



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

UNIVERSIDAD DEL AZUAY

DEPARTAMENTO DE POSGRADOS

**“Humedales Artificiales: Solución Sostenible para la Gestión de
Aguas Residuales contaminadas con colorantes textiles”**

MAGÍSTER EN HIDROSANITARIA

DIEGO FERNANDO PALACIOS PALACIOS

ARIANNA EMILIA SERPA GRANDA

JORGE ALEJANDRO GARCIA ZUMALACARREGUI

CUENCA-ECUADOR

2025

Contenido

Contenido tablas	3
Contenido Figura.....	3
Anexos	3
Introducción.....	8
2. Materiales y métodos	8
2.1. Construcción de humedales.....	8
2.2 Esquema de alimentación	10
2.3. Vegetación.....	11
2.4. Curva de calibración, monitoreo y transporte de ejemplares	11
3. Resultados y discusión	12
3.1 Humedal del flujo subsuperficial horizontal.....	13
3.2 Humedal de flujo vertical de fondo saturado.....	14
4. Conclusiones	16
5. Recomendaciones	17
6. Referencias bibliográficas.....	18
7. Anexos.....	19

Contenido tablas

Tabla 1 Porcentajes de remoción del azul paja en los humedales estudiados.13

Contenido Figura

Figura 1 Construcción del sistema horizontal a) base y b) grava.....9

Figure 2 Construcción del sistema vertical a) base y b) piedras10

Figure 3 Kikuyo.....11

Figure 4 Curvas de calibración: valores de absorbancia vs. concentraciones (ppm).
Sol 1 (16.729 ppm) Sol 2 (36.312 ppm)12

Figure 5 Porcentaje de remoción mediante el humedal horizontal de flujo
subsuperficial vs Sol 1 y Sol 2.....14

Figure 6 Porcentaje de remoción mediante el humedal vertical de fondo saturado
vs Sol 1 con TRH diferentes y Sol 2.....15

Anexos

- Anexos 1 Curva de calibración.....19
- Anexos 2 Resultado de los valores de absorbancia y porcentajes de remoción
correspondientes al humedal horizontal con la Sol 1 y Sol 2.....19
- Anexos 3 Resultado de los valores de absorbancia y porcentajes de remoción
correspondientes al humedal vertical de fondo saturado con la Sol 1 (TRH 12 Y 1
hora) y Sol 2 (TRH 1 hora).....20

**Humedales Artificiales: Solución Sostenible para la Gestión de Aguas Residuales
contaminadas con colorantes textiles**

**Palacios Palacios, D.F.¹, Serpa Granda, A.E.¹, Pinos-Vélez, V.P.^{2,3}, García
Zumalacarregui, J.A.^{3,4}**

1. *Universidad del Azuay. Av. Ricardo Muñoz y Alfonso Moreno Mora, Cuenca, Ecuador.* dpalacios@es.uazuay.edu.ec; aserpa@es.uazuay.edu.ec
2. *Grupo IRCMA, Eco-campus Balzay, Universidad de Cuenca. C. Víctor Manuel Albornoz, Cuenca 010202, Ecuador.* veronica.pinos@ucuenca.edu.ec
3. *Departamento de Recursos Hídricos y Ciencias Ambientales, Eco-campus Balzay. Universidad de Cuenca. C. Víctor Manuel Albornoz, Cuenca 010202, Ecuador.* veronica.pinos@ucuenca.edu.ec; jorge.garciaz@ucuenca.edu.ec
4. *Facultad de Ciencias Agropecuarias, Campus Yanuncay, Universidad de Cuenca, Av. 12 de octubre y Diego de Tapia, Cuenca, Ecuador.* jorge.garciaz@ucuenca.edu.ec

Dedicatoria

A Dios, por brindarme la fortaleza, salud y sabiduría
necesarias para culminar esta etapa.

A quienes, con su amor, apoyo y presencia constante,
han sido parte fundamental de este camino.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a quienes han acompañado este proceso
con su apoyo, cariño y confianza.

A mis padres y abuelos, por ser ejemplo de esfuerzo, valores y amor incondicional.

A mis hermanas, por su cercanía constante, por creer en mí incluso en los momentos más
difíciles y por hacer más ligero este camino con su amor y alegría.

A Diego, quien, ha sido mi invaluable compañero tanto en el ámbito académico como
personal. Su constante apoyo y compromiso han sido fundamentales para la culminación de
este proyecto, gracias por compartir conmigo este desafío con entrega, respeto y
complicidad.

A todos, gracias por ser parte de este logro.

Arianna Serpa G.

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a todas las personas que creyeron en mí. En primer lugar, a Dios, por darme la valentía, la sabiduría y el compromiso para superar cualquier obstáculo. A mis padres, que con su apoyo y entusiasmo me impulsaron a tomar grandes decisiones para mi vida profesional. A mis amigos y familiares, quienes me brindaron su confianza y creyeron con fe que todo era posible.

Especialmente a Arianna, porque fue un pilar fundamental durante este tiempo. Porque juntos, con esfuerzo y decisión, comenzamos un camino que hoy culminamos de la mejor manera. Gracias por ser mi apoyo incondicional y mi compañera de vida.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres. Gracias a ellos he contado con el apoyo invaluable de personas que han sido fundamentales para alcanzar esta meta. Gracias, padres, por enseñarme con el ejemplo el valor del trabajo duro, la perseverancia, la honestidad y el apoyo constante. Incluso en los momentos más difíciles, me dieron la fuerza para seguir adelante y culminar esta etapa tan importante. Gracias por ser mi ejemplo de constancia y por mostrarme que, con cada gesto y cada palabra, los sueños se construyen con trabajo, paciencia y fe. Al fin puedo decir que este logro tan anhelado es tanto mío como suyo.

A mis profesores, amigos y colegas: gracias por su comprensión, por los momentos de risa que aligeraron la carga y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Su compañía hizo que este camino fuera mucho más llevadero y significativo.

Este logro es el reflejo del apoyo, el cariño y la confianza que cada uno de ustedes me brindó.

A todos, gracias de corazón.

Diego Palacios P.

Resumen

La paja toquilla, utilizada para la elaboración de sombreros y otros productos artesanales en el Azuay, genera efluentes coloreados que, al ser vertidos ilegalmente en cuerpos de agua, contaminan visual y químicamente los ecosistemas. Como alternativa para la depuración de estos contaminantes, se evaluó el uso de humedales artificiales construidos. Se probaron dos tipos de humedales (vertical y horizontal) para remover el colorante azul paja. Los resultados mostraron una alta capacidad de remoción, alcanzando un 98.85% en el humedal horizontal, y un 97.06% en el vertical, con variaciones según el tiempo de retención.

Palabras clave: anilina, humedales artificiales, aguas coloreadas

Abstract

Toquilla straw, traditionally used in the production of hats and other handcrafted goods in the Azuay region, generates colored effluents that, when discharged illegally into water bodies, cause visual and chemical pollution of aquatic ecosystems. As an alternative for treating these pollutants, the use of constructed wetlands was evaluated. Two types of artificial wetlands — vertical saturated bottom and horizontal subsurface flow — were tested for their effectiveness in removing the blue dye used in straw processing. The obtained results with an initial concentration of 25 ppm were satisfactory and demonstrated a high removal efficiency, demonstrated a high removal efficiency, reaching 98.85% in the horizontal flow wetland and 97.06% in the vertical flow wetland, with performance varying according to the retention time.

Key words: aniline, constructed wetlands, colored wastewater



Ing. Jorge A. García Zumalacárregui, PhD

(Director de tesis)