

Información General			
Facultad: Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías			
Programa académico: Tecnología en manejo de recursos ambientales		Grupo(s) de investigación: Grupo de Investigación en Ecosistemas y Servicios Ambientales GIECSA	
Nombre del semillero – Siglas Grupo Ambiental de Alternativas Sostenibles - GAMAS		Fecha creación: 02 del 2010	
		Campus: Bucaramanga	
Líneas de Investigación: Gestión integral de ecosistemas			
Áreas del saber *			
1. Agronomía veterinaria y afines		5. Ciencias sociales y humanas	
2. Bellas artes		6. Economía, administración, contaduría y afines	
3. Ciencias de la educación	X	7. Matemáticas y ciencias naturales	
4. Ciencias de la salud	X	8. Ingenierías, arquitectura, urbanismo y afines	

Al diligenciar este documento autorizo a UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER, ubicada en Calle de los estudiantes 9-82 Ciudadela Real de Minas y con teléfono de contacto 6076917700, para que recolecte, almacene, use, circule y/o suprima mis datos personales. Lo anterior para dar cumplimiento a las finalidades incorporadas en la Política de Tratamiento de Información disponible en www.uts.edu.co, la cual declaro conocer y saber que en esta se especifican cuáles datos son sensibles. Así mismo, conozco que como titular me asisten los derechos a conocer, actualizar, rectificar y suprimir mis datos y revocar la autorización. Igualmente declaro que poseo autorización, de los otros titulares de datos que suministro, para que UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER les dé tratamiento conforme a las finalidades consignadas en la Política.

Información del Director del Proyecto

Nombre: Cristhian Fernando Cacua Toledo	No. de identificación: 1098736547
Nivel de formación académica (Pregrado / Postgrado / Link de CvLAC): biólogo / Magister en Biología / https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000073775	Asesor
	X Líder de Semillero de Investigación
Correo electrónico: cfcacua@correo.uts.edu.co	

Información de los autores

Nombre	No. Identificación	Correo electrónico
María Angélica Lache Cristancho	1095301821	malache@uts.edu.co

Proyecto

1. Título del proyecto: Biorreactor para la producción de microalgas para la biorremediación de la quebrada Menzuly	MODALIDAD DEL PROYECTO **				
	PA	PI	TI	RE	Otra. ¿Cuál?
			X		
	Fecha creación del proyecto:				05/03/2025

2. Resumen del trabajo:

La quebrada Menzuly, localizada en el municipio de Floridablanca, Santander, enfrenta una problemática ambiental crítica relacionada con la contaminación orgánica del agua. Esta situación es causada por el vertimiento de residuos domésticos y agrícolas que, al descomponerse, generan olores ofensivos, afectando a la comunidad local e incrementando el deterioro del ecosistema acuático. Aunque la Alcaldía de Floridablanca ha desarrollado planes de mitigación que incluyen la supervisión de vertimientos industriales, campañas para la conexión al sistema de alcantarillado y eliminación de derrames ilegales, no se han observado mejoras notables. Persisten olores desagradables y se han identificado conexiones ilegales al alcantarillado, lo cual agrava aún más el problema.

Dado el alto valor ecológico de la quebrada y la urgencia de restaurar su equilibrio ambiental, se propone como alternativa innovadora la implementación de un piloto de biorreactor destinado a la producción de microalgas con propiedades biorremediadoras. Estas microalgas tienen la capacidad de absorber y transformar contaminantes orgánicos presentes en el agua, lo cual representa una solución sostenible, natural y eficiente para recuperar la calidad del recurso hídrico. El objetivo del proyecto es diseñar un sistema piloto que permita el cultivo de microalgas adecuadas para procesos de biorremediación, evaluando sus requerimientos técnicos y condiciones óptimas de producción en laboratorio.

La propuesta se desarrolló en tres fases. En la fase diagnóstica, se recopilaron datos sobre el estado actual de la quebrada a partir de investigaciones previas y visitas de campo. También se realizó una revisión de las especies de microalgas utilizadas en procesos de biorremediación, analizando su capacidad de cultivo ex situ y aplicando la técnica de bioaumentación.

En la fase de aplicación, se recolectaron microalgas tanto de cultivos puros utilizados en acuicultura como de cuerpos de agua naturales en equilibrio. Las especies seleccionadas fueron cultivadas en un biorreactor improvisado (matraz de fondo plano con tapón de goma), con luz artificial (fotoperiodo 12/12), aireación mecánica constante y suministro de macronutrientes (NPK). Los cultivos fueron incubados durante un mes para observar el aumento en densidad celular y producción de biomasa. La fase de análisis se centró en la comparación de la eficiencia productiva de las microalgas mediante técnicas de colorimetría y espectrofotometría. Las especies identificadas como más aptas fueron *Chlorella sp.*, *Scenedesmus sp.* y *Closterium sp.* De estas, *Closterium sp.* mostró un rendimiento superior, con una producción de biomasa mayor al 50% en 30 días, lo que la convierte en candidata principal para ensayos tanto en laboratorio como en campo. *Scenedesmus sp.* también presentó un crecimiento significativo. Se sugiere la implementación de un enfoque de biorremediación multispecie para aumentar la efectividad del tratamiento.

Este proyecto no solo aporta soluciones prácticas a la recuperación de la quebrada Menzuly, sino que también plantea oportunidades futuras en el desarrollo de bioproductos como biofertilizantes o biocombustibles, fomentando un modelo de desarrollo circular y contribuyendo a la mitigación del cambio climático.

3. Objetivo general y objetivos específicos:

•General

Diseñar un piloto de biorreactor para la producción de microalgas útiles en el proceso de biorremediación del recurso agua en la quebrada “Menzuly”.

•Específicos

Identificar las posibles especies de microalgas para realizar procesos de remoción de materia orgánica en la quebrada Menzuly.

Determinar los requerimientos biológicos para las microalgas útiles en procesos de biorremediación de aguas.

Evaluar la eficiencia en la producción de microalgas según los requerimientos biológicos de las microalgas presentes en el biorreactor.

4. Análisis de resultados:

Como primer resultado se obtuvo un listado de posibles microalgas a ser utilizadas para su producción en biorreactor debido a su utilización en procesos de biorremediación y su fácil producción, así mismo se tuvo en cuenta los posibles efectos adversos por su utilización como una sobrepoblación y eutrofización de las aguas, generando más problemas que soluciones. Así mismo se obtuvo un análisis de agua correspondiente a un ecosistema acuático en equilibrio y sin contaminación orgánica o inorgánica. Dentro de las microalgas candidatas se presentó *Pediastrum sp.*, *Cosmarium sp.*, *Oocystis sp.*, entre otras, sin embargo, para la puesta en marcha del proyecto y según las variables de interés se eligió *Chlorera sp.*, *Scenedesmus sp.* y *Closterium sp.*

Para el diseño y elaboración del biorreactor se tuvo en cuenta 3 factores correspondientes a nutrientes, energía lumínica y CO₂, para ello se realizó la instalación de biorreactores en línea utilizando matraces de fondo plano de 1L con tapones de goma. Estos fueron puestos en un lugar fuera del alcance de la luz solar y donde se suministró luz de forma artificial mediante leds rojos y azules que cubrieran el espectro de absorción de la clorofila, estos fueron programados a 12h de luz y 12h de oscuridad. Por su parte el suministro de CO₂ fue establecido mediante una bomba aireadora de forma constante, de esta manera se permitía la salida de oxígeno y entrada de aire nuevo por una abertura presente en el tapo de goma ubicado en el cuello del matraz. Para el suministro de nutrientes se realizó la disolución de N-P-K en mismas proporciones disponible en fertilizante comercial, obteniendo así una concentración del 10%. Como evaluación dispuso de concentraciones del 5% y 20% las cuales no se obtuvo un resultado favorable, ya que limitaban el crecimiento.

Al evaluar la producción de microalgas se obtuvo un crecimiento en 3 diferentes tipos de algas correspondientes a *Chlorera sp*, *Scenedesmus sp* y *Closterium sp* de forma eficiente, sin embargo, la última presentó unos resultados más satisfactorios debido a su reducido tamaño y simplicidad, lo que la hace más factible en su mayor producción. Al realizar esta evaluación mediante colorimetría y espectrofotometría se observó un aumento en los 3 casos, donde la concentración y biomasa aumentó durante un mes en 30%, 42% y 58% respectivamente. Estos resultados no indican una importante manera de realizar la producción de microalgas en biorreactores para posteriormente realizar tratamientos de bioaumentación dentro de la fuente de agua a tratar de forma in situ. De esta manera los resultados positivos permiten desarrollar investigaciones posteriores de biorremediación en la quebrada Mensuly.

5. Conclusiones:

Ante la alta diversidad de microalgas en ecosistemas acuáticos colombianos, debido a los estudios previos en procesos de biorremediación de aguas y según la facilidad de cultivo, las especies más aptas para el tratamiento de biorremediación en la quebrada Mensuly son *Chlorera sp*, *Scenedesmus sp* y *Closterium sp*.

Las condiciones de cultivo apropiadas para las especies de algas elegidas fueron un fotoperíodo 12/12 mediante la utilización de un espectro de luz roja y azul, con una aireación constante con nivel bajo de fuerza y finalmente con una nutrición de macronutrientes (NPK) en concentración del 10% en misma cantidad de cultivo de alga. De esta manera se logra la mayor eficiencia en crecimiento y producción en laboratorio.

La eficiencia en la producción de microalgas en el biorreactor establecido fue mayor en *Closterium sp*, ya que su producción fue mayor a un 50% en 30 días según las condiciones establecidas, convirtiéndose en un candidato para pruebas de biorremediación ex situ e in situ. Sin embargo, *Scenedesmus sp* también presentó un aumento considerable siendo un candidato a otras pruebas, así mismo se establece una biorremediación multispecie con el fin de asegurar un tratamiento más eficiente y funcional en ecosistemas acuáticos.

6. Recomendaciones:

Se recomienda realizar análisis con otras especies de microalgas con el fin de ampliar el espectro de estudio en la utilización de las mismas como biorremediadores.

7. Bibliografía:

- Cota-Ruiz, K., Nuñez-Gastelúm, J. A., Delgado-Ríos, M., & Martínez-Martínez, A. (2019). Biorremediación: Actualidad de conceptos y aplicaciones. *Biocencia*, 21(1), 37-44.
- Fernández, A. M. A., Arrieta, D. P., & Martínez, N. G. (2023). Biorremediación en Aguas Residuales Acuáticas: Una Revisión. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 8538-8568.
- Flórez López, G. L. (2024). Potencial de un consorcio microbiano con predominio de microalgas MPMC en la biorremediación de aguas residuales de la PTAR de Nemocón, Cundinamarca.
- Garbisu, C., Amézaga, I., & Alkorta, I. (2002). Biorremediación y ecología. *Ecosistemas*, 11(3).
- Garzón, J. M., Rodríguez-Miranda, J. P., & Hernández-Gómez, C. (2017). Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible. *Universidad y salud*, 19(2), 309-318.
- Gealt, M. A., & Levin, M. A. (1997). Biotratamiento de residuos tóxicos y peligrosos : seleccion, estimacion, modificacion de microorganismos y aplicaciones /. McGraw-Hill.
- Herrera, J. A. S., Malo, B. O. M., Arévalo, J. C. C., & Fernández, D. R. (2018). Evaluación a nivel laboratorio de la capacidad de remoción de materia orgánica de *Chlorella vulgaris* en las aguas residuales de la PTAR Salitre. *Revista Mutis*, 8(1), 34-42.

•Pineda, J. L. (2025, enero 25). Definen plan para descontaminar la quebrada Menzuly, en Floridablanca. Vanguardia. <https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/2025/01/25/definen-plan-para-descontaminar-la-quebrada-menzuly-en-floridablanca/>

8. Anexos:



Figura 1. Montaje del biorreactor

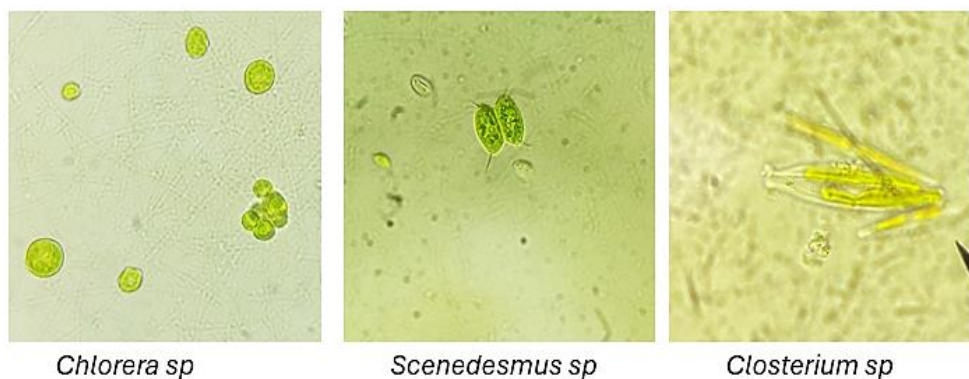


Figura 2. Especies de microalgas



Figura 3. Mediciones de espectrofotetría



Figura 4. Diferenciación en medios de cultivo

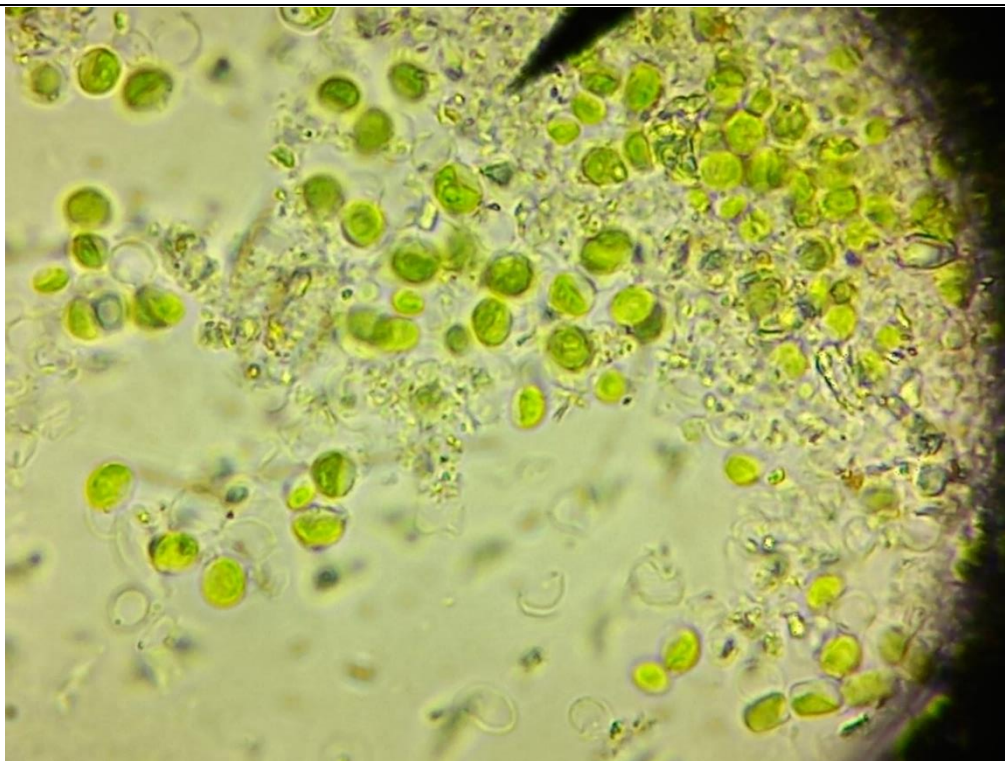


Figura 5. Densificación de microalgas

* Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)

** PA: Proyecto de Aula, PI: Proyecto integrador, TI: Trabajo de Investigación, RE: Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA)