

	<b>GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS</b>		<b>CÓDIGO</b>	FO-GS-15	
			<b>VERSIÓN</b>	02	
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>			<b>FECHA</b>	03/04/2017
				<b>PÁGINA</b>	1 de 1
<b>ELABORÓ</b>		<b>REVISÓ</b>		<b>APROBÓ</b>	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad	

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): CHRISTIAN APELLIDOS: RIVERA CAICEDO

FACULTAD: CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA BIOTECNOLÓGICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): NESTOR ANDRES APELLIDOS: URBINA SUAREZ

TÍTULO DEL TRABAJO (MONOGRAFÍA): TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE TINTORERÍA MEDIANTE UN PROCESO AVANZADO DE OXIDACIÓN UTILIZANDO BICARBONATO DE SODIO Y PEROXIDO DE HIDROGENO

Esta investigación se enfocó en el tratamiento de aguas residuales de tintorería del municipio de Cúcuta, Colombia, mediante un proceso de oxidación avanzada (AOPs) evaluando el efecto de la concentración de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ), peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) y temperatura en la remoción de parámetros como Demanda Química de Oxígeno (DQO), color, Carbono orgánico total (COT) y Nitrógeno amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ) y generación de  $\text{NO}_3$  mediante un diseño Compuesto central no factorial con superficie de respuesta utilizando el software estadístico 7.0. Se trabajó en un reactor de 500L con un volumen operacional de 300mL de agua residual de tintorería. Se realizó caracterización fisicoquímica determinando los mayores picos de absorbancia en relación con color en las longitudes de onda 297 nm y 669 nm. Las condiciones óptimas del proceso determinadas para la remoción de los diferentes compuestos fueron: 1M  $\text{NaHCO}_3$ , 2M de  $\text{H}_2\text{O}_2$  y 60°C, con eficiencias del 92,35 % 31,93 % 68,85% y 35,5%  $\text{N-NH}_3$ , DQO, color y COT respectivamente y 84,83% generación de  $\text{NO}_3$ . Se cultivaron en el agua tratada a una dilución del 50% *Chlorella sp.*, *scenedesmus sp.* y la Cianobacteria, *hapalosiphon sp.*, y se cuantificaron metabolitos donde se encontró una gran producción de lípidos >30 %p/p.

PALABRAS CLAVES: Tintes, Procesos avanzados de oxidación, Bicarbonato, Peróxido, remoción.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 131 PLANOS: N/A ILUSTRACIONES: N/A CD ROOM: N/A

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE TINTORERÍA MEDIANTE UN PROCESO  
AVANZADO DE OXIDACIÓN UTILIZANDO BICARBONATO DE SODIO Y PERÓXIDO  
DE HIDROGENO.

CHRISTIAN RIVERA CAICEDO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOTECNOLÓGICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE TINTORERÍA MEDIANTE UN PROCESO  
AVANZADO DE OXIDACIÓN UTILIZANDO BICARBONATO DE SODIO Y PERÓXIDO  
DE HIDROGENO.

CHRISTIAN RIVERA CAICEDO

PROYECTO DE GRADO MODALIDAD INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO BIOTECNOLÓGICO.

DIRECTOR: *ING. PROD BIOTE, MSC.* NÉSTOR ANDRÉS URBINA SUAREZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOTECNOLÓGICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

# ACTA DE SUSTENTACION

## ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: 29 octubre de 2021

HORA: 08:00 A.M.

LUGAR: CUCUTA, NORTE DE SANTANDER – EVALUACION VIRTUAL

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA BIOTECNOLÓGICA

TITULO: “TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE TINTORERÍA MEDIANTE UN PROCESO AVANZADO DE OXIDACIÓN UTILIZANDO BICARBONATO DE SODIO Y PERÓXIDO DE HIDROGENO.”

MODALIDAD: INVESTIGACION

JURADO: RENSO JOSE PARADA SOLANO  
HEBERTH MILTON MOJICA SANCHEZ  
JUAN CARLOS RAMIREZ BERMUDEZ

ENTIDAD: UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

DIRECTOR: NÉSTOR ANDRÉS URBINA SUAREZ

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTE	CODIGO	CALIFICACION
CHRISTIAN RIVERA CAICEDO	1611359	5.0

OBSERVACIONES: LAUREADA.

FIRMA DE LOS JURADOS



Renso Jose Parada Solano

Heberth Milton Mojica Sanchez

Juan Carlos Ramirez Bermúdez



Vo. Bo Coordinador Comité Curricular \_\_\_\_\_

## **Dedicatoria**

A Dios por permitirme llegar hasta este punto de mi vida y darme la fuerza suficiente para avanzar a pesar de las diversidades y afrontar cada reto, así como por las experiencias brindadas que han sido enriquecedora

A mi madre Jaqueline Caicedo Diaz y mi padre José Gregorio Rivera Hernández por todo su concejo, apoyo brindado gracias a su esfuerzo día a día, así como orientarme para ser un gran ser humano integro intelectual y moralmente con mucha paciencia, amor y dedicación.

A mi hermano José Gregorio Rivera Caicedo por estar presente incondicionalmente para ayudarme y guiarme en todo mi proceso formativo y académico compartiendo de su experiencia y dándome ánimos para seguir adelante con mucho cariño y fraternidad.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por permitirme llegar a este punto de mi vida y por todas las cosas recibidas, buenos momentos, experiencias y todo el conocimiento adquirido.

Agradezco a mis padres José Gregorio Rivera Hernández y Jaqueline Caicedo Díaz que siempre estuvieron apoyándome en todo momento y ayudándome en momentos difíciles haciendo posible mi normal desarrollo académico haciendo posibles mis estudios universitarios, de igual manera agradezco a mi hermano José Gregorio Rivera Caicedo por toda su colaboración consejos y también valiosa ayuda en momentos difíciles.

A mis compañeros más cercanos por hacer parte de esta etapa universitaria y contribuir en grandes momentos y experiencia, así mismo a mis maestros universitarios por las valiosas lecciones y enseñanzas recibidas, así como conocimiento y asesorías recibidas en esta última etapa.

Finalmente, a mi director de tesis Néstor Andrés Urbina Suarez, por el esfuerzo y apoyo suministrado durante la realización de este trabajo, así como a los jóvenes investigadores del laboratorio INNOVALGAE Jefferson Eduardo Contreras Roperero y Nicolaz Alejandro Carvajal Albarracin que estuvieron siempre atentos y dispuestos a colaborar a ayudar en lo que necesitara.

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen	15
Introducción	16
1. Problema	20
1.1 Título	20
1.2 Planteamiento del problema	20
1.3 Formulación del problema	23
1.4 Justificación	23
1.5 Objetivos	26
1.5.1 Objetivo general	26
1.5.2 Objetivo específico	26
1.6 Alcances y limitaciones	26
1.6.1 alcances.	26
1.6.2 Limitaciones	27
1.7 Delimitaciones	27
1.7.1 Delimitación espacial	27
1.7.2 Delimitación temporal.	27
1.7.3 Delimitación conceptual	27
2. Marco referencial	29
2.1 Antecedentes	29
2.1.1 Casos AOPs y uso de bicarbonato	29

2.2	Marco teórico	31
2.2.1	Industria de los colorantes	31
2.2.2	Industria textil	31
2.2.3	Industria textil en Colombia	32
2.2.4	Colorantes azoicos	34
2.2.5	Aguas residuales de tintorería	34
2.2.5.1	Caracterización de las aguas residuales de textilerías	35
2.2.6	Tratamientos de aguas residuales	36
2.2.7	Tratamientos de aguas residuales de tintorerías	37
2.2.7.1	Métodos químicos	38
2.2.7.2	Métodos físicos	38
2.2.7.3	Métodos biológicos	39
2.2.8	Proceso de oxidación avanzada (AOPs)	40
2.2.8.1	Antecedentes procesos avanzados de oxidación	41
2.2.9	Bicarbonato	45
2.2.8.2	Bicarbonato en el tratamiento aguas	45
2.2.8.3	Sistema bicarbonato y peróxido de hidrogeno	46
2.3	Marco conceptual	47
2.3.1	Peróxido de hidrogeno	47
2.3.2	Bicarbonato de sodio:	47



2.3.3	Procesos avanzados de oxidación	47
2.3.4	Tintorería:	47
2.3.5	pH:	47
2.3.6	DQO	47
2.4	Marco contextual	48
2.5	Marco legal	50
3.	Diseño metodológico	53
3.1	Tipo de investigación	53
3.2	Población y muestra	53
3.2.1	Población	53
3.2.2	Muestra	53
3.3	Hipótesis	54
3.3.1	Hipótesis Nula	54
3.3.2	Hipótesis Alternativa	54
3.4	Variables	54
3.5	Fases de la investigación	54
3.5.1	Caracterización de muestra problema	55
3.5.2	Análisis de parámetros	55
3.5.2.1	Medición DQO	57
3.5.2.2	Medición de Color	58

3.5.2.3	Cuantificación de nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> )	58
3.5.2.4	Cuantificación de carbono orgánico total (COT)	59
3.5.2.5	Cuantificación de nitratos	60
3.5.3	Montaje de condiciones optimas	60
3.5.4	Cultivo de microalgas	61
3.5.4.1	Cuantificación de biomasa.	61
3.5.2.2	Cuantificación de metabolitos.	62
4.	Resultado y analisis	63
4.1	Caracterización de la muestra problema	63
4.2	Análisis de parámetros	65
4.2.1	Barridos por espectrofotometría	66
4.2.2	Superficie de respuesta en la remoción de COLOR	69
4.2.3	Superficie de respuesta en la remoción de DQO	72
4.2.4	Superficie de respuesta en la remoción de H-NH <sub>3</sub>	74
4.2.5	Superficie de respuesta en la remoción de COT	76
4.2.6	Superficie de respuesta en la generación de NO <sub>3</sub>	78
4.3	Efecto del sistema H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /HCO <sub>3</sub> en las reacciones de oxidación	81
4.4	Condiciones optima del proceso	82
4.4.1	Remoción de color en condiciones optimas	85
4.4.2	Remoción de DQO en condiciones optimas	87

4.4. 3 Remoción de N-NH <sub>3</sub> en condiciones optima	87
4.4.4 Remoción de COT en condiciones optimas	88
4.4.5 Generación de NO <sub>3</sub> en condiciones optimas	89
4.5. Cultivo De Microalgas	90
4.5.1 Cuantificación de biomasa	90
4.5.2 Producción de metabolitos	93
5. Conclusiones	98
6. Recomendaciones	100
7. Bibliografia	101