



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Evaluación de parámetros fisicoquímicos de aguas mieles de cacao en humedales artificiales con especies macrófitas, Tarapoto, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

César Junior Alonso Baquero Vigil (ORCID: 0000-0002-9206-4671)

Christian Ronnie Carrera Zuta (ORCID: 0000-0001-5719-5767)

ASESORA:

Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara (ORCID: 0000-0002-9702-8434)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

TARAPOTO – PERÚ

2019

## **Dedicatoria**

A nuestros padres Cesar Augusto Baquero Ramírez, Rowith Vigil Paima, Wilder Carrera y Yolanda Zuta quienes con su amor incondicional y esfuerzo constante estuvieron ahí para apoyarnos día a día, son el pilar más importante de nuestras vidas, el cual nos ha permitido llegar a cumplir un sueño más. Gracias por inculcarnos y enseñarnos que Dios está en primer lugar y que poniendo la confianza en él vamos a lograr cosas grandes.

A nuestros hermanos Jacky, Henry, Sofía, Eliana y Johanna por darnos consejos y palabras de aliento para no rendirnos y seguir con el camino que nos llevará a la meta trazada.

## **Agradecimiento**

A los docentes de la Universidad César Vallejo que aportaron sus conocimientos para formarnos como profesionales.

A la Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara y al Ing. Luis Ordoñez por su apoyo como asesores de la presente investigación, por inculcarnos sus conocimientos y nunca se negaron a atender nuestras consultas.

Al Ing. Víctor Hugo Sánchez Bocanegra por su apoyo con los equipos e instrumentos que fueron necesarios para realizar la presente investigación.

A la Sra. Rowith Vigil Paima por facilitarnos hacer uso de su domicilio para el desarrollo de la investigación.



## Página del jurado

 <p><b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	<p><b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b></p>	<p>Código : F07-PP-PR-02.02                  Versión : 10                  Fecha : 10-06-2019                  Página : 1 de 1</p>
---	--	--

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don César Junior Alonso Baquero Vigil y don Christian Ronnie Carrera Zuta, cuyo título es: "Evaluación de parámetros fisicoquímicos de aguas mieles de cacao en humedales artificiales, Tarapoto, 2019"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por los estudiantes, otorgándoles el calificativo de: *11: Once.*

Tarapoto, 13 de diciembre de 2019

  

 Mg. Anel Lozano Chung  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP: 129914  
**Mg. Anel Lozano Chung**  
**PRESIDENTE**

 MSc. Karina M. Ordóñez Ruiz  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 CIP. N° 106582  
**MSc. Karina Milagros Ordóñez Ruiz**  
**SECRETARIA**

 MSc. Karla Luz Mendoza López  
 ING. AMBIENTAL  
 CIP: 122149  
**MSc. Karla Luz Mendoza López**  
**VOCAL**


Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

### **Declaratoria de Autenticidad**

Yo, **CESAR JUNIOR ALONSO BAQUERO VIGIL** identificado con DNI N° 72616993, estudiante del programa de estudios de **Ingeniería Ambiental** de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada: **“Evaluación de parámetros fisicoquímicos de aguas mieles de cacao en humedales artificiales con especies macrófitas, Tarapoto, 2019”**

Declaro bajo juramento que:

La Tesis es de mi autoría

Se respetó las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

La tesis no ha sido auto plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, diciembre de 2019.



**Cesar Junior Alonso Baquero Vigil**

**DNI: 72616993**

## **Declaratoria de Autenticidad**

Yo, **CHRISTIAN RONNIE CARRERA ZUTA**, identificado con DNI N° 71583748, estudiante del programa de estudios de **Ingeniería Ambiental** de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada: **“Evaluación de parámetros fisicoquímicos de aguas mieles de cacao en humedales artificiales con especies macrófitas, Tarapoto, 2019”**

Declaro bajo juramento que:

La Tesis es de mi autoría

Se respetó las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

La tesis no ha sido auto plagiado, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, diciembre de 2019.



**Christian Ronnie Carrera Zuta**

**DNI: 71583748**

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	v
Índice .....	vii
Índice de tablas .....	viii
Índice de figuras.....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MÉTODO .....	26
2.1. Diseño de investigación .....	26
2.2. Variable, Operacionalización de variables.....	27
2.3. Población, muestra y muestreo .....	30
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	32
2.5. Procedimiento .....	32
2.6. Métodos de análisis de datos.....	33
2.7. Aspectos éticos.....	34
III. RESULTADOS.....	35
IV. DISCUSIÓN .....	57
V. CONCLUSIONES .....	61
VI. RECOMENDACIONES .....	62
REFERENCIAS .....	63
ANEXOS .....	71
Matriz de consistencia.....	72
Fichas de recolección de datos.....	74
Validación de instrumentos.....	75
Panel fotográfico.....	81
Cadenas de custodia de muestras para ensayo de laboratorio.....	89
Resultados de ensayo de laboratorio ITS del Perú SAC .....	92
Certificado de calibración de equipo multiparámetro Lutrón WA-2017SD .....	96
Certificado de INACAL – Laboratorio ITS del Perú S.A.C. ....	100
Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	101
Captura de pantalla de turnitin .....	102
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV .....	103
Autorización de la versión final del trabajo de investigación .....	105

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Parámetros físico-químicos R.M. 253-2011-MINAM.....	8
<b>Tabla 2.</b> Comparación de los sistemas naturales de tratamiento y convencionales .....	13
<b>Tabla 3.</b> Resumen de la actuación de humedales de flujo subsuperficial .....	14
<b>Tabla 4.</b> Capacidad de remoción de contaminantes con humedales artificiales .....	14
<b>Tabla 5.</b> Eficiencia de eliminación de contaminantes en los HAFSS .....	15
<b>Tabla 6.</b> Diseños de los HHAA FSS y alcance de la calidad de efluentes.....	16
<b>Tabla 7.</b> Procesos de remoción de los humedales artificiales .....	17
<b>Tabla 8.</b> Ventajas y desventajas de las plantas acuáticas. ....	19
<b>Tabla 9.</b> Taxonomía de la especie <i>Chrysopogon zizanioides</i> (vetiver).....	20
<b>Tabla 10.</b> Taxonomía de la especie <i>Typha Domingensis</i> (totora).....	20
<b>Tabla 11.</b> Composición del mucílago de Cacao.....	22
<b>Tabla 12.</b> Composición del mucílago cacao y café en sectores del litoral ecuatoriano .....	22
<b>Tabla 13.</b> Operacionalización de variables .....	28
<b>Tabla 14.</b> Equipos utilizados en ensayo de laboratorio.....	34
<b>Tabla 15.</b> Características del estrado en los humedales artificiales .....	36
<b>Tabla 16.</b> Medición del caudal de salida del humedal. ....	37
<b>Tabla 17.</b> Nivel de oxígeno disuelto (mg/l) de aguas mieles de cacao .....	39
<b>Tabla 18.</b> Temperatura (°C) de aguas mieles de cacao .....	40
<b>Tabla 19.</b> Sólidos suspendidos totales (mg/l) de aguas mieles de cacao .....	41
<b>Tabla 20.</b> Conductividad eléctrica de aguas mieles de cacao .....	42
<b>Tabla 21.</b> Comparación de especies macrófitas con R.M N° 253-2011.....	46
<b>Tabla 22.</b> Características fisicoquímicas de las aguas mieles de cacao .....	47
<b>Tabla 23.</b> Cuadro de lectura para parámetro - pH.....	48
<b>Tabla 24.</b> Prueba de hipótesis - pH .....	49
<b>Tabla 25.</b> Cuadro de resultados – Oxígeno disuelto .....	49
<b>Tabla 26.</b> Prueba de hipótesis – oxígeno disuelto .....	50
<b>Tabla 27.</b> Cuadro de resultados – Temperatura .....	50
<b>Tabla 28.</b> Prueba de hipótesis - Temperatura.....	51
<b>Tabla 29.</b> Cuadro de resultados – Sólidos suspendidos totales.....	51
<b>Tabla 30.</b> Prueba de hipótesis – Sólidos suspendidos totales.....	52
<b>Tabla 31.</b> Cuadro de resultados – Conductividad eléctrica.....	52
<b>Tabla 32.</b> Prueba de hipótesis – Conductividad eléctrica .....	53
<b>Tabla 33.</b> Cuadro de resultados – DBO5 .....	53
<b>Tabla 34.</b> Prueba de hipótesis – DBO5 .....	54
<b>Tabla 35.</b> Cuadro de resultados – DQO .....	54
<b>Tabla 36.</b> Prueba de hipótesis – DQO .....	55
<b>Tabla 37.</b> Cuadro de resultados – Aceites y grasas .....	55
<b>Tabla 38.</b> Prueba de hipótesis – Aceites y grasas.....	56
<b>Tabla 39.</b> Características de las aguas mieles previo y post al tratamiento .....	74
<b>Tabla 40.</b> Comparación de especies macrófitas con R.M N° 253-2011.....	74



## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Esquema de clasificación de los sistemas de tratamiento. ....	10
<b>Figura 2.</b> Humedal artificial de flujo superficial.....	11
<b>Figura 3.</b> Humedal subsuperficial de flujo horizontal .....	12
<b>Figura 4.</b> Humedal subsuperficial de flujo vertical.....	13
<b>Figura 5.</b> Diseño de humedales artificiales con especies macrófitas. ....	35
<b>Figura 6.</b> Nivel de pH de aguas mieles de cacao .....	38
<b>Figura 7.</b> DBO (mg/l) de aguas mieles de cacao .....	43
<b>Figura 8.</b> DQO (mg/l) de aguas mieles de cacao. ....	44
<b>Figura 9.</b> Aceites y Grasas (mg/l) de aguas mieles de cacao .....	45
<b>Figura 10.</b> Implementación de humedales artificiales .....	81
<b>Figura 11.</b> Prueba hidráulica de humedales artificiales .....	81
<b>Figura 12.</b> Adquisición, tamizado y desinfección de lechos poros.....	82
<b>Figura 13.</b> Acondicionamiento de estratos en superficie de los humedales .....	82
<b>Figura 14.</b> Obtención de macrófitas <i>Chrysopogon Zizanoides</i> y <i>Typha Domingensis</i> .....	83
<b>Figura 15.</b> Acondicionamiento de <i>Chrysopogon Zizanoides</i> y <i>Typha Domingensis</i> .....	84
<b>Figura 16.</b> Acondicionamiento de <i>Chrysopogon Zizanoides</i> y <i>Typha Domingensis</i> .....	84
<b>Figura 17.</b> Extracción de aguas mieles de Cacao.....	85
<b>Figura 18.</b> Toma de muestra de aguas mieles de Cacao previo al tratamiento .....	86
<b>Figura 19.</b> Vertimientos de aguas mieles de Cacao a los humedales artificiales.....	86
<b>Figura 20.</b> Toma de muestra de aguas mieles de Cacao con TRH 3 días .....	87
<b>Figura 21.</b> Toma de muestra de aguas mieles de Cacao con TRH 9 días .....	88

## Resumen

En la presente tesis de investigación titulada “Evaluación de parámetros fisicoquímicos de aguas mieles de cacao en humedales artificiales con especies macrófitas, Tarapoto, 2019”, cuyo objetivo general fue evaluar los parámetros fisicoquímicos de las aguas mieles de cacao en humedales artificiales con especies macrófitas. La investigación se fundamenta en el cumplimiento de los LMP de la R.M 253-2011-MINAM; se utilizó dos tipos de especies macrófitas, *Chrysopogon Zizanoides* y *Typha Domingensis* donde se aplicó tiempos retención hidráulica de 3, 6 y 9 días.

El tipo de investigación que se empleó es de tipo aplicada, con un diseño cuasi – experimental; la población de estudio fue 27000 litros de agua miel de cacao producidos anualmente por la empresa ALLIMA CACAO S.A. La muestra fue de 57 litros de agua miel de cacao, correspondiendo 10 litros por humedal; así mismo se utilizaron instrumentos de recolección de datos como: fichas de observación y cadenas de custodia. Posteriormente se realizó el análisis de resultados, donde el parámetro de pH en el tratamiento con la especie *Typha Domingensis* (6 días retención hidráulica) es el que cumple con lo establecido en los LMP para vertimiento de efluentes industriales, todos los demás parámetros (DBO5, DQO, SST, T y AyG) no lograron adecuarse a lo estipulado en la norma. Conclusión, los parámetros fisicoquímicos de las aguas mieles tuvieron una tendencia creciente en comparación con la muestra inicial tomada, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula puesto que los humedales con especies macrófitas no lograron remover la carga orgánica de las aguas mieles de Cacao.

**Palabras Clave:** *Chrysopogon zizanoides*, *Typha Domingensis*, humedales artificiales, aguas mieles de Cacao.

## Abstract

In this research thesis entitled “Evaluation of physicochemical parameters of cocoa honey waters in artificial wetlands with macrophyte species, Tarapoto, 2019”, whose general objective was to evaluate the physicochemical parameters of cocoa honey waters in artificial wetlands with macrophyte species; The research is based on compliance with the LMP of R.M 253-2011-MINAM; Two types of macrophyte species were used, *Chrysopogon Zizanoides* and *Typha Domingensis* where hydraulic retention times of 3, 6 and 9 days were applied.

The type of research used is applied, with a quasi-experimental design; The study population was 27,000 liters of honey water in cacao produced annually by the company ALLIMA CACAO S.A; the sample was 57 liters of cocoa honey water, corresponding 10 liters per wetland; Likewise, data collection instruments were used such as: observation sheets and chains of custody; Subsequently, the results analysis was carried out, where the pH parameter in the treatment with the *Typha Domingensis* species (6 days hydraulic retention) is the one that complies with the provisions of the LMP for industrial effluent discharge, all other parameters (BOD5, COD , SST, T and AyG) failed to comply with the provisions of the standard. Conclusion, The physicochemical parameters of honey water had an increasing trend compared to the initial sample taken, therefore, the null hypothesis is accepted since artificial wetlands with macrophyte species could not eliminate the organic load of cocoa honey water

**Keywords:** *Chrysopogon zizanoides*, *Typha Domingensis*, artificial wetlands, cocoa honey.

## Acta de aprobación de originalidad de tesis

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara, docente de la Facultad de ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto, revisora de la tesis titulada:

"Evaluación de parámetros fisicoquímicos de aguas mieles de cacao en humedales artificiales con especies macrófitas, Tarapoto, 2019", de los estudiantes Baquero Vigil César Junior Alonso y Carrera Zuta Christian Ronnie, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

La suscrita analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 20 de diciembre de 2019

  
Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara  
DOCENTE  
C.B.P. 8311  
DNI: 43011735.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------