

**Universidad Católica de Santa María**

**Escuela de Postgrado**

**Doctorado en Ciencias Ambientales**



**AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE MICROALGAS  
NATIVAS DEL RIO TOROCOCHA DE SAN ROMÁN -  
PUNO CON POTENCIAL PARA LA RECUPERACIÓN DE  
AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS**

Tesis presentada por el Maestro:

**Coaquira Cano, Lucas**

Para optar el Grado Académico de:

**Doctor en Ciencias Ambientales**

Asesor:

**Dr. Villanueva Salas, José Antonio**

**Arequipa - Perú**

**2021**

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**ESCUELA DE POSTGRADO**  
**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS**

Arequipa, 14 de Septiembre del 2021

**Dictamen: 003265-C-EPG-2021**

Visto el borrador del expediente 003265, presentado por:

**2016005741 - COAQUIRA CANO LUCAS**

Titulado:

**AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE MICROALGAS NATIVAS DEL RÍO TOROCOCHA SAN  
ROMAN-PUNO CON POTENCIAL PARA LA RECUPERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES  
DOMÉSTICAS**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**1058 - DAVILA DEL CARPIO GONZALO HERMILIO  
DICTAMINADOR**



**1634 - ALCAZAR ROJAS HERMAN ENRIQUE  
DICTAMINADOR**



**5428 - DAVILA FLORES BENJAMIN JOSE  
DICTAMINADOR**



**5429 - BOCARDO DELGADO EDWIN FREDY  
DICTAMINADOR**



**6944 - PONCE MALLEA MARCO ADRIAN  
DICTAMINADOR**



## Agradecimientos

Expreso mi agradecimiento a todas aquellas personas, que de manera directa o indirecta se han involucrado y me han ayudado a que sea posible la presentación de mi Tesis.

Agradecer a la Empresa SEDA JULIACA, por haberme brindado las facilidades para la toma de muestras e información de la PTAR - Juliaca.

Mi agradecimiento al Dr. José Antonio Villanueva Salas por su orientación decidida y consejos como asesor de mi tesis.

## Dedicatoria

Al **Supremo Hacedor**, por darme la oportunidad y privilegio de mi existencia.

A mi padre **Leoncio Coaquira Quea (Q.E.P.D.)**, por el ejemplo de perseverancia y esfuerzo, además de encausar con confianza y cariño mi camino en la vida.

A mi madre **Juana Cano**, por su gran cariño, esfuerzo y buen ejemplo, que me ha dedicado durante y para mi formación como persona consciente.

A mis hijos: Lucas Ernesto, Mary Helene, Claudia Vanessa y Lucas Junior por el gran cariño, confianza y apoyo durante esta etapa de transición y desarrollo profesional.

A **Diane Ugarte Uribe**, mi compañera de vida que con vasto afecto le agradezco su amor, calidez, paciencia y tantas cosas más.

## Resumen

La presente investigación buscó aislar, caracterizar e identificar molecularmente las microalgas presentes en el río Torococha y evaluar el potencial de recuperación de las aguas residuales, a nivel de laboratorio, mediante las microalgas nativas aisladas en función a su capacidad de disminución de parámetros microbiológicos y químicos.

El aislamiento de microalgas fue realizado en medio selectivo BG11 y la caracterización realizada mediante claves taxonómicas brasileñas y australianas; la identificación molecular se llevó a cabo mediante amplificación por PCR de las regiones 18S y 28S ARNr para su posterior secuenciamiento y alineamiento nucleotídico mediante el programa BLAST. La evaluación del potencial de recuperación de las aguas residuales por medio de las microalgas aisladas se llevó a cabo en fotobiorreactores por un periodo inicial de crecimiento de microalgas de 22 días y un periodo de contacto entre las microalgas y el agua residual de 14 días adicionales para la evaluación de los parámetros de crecimiento, nitrógeno total, fósforo total,  $DBO_5$ , DQO y coliformes totales.

Se aisló, identificó y caracterizó dos microalgas: *Chlorella sp.* con un porcentaje de identidad del 100 % con la cepa A y *Micractinium reisseri* con un porcentaje de identidad del 99.39 % con la cepa B. Se observó que tanto *Chlorella sp.* y *Micractinium reisseri* permitieron disminuir en un 99 % las coliformes totales; así mismo, se logró la disminución de 91.24 % del nitrógeno total y de 89.45 % del fósforo total con *Chlorella sp.* y hasta en un 91.23 % de nitrógeno total y 79.4 % de fósforo total con *Micractinium reisseri*. La demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ) para todos los casos aumentó y solo *Chlorella sp.* tuvo la capacidad de disminuir la DQO del efluente hasta un 23.10 %.

Por tanto, se puede afirmar que las aguas residuales tienen potencial de recuperación mediante su tratamiento con las microalgas *Chlorella sp.* y *Micractinium reisseri* a nivel de laboratorio sólo en el parámetro de coliformes totales pues permiten cumplir con la normativa vigente.

**Palabras clave:** microalgas, *Chlorella sp.*, *Micractinium reisseri*, tratamiento de aguas residuales, PCR.

## Abstract

The present investigation sought to isolate, characterize and molecularly identify the microalgae present in the Torococha River and evaluate the potential for recovery of wastewater, at the laboratory level, through isolated native microalgae based on their ability to decrease microbiological and chemical parameters.

The microalgae isolation was carried out in selective medium BG11 and the characterization carried out using Brazilian and Australian taxonomic keys; Molecular identification was carried out by PCR amplification of the 18S and 28S rRNA regions for subsequent sequencing and nucleotide alignment using the BLAST program. The evaluation of the recovery potential of the wastewater by means of the isolated microalgae was carried out in photobioreactors for an initial period of microalgae growth of 22 days and a contact period between the microalgae and the wastewater of 14 additional days to the evaluation of the growth parameters, total nitrogen, total phosphorus,  $BOD_5$ , COD and total coliforms.

Two microalgae were isolated, identified and characterized: *Chlorella sp.* with a 100 % identity percentage with strain A and *Micractinium reisseri* with a 99.39 % identity percentage with strain B.

It was observed that both *Chlorella sp.* and *Micractinium reisseri* allowed a 99 % reduction in total coliforms; Likewise, a reduction of 91.24 % of total nitrogen and 89.45 % of total phosphorus was achieved with *Chlorella sp.* and up to 91.23 % of total nitrogen and 79.4 % of total phosphorus with *Micractinium reisseri*. The biochemical oxygen demand (BOD5) for all cases increased and only *Chlorella sp.* had the ability to reduce the COD of the effluent up to 23.10 %.

Therefore, it can be affirmed that wastewater has the potential for recovery through its treatment with the microalgae *Chlorella sp.* and *Micractinium reisseri* at the laboratory level only in the parameter of total coliforms, since they allow compliance with current regulations.

**Keywords:** *microalgae, Chlorella sp, Micractinium reisseri, wastewater treatment, PCR.*