

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS

**IDENTIFICACIÓN DE MICROORGANISMOS Y FORMACIÓN DE
BIOPELÍCULAS *IN VITRO* EN MATERIAL LÍTICO DEL PARQUE
ARQUEOLÓGICO DE SACSAYHUAMAN-CUSCO**

PRESENTADO POR:

- Br. YURI NILTON CJUNO HUAMAN
- Br. ROGELIO SICLLA VILLANUEVA

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGO

ASESORA:

Blga. ELENA EMPERATRIZ MADERA TUPAYACHI

Financiado por el Programa Yachayninchis Wiñarinanpaq de la UNSAAC

CUSCO-PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: IDENTIFICACION DE MICROORGANISMOS Y FORMACION DE BIODELICULAS IN VITRO EN MATERIAL LITICO DEL PARQUE ARQUEOLOGICO DE SACSAYHUAMAN -CUSCO

presentado por: YURI NILTON CEJUNO HUAMAN con DNI Nro.: 43002389... presentado por: ROGELIO SICLA VILLANUEVA con DNI Nro.: 44742543... para optar el título profesional/grado académico de BIOLOGO

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 10 de Julio de 2024


Firma

Post firma ELENO EMPERADIZ MADERA TUPAYACHI

Nro. de DNI 23830621

ORCID del Asesor 0000-0002-5349-461X

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:365600895

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS ROGELIO SICLLA y YURI CJUNO.p
df**

RECUENTO DE PALABRAS

38101 Words

RECUENTO DE PÁGINAS

148 Pages

FECHA DE ENTREGA

Jul 10, 2024 11:17 AM GMT-5

RECUENTO DE CARACTERES

226210 Characters

TAMAÑO DEL ARCHIVO

9.0MB

FECHA DEL INFORME

Jul 10, 2024 11:20 AM GMT-5**● 9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente

RESUMEN

El presente estudio se realizó el año 2022 en el Parque Arqueológico de Sacsayhuaman (P.A.S.) en la ciudad del Cusco. El objetivo fue cuantificar e identificar los microorganismos presentes en las biopelículas de materiales líticos, así como evaluar la formación de biopelículas *in vitro* con algas aisladas en material lítico de este monumento. Las diferentes etapas del estudio se desarrollaron en el laboratorio de biología celular C-270 de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. La cuantificación de microorganismos mesófilos aerobios viables (MAV) fue entre un rango de: 4×10^4 a 80×10^4 UFC/mL, *Bacillus* de 2×10^3 a 120×10^3 UFC/mL, *Pseudomonas* de 5×10^3 a 60×10^3 UFC/mL, Enterobacterias de 7×10^3 a 92×10^3 UFC/mL y hongos filamentosos de 3×10^3 a 50×10^3 UFC/mL. Los microorganismos identificados fueron, especies de bacterias: *Bacillus firmus*, *B. subtilis*, *B. cereus*, *B. megaterium*, *Pseudomonas cepacia*, *P. mallei*, *P. putida*, *Serratia marcescens*, *Klebsiella* sp, *Hapnia alvei* y *Proteus vulgaris*. Generos de hongos: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* y *Alternaria*. Y finalmente, los generos de algas: *Klebsormidium*, *Botrydiopsis*, *Chlorella*, *Cladophora*, *Chlorococcum*, *Coelastrum*, *Chlorosarcinopsis*, *Aphanocapsa*, *Calothrix*, *Cylindrospermum*, *Leptolyngbya*, *Nostoc*, *Phormidium*, *Synechocystis*, *Stigonema* y *Anabaena*.

Para la evaluación de formación de biopelículas *in vitro* en material lítico del P.A.S. se empleó algas aisladas en la etapa de identificación, aplicándose inóculos de 1 mL de estas algas en fase de crecimiento logarítmico (FCL) como tratamientos sobre material lítico (cupones de roca caliza de $4 \times 4 \times 2 \text{ cm}^3$). Se implementaron 3 grupos con dos repeticiones por cada grupo: grupo P (control) sin inoculación de algas, grupo Q (un genero) con inóculo de *Chlorococcum* y Grupo R (tres generos) con inóculo de mezcla de *Chlorococcum*, *Nostoc* y *Cylindrospermum*. Los grupos se ambientaron a condiciones constantes de humedad relativa (HR): 100% (dH_2O estéril, pH: 7), temperatura (T°): 22°C , cantidad de luz: $9,33 \pm 0,35 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, foto periodo (FP): 16:8 h (luz: oscuridad) y sin adición de nutrientes, por un periodo de 5 meses. Los resultados se evaluaron en tres periodos (1er, 3er y 5to mes) por dos métodos: Cuantitativos, se midió el área formada por crecimiento de biopelículas en la superficie del material lítico (16 cm^2) obteniéndose los promedios de las repeticiones, con el genero *Chlorococcum*: 6,98; 9,85 y $13,40 \text{ cm}^2$ y para tres generos (*Chlorococcum*, *Nostoc* y *Cylindrospermum*) 3,68; 9,60 y $12,20 \text{ cm}^2$ al 1er, 3er y 5to meses respectivamente. Estos resultados se analizaron mediante ANOVA encontrándose únicamente diferencia significancia en el factor tiempo para la formación de biopelículas = 0,01 ($p < 0,05$). Cualitativamente las biopelículas formadas fueron evaluadas por

técnicas de observación microscópica y tinción con azul de Alcian, se observó la disposición de exopolisacáridos (EPS) en las biopelículas formadas, encontrándose en el tratamiento con: *Chlorococcum* mucilagos de apariencia fina dispuesta alrededor de su pared celular, y sus biopelículas formadas tienen aspecto homogéneo, cohesivo entre células. En el tratamiento con *Chlorococcum*, *Nostoc* y *Cylindrospermum* se observa vainas alrededor de los tricomas de *Nostoc*, en *Cylindrospermum* se observa una fina capa de mucilago sobre los tricomas a sí mismo en ambos casos se observo mucilagos no definidos dispersos alrededor de estas dos últimas. Las biopelículas resultantes de este tratamiento tienen aspecto heterogéneo voluminosos.

Palabras clave: Biopelículas, microorganismos, material lítico, Parque Arqueológico de Sacsayhuaman, azul de Alcian.