

	<b>GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS</b>	<b>CODIGO</b>	FO-GS-15
		<b>VERSION</b>	02
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>	<b>FECHA</b>	03/04/2017
		<b>PAGINA</b>	1/161
<b>ELABORO</b>	<b>REVISO</b>	<b>APROBÓ</b>	
Jefe de división de biblioteca	Equipo operativo de calidad	Líder de calidad	

### RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): LEONID YURLANDY

APELLIDOS: ORTEGA ARIAS

NOMBRE(S): KARYN LISBETH

APELLIDOS: PAREDES DUARTE

FACULTAD: INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA DE MINAS

DIRECTOR:

NOMBRE(S): NORBERTO JUNIOR

APELLIDOS: PEREZ RAMIREZ

NOMBRE(S): ISMAEL HUMBERTO

APELLIDOS: GARCIA PAEZ.

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): ADAPTACIÓN DE BACTERIAS NATIVAS COMPATIBLES QUÍMICAMENTE CON *Acidithiobacillus ferrooxidans* Y *Acidithiobacillus thiooxidans* AL CARBÓN DE LA MINA LA ARGELIA

### RESUMEN

El presente proyecto de grado tuvo como objetivo la adaptación de bacterias nativas compatibles químicamente con *Acidithiobacillus ferrooxidans* y *Acidithiobacillus thiooxidans* al carbón de la mina la Argelia. De tal forma que la naturaleza de la información que se recogió para responder al problema la investigación fue cuantitativa y según la clase de medios que se emplearon para obtener los datos fue experimental lo que permitió agrupar la información, clasificarla y procesarla para obtener como resultados que efectivamente existe un posible efecto sinérgico al usar un consorcio con las dos bacterias; así como determinar las mejores condiciones en cuanto a granulometría, tiempo de lixiviación, velocidad de agitación, cantidades de medio y de sustrato; de manera que se defina la posible aplicabilidad en la desulfuración de los carbones, no solo de la mina la Argelia, sino de la región, lo cual permite concluir que mediante la aplicación del proceso de biodesulfuración a un stock de bacterias aisladas compatibles químicamente con *Acidithiobacillus ferrooxidans* y *Acidithiobacillus thiooxidans* permitieron metabolizar una parte del azufre contenido en el carbón de la mina la Argelia, hasta valores comercializables.

Palabras clave: azufre, biodesulfuración, carbón, mina, consorcio y bacterias.

CARACTERÍSTICAS: PÁGINAS: 161 PLANOS:     ILUSTRACIONES:     CD ROOM:

ADAPTACIÓN DE BACTERIAS NATIVAS COMPATIBLES QUÍMICAMENTE CON  
*Acidithiobacillus ferrooxidans* Y *Acidithiobacillus thiooxidans* AL CARBÓN DE LA MINA LA  
ARGELIA

KARYN LISBETH PAREDES DUARTE

LEONID YURLANDY ORTEGA ARIAS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MINAS

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2020

ADAPTACIÓN DE BACTERIAS NATIVAS COMPATIBLES QUÍMICAMENTE CON  
*Acidithiobacillus ferrooxidans* Y *Acidithiobacillus thiooxidans* AL CARBÓN DE LA MINA LA  
ARGELIA.

KARYN LISBETH PAREDES DUARTE

LEONID YURLANDY ORTEGA ARIAS

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero de Minas

Director:

NORBERTO JUNIOR PÉREZ

Ingeniero de Minas

Codirector:

ISMAEL HUMBERTO GARCÍA PÁEZ

Ph. D. Ingeniero Metalúrgico

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MINAS

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2020

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: Cúcuta, 26 de junio de 2020

HORA: 4:00 p.m.

LUGAR: TICS MEET

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA DE MINAS

TITULO DE LA TESIS: "ADAPTACION DE BACTERIAS NATIVAS COMPATIBLES QUIMICAMENTE CON *Acidithiobacillus ferrooxidans* Y *Acidithiobacillus thiooxidans* AL CARBON DE LA MINA LA ARGELIA"

JURADOS: Ing. PEDRO PABLO TORRES MEDINA ENTIDAD: U. F. P. S.  
Ing. DIVIN SMITH BLANCO MENESES ENTIDAD: U. F. P. S.  
Mg. ALBA JUDITH HERNANDEZ FLOREZ ENTIDAD: U. F. P. S.

DIRECTOR: Ing. NORBERTO JUNIOR PÉREZ RAMÍREZ  
CODIRECTOR: Dr. ISMAEL HUMBERTO GARCÍA PÁEZ

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTE	CÓDIGO	CALIFICACIÓN		(A) (M) (L)
		NUMERO	LETRA	
KARYN LISBETH PAREDES DUARTE	1181066	4.0	CUATRO, CERO	APROBADA
LEONID YURLANDY ORTEGA ARIAS	1181023	4.0	CUATRO, CERO	APROBADA

OBSERVACIONES:

FIRMA DE LOS JURADOS:

  
V. 8.  
COORDINADOR COMITÉ CURRICULAR

## **Agradecimientos**

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos.

Agradecemos a nuestros docentes de la Universidad Francisco de Paula Santander, por haber compartido sus conocimientos a lo largo del proyecto investigativo, de manera especial, al Ingeniero Norberto Pérez, al Doctor Ismael García Paez, tutores de nuestro proyecto, que con paciencia y rectitud nos han guiado en el proceso.

Yurlandy y Karyn.

Agradecimiento de manera especial a D.P.R.

## Contenido

<b><i>INTRODUCCIÓN</i></b>	<b><i>14</i></b>
<b><i>1. PROBLEMA</i></b>	<b><i>16</i></b>
<b>1.1. Título</b>	<b>16</b>
<b>1.2. Planteamiento del Problema</b>	<b>16</b>
<b>1.3. Formulación del Problema</b>	<b>18</b>
<b>1.4. Objetivos</b>	<b>18</b>
1.4.1. Objetivo general.	18
1.4.2. Objetivos específicos.	19
<b>1.5. Justificación</b>	<b>19</b>
<b>1.6. Alcances y Limitaciones</b>	<b>20</b>
1.6.1. Alcances.	20
1.6.2. Limitaciones.	21
<b>1.7. Delimitaciones</b>	<b>21</b>
1.7.1. Delimitación espacial.	21
1.7.2. Delimitación temporal.	22
1.7.3. Delimitación conceptual	22
<b><i>2. MARCO REFERENCIAL</i></b>	<b><i>24</i></b>
<b>2.1. Antecedentes</b>	<b>24</b>
<b>2.2. Marco Teórico</b>	<b>28</b>
2.2.1. Carbón.	28
2.2.2. Azufre:	30
2.2.3. Lixiviación bacteriana.	31

2.2.3.1.	Mecanismos de lixiviación:	31
2.2.3.2.	Lixiviación indirecta:	31
2.2.3.3.	Lixiviación directa:	32
2.2.3.4.	Cultivos bacteriales de laboratorio:	32
2.2.3.4.1	Medios de Cultivos:	33
2.2.3.4.1.1.	Factores que afectan la lixiviación bacteriana.	33
2.2.3.4.1.2.	Bacterias asociadas al proceso de lixiviación de sulfuros.	34
2.2.3.4.2	Desulfuración bacteriana:	35
2.2.3.4.3	Aspecto microbiológico de la desulfuración:	36
2.2.3.4.1.3.	Bacterias asociadas al proceso de lixiviación de sulfuros:	36
2.2.3.4.4	Equipos implementados en las fases del proyecto:	37
2.2.3.4.5	Materiales implementados en las fases del proyecto:	38
<b>2.3.</b>	<b>Marco Conceptual</b>	<b>38</b>
<b>2.4.</b>	<b>Marco Contextual</b>	<b>41</b>
<b>2.5.</b>	<b>Marco Legal</b>	<b>42</b>
<b>3.</b>	<b><i>DISEÑO METODOLÓGICO</i></b>	<b>47</b>
<b>3.1.</b>	<b>Tipo de Investigación</b>	<b>47</b>
3.1.1.	Variables del proyecto	47
3.1.1.1.	Variables independientes:	47
3.1.1.2.	Variables dependientes	48
3.1.1.3.	Variables de bloque (intervenientes)	49
3.1.1.4.	Hipótesis	49
<b>3.2.</b>	<b>Población y Muestra</b>	<b>50</b>
3.2.1.	Población.	50
3.2.2.	Muestra.	50

<b>3.3. Instrumentos para la Recolección de Información</b>	<b>51</b>
<b>4. Generalidades de la Mina la Argelia</b>	<b>53</b>
<b>4.1. Localización</b>	<b>53</b>
<b>4.2. Geología Local</b>	<b>54</b>
4.2.1. Geología Estructural:	54
<b>4.3. Estratigrafía</b>	<b>55</b>
<b>5. Caracterización del Carbón de la Mina la Argelia</b>	<b>58</b>
<b>5.1. Proceso de Trituración y Molienda</b>	<b>58</b>
<b>5.2. Determinación de la Distribución Granulométrica</b>	<b>58</b>
<b>6. Toma de Muestras Bacterianas</b>	<b>59</b>
<b>7. Aislamiento de las Bacterias</b>	<b>61</b>
<b>7.1. Medios de Cultivo</b>	<b>61</b>
7.1.1. Medio de cultivo líquido:	61
7.1.2. Medio de cultivo sólido:	62
<b>7.2. Cultivo de la Bacteria</b>	<b>64</b>
7.2.1. Cultivo de la bacteria en medio líquido.	64
7.2.2. Cultivo de la bacteria en medio sólido.	65
<b>8. Pruebas de identificación Bacteriana</b>	<b>68</b>
<b>8.1. Ensayos de coloración Gram</b>	<b>68</b>
<b>8.2. Pruebas Bioquímicas:</b>	<b>68</b>



<b>9. Adaptación de las Bacterias Químicamente Compatibles con <i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i> y <i>Acidithiobacillus thiooxidans</i></b>	<b>70</b>
<b>9.1. Conteo bacteriano</b>	<b>71</b>
<b>10. Discusión y Resultados</b>	<b>73</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>88</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>90</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>91</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>100</b>