



**UCV**  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

**EFICIENCIA DEL COAGULANTE NATURAL *Opuntia ficus indica* (l.)  
*Miller* CON UN SISTEMA DE FILTRACION PARA LA REMOCIÓN  
DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y BIOLÓGICOS EN EL  
AGUA RESIDUAL DOMESTICA DEL CENTRO URBANO  
HORNILLOS, ANCASH 2016.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA:**

**JAIMES PALACIOS, NORMA ZENOBIA**

**ASESOR:**

**DR. CARLOS CABRERA CARRANZA**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE LOS RESIDUOS**

**LIMA – PERU**

**2016- I**

## **PÁGINA DEL JURADO**

### **MIEMBROS DEL JURADO**

---

Dr. Carlos Cabrera Carranza  
**Presidente**

---

Mg. Elmer Benites Alfaro  
**Secretario**

---

Mg. Rubén Víctor Munive Cerrón  
**Vocal**

## **DEDICATORA**

A mi amada madre Rosa Toribia Palacios Huayta por todo su apoyo y amor incondicional; a mi padre Aníbal Raúl Jaimes Padilla por su valiosa ayuda en la realización de este trabajo; a mi hermana Jackeline Jaimes Palacios, a mis sobrinos Diego y Antonio porque son el motivo que me impulsa a seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, agradezco a la Universidad Cesar Vallejo, por la formación y educación que me brindaron durante mi estancia; a la Municipalidad del Centro Urbano de Hornillos y al laboratorio de Calidad de la Universidad Cesar Vallejo- Lima Este por la facilidad que me brindo en el uso de sus equipos y materiales, en especial a Daniel Neciosup Gonzáles por el asesoramiento durante la etapa experimental de mi desarrollo de tesis.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo Norma Zenobia Jaimes Palacios con DNI N° 73061743, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 11 de Julio del 2016

**Norma Zenobia Jaimes Palacios**

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: EFICIENCIA DEL COAGULANTE NATURAL *Opuntia ficus indica* (L.) Miller CON UN SISTEMA DE FILTRACION PARA LA REMOCIÓN DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS Y BIOLÓGICOS EN EL AGUA RESIDUAL DOMESTICA DEL CENTRO URBANO HORNILLOS, ANCASH 2016., la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

La Autora

## ÍNDICE

### PÁGINAS PRELIMINARES

Página del Jurado	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	ii
Declaración de autenticidad	iv
Presentación	v
Índice	vi

<b>RESUMEN</b>	xiv
----------------	-----

<b>ABSTRACT</b>	xv
-----------------	----

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
------------------------	---

1.1 Realidad problemática	2
1.2 Trabajos previos	3
1.3 Teorías relacionadas al tema	5
1.4 Formulación del problema	16
1.5 Justificación del estudio	16
1.6 Objetivos	17
1.7 Hipótesis	18
1.8 Marco Conceptual	19
1.9 Marco Legal	21

<b>II. MÉTODO</b>	23
-------------------	----

2.1 Tipo de estudio y diseño de investigación	24
2.2 Variables de Operacionalización	25
2.3 Población y muestra	26
2.4 Técnica e Instrumentos de Recolección de Datos	27
2.5 Métodos de Análisis de Datos	31

<b>III. RESULTADOS</b>	<b>57</b>
<b>Etapa 1:</b> Calculo del caudal del vertimiento de las Aguas Residuales Domesticas y el registro de datos de campo	58
<b>Etapa 2:</b> Recolección de los cladodios de <i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Miller y la preparación de las concentraciones	62
<b>Etapa 3:</b> Diseño del sistema de filtro	64
<b>Etapa 4:</b> Recolección de la muestra de 30 litro de aguas residuales domésticas y el registro de la ficha de parámetros fisicoquímicos y biológicos previamente de iniciar la investigación	64
<b>Etapa 5:</b> Determinación del porcentaje de concentración y el volumen optimo del coagulante natural durante la prueba de jarras	68
<b>Etapa 6:</b> Utilización del Sistema de Filtro con los porcentajes de concentración y su volumen optimo del coagulante natural	70
<b>Etapa 7:</b> Determinación de los parámetros fisicoquímicos	71
<b>Etapa 8:</b> Determinación de los parámetros biológicos (Coliformes Totales)	73
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	<b>85</b>
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>88</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>92</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>94</b>
<b>VIII. ANEXOS</b>	<b>99</b>

## LISTADO DE TABLAS

		Página
<b>TABLA N°1</b>	Operacionalización de variables	25
<b>TABLA N°2</b>	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
<b>TABLA N°3</b>	Prueba de Normalidad de datos de Remoción de los Parámetros fisicoquímicos (Turbiedad, Sólidos Suspendidos Totales y la Demanda Química de Oxígeno) y los parámetros Biológico (Coliformes Totales) con los porcentajes de concentración y con el volumen óptimos del coagulante natural después de la Prueba de Jarras	32
<b>TABLA N°4</b>	Prueba de Normalidad de datos de Remoción de los Parámetros fisicoquímicos (Turbiedad, Sólidos Suspendidos Totales y la Demanda Química de Oxígeno) y los parámetros Biológico (Coliformes Totales) con los porcentajes de concentración y con el volumen óptimo del coagulante natural después de la prueba de jarras y el Sistema de Filtro	35
<b>TABLA N°5</b>	Homogeneidad de varianzas según el test de Leven de la variable remoción de los parámetros fisicoquímicos (Turbidez, Sólidos Suspendidos Totales, Demanda Química de Oxígeno) y el parámetro biológico (Coliformes Totales) después de la prueba de jarras y el sistema de filtro	39
<b>TABLA N°6</b>	Test Anova de remoción de los parámetros fisicoquímicos (Turbidez, Sólidos Suspendidos Totales, Demanda Química de Oxígeno) y el parámetro biológico (Coliformes Totales) después de la prueba de jarras y el sistema de filtro	40
<b>TABLA N°7</b>	Prueba de Tukey de comparaciones dos a dos	42
<b>TABLA N°8</b>	Resultados de la prueba de correlación de Pearson: Tratamiento (Porcentaje de concentración del coagulante natural) y la remoción de parámetro fisicoquímicos (turbiedad, sólidos suspendidos totales y la demanda química de oxígeno) y los parámetros biológicos (coliformes totales) después de la prueba de jarras	43

<b>TABLA N°9</b>	Resultados de la prueba de correlación de Pearson: Tratamiento (Porcentaje de concentración del coagulante natural) y la remoción de los parámetros fisicoquímicos (turbiedad, sólidos suspendidos totales y la demanda química de oxígeno) y los parámetros biológicos (coliformes totales) después de la prueba de jarras y el sistema de filtro	48
<b>TABLA N°10</b>	Cálculo del caudal del vertimiento del agua residual domésticas	58
<b>TABLA N°11</b>	Ficha de registro de datos de campo	61
<b>TABLA N°12</b>	Porcentaje de concentración del <i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Miller	62
<b>TABLA N°13</b>	Ficha de parámetros fisicoquímicos y biológicos previamente de iniciar la investigación.	67
<b>TABLA N°14</b>	Ficha de resultados de porcentajes de concentraciones del coagulante natural <i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Miller y el proceso de coagulación y floculación durante la prueba de jarras	77
<b>TABLA N°15</b>	Ficha de parámetros fisicoquímicos y biológicos para determinar las concentraciones y el volumen óptimo del coagulante natural <i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Miller después de la prueba de la prueba de jarras	78
<b>TABLA N°16</b>	Ficha de parámetros fisicoquímicos y biológicos con las concentraciones y el volumen óptimo del coagulante natural <i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Miller después de la prueba de jarras	79
<b>TABLA N°17</b>	Ficha de parámetros fisicoquímicos y biológicos con las concentraciones y el volumen óptimo del coagulante natural <i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Miller después de la prueba de jarras y el sistema de filtro	80
<b>TABLA N°18</b>	Ficha de resultados de la eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y biológicos con las concentraciones y el volumen óptimo del coagulante natural <i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Miller después de la prueba de jarras	81
<b>TABLA N°19</b>	Ficha de resultados de la eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y biológicos con las concentraciones y el volumen óptimo del coagulante natural <i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Miller después de la prueba de jarras y el sistema de filtro	82
<b>TABLA N°20</b>	Matriz de consistencia	116

## LISTADO DE FIGURAS

		Página
<b>FIGURA N°1</b>	Planta adulta de <i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Miller	9
<b>FIGURA N°2</b>	Estándares de Calidad Ambiental- Categoría 3	15
<b>FIGURA N°3</b>	Estándares de Calidad Ambiental- Categoría 3	15
<b>FIGURA N°4</b>	Punto de muestreo del vertimiento de las aguas residuales domésticas	59
<b>FIGURA N°5</b>	Cálculo del caudal de las aguas residuales domésticas	59
<b>FIGURA N°6</b>	Toma de muestras del agua residuales domésticas	60
<b>FIGURA N°7</b>	Medición de las coordenadas (ubicación) del punto del muestreo	60
<b>FIGURA N°8</b>	Recolección de los cladodios del <i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Miller	63
<b>FIGURA N°9</b>	Preparación de los 3 porcentajes de concentración a 30%, 60% y 80%	63
<b>FIGURA N°10</b>	Filtración de los 3 porcentajes de concentración a 30%, 60% y 80	63
<b>FIGURA N°11</b>	Sistema de filtro	64
<b>FIGURA N°12</b>	Recolección de la muestra de 30 litros de agua residual doméstica	65
<b>FIGURA N°13</b>	Cálculo de pH y la temperatura en la muestra de 30 litro de agua residual doméstica	65
<b>FIGURA N°14</b>	Toma de muestra inicial del agua residual doméstica	66
<b>FIGURA N°15</b>	Traslado de la muestra de 30 litros	66
<b>FIGURA N°16</b>	Proceso de coagulación de los tres porcentajes de concentraciones 30%,60% y 80%	68
<b>FIGURA N°17</b>	Proceso de floculación de los tres porcentajes de concentraciones 30%,60% y 80%	69

<b>FIGURA N°18</b>	Proceso de sedimentación de los tres porcentajes de concentraciones 30%,60% y 80%	69
<b>FIGURA N°19</b>	Muestras sedimentadas después de una hora	70
<b>FIGURA N°20</b>	Uso del Sistema de Filtro	71
<b>FIGURA N°21</b>	Determinación de la Turbidez	72
<b>FIGURA N°22</b>	Determinación del pH	72
<b>FIGURA N°23</b>	Determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)	73
<b>FIGURA N°24</b>	Determinación de Solidos suspendidos totales	73
<b>FIGURA N°25</b>	Metodología de la determinación de coliformes totales	74
<b>FIGURA N°26</b>	preparación del caldo verde brillante	74
<b>FIGURA N°27</b>	preparación del caldo peptonado	75
<b>FIGURA N°28</b>	Tubos de ensayo en la autoclave	75
<b>FIGURA N°29</b>	Determinación de los coliformes totales	75
<b>FIGURA N°30</b>	Coliformes Totales en la incubadora a 37C°	76
<b>FIGURA N°31</b>	Lectura de los coliformes totales después de 48 horas	76

## LISTADO DE GRAFICOS

		Página
<b>GRAFICO N°1</b>	Proceso de la recolección de la muestra de agua	26
<b>GRAFICO N°2</b>	Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de Turbidez después de la Prueba de Jarras	44
<b>GRAFICO N°3</b>	Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de Solidos Suspendidos Totales después de la Prueba de Jarras	45
<b>GRAFICO N°4</b>	Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de la Demanda Química de Oxigeno después de la Prueba de Jarras	46
<b>GRAFICO N°5</b>	Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de los Coliformes Totales después de la Prueba de Jarras	47
<b>GRAFICO N°6</b>	Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de Turbidez después de la prueba de jarras y el Sistema de Filtro	49
<b>GRAFICO N°7</b>	Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de los Sólidos Suspendidos Totales después de la prueba de jarras y el Sistema de Filtro	50
<b>GRAFICO N°8</b>	Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de la Demanda Química de Oxigeno del después de la Prueba de Jarras y el Sistema de Filtro	51
<b>GRAFICO N°9</b>	Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de Coliformes Totales del después Test de Jarras y el Sistema de Filtro	52
<b>GRAFICO N°10</b>	Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de turbidez después de la prueba de jarras y el sistema de filtro	53
<b>GRAFICO N°11</b>	Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de Solidos Suspendidos Totales después de la prueba de jarras y el sistema de filtro	54
<b>GRAFICO N°12</b>	Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de la Demanda Química de Oxigeno después de la prueba de jarras y el sistema de filtro	55

<b>GRAFICO N°13</b>	Diagrama de cajas y bigotes para la remoción de coliformes totales después de la prueba de jarras y el sistema de filtro	56
<b>GRAFICO N°14</b>	Porcentaje de Remoción de Turbidez con las Concentraciones y el volumen Optimo del coagulante natural después de la prueba jarras y el sistema de filtro	83
<b>GRAFICO N°15</b>	Porcentaje de remoción de Solidos Suspendidos Totales con las Concentraciones y el volumen óptimo del coagulante natural después de la prueba de jarras y el sistema de filtro	83
<b>GRAFICO N°16</b>	Porcentaje de Remoción de la Demanda Química De Oxigeno con las Concentraciones y el volumen óptimo del coagulante natural después de la prueba de jarras y el sistema de filtro	84
<b>GRAFICO N°17</b>	Porcentaje de remoción de coliformes totales con las concentraciones y el volumen óptimo del coagulante natural después de la prueba de jarras y el sistema de filtro	84

## RESUMEN

La presente tesis titulada “Eficiencia del Coagulante Natural *Opuntia ficus indica* (L.) *Miller* con un Sistema de Filtración para la Remoción de Parámetros Físicoquímicos y Biológicos en el Agua Residual Domestica del Centro Urbano Hornillos, 2016 tiene como finalidad evaluar la eficiencia del coagulante natural *Opuntia ficus indica* (L.) en diferentes porcentajes de concentración y volumen para la remoción de los parámetros físicoquímicos y biológicos presentes en el agua residuales domesticas generadas por el centro urbano de Hornillos.

El presente trabajo de investigación consiste de tres fases, la primera fase es la obtención del coagulante natural *Opuntia ficus indica* (L.) *Miller*, luego la determinación del volumen optimo del coagulante natural *Opuntia ficus indica* (L.) *Miller* con los distintos porcentajes de concentración en la prueba de jarras y la última fase consistió en utilizar los porcentajes de concentración con sus respectivos volúmenes óptimos del coagulante natural *Opuntia ficus indica* (L.) *Miller*, para luego ser llevado a la prueba de jarras y el sistema el filtro. Se determinó los parámetros físicoquímicos y biológicos en las dos últimas fases con la finalidad de determinar la eficiencia de coagulante natural durante la prueba de jarras y el sistema de filtro.

Al evaluar la eficiencia del coagulante natural *Opuntia ficus indica* (L.) *Miller* se obtuvo como resultado que el porcentaje de concentración optimo y el volumen óptimo fue de 80% con 1 ml de coagulante natural, durante la prueba de jarras se logró una eficiencia de remoción de turbidez del 95%, de Solidos Suspendidos Totales 57%, Demanda Química de Oxigeno 58% y de coliformes totales 44%. Para el proceso de prueba de jarras con el sistema de filtro se logró una eficiencia de remoción de turbidez de 99%, de Solidos Suspendidos Totales 88%, Demanda Química de Oxigeno 82% y de coliformes totales 85%.

**Palabras claves:** Coagulante Natural, eficiencia de remoción, parámetros físicoquímicos y biológicos.

## ABSTRACT

This thesis entitled "Efficiency of Natural coagulant *Opuntia ficus indica* (L.) Miller with Filtration System for Removal of parameters physicochemical and biological in the Urban Waste Water Domestic Hornillos Center, 2016 aims to evaluate the efficiency of the natural coagulant *Opuntia ficus indica* (L.) for the removal of chemical and biological parameters in the domestic waste water from urban center of Hornillos.

This research has three phases, the first phase is to obtain natural coagulant *Opuntia ficus indica* (L.) Miller, then determining the optimal volume of natural coagulant *Opuntia ficus indica* (L.) Miller with different percentages concentration in test jars and the last phase was to use the percentages of concentration with their respective optimal volumes of the natural coagulant *Opuntia ficus indica* (L.) Miller, before being taken to the jar test and the system filter. Physico-chemical and biological parameters were determined in the last two phases in order to determine the efficiency of a natural coagulant during testing of jars and filter system.

In assessing the efficiency of the natural coagulant *Opuntia ficus indica* (L.) Miller was obtained as a result that the percentage of optimal concentration and the optimum volume was 80% with 1 ml natural coagulant jars during testing efficiency was achieved turbidity removal of 95% of total suspended solids 57%, Chemical Oxygen Demand 58% and 44% of total coliforms. For testing process jars with the filter system removal efficiency of 99% turbidity, total suspended solids 88%, Chemical Oxygen Demand 82% of total coliforms and 85% was achieved.

**Keywords: Natural:** coagulant, removal efficiency, physicochemical and biological parameters.