PROYECTO DE INVESTIGACIÓN MULTI E INTERDISCIPLINARIO PIMI-16-01
"Evaluación de la elaboración de pan sin gluten con harinas compuestas de productos y co-productos alimenticios ecuatorianos"

En la ciudad de Quito D.M., a los veinte días del mes de septiembre del año dos mil veintiuno, comparecen a la celebración de la presente Acta de Finalización del Proyecto de Investigación Multi e Interdisciplinario ***PIMI-16-01 "Evaluación de la elaboración de pan sin gluten con harinas compuestas de productos y co-productos alimenticios ecuatorianos"***, 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 el ***Dr. Pedro Gustavo Maldonado Alvarado*** en calidad de ***Director del Proyecto de Investigación Multi e Interdisciplinario PIMI-16-01***, al tenor de lo siguiente:

1. ANTECEDENTES:

a) El 9 de mayo de 2016, el Consejo de Investigación y Proyección Social mediante Resolución 036/16, aprueba el Cronograma de lanzamiento de la Convocatoria para la presentación de Proyectos de Investigación Internos, Semilla, Junior y Multi e Interdisciplinarios 2016.

b) El 9 de febrero de 2017, al amparo de lo dispuesto por Consejo de Investigación y Proyección Social, mediante Resolución 012/17, se aprobó el *Informe Final de Evaluación de los Proyectos de Investigación de la Convocatoria 2016*, donde se aprobaron los proyectos de la Convocatoria 2016, entre ellos el denominado *"Evaluación de la elaboración de pan sin gluten con harinas compuestas de productos y co-productos alimenticios ecuatorianos"*, presentado por el Dr. Pedro Gustavo Maldonado Alvarado.

c) Mediante Memorando EPN-VIPS-2017-0479-M del 6 de marzo de 2017 se notifica la aprobación del proyecto, y mediante Memorando EPN-VIPS-2017-0746-M del 10 de abril de 2017, se informa a los Directores de los proyectos Multi e Interdisciplinarios 2016 que la fecha de inicio de los proyectos es el 17 de abril del 2017.

d) Mediante memorando EPN-CIIV-2020-0079-M del 6 de abril de 2020, se comunica al Director del proyecto PIMI-16-01, la resolución RCIIV-068-2020 de Consejo de Investigación, Innovación y Vinculación, con la cual se aprueba la prórroga técnica del proyecto hasta el 16 de julio de 2020.

e) Con memorando EPN-CIIV-2020-0138-M del 10 de junio de 2020, se notifica al Dr. Maldonado, Director del proyecto PIMI-16-01, la resolución RCIIV-117-2020 de Consejo de Investigación, Innovación y Vinculación, con la cual se aprueba la suspensión del proyecto PIMI-16-01 desde el 9 de junio de 2020 hasta el 8 de septiembre de 2020, con lo cual la fecha de finalización del proyecto se extiende hasta el 16 de octubre de 2020.

2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO:

Código de Proyecto	*PIMI-16-01*
Nombre del Proyecto	*Evaluación de la elaboración de pan sin gluten con harinas compuestas de productos y co-productos alimenticios ecuatorianos*
Director del Proyecto	*PEDRO GUSTAVO MALDONADO ALVARADO*
Colaboradores del Proyecto	*EDWIN RAFAEL VERA CALLE* *MARIA CATALINA VASCO CARRILLO* *GLORIA MARIBEL LUNA AGUILERA*
Departamento	*Ciencias de los Alimentos y Biotecnología (DECAB)*
Líneas de Investigación	• *Elaboración de alimentos* • *Aplicaciones de aceleradores de partículas*

Rabda. Pedro Maldonado
23/09/2021

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación
Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R." / Av. Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía/ Teléfono: 2976300 Ext. 1050
Quito-Ecuador

Objetivo	*Evaluar la elaboración de pan sin gluten con harinas compuestas de productos y co-productos alimenticios ecuatorianos*
Duración del Proyecto	• *Inicio: 17 de abril del 2017* • *Fin planificado: 17 de abril del 2020* • *Prórroga técnica hasta: 16 de julio de 2020* • *Período de suspensión: desde el 9 de junio de 2020 hasta el 8 de septiembre de 2020.* • *Fin del proyecto: 16 de octubre de 2020.* • *Duración total: 39 meses*
Entrega del Informe Final	*16 de abril del 2021*
Presupuesto asignado	*$ 227.985,75 USD*
Presupuesto ejecutado	*$ 195.522,89 USD*

3. INFORME FINAL:

Mediante Memorando EPN-PIMI-16-01-2021-0004-M del 16 de abril de 2021 el Dr. Pedro Gustavo Maldonado Alvarado, Director del Proyecto PIMI-16-01, presenta el Informe Final del Proyecto Multi e Interdisciplinario que dirige, y con Memorandos EPN-PIMI-16-01-2021-0005-M y EPN-PIMI-16-01-2021-0006-M del 18 y 22 de abril de 2021, respectivamente, presenta documentación adicional para el cierre del proyecto. Posteriormente, con memorando EPN-PIMI-16-01-2021-0008-M del 9 de septiembre de 2021 presenta la evidencia de dos productos adicionales para el cierre del proyecto. El Informe Final y la documentación presentada son revisados por la Dirección de Investigación, se anexan y forman parte integrante del Acta de Finalización, cuyas conclusiones y productos generados son:

CONCLUSIONES:

- Las materias primas estudiadas – almidón de yuca, harina de quinua, harina de banano, proteína del suero de leche y del chocho – presentaron contenidos en macro y micronutrientes capaces de maximizar en particular las propiedades de panificación y nutricionales de una masa panaria. Así, el producto a base de harina de chocho determinó un valor nutricional mayor al otorgado por el tradicional, debido a que este contiene una mayor cantidad de proteínas, fibra, calcio, etc. La quinua, presentó alto contenido calórico, de proteína, carbohidratos, lípidos, etc. La harina de banano, alto contenido de fibra, almidón, K, entre otros.

- El aislamiento de proteínas de harinas de chocho o suero de leche utilizados como sustitutos del gluten, permiten una revalorización al ser usados como materia prima para la elaboración de nuevos productos. La extracción de la proteína se realizó por métodos amigables como tecnología de membranas en el caso de proteína de lactosuero, y en el caso de harina de chocho por método de extracción ácido-básica. Rendimientos importantes de extracción proteica fueron alcanzados por ambas proteínas.

- En general, el mayor entrecruzamiento entre las proteínas de HC o PL ocurre a una concentración del 1% de enzima TG. Esto da lugar a la formación de una red viscoelástica apropiada para masas de panificación sin gluten. La sinergia entre HPMC de 1,5 a 2,21% con HC o PL de 6 a 9%, maximizaron las propiedades reológicas, físicas y estructurales de las masas libres de gluten. Todos los panes resultaron aceptables en aptitud panadera y aceptabilidad general. La mezcla 9 con 2,5% HPMC y 6,0% con HC o PL presentó la mejor puntuación. La MSR aplicada a los resultados de los parámetros de propiedades reológicas y físicas del pan determinó una formulación panadera con HPMC y HC o PL, conteniendo 1,80% y 8,30% o 8,33%, respectivamente, en porcentaje panadero. Las correlaciones encontradas en HC y PL muestran que la mayor hinchazón de los gránulos de almidón provoca una mayor fragmentabilidad. Además, la menor desnaturalización de la proteína de HC mejora la gelatinización del almidón. Estas asociaciones maximizarían las características panificables de las mezclas sin gluten. Las formulaciones

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación
Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R." / Av. Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía/ Teléfono: 2976300 Ext. 1050
Quito-Ecuador

panarias determinadas por MSR con HC o PL presentan un contenido en proteína de 4,03 ó 7,13%, respectivamente. En consecuencia, estos productos aumentaron de valor nutricional proteico por la adición de estas materias primas.

- Se realizó con éxito la irradiación de harina de chocho y proteína de lactosuero con 0,3 y 3 KGy en una fuente de cobalto de un laboratorio externo a la EPN, debido a que la fuente de cobalto está sin funcionamiento hace dos años. Sin embargo, no se logró evaluar el efecto de la interacción de proteínas irradiadas-enzima y las propiedades panarias, en particular por limitaciones de la pandemia.

PRODUCTOS:

1. Artículo aceptado para revisión: *"Assessment on breadmaking properties of blends from cassava starch, quinoa and unripe banana flours with wheat vital gluten. Part I. Study of breadmaking ability, dough characterization and pasting properties of blends from cassava starch, quinoa and unripe banana flours with wheat vital gluten"*; Cristina Sotomayor, Paulina Herrera, Lucía Buitrón, y Pedro Maldonado-Alvarado; *Journal of Food Measurement and Characterization* (Scopus Q2); ISSN: 21934126, 219344134; abril 2021.

2. Artículo aceptado para revisión: *"Assessment on breadmaking properties of blends from cassava starch, quinoa and unripe banana flours with wheat vital gluten. Part II. Textural, crumb structural and sensorial analysis of bread made from cassava starch, quinoa and unripe banana flours using vital gluten"*; Cristina Sotomayor, Andrés Guamán, Andrea Vásquez, Nohemí Conlango y Pedro Maldonado-Alvarado; *Journal of Food Measurement and Characterization* (Scopus Q2); ISSN: 21934126, 219344134; abril 2021.

3. Publicación de abstract: *"Combined Effect of Gluten-Free Superfoods and by-Products from Ecuador to Evaluate the Functional and Sensory Properties of Breadmaking"*; Andrea Vasquez, Pedro Maldonado; *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Nutrition and Food Engineering*; noviembre 2020.

4. Publicación de abstract: *"Effect of the addition of whey protein and lupine (Lupinus mutabilis sweet) flour in the elaboration of bread with ecuadorian wheat (Triticum spp.)"*; Pedro Maldonado, Edwin Vera, Francisco Navarro, Paulina Herrera; publicado en el Libro de Abstracts del XII Iberoamerican Congress of Food Engineering – CIBIA 2019; ISBN: 978-898-8859-75-4; Faro, Portugal; julio 2019.

5. Publicación de abstract: *"Avances sobre valorización de farináceos sin gluten y en sustituciones parciales de trigo por alimentos ecuatorianos"*; Pedro Maldonado; *Avances en Ciencia e Ingeniería de Alimentos – Memorias del 1er Congreso Internacional de Cereales, Legumbres y Afines, 6to Congreso Ecuatoriano de Ingeniería en Alimentos, 16° Jornadas de Ciencias y Tecnología de Alimentos*; ISBN: 978-9942-778-44-4; octubre 2018.

6. Artículo: *"Estudio del efecto de adición de proteínas de lactosuero y harina de chocho (Lupinus mutabilis sweet) en la elaboración de pan blanco de trigo (Triticum spp.) ecuatoriano"*; Pedro Maldonado, Francisco Navarro; *Folleto "Valorización integral de cereales, pseudocereales, tubérculos, raíces y leguminosas en el Ecuador (Ponencias presentadas en el "Seminario Nacional de cereales, leguminosas y afines: aprovechamiento integral e innovación en la industria alimentaria")"*; ISBN: 978-9942-35-672-7; diciembre 2018.

7. Publicación de abstract: *"Obtención de aislados proteicos de harina de chocho (lupinus mutabilis) desamargado"*; Pedro Maldonado, Edwin Vera, R. Herrera; *Libro de Memorias del IV Congreso Internacional de Biotecnología y Biodiversidad 2018*; ISBN: 978-9942-922-16-8; octubre 2018.

8. Póster: *"Evaluation of gluten-free bread made from quinoa and banana flour, cassava starch, lupine flour or whey protein, with hydroxypropyl methylcellulose(HPMC) and transglutaminase, as*

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación
Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R." / Av. Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía/ Teléfono: 2976300 Ext. 1050
Quito-Ecuador

improvers"; Pedro Maldonado; Webinar 8th Global Summit on Plant Science; Berlín, Alemania; septiembre 2020.

9. Ponencia: "*Combined effect of gluten-free superfoods and by products from Ecuador to evaluate the functional and sensory properties of breadmaking*"; Pedro Maldonado; XIV International Conference on Food Technology and Processing; London, Reino Unido; noviembre 2020. Mejor ponencia del evento.

10. Póster: "*Efecto de la interacción entre la trasglutaminasa y las proteínas de chocho (Lupinus mutabillis sweet) y suero de leche*"; Pedro Maldonado; II Congreso Internacional de Alimentos Ciencia y Tecnología; Capítulo Ciencia y Emprendimiento - INCOFS 2019; Quito, Ecuador; diciembre 2019.

11. Publicación del abstract: "*Efecto de la interacción entre la trasglutaminasa y las proteínas de chocho (Lupinus mutabilis sweet) y suero de leche*"; Lucía Buitrón, Andrea Vásquez, Pedro Maldonado; Libro de memorias del evento "*2° Edición INCOFS 2019 – Congreso Internacional de Alimentos, Ciencia y Tecnología*"; ISBN: 978-9978-289-87-4; diciembre 2019.

12. Póster: "*Evaluation of gluten-free bread made from quinoa and banana flour, cassava starch, lupine flour or whey protein, with hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) and transglutaminase, as improvers*"; Pedro Maldonado, Andrea Vásquez; *16th ICC Cereal and Bread Congress - ICBC 2021*, modalidad virtual; marzo 2021.

13. Póster: "*Estudio de las características funcionales y sensoriales de pan elaborado con harina de banano, quinua, almidón de yuca y gluten añadido*"; Pedro Maldonado, Andrea Vásquez, Lucía Buitrón; *VII Congreso Ecuatoriano de Ingeniería en Alimentos y XVII Jornadas de Ciencia y Tecnología de Alimentos*; Loja-Ecuador; noviembre 2019.

14. Póster: "*Obtención de aislados proteicos de harina de chocho (Lupinus mutabilis) desamargado*"; Pedro Maldonado; *IV Congreso de Biotecnología y Biodiversidad - CIBB 2018*; Guayaquil – Ecuador; octubre 2018. Obtuvo premio al mejor poster del evento.

15. Trabajo de titulación (artículo académico) para la obtención del título de Ingeniería Agroindustrial: "*Estudio del efecto de adición de proteína de lactosuero y harina de chocho (Lupinus mutabilis sweet) en la elaboración de pan blanco de trigo (Triticum spp.) ecuatoriano*"; Francisco Javier Navarro Cifuentes; URL: https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=73273&shelfbrowse_itemnumber=94430, 2019.

16. Trabajo de titulación (artículo académico) para la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial: "*Elaboración de un pan funcional a partir de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum spp.) por harina de chocho (Lupinus mutabilis)*"; Paola Gabriela Sánchez Guamba; URL: https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=73151; 2019.

17. Trabajo de titulación (artículo académico) para la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial: "*Evaluación de un pan sin gluten elaborado a partir de harina de quinua y banano, almidón de yuca, harina de chocho o proteína de lactosuero, con hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) y transglutaminasa, como mejoradores*"; Andrea Rocío Vásquez Cabrera; URL: https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=90614; 2021.

18. Ponencia: "Estudio del efecto de adición de proteínas de lactosuero y harina de chocho (Lupinus mutabilis sweet) en la elaboración de pan blanco con trigo (Tricum spp.) ecuatoriano; Pedro Maldonado; Seminario nacional de cereales, leguminosas y afines: aprovechamiento integral e innovación en la industria alimentaria; Guayaquil, Ecuador; diciembre 2018.

19. Póster: "Effect of the addition of whey protein and lupine (Lupinus mutabilis sweet) flour in the elaboration of bread with Ecuadorian wheat (Triticum spp.)"; Pedro Maldonado; *XII Iberoamerican Congress of Food Engieneering – CIBIA 2019*; Faro, Portugal; julio 2019.

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación
Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R." / Av. Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía/ Teléfono: 2976300 Ext. 1050
Quito-Ecuador

4. LIQUIDACIÓN ECONÓMICA:

El monto asignado al Proyecto de Investigación Multi e Interdisciplinario PIMI-16-01 fue de *$227.985,75* USD (doscientos veinte y siete mil novecientos ochenta y cinco dólares americanos, con 75/100), y se ejecutaron $ 195.522,89 USD (ciento noventa y cinco mil quinientos veintidós dólares americanos, con 89/100), 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 Multi e Interdisciplinario PIMI-16-01 "*Evaluación de la elaboración de pan sin gluten con harinas compuestas de productos y co-productos alimenticios ecuatorianos*".

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 veinte días del mes de septiembre del año dos mil veintiuno.

Dra. Alexandra Alvarado
Vicerrectora de Investigación, Innovación y Vinculación

Dr. Pedro Maldonado
Director del Proyecto PIMI-16-01

cr/sp

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Vinculación
Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R." / Av. Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía/ Teléfono: 2976300 Ext. 1050
Quito-Ecuador