

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN JUNIOR PIJ-15-16

"Estudio del proceso de extracción y caracterización de inulina a partir tubérculos ecuatorianos por métodos convencionales y no convencionales"

En la ciudad de Quito D.M., a los veintisiete días del mes de marzo del año dos mil veintitrés, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto de Investigación Junior **PIJ-15-16 "Estudio del proceso de extracción y caracterización de inulina a partir tubérculos ecuatorianos por métodos convencionales y no convencionales"**, por una parte, la **Dra. Alexandra Patricia Alvarado Cevallos** en calidad de **Vicerrectora de Investigación, Innovación y Vinculación** de la Escuela Politécnica Nacional, y por otra la **M.Sc. Lorena Imelda Jaramillo Bolaños** en calidad de **Directora del Proyecto de Investigación Junior Pij-15-16**, al tenor de lo siguiente:

1. ANTECEDENTES:

- a) El 4 de mayo de 2015, el Consejo de Investigación y Proyección Social mediante Resolución 22, aprueba el Cronograma de la Convocatoria para la presentación de Proyectos de Investigación Internos, Semilla, Junior y Multi e Interdisciplinarios 2015.
- b) El 21 de septiembre de 2015, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación y Proyección Social, mediante Resolución 53, se aprobaron los proyectos de la Convocatoria 2015, entre ellos el proyecto Junior *"Estudio del proceso de extracción y caracterización de inulina a partir tubérculos ecuatorianos por métodos convencionales y no convencionales"*, presentado por la M.Sc. Lorena Jaramillo.
- c) Mediante Memorando EPN-DIPS-2015-0294-M del 17 de septiembre de 2015, la Dirección de Investigación y Proyección Social notifica a la Jefatura del Departamento de Química - DIQ, los proyectos de la Convocatoria 2015 aprobados del DIQ, entre ellos el Pij-15-16 *"Estudio del proceso de extracción y caracterización de inulina a partir tubérculos ecuatorianos por métodos convencionales y no convencionales"* de la M.Sc. Lorena Jaramillo.
- d) Mediante Memorando EPN-VIPS-2016-0593-M del 31 de mayo de 2016, el Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social da a conocer a los directores de los proyectos de la Convocatoria 2015, que se considerará como fecha oficial de inicio de los proyectos el 1 de junio de 2016, pero que, sin embargo, en caso de que los proyectos hayan declarado en las planificaciones académicas el inicio del proyecto en una fecha anterior, se informe a la Dirección de Investigación y Proyección Social.
- e) Mediante Memorando EPN-PIJ-15-16-2016-0007-M del 16 de junio de 2016, la M.Sc. Lorena Jaramillo, Directora del Proyecto Pij-15-16, da a conocer al Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social, que el proyecto que dirige inició el primero de abril de 2016.
- f) Mediante Memorando EPN-VIPS-2017-0739-M del 10 de abril de 2017, el Vicerrectorado de Investigación y Proyección Social, notifica a los directores de los proyectos de investigación junior 2015, la Resolución R036/17 del 20 de marzo de 2017 de Consejo de Investigación y Proyección Social, mediante la cual se aprueba la solicitud de prórroga de los proyectos de investigación de la convocatoria 2015, siendo la nueva fecha de finalización de los proyectos junior 2015, el 31 de diciembre de 2018.

2) DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

Código de Proyecto	PIJ-15-16
Nombre del Proyecto	Estudio del proceso de extracción y caracterización de inulina a partir tubérculos ecuatorianos por métodos convencionales y no convencionales
Directora del Proyecto	LORENA IMELDA JARAMILLO BOLAÑOS
Colaboradores del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • PAUL MARCELO POZO PALMA (de inicio a fin) • GLORIA MARIBEL LUNA AGUILERA (del 14 de octubre de 2016 hasta el 28 de febrero de 2017) • EDWIN RAFAEL VERA CALLE (del 14 de octubre de 2016 hasta el fin) • CLARA ALEJANDRA ERAZO SORIA (del 26 de septiembre de 2016 hasta el 17 de agosto de 2018) • MIGUEL FERNANDO ALDAS CARRASCO (del inicio al 14 de octubre de 2016)
Departamento	Ingeniería Química (DIQ)
Líneas de Investigación	Recursos orgánicos Control electrónico de potencia Ingeniería de procesos
Objetivo	Estudiar el proceso de extracción y caracterización de inulina a partir de tubérculos ecuatorianos por métodos convencionales y no convencionales
Duración del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Inicio: 1 de abril del 2016 • Fin planificado: 31 de marzo de 2018 • Prórroga ordinaria: hasta el 31 de diciembre de 2018 • Duración total: 33 meses
Entrega del Informe Final	29 de noviembre de 2022
Presupuesto asignado	\$ 79.734,62 USD
Presupuesto ejecutado	\$ 79.734,61 USD

3) INFORME FINAL:

Mediante Memorandos EPN-PIJ-15-16-2022-0002-M del 29 de noviembre de 2022, y, EPN-PIJ-15-16-2022-0003-M del 6 de diciembre de 2022, la M.Sc. Lorena Jaramillo, Directora del Proyecto de Investigación Junior PIJ-15-16, presenta el Informe Final del proyecto que dirige. Esta información es recibida y revisada por la Dirección de Investigación, se anexa y forma parte integrante del Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

CONCLUSIONES:

- En la obtención de Fructooligosacárido a partir de Jícama (*Smallanthus sonchifolius*) mediante Extracción Asistida por microondas, la cual se comparó con la extracción convencional. Las mejores condiciones de extracción fueron 90 W, 15:1 y 80 °C. Las mejores condiciones de purificación fueron pH 3,5 y concentración de carbón activo de 4 g/L. El rendimiento del material soluble fue 12,12 %, para la extracción asistida por microondas durante 13 minutos con un coeficiente de difusión de $8,25 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ y una concentración de fructooligosacáridos de 2,93 g/L. En la extracción convencional se obtuvo el mismo rendimiento a 40 minutos con un coeficiente de $2,62 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ y una concentración de 1,70 g/L. El grado de polimerización y peso molecular de fructooligosacáridos obtenidos por la extracción asistida por microondas fueron 8 y 2.740 g/mol, respectivamente; mientras que con la extracción convencional estos valores fueron 6 y 2.110 g/mol. Finalmente, se comprobó la obtención de fructooligosacáridos mediante los análisis FTIR, DSC y TGA realizados en las sustancias aisladas.
- Los resultados de la obtención de Inulina a partir de Cabuya (*Agave Americana*) mediante Extracción Asistida por Ultrasonido, mostraron que el meristemo tuvo la mayor cantidad de carbohidratos totales (83,8 %). En la EAU, las condiciones óptimas fueron 60 °C, 1:25 p/v y 71 mW/mL alcanzando un tiempo y rendimiento de extracción de 11,5 minutos y 65 %, respectivamente.

respectivamente. El coeficiente de difusión, peso molecular promedio (PMP) y grado de polimerización promedio (GPP) fueron $7,39 \text{ E}^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$, 5.923 g/mol y 37 unidades, respectivamente. Se obtuvo una recuperación y producción de inulina de 23,77 % y 9,16 %. Con la extracción convencional se alcanzó el mismo rendimiento de extracción (65 %) en 27 minutos. El coeficiente de difusión, PMP, GPP, recuperación y producción fueron $3,54 \text{ E}^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$, 6.314 g/mol , 39 unidades, 24,22 % y 9,60 %, respectivamente. El ultrasonido permitió un ahorro energético de aproximadamente 50 %. Finalmente, se confirmó la identidad de la inulina mediante los análisis de microscopía óptica, termogravimetría, calorimetría diferencial de barrido y espectrometría infrarroja con transformadas de Fourier.

- En la extracción de Inulina a partir de Cabuya (Agave Americana) mediante Extracción asistida por Campos Eléctricos Pulsados, se obtuvo que, el mayor índice de permeabilización y el menor gasto energético se alcanzaron a 5.000 V/cm, 0,5 ms, 10.000 pulsos y 20 %. En la EACEP a 60 °C y la EC a 80 °C se alcanzó el mismo rendimiento de extracción y aproximadamente la misma cantidad de inulina en el extracto. La menor recuperación y producción correspondieron a la inulina que se obtuvo mediante EACEP y que está constituida en más del 50 % por moléculas de inulina de alto grado de polimerización (GPP>10) que le permiten tener menores tasas de degradación de acuerdo al análisis TGA. Los análisis de FTIR corroboraron la presencia de inulina.

PRODUCTOS:

- **Artículo publicado:** "Extraction of Inulin from Andean Plants: An Approach to Non-Traditional Crops of Ecuador"; Escobar Ledesma Freddy R., Sánchez Moreno Vanessa E., Vera Edwin, Ciobotă, Valerian, Vargas Jentsch Paul, Jaramillo Lorena I.; Molecules (Indexado SCOPUS, Q1); ISSN: 14203049; DOI: 10.3390/molecules25215067; noviembre 2020.
- **Proyecto de Titulación de Ingeniero Químico:** "Obtención de cristales de inulina a partir de cuatro variedades de plantas de cultivo no tradicional del Ecuador"; Escobar Ledesma Freddy Rolando; URL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17438>; junio 2017.
- **Paper de Titulación de Ingeniero Químico:** "Obtención de fructooligosacáridos a partir de jícama (*smallanthus sonchifolius*) mediante extracción asistida por microondas"; Castillo García Bryan Daniel; URL: <https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=71818>; octubre 2018.
- **Paper de Titulación de Ingeniero Químico:** "Obtención de inulina a partir de cabuya (Agave americana) mediante la extracción asistida por ultrasonido"; Cando Guamialamá Wilmer Santiago; URL: <https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=71909>; noviembre 2018.
- **Paper de Titulación de Ingeniero Químico:** "Extracción de inulina a partir de Cabuya (agave americana) mediante extracción asistida por campos eléctricos pulsados"; Rivera Villagómez Alejandra Estefanía; URL: <https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=72976>; julio 2019.
- **Proyecto de Titulación de Ingeniero en Electrónica y Control:** "Diseño e implementación de una fuente generadora de campos eléctricos pulsados con variación de frecuencia, amplitud y relación de trabajo para ser usada en el estudio de extracción y caracterización de inulina a partir de tubérculos"; Ayala Santillán Andrés Rodrigo, Gavilanes Monar Marcos Esteban; URL: <https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=70418>; diciembre 2017.

Adicionalmente, la M.Sc. Lorena Jaramillo, directora del Proyecto de Investigación Junior PIJ-15-16, presenta como productos del proyecto:

- **Conferencia:** "*Extracción e Identificación del Componente Bioactivo Inulina a partir de Cabuya o Penco (Agave Americana)*"; Freddy Escobar, Lorena Jaramillo; I Congreso Internacional de Ingeniería Química; Ecuador, Chimborazo; julio 2017.
- **Conferencia:** "*Inulin extraction using different non-conventional techniques*"; L. I. Jaramillo, V. E. Sanchez, B. D. Castillo, W. S. Cando, E. Vera; 4th International Conference on Chemical Engineering; Canadá, Vancouver; septiembre 2018.
- **Ponencia:** "*Obtention of Oligofructans from Jicama (Pachyrhizus Erosus) Using Microwave Assisted Extraction*"; Bryan Castillo, Vanessa Sánchez, Edwin Vera, Lorena Jaramillo; XXXII Jornadas Chilenas de Química; Chile, Puerto Varas; enero 2018.
- **Ponencia:** "*Ultrasound Assisted Extraction of Inulin from Ecuadorian Cabuya (Agave Americana)*"; Wilmer Cando, Lorena Jaramillo; XXXII Jornadas Chilenas de Química; Chile, Puerto Varas; enero 2018.

4) LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El monto asignado al Proyecto de Investigación Junior PIJ-15-16 fue de \$ 79.734,62 USD (*setentainueve mil setecientos treintaicuatro dólares americanos, con 62/100*), y se ejecutó \$79.734,61 USD (*setentainueve mil setecientos treintaicuatro dólares americanos, con 61/100*), conforme al detalle emitido por la Unidad de Gestión de Investigación y Proyección Social del Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación, que se adjunta a la presente Acta y forma parte integrante de la misma.

5) FINALIZACIÓN:

Con la presente Acta se declara finalizado y cerrado el Proyecto de Investigación Junior PIJ-15-16 "*Estudio del proceso de extracción y caracterización de inulina a partir tubérculos ecuatorianos por métodos convencionales y no convencionales*".

Para constancia de lo ejecutado y por estar de acuerdo con el contenido de la presente Acta, las partes libre y voluntariamente suscriben la misma, en tres ejemplares de igual contenido, tenor y valor legal.

Dado en la ciudad de Quito, D.M. a los veintisiete días del mes de marzo del año dos mil veintitrés.

Dra. Alexandra Alvarado
Vicerrectora de Investigación,
Innovación y Vinculación

sp/np

M.Sc. Lorena Jaramillo
Director del Proyecto
PIJ-15-16