

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	12/05/2023
				PÁGINA	1 de 1
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ		
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad		

### RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): Doris Yezenia \_\_\_\_\_ APELLIDOS: Baena Contreras

NOMBRE(S): Brenda Carolina \_\_\_\_\_ APELLIDOS: Contreras Rozo

FACULTAD: Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente

PLAN DE ESTUDIOS: Ingeniería Biotecnológica

DIRECTOR:

NOMBRE(S): German Ricardo APELLIDOS: Gelves Zambrano

NOMBRE(S): Lilibeth, \_\_\_ APELLIDOS: Niño López

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): MODELADO DE LA BIOTRANSFORMACIÓN DEL PARACETAMOL A PARTIR DE MICROORGANISMOS

El paracetamol es un fármaco con aplicaciones antipiréticas y antiinflamatorias, usado para el tratamiento de dolores de cabeza, fiebre y otros dolores menores en todo el mundo. Este fármaco se ha convertido en un contaminante ambiental importante, debido a las emisiones de instalaciones de fabricación, uso de los consumidores y eliminación de los residuos hospitalarios; Mediante la biotecnología podremos encontrar que la biotransformación de del paracetamol a través de microorganismos es un método sostenible. En este estudio se tiene como objetivo establecer los mejores parámetros de operación en la biotransformación del Paracetamol a partir de mediante un modelo matemático que simule satisfactoriamente el proceso de remoción de la molécula mencionada, y evaluar los efecto de la temperatura y pH en la biodegradación del paracetamol y la formación de los intermediarios p-aminofenol e hidroquinona. Los resultados obtenidos dan una remoción total del paracetamol a las 18 horas utilizando la temperatura de 30 °C y pH de 7 , de la misma manera en pH de 4.5 y pH de 9, se logró biodegradar el 96,75% ,y 99,58% a las 25 horas respectivamente, y también se observó una alta biodegradación en el pH 7 a temperatura de 45 °C, que logro biodegradar el 99,08%, a las 25 horas .

**PALABRAS CLAVES:** Biotransformación, Paracetamol (acetaminofén), Tratamiento de aguas, Residuos de Medicamentos, Modelado Computacional, Matlab

PÁGINAS: 56 PLANOS: 6 ILUSTRACIONES: 7 CD ROOM: \_\_\_\_\_

MODELADO DE LA BIOTRANSFORMACIÓN DEL PARACETAMOL A PARTIR DE  
MICROORGANISMOS

BRENDA CAROLINA CONTRERAS ROZO

DORIS YEZENIA BAENA CONTRERAS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE.  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER

2023

MODELADO DE LA BIOTRANSFORMACIÓN DEL PARACETAMOL A PARTIR DE  
MICROORGANISMOS

BRENDA CAROLINA CONTRERAS ROZO

Y

DORIS YEZENIA BAENA CONTRERAS

Trabajo de Grado Modalidad Investigación Presentado Como Requisito Para Optar Por el  
Título de Ingeniero (a) Biotecnológico (a)

Director (a):

German Ricardo Gelves Zambrano, Ing., PhD

Docente TC UFPS

Co-Director (a):

Lilibeth Niño López, Ing., PhD

Investigador Universidad de Antioquia

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE.  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER

2023



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** 07 marzo de 2023

**HORA:** 03:00 P.M.

**LUGAR:** UFPS - CÚCUTA, NORTE DE SANTANDER – SD 303

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA BIOTECNOLÓGICA

**TÍTULO:** “MODELADO DE LA BIOTRANSFORMACIÓN DEL PARACETAMOL A PARTIR DE MICROORGANISMOS”

**MODALIDAD:** INVESTIGACIÓN

**JURADO** HEBERTH MILTON MOJICA SÁNCHEZ  
RENZO JOSÉ PARADA SOLANO  
EDWIN JAVIER DUARTE GÓMEZ

**ENTIDAD:** UFPS

**DIRECTOR:** German Ricardo Gelves Zambrano, Ing., PhD

**Co-Director (a):** Lilibeth Niño López, Ing., PhD

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTE	CÓDIGO	CALIFICACIÓN
Brenda Carolina Contreras Rozo	1610868	4.5
Doris Yezenia Baena Contreras	1610901	4.5

**OBSERVACIONES:** MERITORIA.

**FIRMA DE LOS JURADOS**

\_\_\_\_\_  
Heberth Milton Mojica Sánchez

\_\_\_\_\_  
Renzo Jose Parada Solano

\_\_\_\_\_  
Edwin Javier Duarte Gómez

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

## **DEDICATORIA**

*Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres, Gregoria Contreras & Cesar Baena quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.*

*.Se lo dedico a la memoria de mi hermana Mayerly Baena, que sus ganas de vivir y de explorar el mundo de la ciencia, me inspiraron en estudiar esta profesión.*

*También, quiero dedicarle este trabajo a mi hija Dahián, que ha llegado en el momento justo para darme el último empujón que me faltaba para terminar el proyecto.*

***Doris Yezenia Baena Contreras***

*Dedico este trabajo a la memoria de mi padre Gustavo Contreras, quien se fue antes de que culminara esta meta, espero se sienta feliz y orgulloso donde esté y, siento que estás conmigo siempre y que aún nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiese sido tan especial para ti como lo es para mí.*

*A mi madre Alix Rozo, por ser el pilar más importante quien me ha dado su amor y su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida*

*.A mi familia y todas las personas que de una u otra forma estuvieron siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral que me brindaron a lo largo de esta etapa.*

***Brenda Carolina Contreras Rozo***

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco por este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.*

*Gracias a mis padres por ser los principales promotores en este sueño, por su confianza depositada en mí, por los consejos, valores y principios que me han inculcado*

*A Brandon Gelvez por su comprensión y apoyo incondicional . Gracias a mis amigos y a mi compañera de tesis Brenda Contreras, que siempre me han prestado un gran apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles de este trabajo y esta profesión.*

*Agradezco a los todos docentes que con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Francisco de Paula Santander.*

*Finalmente agradezco a nuestro Director y Co-Director de tesis German Ricardo Gelves Zambrano, y Lilibeth Niño López, quienes con su conocimiento enseñanza y experiencia me orientaron en la investigación.*

***Doris Yezenia Baena Contreras***

*Le agradezco a Dios por iluminar y guiar mi camino y darme la sabiduría para superar los obstáculos satisfactoriamente. A mis padres por todo su amor, comprensión y apoyo he logrado concluir una de las muchas metas propuestas.*

*De manera especial a nuestro Director de trabajo de grado Germán Ricardo Gelvez Zambrano por su orientación en este proceso, sus enseñanzas y su ejemplo fueron valiosos para mi formación académica.*

*A mi compañera Yezenia Baena por su paciencia y dedicación en la realización de este trabajo y por brindarme su apoyo y amistad en todos estos años.*

*A todos los docentes y compañeros que compartieron conmigo consejos y conocimientos durante los cursos de las asignaturas del programa de ingeniería Biotecnológica.*

***Brenda Carolina Contreras Rozo***

## RESUMEN

El paracetamol es un fármaco con aplicaciones antipiréticas y antiinflamatorias, usado para el tratamiento de dolores de cabeza, fiebre y otros dolores menores en todo el mundo. Este fármaco se ha convertido en un contaminante ambiental importante, debido a las emisiones de instalaciones de fabricación, uso de los consumidores y eliminación de los residuos hospitalarios; Mediante la biotecnología podremos encontrar que la biotransformación de del paracetamol a través de microorganismos es un método sostenible. En este estudio se tiene como objetivo establecer los mejores parámetros de operación en la biotransformación del Paracetamol a partir de mediante un modelo matemático que simule satisfactoriamente el proceso de remoción de la molécula mencionada, y evaluar los efecto de la temperatura y pH en la biodegradación del paracetamol y la formación de los intermediarios p-aminofenol e hidroquinona. Los resultados obtenidos dan una remoción total del paracetamol a las 18 horas utilizando la temperatura de 30 ° C y pH de 7 , de la misma manera en pH de 4.5 y pH de 9, se logró biodegradar el 96,75% ,y 99,58% a las 25 horas respectivamente, y también se observó una alta biodegradación en el pH 7 a temperatura de 45 ° C, que logro biodegradar el 99,08%, a las 25 horas .

**Palabras claves:** Biotransformación, Paracetamol (acetaminofén), Tratamiento de aguas, Residuos de Medicamentos, Modelado Computacional, Matlab.

## ABSTRACT

Acetaminophen is a drug with antipyretic and anti-inflammatory applications, used for the treatment of headaches, fever and other minor aches and pains worldwide. This drug has become a major environmental pollutant, due to emissions from manufacturing facilities, consumer use and hospital waste disposal; through biotechnology we can find that the biotransformation of paracetamol through microorganisms is a sustainable method. The objective of this study is to establish the best operating parameters for the biotransformation of paracetamol by means of a mathematical model that satisfactorily simulates the removal process of the mentioned molecule, and to evaluate the effect of temperature and pH on the biodegradation of paracetamol and the formation of the intermediates p-aminophenol and hydroquinone. The results obtained give a total removal of paracetamol at 18 h using a temperature of 30° C and pH of 7, in the same way at pH of 4.5 and pH of 9, 96.75% and 99.58% biodegradation was achieved at 25 h respectively, and a high biodegradation was also observed at pH 7 at a temperature of 45° C, which achieved 99.08% biodegradation at 25 h.

**Keywords:** Biotransformation, Paracetamol (acetaminophen), Water Treatment, Drug Waste, Computational Modeling, Matlab.



<b>TABLA DE CONTENIDO</b>	<b>Pag.</b>
INTRODUCCIÓN	11
1. EL PROBLEMA	12
1.1 TITULO	12
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.4. JUSTIFICACIÓN	14
1.5 OBJETIVOS	15
1.5.1. Objetivo general	15
1.5.2. Objetivos específicos	15
1.7. DELIMITACIONES	15
1.7.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL	15
1.7.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL	16
2.MARCO REFERENCIAL	16
2.1 ANTECEDENTE	16
2.2 MARCO TEÓRICO	17
2.2.1. Uso del Paracetamol y su Impacto en el Medio Ambiente	17
2.2.2. Métodos para la Eliminación del Paracetamol	21
2.2.3. Biotransformación por Microorganismos	24
2.3 MARCO CONCEPTUAL	30
2.4 MARCO CONTEXTUAL	31
2.5 MARCO LEGAL	31
3.METODOLÓGICA	32
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	32
3.3 HIPÓTESIS	32
3.4. FASES DE LA INVESTIGACIÓN	33
3.4.1. Modelo de la Biotransformación del Paracetamol	33
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS	39
CONCLUSIÓN	50
RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51