

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE FÍSICA



TESIS

**INMOVILIZACIÓN DEL GEN BCR-ABL EN UN SUSTRATO
CONDUCTOR DE CARBONO RECUBIERTO POR UNA CAPA DE
ORO PARA LA DETECCIÓN DEL LEUCEMIA MIELOIDE
CRÓNICA EN EL LABORATORIO DE BIOTECHCELL SAC, 2024**

PRESENTADO POR:

Br. JUAN CARLOS CAMANI COLLANA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE FÍSICO**

ASESOR:

Mgt. GONZALO SUAREZ SANCHEZ

CO-ASESOR:

Dr. DAVID ALFONSO LAVAN QUIROZ

CUSCO – PERU

2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Mgt. GONZALO SUAREZ SANCHEZ.....
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: INMOVILIZACIÓN DEL GEN BCR - ABL.....
EN UN SUSTRATO CONDUCTOR DE CARBONO RECUBIERTO POR.....
UNA CAPA DE ORO PARA LA DETECCIÓN DEL LEUCEMIA MIELOIDE.....
CRÓNICA EN EL LABORATORIO DE BIOTECHCELL SAC, 2024......

Presentado por: JUAN CARLOS CAMANI ECOLLANA..... DNI N° 73607386 ;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de Físico.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8 %.

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 sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación 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 las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 10 de Julio de 2026

[Firma]
Firma

Post firma GONZALO SUAREZ SANCHEZ

Nro. de DNI 4160985

ORCID del Asesor 0000-0003-0542-5203

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: **oid:** 27259:606692621

INMOVILIZACIÓN DEL GEN BCR-ABL EN UN SUSTRATO CONDUCTOR DE CARBONO RECUBIERTO POR UNA CAPA DE ...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:606692621

Fecha de entrega

9 jul 2026, 4:08 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

9 jul 2026, 6:02 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

INMOVILIZACIÓN DEL GEN BCR-ABL EN UN SUSTRATO CONDUCTOR DE CARBONO RECUBIERTO P....pdf

Tamaño del archivo

8.0 MB

164 páginas

38.494 palabras

209.571 caracteres

8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 9 palabras)

Exclusiones

- N.º de fuentes excluidas
- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 6%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Resumen

La leucemia mieloide crónica (LMC) es una neoplasia hematológica asociada a la presencia del gen de fusión *BCR-ABL*, cuyo diagnóstico temprano es fundamental para el tratamiento oportuno. En este contexto, el presente trabajo desarrolla un biosensor electroquímico basado en un sustrato conductor de carbono recubierto con oro para la detección de ADN mediante espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS).

Inicialmente, se formularon los modelos de impedancia del circuito de Randles en sus configuraciones ideal y real, los cuales fueron simulados para analizar el comportamiento electroquímico del sistema y establecer condiciones experimentales adecuadas. A partir de estos resultados, se diseñó un protocolo de inmovilización del ADN sobre la superficie del electrodo. Se evaluaron dos protocolos experimentales, donde el primero no evidenció variaciones significativas en la resistencia de transferencia de carga (R_{ct}), mientras que el segundo permitió obtener una respuesta electroquímica diferenciada.

Se analizaron condiciones de *Perfect Match* (PM), *Missmatch* (MM) y control (PBS 1X). Los resultados mostraron un incremento significativo de R_{ct} en las muestras PM, asociado a la hibridación específica del ADN, mientras que en las condiciones MM y control no se observaron variaciones relevantes, evidenciando la selectividad del sistema.

Asimismo, se estableció una relación cuantitativa entre la concentración de ADN, determinada mediante fluorometría (Qubit), y la respuesta impedimétrica del biosensor, obteniéndose una correlación logarítmica con un coeficiente de determinación de $R^2 = 0,9468$, en un rango de 300 a 2000 ng/mL, lo que evidencia la capacidad del sistema para la inmovilización, detección y cuantificación electroquímica del gen *BCR-ABL*.

Palabras clave: Inmovilización, Leucemia mieloide crónica, Gen BCR-ABL, Resistencia de transferencia de carga.

Abstract

Chronic myeloid leukemia (CML) is a hematological neoplasm associated with the presence of the BCR-ABL fusion gene, whose early diagnosis is essential for timely treatment. In this context, the present study develops an electrochemical biosensor based on a carbon conductive substrate coated with gold for DNA detection using electrochemical impedance spectroscopy (EIS).

Initially, impedance models of the Randles circuit, in both ideal and real configurations, were formulated and simulated to analyze the electrochemical behavior of the system and to establish suitable experimental conditions. Based on these results, a DNA immobilization protocol on the electrode surface was designed. Two experimental protocols were evaluated: the first did not show significant variations in the charge transfer resistance (R_{ct}), whereas the second enabled a clearly differentiated electrochemical response.

Experimental conditions included Perfect Match (PM), Mismatch (MM), and control (PBS 1X). The results demonstrated a significant increase in R_{ct} for PM samples, attributed to specific DNA hybridization, while MM and control conditions showed no relevant variations, confirming the selectivity of the system.

Furthermore, a quantitative relationship between DNA concentration, determined by fluorometry (Qubit), and the biosensor's impedance response was established. A logarithmic correlation was obtained with a coefficient of determination of $R^2 = 0,9468$ within a range of 300 to 2000 ng/mL, demonstrating the system's capability of the system for the immobilization, detection, and electrochemical quantification of the *BCR-ABL* gene.

Keywords: Immobilization, Chronic myeloid leukemia, BCR-ABL gene, Charge transfer resistance.