				
<b>MICROBIOLOGÍA</b>				
Coliforme fecales				
<b>METALES</b>				
Níquel				
<b>INORGÁNICOS NO METALES</b>				
Nitrógeno Kjeldahl total				
Nitrógeno total				
Amonio				
<b>DATOS DE MUESTREOS</b>				
Potencial de hidrogeno in situ				
<b>AGREGADOS COMPONENTES/ FISICOS</b>				
Solidos suspendidos totales				

Nota: Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Montecristi (GADM)

#### Toma de muestra

La muestra de agua fue tomada en el efluente de la PTAR para verificar si el agua residual tratada cumple o no con la tabla 3 del anexo 1 del acuerdo ministerial 097-A.

Preparación de los envases para la toma de muestra que fueron desarrollados en preparación de las hojas de cadena de custodia.

Coordinación para el transporte de las muestras.

Calibración y preparación de los equipos de campo para análisis "in situ".

Preparación del equipo de muestreo (guantes, GPS, cámara fotográfica, coolers, dron).

Preparación de los equipos de protección personal (EPP).

Organización de la logística para la campaña de muestreo.

#### Análisis de campo

Después de tomadas las muestras en la Nota de la planta de tratamiento, se miden los parámetros "in situ" establecidos en el plan de muestreo, siguiendo los siguientes pasos:

Se sumerge la sonda limpia del equipo de campo en el cuerpo de agua a muestrear.

Los análisis de temperatura, potencial de hidrógeno (pH), conductividad y salinidad.

Las mediciones se hacen según los procedimientos e instructivos de operación del equipo y los resultados de los análisis de campo se registran en el formato de muestreo.

Llenado de recipientes y preservación de muestras

Los recipientes para muestras microbiológicas se llenan hasta  $\frac{3}{4}$  (tres cuartas partes) de su capacidad para permitir la aireación y asegurar la supervivencia de los microorganismos a ser cuantificados. Preservar las muestras en coolers a 4° C y con los químicos adecuados, si los análisis lo ameritan. Tapar herméticamente cada recipiente y rotularlo con la identificación de la muestra, fecha de muestreo, persona responsable, parámetros a analizar, laboratorio encargado.

#### Sellado de recipientes

Después de que las muestras han sido envasadas y preservadas (si lo requieren) se sellan las botellas, secando la parte superior del envase con papel absorbente o un trapo limpio y se ponen varias vueltas de cinta de enmascarar (más King tape) alrededor de la tapa y la boca

del recipiente, para asegurar que la tapa no se afloje.

#### Almacenamiento de muestras

Se debe evitar el uso de hielo seco o aditivos al hielo para evitar que las muestras se congelen, lo que puede provocar que los recipientes se abran o se rompan y en determinados casos se puede alterar las características de la muestra.

#### Trasporte de muestras

Se verifica que el recipiente de almacenamiento de las muestras contenga suficiente hielo para asegurar que la refrigeración se mantendrá hasta la llegada al laboratorio.

Hay que asegurar que las tapas de los recipientes estén bien cerradas, de tal manera que durante el viaje no se destapen

#### Entrega de muestras al laboratorio

Con los resultados del laboratorio se verificará con base a la tabla 3 del anexo 1 del acuerdo ministerial 097-A si las aguas residuales tratadas cumplen con los parámetros permisibles, para ser utilizadas para el riego de especies forestales nativas ubicadas a 300 m2.

#### Censo Forestal

Se estableció un del recorrido en una área de 300 m2 cuenca abajo, después del efluente de descarga de la planta de tratamiento de Los Tres Bajos de Montecristi, donde se logró identificar a través de un censo forestal, las especies forestales nativas características del área de estudio, que están siendo propagadas para la restauración del bosque seco característico del sector con los datos que recolectados se utilizó el ArcMap para ubicar las coordenadas de ubicaciones de las especies que serán beneficiadas o no con el agua residual tratada.



Índice de Shannon-Weaver

E1:

$$\bar{H} = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

H = Índice de diversidad

S = Número de especie

Pi = Proporción de muestra que corresponde a i

Ln = Logaritmo natural (Cabrera et al.,

2020; Salas et al., 2020).

Resultados

Al realizar los análisis de calidad de agua (Tabla 3) se puede observar que dentro de los parámetros agregados orgánicos: aceites y grasas (62,86 mg/l), microbiología: coliformes fecales (4529,4 NMP/100 ml), inorgánicos no metales: nitrógeno total (244 mg/l) y amonio (314,52 mg/l) no cumplen con lo establecido en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente, mientras que los parámetros de metales: níquel (0,01073 mg/l), datos de muestreo: pH (7,49 unidades de pH) y agregados - componentes/físicos: sólidos suspendidos totales (272,5 mg/l) cumplen con los límites máximos permisibles, se evidencia que la calidad de agua del efluente PTAR de Los Tres Bajos de Montecristi no es apta para utilizarse como alternativa de riego para especies arbóreas debido que las altas concentraciones de los parámetros evaluados podrían generar alteraciones al suelo como la salinización, infiltración de las aguas, desequilibrio en la fisiología vegetal de la especie arbórea produciendo rendimientos bajos y aumentando la cantidad de energía empleada.

**Tabla 3**  
Resultados de los análisis de calidad de agua del efluente PTAR de Los Tres Bajos de Montecristi

PARAMETROS	RESULTADOS	UNIDADES	CRITERIO DE CALIDAD	CUMPLIMIENTO
<b>AGREGADOS ORGÁNICOS</b>				
Aceites y grasas	62,86	mg/l	Ausencia	No cumple
Tensos activos	5	mg/l	-	-
detergentes	403,29	mg/02/l	-	-
Demanda bioquímica de oxígeno				-
<b>MICROBIOLOGÍA</b>				
Coliformes fecales	4529,4	NMP/100 ml	1000	No cumple
<b>METALES</b>				
Níquel	0,01073	mg/l	0,2	Cumple
<b>INORGÁNICOS NO METALES</b>				
Nitrógeno Kjeldahl total	281,52	mg/l	-	-
Nitrógeno total	244	mg/l	50-30	No cumple
Amonio	314,52	mg/l	87,79	No cumple
<b>DATOS DE MUESTREOS</b>				
Potencial de hidrogeno in situ	7,49	Unidades de PH	6-9	Cumple
<b>AGREGADOS COMPONENTES/ FÍSICOS</b>				
Sólidos suspendidos totales	272,5	mg/l	3000	Cumple

Nota: Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Montecristi (GADM)

Dentro de la composición arbórea forestal y arbustiva encontrada a 300 m<sup>2</sup> del efluente de la planta de tratamiento de agua residual de Los Tres Bajos del cantón Montecristi, encontramos 256 árboles distribuidos en 8 especies los cuales se agruparon en 6 familias botánicas; Burseraceae, Boraginaceae, Fabáceas, Sapindaceae fueron las más frecuentes, la especie Ceratonia siliqua L., se consideró como las más abundante con un total de 70 especímenes; seguido de Cordea lutea con 60 especímenes y la especie con menor abundancia fue Prosopis pallida encontrándose apenas 4 árbol de la especie.

**Tabla 4**  
Composición arbórea

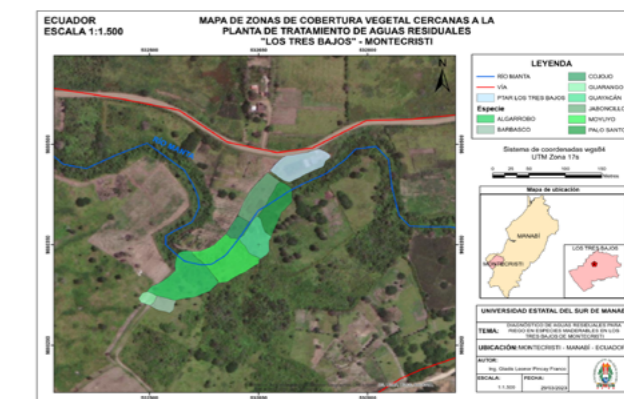
N	Especies	Nombre científico	Familias	Cantidad
1	Palo santo	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth)	Burseraceae	40
2	Cojojo	<i>Acnistus arborescens</i> L.	Solanáceas	10
3	Moyuyo	<i>Cordea lutea</i> Lam.	Boraginaceae	60
4	Algarrobo	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	Fabáceas	70
5	Guarango	<i>Prosopis pallida</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.)	Fabáceas	4
6	Barbasco	<i>Lonchocarpus urucú</i> (Killip & A.C. Sm)	Fabáceas	7
7	Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.)	Bignoniaceae	25
8	Jaboncillo	<i>Sápidas saponarias</i> L.	Sapindaceae	40
Total				256

Como resultado de la aplicación del índice de Shannon – Wiener se define que se registra un valor de 1,79 encontrándose dentro de diversidad baja aproximándose a la normalidad de diversidad que es 2 de acuerdo con los rangos establecidos.

**Tabla 5**  
Índice de Shannon - Weaver

N	Especies	Nombre científico	Cantidad	pi	$H = - \sum_{i=1}^s p_i \cdot \ln(p_i)$
1	Palo Santo	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth)	40	0,15625	-0,2900466
2	Cojojo	<i>Acnistus arborescens</i> L.	10	0,0390625	-0,1266638
3	Moyuyo	<i>Cordea lutea</i> Lam.	60	0,234375	-0,340039
4	Algarrobo	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	70	0,2734375	-0,3545615
5	Guarango	<i>Prosopis pallida</i> (Humb. & Bonpl. Ex Willd.)	4	0,015625	-0,0649825
6	Barbasco	<i>Lonchocarpus urucú</i> (Killip & A.C. Sm)	7	0,02734375	-0,0984175
7	Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.)	25	0,09765625	-0,2271779
8	Jaboncillo	<i>Sápidas saponarias</i> L.	40	0,15625	-0,2900466
Total	256			1	-1,7919353
Valor Índice					-1
					1,79193529

**Figura 3**  
Mapa de Vegetación



En la figura 7 en el mapa de zonas de la cobertura vegetal, donde se identificó la presencia de ocho diferentes especies forestales asentadas en la ribera del río Manta, cercanas a la planta de tratamiento de aguas residuales “Los Tres Bajos” de Montecristi, siendo la Ceratonia siliqua L., la especie con mayor presencia de individuos (70 árboles), seguida de la Cordea lutea Lam con 60 individuos, mientras que las especies con menor presencia son la Prosopis pallida (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) (4 individuos) y Lonchocarpus urucú (Killip & A.C. Sm) (7 individuos).

**Discusión**

Los resultados del análisis del agua de la planta de tratamiento de aguas residuales “Los Tres Bajos de Montecristi” los parámetros aceites y grasas, coliformes fecales, nitrógeno total y amonio no cumplen con los límites máximos permisibles (LMP), mientras que en los mismos resultados de los análisis los parámetros de metales como el níquel, el pH, sólidos suspendidos totales cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente, como se evidencia en los resultados de la Tabla 3, evidenciando que el agua de la PTAR no es apta para la utilización de riego en especies forestales, datos que se contrastan con los resultados en el estudio de Zamora et al., (2008) en el cual evidenció niveles elevados de cadmio (2,30 mg·kg<sup>-1</sup>) y plomo (23,30 mg·kg<sup>-1</sup>) en los suelos de bajo riego permanente con aguas residuales a pesar de que éstas presentaron niveles bajos de metales pesados, mientras que

en comparación con el estudio de González (2020) la contaminación del agua utilizada en sistemas de riego para plantaciones arbóreas para aprovechamiento destaca la relación junto con problemas potenciales para la salud pública y el medio ambiente, mientras que en el estudio de Egbueri et al., (2023) demostró que el análisis del agua los valores fueron bajos debido a que existe poca intervención antrópica cumpliendo con las normas sanitarias de Nigeria.

Aunque en estudios sobre la depuración de aguas residuales, se ha evidenciado la utilización de materiales alternativos, como es el caso del estudio de EL Boukhari et al., (2023), en comparación con el estudio de Adams et al., (2023) demostró que la utilización de aguas residuales tratadas puede ser empleadas en sistemas silviculturales e incluso en la agricultura, siempre y cuando cumplan con los tratamientos adecuados de sanidad y producción.

Respecto a la composición florística identificaron 256 especies siendo el algarrobo (*Ceratonia siliqua* L) el más abundante con 70 individuos (Tabla 4), mientras que el análisis del índice de Shannon – Wiener registra un valor de 1,79 determinándose dentro de diversidad baja (Tabla 5), en comparación con el estudio de Cabrera et al., (2020) en el bosque seco tropical de la comuna Quimis en el cantón Jipijapa, el análisis de diversidad en las especies registradas determinó una diversidad normal siendo la *Bursera graveolens* (Kunth) la más abundante y representativa en la zona, aunque en el estudio de Hassan & Shaye (2023) identificaron 57 especies florísticas y el género *Euphorbia* fue la más representativa.

No obstante, los resultados obtenidos en esta investigación se evidencian que la deficiencia en el saneamiento de aguas residuales para la utilización como alternativa para el aprovechamiento en el riego de especies vegetales es deficiente, debido a la falta de toma de decisiones en proyectos sostenibles.

Aunque se ha demostrado en estudios que la estimación y caracterización de la contaminación de las aguas residuales es un

medio eficaz para comprobar si es factible la aplicación del recurso como Nota en sistemas forestales y agrícolas (Marrero et al., 2020; Lee et al., 2020; (Merchan-Sanmartin et al., 2022; Fernandez-Andrade et al., 2023).

### Conclusiones

Acorde a los resultados se logró determinar que el agua del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales Los Tres Bajos de Montecristi, no es apta para utilizarse para riego de las especies forestales, los análisis de laboratorio demostraron que los parámetros aceites y grasas, coliformes fecales, nitrógeno KJELDAHL y total, no cumplen con los límites máximos permisibles establecidos por la legislación ecuatoriana.

Se determinó que la especie arbórea *Ceratonia siliqua* L., tuvo el mayor registro de individuos con un total de 70 individuos identificados, mientras que en el análisis del índice de Shannon – Weaver, el área abordada tiene una diversidad baja de  $S=1,79$ .

### Referencias Bibliográficas

- Adams, A., Sekyi, S., & Kaseeram, I. (2023). Urban agriculture and farmers' willingness to pay for treated wastewater: Insights from vegetable producers in the greater Accra metropolis of Ghana. *Cogent Food & Agriculture*, 9(1), 2197161. doi:10.1080/23311932.2023.2197161
- Cabrera Verdesoto, C. A., Moreira Bonilla, J., Ramírez Huila, W. N., Gras Rodríguez, R., & Tapia Zúñiga, M. V. (2020). Evaluación de la diversidad arbórea en áreas degradadas de la comunidad Quimis en Jipijapa, Manabí, Ecuador. *UNESUM-Ciencias: Revista Científica Multidisciplinaria*, 4(2), 61-75. Obtenido de <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/216/197>
- Egbueri, J., Agbasi, J., Ayejoto, D., Khan, M., & Khan, M. (2023). Extent of anthropogenic influence on groundwater

quality and human health-related risks: an integrated assessment based on selected physicochemical characteristics. *Geocarto International*, 38(1), 2210100. doi:10.1080/10106049.2023.2210100

- EL Boukhari, M., Merroun, O., Maalouf, C., Bogard, F., & Kissi, B. (2023). Mechanical performance of cement mortar with olive pomace aggregates and olive mill wastewater: an experimental investigation. *Cogent Engineering*, 10(1), 2212522. doi:10.1080/23311916.2023.2212522
- Fernandez-Andrade, K., Fernandez-Andrade, A., Zambrano-Intriago, L., Arteaga-Perez, L., Alejandro-Martin, S., Baquerizo-Crespo, R., . . . Rodriguez-Diaz, J. (2023). Microwave-assisted MOF@biomass layered nanomaterials: Characterization and applications in wastewater treatment. *Chemosphere*, 314, 137664. doi:10.1016/j.chemosphere.2022.137664
- Grube, A., Stewart, J., & Ochoa-Herrera, V. (2020). The challenge of achieving safely managed drinking water supply on San Cristobal island, Galapagos. *International Journal of hygiene and environmental health*, 228, 113547. doi:10.1016/j.ijheh.2020.113547
- Hassan, W. A., & Shaye, N. (2023). Floristic composition of the gardens with reference to economic value and species status according to UICN. *Pakistan Journal of Botany*, 55(4), 1439-1448. doi:10.30848/PJB2023-4(16)
- Lee, G., Whitney, H., Blum, A., Lybik, N., Cevallos, W., Trueba, G., . . . Eisenberg, J. (2020). Household coping strategies associated with unreliable water supplies and diarrhea in Ecuador, an upper-middle-income country. *Water Research*, 170, 115269. doi:10.1016/j.watres.2019.115269
- Lopez, R., Tena, M., Solera, R., & Perez, M. (2023). Anaerobic co-digestion of sewage sludge and wine vinasse mixtures in single-stage and sequential-temperature processes. *Fuel*, 348, 128531. doi:10.1016/j.fuel.2023.128531
- Marrero, O., Castanedo, Z., Rodriguez, Y., Aguila, E., Seijo, M., & Dueñas, A. (2020). Ecotoxicological evaluation of wasterwaters from Centro de Bioactivos Quimicos (Santa Clara, Cuba) in *Artemia* sp. *Technology and science water*, 11(2), 291-308. doi:10.24850/j-tyca-2020-02-08
- Mendez-Ruiz, J., Barcia-Carreno, M., Mejia-Bustamante, L., Cornejo-Pozo, A., Salas-Vazquez, C., & Valverde-Armas, P. (2023). Assessment of the performance of a water treatment plant in Ecuador: Hydraulic resizing of the treatment units. *Sustainability*, 15(2), 1-23. doi:10.3390/su15021235
- Merizalde, E., Montenegro, L., & Cabrera, M. (2019). Estudio de un sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes de una industria de papel. *Revista Politécnica*, 43(1), 1-7. Obtenido de [http://scielo.senescyt.gov.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-01292019000200007&lang=es](http://scielo.senescyt.gov.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292019000200007&lang=es)
- Nero, B. F., Nyanzu, B. A., & Campion, B. (2023). Mine wastewater treatment using *Cassia fistula* plant parts as bio-coagulants. *Water conservation science and engineering*, 8(1). doi:10.1007/s41101-023-00178-z
- Salas Macías, C., Montes Escobar, K., Sánchez Sancán, G., Alcívar Chávez, W., Murillo Choez, A., Vera Cedeño, F., . . . Iglesias Abad, S. (2020). Influencia del gradiente altitudinal sobre la composición y estructura del “Bosque y vegetación protector El Artesan - EcuadorianHands”, Joa, Jipijapa. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 37, 148-168.
- Sánchez Proaño, R. G., & García Gualoto, K. J. (2018). Tratamiento de aguas residuales de cargas industriales con oxidación avanzada en sistemas convencionales. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 27(1), 103-111. doi:<https://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.08>

- Velásquez Muñoz, C., Arismendy Ramírez, M. S., & Nassif Puche, Z. (2022). Conflictos jurídico-ambientales y territoriales en los sistemas de depuración de aguas residuales de Montería (Colombia). *Estudios Socio-Jurídicos*, 24(2), 1-36. doi:<https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/sociojuridicos/a.11622>
- Yongquiang, Z., Shengqi, Y., & Min, Z. (2022). Application of a mathematical model for sludge reduction in pharmaceutical wastewater. *Ingeniería e investigación*, 42(3), 1-9. doi:<https://doi.org/10.15446/ing.investig.92444>
- Zamora, F., Rodríguez, N., Torres, D., & Yendis, H. (2008). Efecto del riego con aguas residuales sobre propiedades químicas de suelos de la planicie de Coro, Estado Falcón. *Bioagro*, 20(3), 193-199. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612008000300006](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612008000300006)
- Zhang, B., Sol, C., Lin, H., Liu, W., Qin, W., Chen, T., . . . Wen, X. (2023). Differences in distributions, assembly mechanisms, and putative interactions of AOB and NOB at a large spatial scale. *Frontiers of environment science & engineering*, 17(10), 122. doi:[10.1007/s11783-023-1722-0](https://doi.org/10.1007/s11783-023-1722-0)

## Calidad en el Servicio al Cliente en una Sala Cinematográfica

## Quality in Customer Service in a Movie Theater

Nancy Madai Massangel-López<sup>1</sup>  
Tecnológico Nacional de México - Mexico  
[madailopez.98@gmail.com](mailto:madailopez.98@gmail.com)

Andrés Castro-Villagrán<sup>2</sup>  
Tecnológico Nacional de México - Mexico  
[andres.cv@champton.tecnm.mx](mailto:andres.cv@champton.tecnm.mx)

Martina Díaz Rosado<sup>3</sup>  
Tecnológico Nacional de México - Mexico  
[marthy.dr@champton.tecnm.mx](mailto:marthy.dr@champton.tecnm.mx)

Aida Miriam Ávila-Medina<sup>4</sup>  
Tecnológico Nacional de México - Mexico  
[aida.am@champton.tecnm.mx](mailto:aida.am@champton.tecnm.mx)

[doi.org/10.33386/593dp.2023.5.1947](https://doi.org/10.33386/593dp.2023.5.1947)

V8-N5 (sep-oct) 2023, pp. 183-195 | Recibido: 17 de Mayo de 2023 - Aceptado: 17 de Julio de 2023 (2 ronda rev.)

<sup>1</sup> Egresada de Ingeniería en Gestión Empresarial del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Champotón  
<sup>2</sup> Dieciséis años de experiencia docente, Ingeniero industrial con posgrado en Ciencias de la Educación. Líder del cuerpo académico "Innovación y tecnología para la educación y el desarrollo" del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Champotón  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6940-1385>

<sup>3</sup> Quince años de experiencia docente, Licenciatura en informática con posgrado en Ingeniería y desarrollo de Software. Doctorado en educación, miembro del cuerpo académico "Innovación y tecnología para la educación y el desarrollo" del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Champotón.  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1142-586X>

<sup>4</sup> Trece años de experiencia docente, Licenciatura en turismo con posgrado en Administración. Docente de la especialidad de turismo del Tecnológico Nacional de México/ Miembro activo de la Red de Investigadores Científicos de América Latina y el Caribe - RED ICALC.