

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



**Eficiencia del uso de la macrófita (*Pistia Stratiotes*) en el  
tratamiento del agua de la laguna Andiviela a escala de  
laboratorio.**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autores:**

Ingrith Sivoneis Panduro Arriola  
Jhampier Max Sandoval Rafael

**Asesor:**

Mtro. Carmelino Almestar Villegas

Tarapoto, mayo de 2024

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Mtro. Carmelino Almestar Villegas, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“EFICIENCIA DEL USO DE LA MACRÓFITA (*PISTIA STRATIOTES*) EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LA LAGUNA ANDIVIELA A ESCALA DE LABORATORIO”** de los autores Ingrith Sivoneis Panduro Arriola y Jhampier Max Sandoval Rafael tiene un índice de similitud de 20 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Tarapoto, a los 16 días del mes de mayo del año 2024.



---

Carmelino Almestar Villegas

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En San Martín, Tarapoto, Morales, a 16 día(s) del mes de mayo del año 2024.. siendo las 11:30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo, el (la) secretario(a): Ing. Seyei Rengifo Arévalo y los demás miembros: Mtro. Víctor Hugo Muñoz Delgado y Ing. Ericka Nayda Perales Dominguez y el (la) asesor(a) Mtro. Camelinio Almaraz Villegas con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: **Eficiencia del uso de la macrófita (Pistia Stratiotes) en el tratamiento del agua de la laguna Andiviela a escala de laboratorio.**

del(los) bachiller/es: a) Jhampier Max Sandoval Rafael  
 b) Ingrith Sivoneis Panduro Arriola  
 c) conducente a la obtención del título profesional de: **Ingeniero Ambiental**  
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado. Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): Jhampier Max Sandoval Rafael

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	18	A -	Con Nominación de Muy Bueno	Sobresaliente

Bachiller -(b): Ingrith Sivoneis Panduro Arriola

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	18	A -	Con Nominación de Muy Bueno	Sobresaliente

Bachiller -(c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.



\_\_\_\_\_  
Presidente/a

\_\_\_\_\_  
Secretario/a

\_\_\_\_\_  
Asesor/a

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Bachiller (a)

\_\_\_\_\_  
Bachiller (b)

\_\_\_\_\_  
Bachiller (c)

## Resumen

La presente indagación describe la eficiencia del uso de la *Pistia Stratiotes* para reducir los parámetros físicos, químicos y biológicos de las aguas de la laguna Andiviela. Por ello, se realizó un sistema de humedales artificiales de tipo flotante, el mismo que contó con tres proporciones de macrófitas por tratamiento (25%, 50% y 75%), los cuales estuvieron por 30 días experimentales a condiciones ambientales de origen. Las proporciones con mejores valores de reducción obtenidos en los resultados mostraron que para DQO se obtuvo 36.67 mg/L en 25%, 32 mg/L en 50%, 21.33 mg/L en 75%. Del parámetro nitrógeno total se obtuvo 0.23 mg/L en 25%, 0.87 mg/L en 50%, 0.20 mg/L en 75%. En conductividad se obtuvo 0.27  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en 25%, 0.29  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en 50%, 0.26  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en 75%. En fósforo total se obtuvo 0.25 mg/L en 25%, 0.14 mg/L en 50%, 0.14 mg/L en 75%. En sólidos suspendidos totales se obtuvo 0.0028 mg/L en 25%, 0.0020 mg/L en 50%, 0.0042 mg/L en 75%. En coliformes termotolerantes se obtuvo 7.00 NMP/100ml en 25%, 3.00 NMP/100ml en 50%. En turbiedad se obtuvo 0.97 UNT en 25%, 1.50 UNT en 50%, 1.62 UNT en 75%. De los resultados se puede afirmar que la eficiencia de la macrófita *P. Stratiotes* muestra beneficio en la reducción de parámetros. De la prueba de hipótesis no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos con la proporción diferente de macrófitas. Se recomienda realizar futuras investigaciones considerando factores como mayor cobertura y condiciones ambientales controladas.

**Palabras clave:** macrófita, *Pistia Stratiotes*, laguna, tratamiento de aguas, Andiviela, lagunaje.

## Abstract

The present investigation describes the efficiency of the use of *Pistia Stratiotes* to reduce the physical, chemical and biological parameters of the waters of the Andielela lagoon. For this reason, a floating type artificial wetland system was created, which had three proportions of macrophytes per treatment (25%, 50% and 75%), which were kept at the original environmental conditions for 30 experimental days. The proportions with the best reduction values obtained in the results showed that for COD 36.67 mg/L was obtained in 25%, 32 mg/L in 50%, 21.33 mg/L in 75%. From the total nitrogen parameter, 0.23 mg/L was obtained in 25%, 0.87 mg/L in 50%, 0.20 mg/L in 75%. In conductivity, 0.27  $\mu\text{S}/\text{cm}$  was obtained in 25%, 0.29  $\mu\text{S}/\text{cm}$  in 50%, 0.26  $\mu\text{S}/\text{cm}$  in 75%. In total phosphorus, 0.25 mg/L was obtained in 25%, 0.14 mg/L in 50%, 0.14 mg/L in 75%. In total suspended solids, 0.0028 mg/L was obtained in 25%, 0.0020 mg/L in 50%, 0.0042 mg/L in 75%. In thermotolerant coliforms, 7.00 NMP/100ml was obtained in 25%, 3.00 NMP/100ml in 50%. In turbidity, 0.97 UNT was obtained in 25%, 1.50 UNT in 50%, 1.62 UNT in 75%. These being the results presented, it can be stated that the efficiency of the macrophyte *P. Stratiotes* shows benefit in the reduction of parameters. From the hypothesis test, no significant difference was found between the treatments with the different proportion of macrophytes. It is recommended to carry out future research considering variants such as greater coverage and controlled environmental conditions.

**Keywords:** macrophyte, *Pistia Stratiotes*, lagoon, water treatment, Andiveela, lagoon.