



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Trabajo de fin de Carrera titulado:

Producción de Biohidrógeno a Partir de Residuos Sólidos Orgánicos del Distrito Metropolitano de Quito con Fines de Aprovechamiento Energético

Realizado por:

PAMELA ALEJANDRA LÓPEZ NÁJERA

Director del proyecto:

Ing. Katty Coral Carrillo PhD.

Ing. Miguel Martínez Fresneda Mestre PhD.

**Como requisito para la obtención del título de:
INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA**

QUITO, 23 de marzo del 2026

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, **Pamela Alejandra López Nájera**, ecuatoriana, con Cédula de ciudadanía N° **1725756181**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional, y se basa en las referencias bibliográficas descritas en este documento.

A través de esta declaración, cedo los derechos de propiedad intelectual a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.

**Pamela
Alejandra López
Nájera**

Firmado digitalmente por
Pamela Alejandra López
Nájera
Fecha: 2026.03.31 13:21:54
-05'00'

PAMELA ALEJANDRA LÓPEZ NÁJERA

C.I.: 1725756181

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

**KATTY
VERONICA
CORAL
CARRILLO**

Firmado
digitalmente por
KATTY VERONICA
CORAL CARRILLO
Fecha: 2026.04.08
10:23:44 -05'00'

Ing. Katty Coral Carrillo PhD.

**Miguel
Martínez-
Fresneda
Mestre**

Firmado
digitalmente por
Miguel Martínez-
Fresneda Mestre
Fecha: 2026.04.08
10:27:53 -05'00'

Ing. Miguel Martínez Fresneda Mestre PhD.

LOS PROFESORES INFORMANTES:

Ph.D. Johanna Medrano Barboza

MSc. Manuel Andrés Herrera Yela

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador.

**JOHANNA
LUCÍA
MEDRANO
BARBOZA** Firmado
digitalmente por
JOHANNA LUCÍA
MEDRANO
BARBOZA
Fecha: 2026.04.08
11:09:16 -05'00'

Ing. Johanna Medrano, PhD.



Firmado electrónicamente por:
**MANUEL ANDRES
HERRERA YELA**

Validar únicamente con FirmaEC

Ing. Manuel Herrera, MSc.

Quito, 23 de Marzo de 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Pamela Alejandra
López Nájera



Firmado digitalmente por Pamela
Alejandra López Nájera
Fecha: 2026.03.31 13:22:19 -05'00'

PAMELA ALEJANDRA LÓPEZ NÁJERA

C.I.: 1725756181

Artículo de tesis

Producción de Biohidrógeno a Partir de Residuos Sólidos Orgánicos del Distrito Metropolitano de Quito con Fines de Aprovechamiento Energético

Pamela López Nájera¹, Miguel Martínez Fresneda² Katty Coral-Carrillo²

¹ Carrera de ingeniería en Biotecnología Facultad de Ciencias de la Salud, UISEK; pamela.lopez@uisek.edu.ec

* Autor de Correspondencia: katty.coral@uisek.edu.ec; Tel.: +593 983084617

Resumen: Los residuos sólidos orgánicos (RSO) representan una fracción abundante y subutilizada en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), con un potencial significativo para su valorización energética mediante fermentación oscura. Esta investigación evaluó el potencial teórico de producción de biohidrógeno a partir de RSO locales mediante un enfoque integrado que combinó caracterización fisicoquímica, análisis metagenómico 16S rRNA, inferencia funcional con PICRUST2 y simulación de procesos en SuperPro Designer. La caracterización tipológica y fisicoquímica evidenció una alta proporción de carbohidratos fermentables, especialmente provenientes de frutas y verduras, junto con un pH cercano a la neutralidad y elevada carga orgánica (DQO), condiciones favorables para procesos fermentativos anaerobios. El análisis metataxonómico reveló comunidades dominadas por *Firmicutes*, *Proteobacteria* y *Bacteroides*, con géneros clave como *Clostridium*, *Enterobacter* y *Bacillus*, ampliamente reportados como productores de hidrógeno. La predicción funcional identificó enzimas asociadas a rutas fermentativas relevantes, incluyendo hidrogenasas y piruvato-ferredoxina oxidorreductasa, confirmando la presencia de rutas metabólicas compatibles con la producción de H₂. Finalmente, la simulación de proceso permitió cuantificar el potencial energético bajo condiciones ideales de operación, obteniendo 25.81 kg de hidrógeno por lote con pureza del 100% en la corriente dedicada a la recuperación. Este valor integra efectos combinados de pretratamiento, hidrólisis y fermentación, proporcionando una aproximación realista al rendimiento esperable en escenarios piloto. En conjunto, los resultados demuestran que los RSO del DMQ poseen las características bioquímicas, microbianas y funcionales necesarias para sustentar la producción de biohidrógeno, respaldando su potencial como recurso energético renovable y estableciendo una base técnica para futuros estudios experimentales y de escalamiento industrial.

Palabras clave: Energías renovables, residuos biodegradables, PICRUST2, fermentación oscura, metataxonomía, Ecuador.

Abstract: Organic solid waste (OSW) is an abundant yet underutilized resource in the Metropolitan District of Quito (DMQ) that has significant potential for energy recovery through dark fermentation. This study evaluated the theoretical hydrogen production potential of local OSW using a method that integrated physicochemical characterization, 16S rRNA metagenomic analysis, functional inference with PICRUST2, and process simulation with SuperPro Designer. Physicochemical and typological analyses revealed a high proportion of fermentable carbohydrates, particularly from fruits and vegetables, as well as a near-neutral pH and an elevated organic load (COD). These are all favorable conditions for anaerobic fermentative processes. Metataxonomic profiling showed that microbial communities were dominated by the phyla Firmicutes, Proteobacteria, and Bacteroidota, including the genera *Clostridium*, *Enterobacter*, and *Bacillus*, which are widely recognized as hydrogen producers. Functional prediction identified enzymes associated with essential fermentative pathways, including hydrogenases and pyruvate-ferredoxin oxidoreductase, confirming the presence of metabolic routes compatible with hydrogen generation. Additionally, process simulation quantified the energetic potential under ideal operating conditions: 25.81 kg of 100% pure hydrogen per batch in the dedicated recovery stream. This value considers the combined effects of pretreatment, hydrolysis, and fermentation, providing a realistic estimate of performance in pilot-scale scenarios. The results demonstrate that OSW from the DMQ has biochemical composition, native microbial communities, and functional enzymatic potential necessary for dark fermentation processes. These findings support the feasibility of using Quito's urban organic waste as a renewable hydrogen resource. They also establish the technical foundation for future experimental validation, optimization of pretreatment strategies, kinetic modeling, and industrial-scale implementation.

Keywords: Renewable energies, biodegradable waste, dark fermentation, metataxonomy, PICRUSt2, Ecuador.