

REPORTE DE PROYECTO O PROPUESTA**INFORMACIÓN DE LA CONVOCATORIA**

Convocatoria	Convocatoria de Apoyo a Semilleros de investigación activos de la Facultad de Ciencias 2023
Modalidad	Modalidad única: Dirigida al apoyo de proyectos de investigación realizados por los semilleros de investigación de la Facultad de Ciencias bajo la tutoría de un(a) docente de la Facultad.

INFORMACIÓN ACADÉMICO-ADMINISTRATIVA DEL PROYECTO**INFORMACIÓN PRINCIPAL**

Código del proyecto:	60270			
Nombre:	Exploración geoquímica de pigmentos protectores endolíticos en yesos: Implicaciones Astrobiológicas			
Tipo de proyecto o programa:	Proyecto o programa de investigación			
Tipología:	2010100-Investigación Básica			
Estado:	Activo			
Duración del proyecto o programa (meses):	18			
Tiempo de formulación:	Semanas	0	Horas/semana 0	
Proyecto relacionado (si aplica):				
Nombre Proyecto relacionado (si aplica):				
Semilleros asociados al proyecto:				
ID	Nombre	Estado Actual	Líder	Link
1841	Ciclos Biogeoquímicos	Activo	SUSANA SALAZAR JARAMILLO	http://www.hermes.unal.edu.co/pages/Consultas/Semillero.xhtml?id=1841

INFORMACIÓN DEL DIRECTOR

Director:	ARIEL OSWALDO CADENA SANCHEZ
Documento del director:	C - 79794466
E-mail del director:	aocadenas@unal.edu.co
Teléfono:	3057699880
Dirección de correspondencia:	CARRERA 20 51 31 APARTAMENTO 501
Escuela/departamento del director:	2- DEPARTAMENTO DE GEOCIENCIAS

INFORMACIÓN DEL DIRECTOR

INFORMACIÓN DEL DIRECTOR DE LA RED DE COOPERACIÓN

Facultad del director:	2- FACULTAD DE CIENCIAS
Sede del director:	Bogotá
Horas/semana de dedicación al proyecto:	2
Valor de la dedicación:	\$13.006.320
Funciones:	Planeación y dirección de actividades. Capacitación de estudiantes en técnicas espectroscópicas. Diseño de experimentos y análisis de resultados. Planeación y ejecución de salidas de campo.

DEPENDENCIAS RESPONSABLES

2- DEPARTAMENTO DE GEOCIENCIAS

INFORMACIÓN GENERAL

Resumen

La posición geográfica de Colombia en latitudes cercanas al Ecuador tiene como consecuencia una constante exposición a la radiación ultravioleta a lo largo de todo el año. Este fenómeno, acentuado por altitudes que alcanzan los 5200 m.s.n.m en la Cordillera Oriental, convierte al país en un lugar propicio para investigar la distribución microbiológica en sustratos líticos y sus posibles aplicaciones al campo de la astrobiología. En regiones caracterizadas por condiciones medioambientales extremas, los microorganismos endolíticos encuentran en las rocas translúcidas, un refugio que los protege de las variaciones térmicas, la aridez y la intensa radiación UV. Dichas rocas, a menudo asociadas a depósitos evaporíticos como el yeso, la calcita o la halita, brindan a algunos microorganismos, la oportunidad de llevar a cabo procesos fotosintéticos gracias a la translucidez de los minerales. Sin embargo, aún en el interior del mineral, estos continúan expuestos a niveles de radiación considerables, razón por la cual desarrollan un grupo de pigmentos que actúan como escudo ante radiaciones de alta energía (principalmente U.V.). Debido a que estos pigmentos a menudo generan coloraciones dentro del mineral, esto brinda la posibilidad de reconocer la presencia de colonizaciones bacterianas in-situ en el afloramiento.

En este contexto, nuestra investigación se propone aprovechar la combinación única de altitudes elevadas en un entorno ecuatorial que ofrece el territorio colombiano para estudiar los pigmentos desarrollados por los microorganismos como estrategia de adaptación a la radiación de alta energía en el interior de afloramientos de yeso expuestos a diferentes altitudes. Para lograr este propósito, haremos uso de la espectroscopía Raman, una técnica que posibilita la identificación simultánea de minerales y moléculas orgánicas sin perturbar la integridad de la muestra, permitiéndonos investigar los pigmentos generados in-situ por los microorganismos endolíticos y su relación con la estructura mineral. Este enfoque se complementará con técnicas de secuenciación para identificar los tipos de bacterias presentes en el yeso, así como con difracción de rayos X y microsonda para caracterizar la composición y estructura de los minerales. Además, la Microscopía Electrónica de Barrido será empleada para determinar la ubicación precisa de los microorganismos dentro de la matriz mineral. Por lo tanto, con esta investigación buscamos contribuir al entendimiento de la ecología microbiana en sustratos líticos, y favorecer el desarrollo de futuras investigaciones enfocadas en la búsqueda de vida en la superficie moderna de Marte.

Descripción del problema u oportunidad a la cual responde el proyecto

Hipótesis: El tipo de comunidades microbianas endolíticas y los pigmentos protectores que desarrollan para protegerse de la radiación UV es

influenciado por la altura a la cual se encuentra expuesto el mineral y por sus propiedades geoquímicas y cristalinas.

Descripción del problema: En el contexto de Colombia, un país con una latitud ecuatorial que experimenta una radiación ultravioleta constante e intensa, que genera condiciones particulares que afectan la interacción entre microorganismos endolíticos y el yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) que algunos de estos utilizan como microhábitat. Debido a que no todos los yacimientos de yeso son propicios para ser colonizados, resulta interesante comprender qué factores afectan la aparición y abundancia de microorganismos endolíticos y la expresión de pigmentos protectores. Factores como la composición química, la cristalinidad o la altitud a la que se encuentra expuesto el mineral, pueden tener influencia en el tipo de microorganismos que lo colonizan, su abundancia y/o la expresión de pigmentos orgánicos protectores.

Entender los mecanismos de adaptación a condiciones extremas que algunos microorganismos desarrollan en condiciones extremas en el planeta Tierra, es fundamental para responder preguntas sobre la habitabilidad que tiene un cuerpo con condiciones ambientales extremas como el planeta Marte. Debido a la escasa atmósfera e hidrósfera que tiene el planeta rojo, este experimenta condiciones de desecación extremas y es bombardeado constantemente por radiación ultravioleta y otros tipos de radiación ionizante, por lo cual es muy probable que el planeta sea estéril en su superficie. Sin embargo, el interior de las rocas traslúcidas como el yeso, que han sido detectadas en su superficie, ofrece un microambiente que podría ser adecuado para que en las condiciones actuales del planeta, se desarrolle vida aprovechando la capacidad de este tipo de minerales para filtrar parte de la radiación de alta energía, mantener la humedad y a su vez de permitir a organismos fotosintéticos sobrevivir en el interior de su estructura desarrollando pigmentos protectores.

Objetivo general

Comprender la influencia que la intensidad de radiación ultravioleta y las propiedades químicas y cristalinas del yeso, tienen en el desarrollo de comunidades microbianas endolíticas y su expresión en términos de pigmentos protectores.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivo específico	Medio de verificación
- 1. Identificar los tipos de pigmentos presentes en el interior de minerales de yeso que afloran a diferentes altitudes sobre el nivel del mar.	Libretas de campo y fotografías in situ. Base de datos de las muestras recolectadas y base de datos con registros espectrales Raman de pigmentos en muestras de yeso.
- 2. Identificar las comunidades microbianas endolíticas que residen en los minerales de yeso, examinando la variabilidad de especies y su coexistencia.	Base de datos con los registros de caracterización genética de los microorganismos endolíticos presentes en las rocas. Fotografías y clasificación de microorganismos con microscopio de luz transmitida.
- 3. Establecer la relación entre las propiedades cristalinas y geoquímicas de los yesos hospedantes, la ubicación de los afloramientos y la diversidad de pigmentos encontrada en estos.	Bases de datos con resultados de análisis geoquímico de yesos, difractogramas de rayos X. Microfotografías de microscopía electrónica de barrido. Base de datos de composición elemental mediante EPMA. Imágenes de petrografía digital y epifluorescencia.

RESULTADOS ESPERADOS

- Avances en la caracterización del sistema endolítico y la relación entre cada uno de sus componentes.	Informe de avance de ejecución del proyecto con bases de datos de: Muestras recolectadas, Espectros Raman de pigmentos, Difractogramas de Rayos X, epifluorescencia, petrografía y avance en la identificación de microorganismos.	15 de noviembre de 2024
---	--	-------------------------

- Caracterización del sistema endolítico y la relación entre cada uno de sus componentes.	Informe final de ejecución del proyecto con bases de datos de: Muestras recolectadas Espectros Raman de pigmentos, Difractogramas de Rayos X, Microfotografías SEM, epifluorescencia, petrografía y e identificación de microorganismos. Análisis composicionales y caracterización genética de microorganismos.	15 de agosto de 2025
---	--	----------------------

PRODUCTOS

Producto	Descripción	Cantidad
Artículo científico o de investigación sometido o, aceptado o aprobado para publicación en revista indexada	Artículo científico o de investigación sometido o, aceptado o aprobado para publicación en revista indexada	1
Documento de avance o final de tesis de doctorado	Documento de avance o final de tesis de doctorado	1
Prácticas y pasantías	Prácticas y pasantías	4
Presentación de ponencia en evento científico o tecnológico nacional o internacional	Presentación de ponencia en evento científico o tecnológico nacional o internacional	1

REGIÓN QUE IMPACTA EL PROYECTO

Departamento	Ciudad
Boyacá	Villa De Leyva
Boyacá	Pesca
Boyacá	Sáchica
Santander	Piedecuesta
Tolima	Chaparral

PROPIEDAD INTELECTUAL

¿Considera que este proyecto puede generar uno de los siguientes activos de propiedad intelectual?	Si
Activo de propiedad intelectual	Información con valor

BIODIVERSIDAD

¿En su investigación hará uso de los recursos de la biodiversidad colombiana?	Si
1. Su proyecto se realizará en áreas de comunidades étnicas?	No
2. Su proyecto se realizará en un área de Parques Nacionales?	No
3. Cuenta con un permiso de recolección de especímenes?	No
4. Su proyecto cuenta con actividades de bioprospección, industrialización, comercialización o patentamiento?	Si

LABORATORIOS

¿Dentro de la ejecución del proyecto va hacer uso de los servicios de laboratorios?		Si
Sede	Facultad	Nombre de laboratorio
Bogotá	2- FACULTAD DE CIENCIAS	177 - Litogeoquímica
Bogotá	2- FACULTAD DE CIENCIAS	187 - Microscopia y Microtermometría
Bogotá	.	396 - Microscopia Electronica de Barrido y de Transmision
Bogotá	2- FACULTAD DE CIENCIAS	652 - Microsonda Electrónica EPMA
Bogotá	2- FACULTAD DE CIENCIAS	185 - Geología Espectral e Infrarrojo

CLASIFICACIÓN

Objetivo de desarrollo sostenible principal
Gestionar sosteniblemente lo bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad
Objetivos de desarrollo sostenible secundarios
Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos
Objetivo socioeconómico
Exploración y explotación del medio terrestre

ÁREAS CIENTÍFICAS/TEMÁTICAS

Area científica y tecnológica principal - OCDE	Sub-área de la ciencia
Ciencias naturales	Ciencias de la tierra y medioambientales
Area científica y tecnológica secundaria	Sub-área de la ciencia
Ciencias naturales	Ciencias de la tierra y medioambientales

Area científica y tecnológica secundaria	Sub-área de la ciencia
Ciencias naturales	Ciencias biológicas

PLAN GLOBAL DE DESARROLLO UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	
Política	Plan Global de Desarrollo 2022-2024: Proyecto cultural, científico y colectivo de nación
Elemento estratégico	Plan Global de Desarrollo 2022-2024: Proyecto cultural, científico y colectivo de nación
Línea de acción	Liderazgo académico nacional en un entorno global
Programa	Ecosistema de liderazgo público

PALABRAS CLAVE
ESPECTROSCOPIA RAMAN
Microorganismos endolíticos
Yeso
Pigmentos protectores

INTEGRANTES

Participante	Unidad	Vinculación	Horas/ semana	Meses	Valor (\$ dedicación)	Función	Fecha de vinculación
KEVIN JULIAN RAMOS MESA (C - 1193580292) (keramosm@unal. edu.co)	2- FACULTAD DE CIENCIAS	Estudiante pregrado UN	4	12	\$0	Estudiante de: GEOLOGÍA Participación en salidas de campo, muestreo de rocas, análisis de resultados geológicos. Apoyo a redacción de informes de avance e informe final.	03/07/2024 00:00
JULIAN ANDREAS CORZO ACOSTA (C - 1032446846) (jacorzoa@unal.edu. co)	2- FACULTAD DE CIENCIAS Grupo: CICLOS BIOGEOQUÍMICOS	Estudiante posgrado UN	15	18	\$0	Estudiante de: DOCTORADO EN GEOCIENCIAS Planear y ejecutar salidas de campo, diseños de muestreo de rocas, selección de muestras, ensayos de caracterización, análisis de resultados geoquímicos y	03/07/2024 00:00

Participante	Unidad	Vinculación	Horas/ semana	Meses	Valor (\$ dedicación)	Función	Fecha de vinculación
						microbiológicos. Apoyo a estudiantes de pregrado, apoyo a redacción de informes de avance e informe final.	
JUAN ALEJANDRO GONZALEZ SANCHEZ (C - 1000019896) (jugonzalesa@unal.edu.co)	2- FACULTAD DE CIENCIAS	Estudiante pregrado UN	4	12	\$0	Estudiante de: GEOLOGÍA Participación en salidas de campo, muestreo de rocas, análisis de resultados geológicos. Apoyo a redacción de informes de avance e informe final.	03/07/2024 00:00
LAURA DANIELA GARAVITO JIMENEZ (C - 1000832735) (lgaravitoj@unal.edu.co)	2- FACULTAD DE CIENCIAS	Estudiante pregrado UN	4	12	\$0	Estudiante de: GEOLOGÍA Participación en salidas de campo, muestreo de rocas, análisis de resultados geológicos. Apoyo a redacción de informes de avance e informe final.	03/07/2024 00:00
TOMAS LOZANO RINCON (T - 1000148959) (tlozano@unal.edu.co)	2- FACULTAD DE CIENCIAS	Estudiante pregrado UN	4	12	\$0	Estudiante de: BIOLOGÍA Participación en salidas de campo, análisis de resultados biológicos. Apoyo a redacción de informes de avance e informe final.	03/07/2024 00:00
SUSANA SALAZAR JARAMILLO (C - 43628469) (ssalazarj@unal.edu.co)	3- ESCUELA DE GEOCIENCIAS Grupo: CICLOS BIOGEOQUÍMICOS	Profesor carrera docente UN	2	18	\$13.989.216	Codirección y asesoría en planeación de salidas de campo, diseños de muestreo de rocas, análisis de resultados geoquímicos y microbiológicos. Apoyo a estudiantes de pregrado, apoyo a redacción de informes de avance e informe	03/07/2024 00:00

Participante	Unidad	Vinculación	Horas/ semana	Meses	Valor (\$ dedicación)	Función	Fecha de vinculación
						final. Redacción y revisión de artículos científicos.	

HISTÓRICO DEL EQUIPO DE TRABAJO

Documento	Nombre	Vinculación	Tipo de solicitud	Valor pagar	Fecha del cambio
-----------	--------	-------------	-------------------	-------------	------------------

No se encontraron solicitudes relacionadas con el equipo de trabajo.

PRÓRROGAS EQUIPO DE TRABAJO

Documento	Nombre	Vinculación	Valor pagar	Fecha del cambio
-----------	--------	-------------	-------------	------------------

No se encontraron solicitudes relacionadas con el equipo de trabajo.

INFORMACIÓN FINANCIERA

Lugar(es) de ejecución financiera del proyecto

2- FACULTAD DE CIENCIAS

FUENTES DE FINANCIACION

Fuente de financiación	Tipo	Naturaleza	Valor especie (\$)	Valor efectivo (\$)
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Interna	Pública	\$42.400.000	\$30.000.000

PROPUESTA DE FINANCIACIÓN CÁTALOGO VIGENTE

Fuente de financiación	Cuenta	Objeto	Subordinal / Rubro	Descripción	Valor especie (\$)	Valor efectivo (\$)	Total (\$)
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Cuenta: Contrapartidas	Objeto: Contrapartidas	Uso de capacidad instalada	Contrapartida	\$5.400.000	\$0	\$5.400.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Cuenta: Contrapartidas	Objeto: Contrapartidas	Uso de software en general	Contrapartida	\$2.000.000	\$0	\$2.000.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Cuenta: Contrapartidas	Objeto: Contrapartidas	Servicio de laboratorios	Contrapartida	\$18.000.000	\$0	\$18.000.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE	Cuenta: Contrapartidas	Objeto: Contrapartidas	Bases de datos	Contrapartida	\$17.000.000	\$0	\$17.000.000



PROPUESTA DE FINANCIACIÓN CATÁLOGO VIGENTE

Fuente de financiación	Cuenta	Objeto	Subordinal / Rubro	Descripción	Valor especie (\$)	Valor efectivo (\$)	Total (\$)
COLOMBIA							
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Cuenta: Gastos De Comercialización Y Producción	Objeto: Adquisición De Servicios	Servicios De Transporte De Pasajeros	Gasto	\$0	\$500.000	\$500.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Cuenta: Gastos De Comercialización Y Producción	Objeto: Adquisición De Servicios	Otros Servicios De Fabricación; Servicios De Edición, Impresión Y Reproducción; Servicios De Recuperación De Materiales	Gasto	\$0	\$2.000.000	\$2.000.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Cuenta: Gastos De Comercialización Y Producción	Objeto: Adquisición De Servicios	Servicios De Investigación Y Desarrollo	Gasto	\$0	\$5.000.000	\$5.000.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Cuenta: Gastos De Comercialización Y Producción	Objeto: Adquisición De Servicios	Alojamiento; Servicios De Suministros De Comidas Y Bebidas	Gasto	\$0	\$4.500.000	\$4.500.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Cuenta: Transferencias Internas	Objeto: Transferencias Internas	Transferencias O.I. Adquisición Servicios - Extensión	Gasto	\$0	\$3.000.000	\$3.000.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Cuenta: Gastos De Comercialización Y Producción	Objeto: Adquisición De Servicios	Servicios Profesionales, Científicos Y Técnicos (Excepto Los Servicios De Investigación, Urbanismo, Jurídicos Y De Contabilidad)	Gasto	\$0	\$10.000.000	\$10.000.000
UNIVERSIDAD NACIONAL DE	Cuenta: Gastos De	Objeto: Adquisición De	Servicios De Alquiler De	Gasto	\$0	\$4.000.000	\$4.000.000



PROPUESTA DE FINANCIACIÓN CATÁLOGO VIGENTE

Fuente de financiación	Cuenta	Objeto	Subordinal / Rubro	Descripción	Valor especie (\$)	Valor efectivo (\$)	Total (\$)
COLOMBIA	Comercialización Y Producción	Servicios	Vehículos De Transporte Con Operario				
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA	Cuenta: Gastos De Comercialización Y Producción	Objeto: Adquisición De Servicios	Viáticos De Los Funcionarios En Comisión	Gasto	\$0	\$1.000.000	\$1.000.000

PROPUESTA DE FINANCIACIÓN CATÁLOGO ANTERIOR

Fuente de financiación	Subordinal / Rubro	Valor especie (\$)	Valor efectivo (\$)	Total (\$)
------------------------	--------------------	--------------------	---------------------	------------

VALOR TOTAL

Valor financiado fuente externa	\$0
Valor en especie fuente externa	\$0
Valor entidades participantes	\$0
Personal docente	\$26.995.536
Personal administrativo	\$0
Contrapartida en efectivo/valor financiado interno	\$30.000.000
Contrapartida en especie fuente interna	\$42.400.000
Valor total del proyecto	99,395,536

INFORMACIÓN ESPECÍFICA

CIUDADES

Villa De Leyva
Pesca
Sáchica
Piedecuesta
Chaparral

Metodología propuesta

Puesto que los estudios geobiológicos requieren análisis geoquímicos y microbiológicos, en este proyecto utilizaremos técnicas que nos permitirán analizar a nivel geoquímico los minerales de yeso, además de detectar pigmentos orgánicos de origen microbiológico dentro del mineral. Por medio de la difracción de rayos X (XRD) y análisis elemental mediante microsonda (EPMA) se realizará una caracterización química del mineral, con la cual se identificarán las fases minerales y la composición elemental de los yesos. También se utilizará la microscopía Raman para identificar mediante las firmas espectrales, el tipo de mineral y los pigmentos presentes en su interior. Por último, con la microscopía electrónica de barrido se pretende analizar la textura del yeso, y la ubicación de los microorganismos en los poros o fisuras del mineral.

El proyecto se realizará de acuerdo con las siguientes etapas:

1. Salidas de campo
2. Análisis de muestras mediante microscopía Raman para identificación de pigmentos
3. Selección de muestras para extracción de microorganismos y preparación de secciones delgadas
4. Extracción y secuenciación de ADN
5. Preparación y análisis petrográfico de secciones delgadas
6. Preparación de muestras y análisis por difracción de rayos X y fluorescencia de rayos X en microsonda electrónica (EPMA)
7. Desarrollo de clasificador de microorganismos mediante análisis de imágenes.
8. Caracterización de pigmentos mediante espectroscopía Raman.
9. Realización de mapas composicionales.
10. Análisis de resultados de secuenciación de ADN
11. Análisis de resultados
12. Redacción de informes (avance y final)
13. Redacción de documentos de socialización y divulgación de resultados

Consideraciones Éticas

En esta investigación se hará identificación de microorganismos endolíticos en muestras de rocas colombianas, lo cual contribuirá al conocimiento de la diversidad microbiana en el país. En este proyecto no se trabajará con etnias indígenas u otras poblaciones vulnerables que puedan ser afectadas durante su ejecución.

La gestión de aval por parte del comité de ética de la Facultad de Ciencias se realizará tras la aprobación del proyecto, y será presentada antes de iniciar actividades.

Justificación y alcance de la propuesta de investigación

La investigación de microorganismos endolíticos en Colombia y en zonas tropicales es escasa. Hasta la fecha, el único reporte concerniente al estudio de microorganismos endolíticos ha sido presentado por Corzo-Acosta & Corzo (2022), en el cual se analiza estadísticamente la correlación entre morfotipos de bacterias endolíticas cultivables y la composición química de minerales como cuarzo, calcita y feldespato alcalino. Aunque otros estudios en geomicrobiología en Colombia han explorado aspectos medioambientales como la degradación de derrames de petróleo mediante procesos de biodegradación (Hernández-Torres et al., 2016) o la biooxidación de minerales potencialmente tóxicos como la arsenopirita (Barragán et al., 2020), aún existe un vacío de información en cuanto a la diversidad de microorganismos endolíticos y a cuáles litologías están asociados, especialmente en regiones ecuatoriales con altos índices de radiación UV y aridez relativamente alta.

El territorio colombiano ofrece una importante oportunidad para investigar la aparición de endolíticos en latitudes bajas yuxtapuestas con regiones montañosas de gran altitud (Sajjad et al., 2022; Wong et al., 2010). Con sus tres cordilleras y la existencia de depósitos de yeso en los altiplanos de Boyacá y Cundinamarca (Daza & Osorio, 1972), Colombia es particularmente propicia para investigar la influencia de la altitud y la arquitectura del mineral en la aparición de los microorganismos endolíticos. En varios puntos de estas regiones, la exposición a la radiación ultravioleta alcanza índices de 9-11, siendo de los más altos en el país (IDEAM Instituto de Hidrología, n.d.). Por esta razón, se recolectarán muestras de yeso en diferentes latitudes del territorio colombiano, de forma que se garantice cambios en la altitud, que probablemente muestren la influencia de la

radiación en la formación de pigmentos protectores desarrollados por este tipo de microorganismos en yesos translúcido o semitranslúcidos.

El estudio de microorganismos endolíticos tiene una aplicación importante en la búsqueda de vida en Marte (Němečková et al., 2021). En regiones extremas en el planeta tierra, los altos niveles de radiación, y la escasez de agua, fomentan el crecimiento y colonización de algas y cianobacterias endolíticas, especialmente en rocas translúcidas como el yeso (Wierzchos et al., 2006b). Puesto que las rocas translúcidas dejan pasar el espectro de la luz visible, las cianobacterias pueden realizar procesos fotosintéticos y a la vez desarrollar pigmentos protectores que sirven como escudo contra otras longitudes de onda más energéticas (como la radiación U.V.) que atraviesan el yeso (Wierzchos et al., 2015). Por ello, son el foco perfecto para buscar biomarcadores que indiquen la presencia de vida en la actual superficie de Marte (Němečková et al., 2021).

Esta investigación también tiene aplicaciones importantes a nivel científico y biotecnológico. Temáticas como preservación del patrimonio arquitectónico (McNamara et al., 2006), el reciclaje de gases de efecto invernadero como el CO₂ (Singh et al., 2014), e incluso la búsqueda de vida extraterrestre (Cockell et al., 2010, 2018; Westall et al., 2015) tienen una relación importante con bacterias endolíticas. Autores como Singh et al., (2014), incluso proponen que algunas cianobacterias endolíticas aisladas de mármol pueden utilizar el bicarbonato como fuente de carbono para reciclar prospectivamente el CO₂ y convertirlo en biodiesel, lo cual cobra importancia en tiempos de "Crisis Climática". Teniendo en cuenta las múltiples aplicaciones que ofrece el estudio de los microorganismos endolíticos, en este proyecto buscamos contribuir a la comprensión de las interacciones entre microorganismos y sustratos rocosos translúcidos (yeso) en regiones donde los cambios en la intensidad de la radiación U.V y a su vez estos influyen el desarrollo y la diversidad de los endolíticos.

Aporte del proyecto al proceso de formación de estudiantes de los semilleros

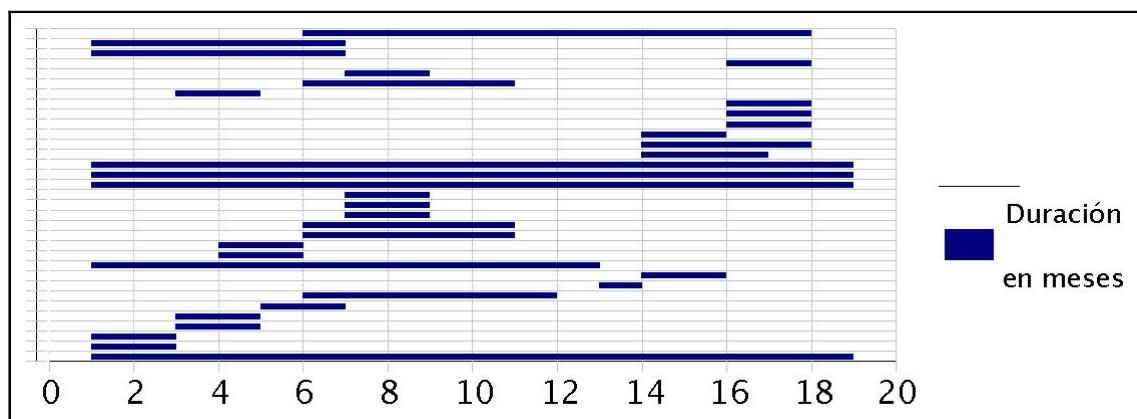
Con este proyecto se pretende enseñar a los estudiantes del semillero de "Ciclos Biogeoquímicos" a planear y ejecutar proyectos de investigación, realizar búsquedas bibliográficas y analizar la información registrada en diferentes publicaciones científicas. También se les enseñará a utilizar el método científico para comprobar o refutar hipótesis de investigación. Así mismo se buscará fortalecer sus habilidades en el tratamiento de muestras, ensayos de análisis de laboratorio, registro de datos y análisis de resultados. Finalmente, se propenderá por que los estudiantes divulguen sus resultados de investigación a través de la realización de trabajos de grado y publicación de artículos de investigación

ACTIVIDADES Y CRONOGRAMA

Actividad	Responsable	Mes inicial	Duración
Desarrollo clasificador de microorganismos mediante análisis de imágenes	TOMAS LOZANO RINCON	1	12
Revisión bibliográfica	JULIAN ANDREAS CORZO ACOSTA	1	18
Análisis de resultados	ARIEL OSWALDO CADENA SANCHEZ	1	18
Planeación salidas de campo	SUSANA SALAZAR JARAMILLO	1	2
Planeación salidas de campo	ARIEL OSWALDO CADENA SANCHEZ	1	2
Capacitación en selección y muestreo de rocas para estudiantes del semillero	SUSANA SALAZAR JARAMILLO	1	6
Capacitación en técnicas de análisis de imágenes para estudiantes del semillero.	ARIEL OSWALDO CADENA SANCHEZ	1	6
Análisis de resultados	JULIAN ANDREAS CORZO ACOSTA	1	18



Análisis de resultados	SUSANA SALAZAR JARAMILLO	1	18
Muestreo de rocas	LAURA DANIELA GARAVITO JIMENEZ	3	2
Muestreo de rocas	JULIAN ANDREAS CORZO ACOSTA	3	2
Muestreo de rocas	ARIEL OSWALDO CADENA SANCHEZ	3	2
Elaboración de secciones delgadas	JUAN ALEJANDRO GONZALEZ SANCHEZ	4	2
Elaboración de secciones delgadas	KEVIN JULIAN RAMOS MESA	4	2
Capacitación estudiantes en espectroscopia Raman e Infrarroja	ARIEL OSWALDO CADENA SANCHEZ	5	2
Caracterización Pigmentos mediante espectroscopia Raman - Mapas composicionales	JULIAN ANDREAS CORZO ACOSTA	6	6
Capacitación en fundamentos de geoestadística para estudiantes del semillero	JULIAN ANDREAS CORZO ACOSTA	6	12
Análisis petrográfico	LAURA DANIELA GARAVITO JIMENEZ	6	5
Análisis petrográfico y análisis de difracción de rayos X	JUAN ALEJANDRO GONZALEZ SANCHEZ	6	5
Análisis petrográfico y análisis de difracción de rayos X	KEVIN JULIAN RAMOS MESA	6	5
Redacción Informe de Avances	ARIEL OSWALDO CADENA SANCHEZ	7	2
Redacción de informe de avance	LAURA DANIELA GARAVITO JIMENEZ	7	2
Redacción Informe de Avances	SUSANA SALAZAR JARAMILLO	7	2
Redacción Informe de Avances	JULIAN ANDREAS CORZO ACOSTA	7	2
Selección de muestras para extracción y secuenciación de ADN	ARIEL OSWALDO CADENA SANCHEZ	13	1
Redacción artículo científico	SUSANA SALAZAR JARAMILLO	14	4
Análisis resultados secuenciación ADN	TOMAS LOZANO RINCON	14	2
Redacción artículo científico	ARIEL OSWALDO CADENA SANCHEZ	14	2
Redacción artículo científico	JULIAN ANDREAS CORZO ACOSTA	14	3
Redacción informe final	SUSANA SALAZAR JARAMILLO	16	2
Redacción de informe final	ARIEL OSWALDO CADENA SANCHEZ	16	2
Redacción informe final	JULIAN ANDREAS CORZO ACOSTA	16	2
Redacción informe final	ARIEL OSWALDO CADENA SANCHEZ	16	2



BIBLIOGRAFÍA

(IDEAM) Instituto de Hidrología, M. y E. A. (n.d.). DISTRIBUCIÓN DEL ÍNDICE ULTRAVIOLETA MÁXIMO DIARIO. Retrieved June 22, 2023, from <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html>

Barragán, C. E., Márquez, M. A., Dopson, M., & Montoya Castaño, D. (2020). Isolation of Arsenic Resistant and Arsenopyrite Oxidizing Acidithiobacillus Species from pH Neutral Colombian Mine Effluents. *Geomicrobiology Journal*, 37(7), 682-689.

Bolyen, E., Rideout, J. R., Dillon, M. R., Bokulich, N. A., Abnet, C. C., Al-Ghalith, G. A., Alexander, H., Alm, E. J., Arumugam, M., Asnicar, F., Bai, Y., Bisanz, J. E., Bittinger, K., Brejnrod, A., Brislawn, C. J., Brown, C. T., Callahan, B. J., Caraballo-Rodríguez, A. M., Chase, J., & Caporaso, J. G. (2019). Reproducible, interactive, scalable and extensible microbiome data science using QIIME 2. In *Nature Biotechnology* (Vol. 37, Issue 8, pp. 852-857). Nature Publishing Group.

Bukin, Y. S., Galachyants, Y. P., Morozov, I. V., Bukin, S. V., Zakharenko, A. S., & Zemskaya, T. I. (2019). The effect of 16s rRNA region choice on bacterial community metabarcoding results. *Scientific Data*, 6.

Bunaciu, A. A., Udriștioiu, E. gabriela, & Aboul-Enein, H. Y. (2015). X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications. In *Critical Reviews in Analytical Chemistry* (Vol. 45, Issue 4, pp. 289-299). Taylor and Francis Ltd.

Cockell, C. S., Hecht, L., Landenmark, H., Payler, S. J., & Snape, M. (2018). Rapid colonization of artificial endolithic uninhabited habitats. In *International Journal of Astrobiology* (Vol. 17, Issue 4, pp. 386-401).

Cockell, C. S., Osinski, G. R., Banerjee, N. R., Howard, K. T., Gilmour, I., & Watson, J. S. (2010). The microbe-mineral environment and gypsum neogenesis in a weathered polar evaporite. *Geobiology*, 8(4), 293-308.

Cockell, C. S., Schuerger, A. C., Billi, D., Friedmann E. I., & Panitz, C. (2005). Effects of a simulated martian UV flux on the cyanobacterium, *Chroococcidiopsis* sp. 029. *Astrobiology*, 5(2), 127-140.

Corzo-Acosta, J. A., & Corzo, J. A. (2022). Statistical trends in culture methods of endolithic bacteria extracted from Quartz, K-Feldspar (Jurassic) and Calcite (Quaternary) in semi-arid areas in Colombia. *Geologica Acta*, 20(17), 1-16.

Crits-Christoph, A., Gelsinger, D. R., Ma, B., Wierzchos, J., Ravel, J., Davila, A., Casero, M. C., & DiRuggiero, J. (2016). Functional interactions of archaea, bacteria and viruses in a hypersaline endolithic community. *Environmental Microbiology*, 18(6), 2064-2077.

Crits-Christoph, A., Robinson, C. K., Ma, B., Ravel, J., Wierzchos, J., Ascaso, C., Artieda, O., Souza-Egipsy, V., Casero, M. C., & DiRuggiero, J. (2016). Phylogenetic and functional substrate specificity for endolithic microbial communities in hyper-arid environments. *Frontiers in Microbiology*, 7 (MAR).

Cámara, B., De Los Ríos, A., García-del-Cura, M. A., Galván, V., & Ascaso, C. (2008). Dolostone bioreceptivity to fungal colonization | Biorreceptividad de las dolomías a la colonización fúngica. *Materiales de Construcción*, 58(289-290), 113-124.

Daza, I., & Osorio, M. (1972). La minería del yeso en Colombia. Ministerio de Minas y Petróleos.
Dong, H., Rech, J. A., Jiang, H., Sun, H., & Buck, B. J. (2007). Endolithic Cyanobacteria in soil gypsum.pdf. In J. Geophys. (Vol. 112, Issue G02030).
Edwards, H. G. M., Villar, S. E. J., Parnell, J., Cockell, C. S., & Lee, P. (2005). Raman spectroscopic analysis of cyanobacterial gypsum halotrophs and relevance for sulfate deposits on Mars. <i>Analyst</i> , 130(6), 917-923.
Estaki, M., Jiang, L., Bokulich, N. A., McDonald, D., González, A., Kosciulek, T., Martino, C., Zhu, Q., Birmingham, A., Vázquez-Baeza, Y., Dillon, M. R., Bolyen, E., Caporaso, J. G., & Knight, R. (2020). QIIME 2 Enables Comprehensive End-to-End Analysis of Diverse Microbiome Data and Comparative Studies with Publicly Available Data. <i>Current Protocols in Bioinformatics</i> , 70(1).
Etayo-Serna, F. (1975). ZONATION OF THE CRETACEOUS OF CENTRAL COLOMBIA BY AMMONITES
Farley, K. A., Williford, K. H., Stack, K. M., Bhartia, R., Chen, A., de la Torre, M., Hand, K., Goreva, Y., Herd, C. D. K., Hueso, R., Liu, Y., Maki, J. N., Martinez, G., Moeller, R. C., Nelessen, A., Newman, C. E., Nunes, D., Ponce, A., Spanovich, N., & Wiens, R. C. (2020). Mars 2020 Mission Overview. <i>Space Science Reviews</i> , 216(8), 142.
Fishbaugh, K. E., Poulet, F., Chevrier, V., Langevin, Y., & Bibring, J. P. (2007). On the origin of gypsum in the Mars north polar region. <i>Journal of Geophysical Research: Planets</i> , 112(7).
Gendrin, A., Mangold, N., Bibring, J. P., Langevin, Y., Gondet, B., Poulet, F., Bonello, G., Quantin, C., Mustard, J., Arvidson, R., & LeMouélic, S. (2005). Sulfates in Martian layered terrains: The OMEGA/Mars express view. <i>Science</i> , 307(5715), 1587-1591.
Guillitte. (1995). Bioreceptivity: a new concept for building ecology studies. In the Science of the Total Environment (Vol. 167).
Hernández-Torres, J., Castillo Villamizar, G. A., Salgar-Chaparro, S. J., Silva-Plata, B. A., Serna Daza, O. D., Martínez-Pérez, F., Mier Umaña, R., Levy, M., & Fuentes, J. L. (2016). Prokaryotic Community Characterization in a Mesothermic and Water- Flooded Oil Reservoir in Colombia. <i>Geomicrobiology Journal</i> , 33(2), 110-117.
Jehlička, J., & Culka, A. (2022). Critical evaluation of portable Raman spectrometers: From rock outcrops and planetary analogs to cultural heritage & A review. In <i>Analytica Chimica Acta</i> (Vol. 1209). Elsevier B.V.
Jehlička, J., Edwards, H. G. M., & Oren, A. (2014). Raman spectroscopy of microbial pigments. In <i>Applied and Environmental Microbiology</i> (Vol. 80, Issue 11, pp. 3286-3295). American Society for Microbiology.
Jehlička, J., Oren, A., & Edwards, H. G. M. (2012). Raman spectra of osmotic solutes of halophiles. <i>Journal of Raman Spectroscopy</i> , 43(8), 1134-1140.
Lebart, L., Morineau, A., & Piron, M. (1995). Statistique exploratoire multidimensionnelle (Vol. 3). Paris: Dunod.
Mandelli, F., Miranda, V. S., Rodrigues, E., & Mercadante, A. Z. (2012). Identification of carotenoids with high antioxidant capacity produced by extremophile microorganisms. <i>World Journal of Microbiology and Biotechnology</i> , 28(4), 1781-1790. https://doi.org/10.1007/s11274-011-0993-y
Massé, M., Bourgeois, O., Le Mouélic, S., Verpoorter, C., Spiga, A., & Le Deit, L. (2012). Wide distribution and glacial origin of polar gypsum on Mars. <i>Earth and Planetary Science Letters</i> , 317-318, 44-55.
McNamara, C. J., Perry IV, T. D., Bearce, K. A., Hernandez-Duque, G., & Mitchell, R. (2006). Epilithic and endolithic bacterial communities in limestone from a Maya archaeological site. <i>Microbial Ecology</i> , 51(1), 51-64.
Meslier, V., Casero, M. C., Dailey, M., Wierchos, J., Ascaso, C., Artieda, O., McCullough, P. R., & DiRuggiero, J. (2018). Fundamental drivers for endolithic microbial community assemblies in the hyperarid Atacama Desert. <i>Environmental Microbiology</i> , 20(5), 1765-1781.
Němečková, K., Culka, A., & Jehlička, J. (2022). Detecting pigments from gypsum endoliths using Raman spectroscopy: From field prospection to laboratory studies. <i>Journal of Raman Spectroscopy</i> , 53(3), 630-644.
Němečková, K., Culka, A., Němec, I., Edwards, H. G. M., Mareš, J., & Jehlička, J. (2021). Raman spectroscopic search for scytonemin and gloeocapsin

in endolithic colonizations in large gypsum crystals. <i>Journal of Raman Spectroscopy</i> , 52(12), 2633-2647.
Nžmežková, K., Jehlička, J., & Culka, A. (2020). Fast screening of carotenoids of gypsum endoliths using portable Raman spectrometer (Messinian gypsum, Sicily). <i>Journal of Raman Spectroscopy</i> , 51(7), 1127-1137.
Popović, S., Nikolić, N., Predojević, D., Jakovljević, O., Rača, T., Anđelković, A., & Subakov Simić, G. (2021). ENDOLITHIC PHOTOTROPHS: EXAMPLES FROM CAVE-LIKE ENVIRONMENTS. In Kragujevac J. Sci (Vol. 43).
Rull, F., Maurice, S., Hutchinson, I., Moral, A., Perez, C., Diaz, C., Colombo, M., Belenguer, T., Lopez-Reyes, G., Sansano, A., Forni, O., Parot, Y., Striebig, N., Woodward, S., Howe, C., Tarcea, N., Rodriguez, P., Seoane, L., Santiago, A., & Vago, J. L. (2017). The Raman Laser Spectrometer for the ExoMars Rover Mission to Mars. <i>Astrobiology</i> , 17(6), 627-654.
Sajjad, W., Ilahi, N., Kang, S., Bahadur, A., Zada, S., & Iqbal, A. (2022). Endolithic microbes of rocks, their community, function and survival strategies. In <i>International Biodeterioration and Biodegradation</i> (Vol. 169). Elsevier Ltd.
Schiffman, P., & Roeske, S. (2001). <i>Electron Microprobe Analysis of Minerals</i> .
Shkolyar, S., & Farmer, J. D. (2018). Biosignature preservation potential in playa evaporites: Impacts of diagenesis and implications for mars exploration. <i>Astrobiology</i> , 18(11), 1460-1478.
Singh, J., Tripathi, R., & Thakur, I. S. (2014). Characterization of endolithic cyanobacterial strain, <i>Leptolyngbya</i> sp. ISTCY101, for prospective recycling of CO ₂ and biodiesel production. <i>Bioresource Technology</i> , 166, 345-352.
Stivaletta, N., & Barbieri, R. (2008). Endoliths in terrestrial arid environments: implications for astrobiology. In J. Seckbach & M. Walsh (Eds.), <i>Fossils to Astrobiology: Records of Life on Earth and Search for Extraterrestrial Biosignatures</i> (Vol. 1, pp. 319-333).

Takaichi, S., & Mochimaru, M. (2007). Carotenoids and carotenogenesis in cyanobacteria: Unique ketocarotenoids and carotenoid glycosides. In Cellular and Molecular Life Sciences (Vol. 64, Issues 19;20, pp. 2607;2619). https://doi.org/10.1007/s00018-007-7190-z
Vítek, P., Ascaso, C., Artieda, O., & Wierzechos, J. (2016). Raman imaging in geomicrobiology: endolithic phototrophic microorganisms in gypsum from the extreme sun irradiation area in the Atacama Desert. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 408(15), 4083;4092. https://doi.org/10.1007/s00216-016-9497-9
Vítek, P., Jehlička, J., Ascaso, C., Mažek, V., Gómez-Silva, B., Olivares, H., & Wierzechos, J. (2014). Distribution of scytonemin in endolithic microbial communities from halite crusts in the hyperarid zone of the Atacama Desert, Chile. FEMS Microbiology Ecology, 90(2), 351;366. https://doi.org/10.1111/1574-6941.12387
Wemheuer, F., Taylor, J. A., Daniel, R., Johnston, E., Meinicke, P., Thomas, T., & Wemheuer, B. (2020). Tax4Fun2: Prediction of habitat-specific functional profiles and functional redundancy based on 16S rRNA gene sequences. Environmental Microbiomes, 15(1). https://doi.org/10.1186/s40793-020-00358-7
Westall, F., Foucher, F., Bost, N., Bertrand, M., Loizeau, D., Vago, J. L., Kminek, G., Gaboyer, F., Campbell, K. A., Bréhéret, J.-G., Gautret, P., & Cockell, C. S. (2015). Biosignatures on Mars: What, Where, and How? Implications for the Search for Martian Life. Astrobiology, 15(11).
Wierzechos, J., Ascaso, C., & McKay, C. P. (2006a). Endolithic Cyanobacteria in Halite Rocks from the Hyperarid Core of the Atacama Desert (Vol. 1, Issue 4).
Wierzechos, J., Ascaso, C., & McKay, C. P. (2006b). Endolithic Cyanobacteria in Halite Rocks from the Hyperarid Core of the Atacama Desert. Astrobiology, 1(4), 1.
Wierzechos, J., Casero, M. C., Artieda, O., & Ascaso, C. (2018). Endolithic microbial habitats as refuges for life in polyextreme environment of the Atacama Desert. In Current Opinion in Microbiology (Vol. 43, pp. 124;131). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.mib.2018.01.003
Wierzechos, J., DiRuggiero, J., Vítek, P., Artieda, O., Souza-Egipsy, V., Zkaloud, P., Tisza, M. J., Davila, A. F., Vilchez, C., Garbayo, I., & Ascaso, C. (2015). Adaptation strategies of endolithic chlorophototrophs to survive the hyperarid and extreme solar radiation environment of the Atacama Desert. Frontiers in Microbiology, 6(SEP). https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00934
Wong, F. K. Y., Lau, M. C. Y., Lacap, D. C., Aitchison, J. C., Cowan, D. A., & Pointing, S. B. (2010). Endolithic microbial colonization of limestone in a high-altitude arid environment. Microbial Ecology, 59(4), 689;699. https://doi.org/10.1007/s00248-009-9607-8

ARCHIVOS ADJUNTOS

Plan_operativo_Proyecto_Ariel_Oswaldo_Cadena_Sanchez.xlsx
CARTA_DE_COMPROMISO_(Todas_las_firmas).pdf
Certificados_Estudiantiles_-_Semillero_Ciclos_Biogeoquimicos.pdf
Contrapartida_SSJ_-_Conv._Semilleros_-_Facultad_Ciencias_Medellin.pdf
Aval_Prof_Ariel_Conv_Semilleros_2023.pdf
Aval_Semillero_SSJ-2023.pdf
Proyecto_Endoliticos_-_Apoyo_Semilleros_Facultad_Ciencias_2023.pdf
Aval_Semillero_SSJ-2023.pdf

Yo, ARIEL OSWALDO CADENA SANCHEZ investigador(a) principal del proyecto: Exploración geoquímica de pigmentos protectores endolíticos en yesos: Implicaciones Astrobiológicas declaro:

- Conozco los términos de referencia de la convocatoria: Convocatoria de Apoyo a Semilleros de investigación activos de la Facultad de Ciencias 2023 .
- Que junto con todos los participantes de este proyecto aceptamos y cumplimos todos los requisitos estipulados en los términos de referencia y renunciamos a cualquier reclamación por ignorancia o errónea interpretación de estos documentos

ARIEL OSWALDO CADENA SANCHEZ

RESPONSABLE DEL PROYECTO