



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Ciencias Biológicas**

**Escuela Profesional de Genética y Biotecnología**

**Niveles de trehalosa en *Acidithiobacillus ferrooxidans* y  
*Acidithiobacillus ferrivorans* a bajas temperaturas de  
crecimiento**

**TESIS**

Para optar el Título Profesional de Bióloga Genetista  
Biotecnóloga

**AUTOR**

Maria Isabel CASTAÑEDA FERNANDEZ

**ASESOR**

Pablo RAMIREZ ROCA

Lima, Perú

2022

## Referencia bibliográfica

---

Castañeda, M. (2022). *Niveles de trehalosa en Acidithiobacillus ferrooxidans y Acidithiobacillus ferrivorans a bajas temperaturas de crecimiento*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Genética y Biotecnología]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---

## Metadatos complementarios

| <b>Datos de autor</b>            |   |
|----------------------------------|---|
| Nombres y apellidos              | Maria Isabel Castañeda Fernandez  |
| Tipo de documento de identidad   | DNI   |
| Número de documento de identidad | 74689095  |
| URL de ORCID                     | <a href="https://orcid.org/0000-0003-0163-7460">https://orcid.org/0000-0003-0163-7460</a> |
| <b>Datos de asesor</b>           |   |
| Nombres y apellidos              | Pablo Sergio Ramirez Roca   |
| Tipo de documento de identidad   | DNI   |
| Número de documento de identidad | 06183797  |
| URL de ORCID                     | <a href="https://orcid.org/0000-0001-9309-7021">https://orcid.org/0000-0001-9309-7021</a> |
| <b>Datos del jurado</b>          |   |
| <b>Presidente del jurado</b>     |   |
| Nombres y apellidos              | Fanny Elizabeth Lazo Manrique   |
| Tipo de documento                | DNI   |
| Número de documento de identidad | 07186191  |
| <b>Miembro del jurado 1</b>      |   |
| Nombres y apellidos              | Edith Fanincia Rodriguez Quispe   |
| Tipo de documento                | DNI   |
| Número de documento de identidad | 09202308  |
| <b>Miembro del jurado 2</b>      |   |
| Nombres y apellidos              | Miguel Ángel Neira Gonzáles   |
| Tipo de documento                | DNI   |
| Número de documento de identidad | 09640619  |
| <b>Datos de investigación</b>    |   |
| Línea de investigación           | B.2.6.1. Biotecnología de enzimas   |

|  |  |
|--|--|
| Grupo de investigación                                 | Genómica Funciona de Microorganismos y Biorremediación - MICROGEN  |
| Agencia de financiamiento                              | Perú. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Concytec). Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (Fondecyt). Contrato N° 041-2018-FONDECYT-BM-IADT-AV.  |
| Ubicación geográfica de la investigación               | Edificio: Facultad de Ciencias Biológicas de la UNMSM, Laboratorio de Microbiología Molecular y Biotecnología (LMMB)<br>País: Perú<br>Departamento: Lima<br>Provincia: Lima<br>Distrito: Lima<br>Latitud: -12.0598543<br>Longitud: -77.0821696 |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación | 2020 - 2021  |
| URL de disciplinas OCDE                                | Biología celular, Microbiología<br><a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.01</a>   |



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
(Universidad del Perú, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ACTA DE SESIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGA  
GENETISTA BIOTECNÓLOGA  
(MODALIDAD: SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS)**

Siendo las 10:03 horas del 07 de abril de 2022, en el Salón de Grados Virtual de la Facultad de Ciencias Biológicas cuya dirección electrónica fue <https://us06web.zoom.us/j/89040766890?pwd=cGEzZG5rNjdTZnVYQjdtZXc0ZjIwZz09>, y en presencia del Jurado formado por los profesores que suscriben, se inició la sesión para optar al **Título Profesional de Bióloga Genetista Biotecnóloga** de **MARIA ISABEL CASTAÑEDA FERNANDEZ**.

Luego de dar lectura y conformidad al expediente N° UNMSM-20210005645, la titulando expuso su Tesis: “**NIVELES DE TREHALOSA EN *Acidithiobacillus ferrooxidans* Y *Acidithiobacillus ferrivorans* A BAJAS TEMPERATURAS DE CRECIMIENTO**”, y el Jurado efectuó las preguntas del caso calificando la exposición con la nota 18, calificativo: Aprobado con mención honrosa.

Finalmente, el expediente será enviado a la Escuela Profesional de Genética y Biotecnología y al Consejo de Facultad para que se apruebe otorgar el **Título Profesional de Bióloga Genetista Biotecnóloga** a **MARIA ISABEL CASTAÑEDA FERNANDEZ** y se eleve lo actuado al Rectorado para conferir el respectivo grado, conforme a ley.

Siendo las 11:16 horas se levantó la sesión.

Ciudad Universitaria, 07 de abril de 2022.

---

**Dra. FANNY LAZO MANRIQUE**  
(PRESIDENTA)

---

**Dr. PABLO RAMIREZ ROCA**  
(ASESOR)

---

**Mg. EDITH RODRIGUEZ QUISPE**  
(MIEMBRO)

---

**Blgo. MIGUEL NEIRA GONZALES**  
(MIEMBRO)

## 1. RESUMEN

La trehalosa es un carbohidrato conocido por su función protectora frente a diferentes tipos de estrés y como fuente de almacenamiento de carbono en procariontes. Se han descrito cuatro rutas de síntesis en *Acidithiobacillus ferrivorans* y dos en *Acidithiobacillus ferrooxidans*; sin embargo, hasta el momento se desconoce la función exacta que cumple en estos microorganismos. En este contexto, se cuantificó la trehalosa en tres medios de cultivo y a temperaturas de 28°C y 15°C con el fin de evaluar la variación en la producción.

Se realizaron cinéticas de crecimiento de ambas cepas para determinar la fase estacionaria temprana. A 28°C, en *Acidithiobacillus ferrooxidans* ATCC 23270™ crecido en medio 9K modificado con ion ferroso, la fase estacionaria temprana fue a las 64 horas, con sulfuro de zinc fue a los 7 días y con sulfuro de cobre, a los 14 días; mientras que para *A. ferrivorans* fue a las 72 horas, 7 días y 14 días, respectivamente para cada medio. A 15°C, la fase estacionaria en *Acidithiobacillus ferrooxidans* en medio 9K modificado con ion ferroso fue de 7 días, con sulfuro zinc de 12 días y con sulfuro cobre de 42 días; mientras que para *A. ferrivorans* fue de 10, 12 y 49 días, respectivamente.

Se analizó la concentración de trehalosa en esta fase, mediante un método enzimático (Reina-Bueno et al., 2012). Además, las proteínas totales en el sobrenadante se cuantificaron utilizando el método de Bradford (1976). Ambas cepas de *Acidithiobacillus* mostraron una elevada producción de trehalosa en medio 9K con ion ferroso, siendo mayor en *Acidithiobacillus ferrivorans* CF27 con 0.34  $\mu\text{mol/mg}$  de proteína, mientras que en *Acidithiobacillus ferrooxidans* fue de 0.31  $\mu\text{mol/mg}$  de proteína. En sulfuro de cobre fue de 0.02 y 0.03  $\mu\text{mol/mg}$  de proteína, respectivamente. A 15°C no se detectó la presencia de trehalosa mediante el método enzimático en los tres medios de cultivo analizados.

**Palabras Claves:** *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Acidithiobacillus ferrivorans*, trehalosa, ensayo enzimático, temperatura.

## 2. ABSTRACT

Trehalose is a carbohydrate known for its protective function against different types of stress and as a source of carbon storage in prokaryotes. Four synthesis routes have been described in *Acidithiobacillus ferrivorans* and two in *Acidithiobacillus ferrooxidans*; however, so far, the exact function it fulfills is unknown. In this context, trehalose was quantified in three different culture media and a temperature of 28°C and 15°C, to evaluate the variation in the production of this carbohydrate.

Growth kinetics of both strains were performed to determine the early stationary phase. At 28°C, this was, in *Acidithiobacillus ferrooxidans* ATCC 23270™ and 9K modified medium with ferrous ion, 64 hours, with zinc sulfide was 7 days and with copper sulfide was 14 days; while for *Acidithiobacillus ferrivorans* CF27 it was 72 hours, 7 days, and 14 days, respectively. At 15°C, the stationary phase in *Acidithiobacillus ferrooxidans* in a 9K modified medium with ferrous ion was 7 days, with zinc sulfide was 12 days and with copper sulfide was 42 days; while for *A. ferrivorans* CF27, it was 10 days, 12 days, and 49 days, respectively.

The trehalose concentration in this phase was analyzed, using an enzymatic method (Reina-Bueno et al., 2012). Additionally, total proteins in the supernatant were quantified using the method of Bradford (1976). A higher production of trehalose was found by both *Acidithiobacillus* strains in 9K medium with ferrous iron, being higher in *Acidithiobacillus ferrivorans* CF27 with 0.34 µmol/mg protein, while in *Acidithiobacillus ferrooxidans* ATCC 23270™ it was 0.31 µmol/mg protein; while in copper sulfide it was 0.02 and 0.03 µmol/mg protein, respectively. At 15°C, the presence of trehalose was not detected by the enzymatic method in all the culture media analyzed.

**Keywords:** *Acidithiobacillus ferrooxidans*, *Acidithiobacillus ferrivorans*, trehalose, enzymatic assay, temperature.