

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

REPORTE DE EVALUACIÓN DE INFORME TECNICO

| | |
|------------------------------|---|
| Fondo: | I0017- Fondo SEP - CONACYT |
| Solicitud: | 000000000286449- Interacciones especificas e in |
| Etaa: | 001 |
| Titulo: | Interacciones especificas e inespecificas entre proteinas y proantocianidinas |
| Usuario: | X_Ide26429 |
| Nombre: | Laura Alejandraardilla De La R |
| formato: | INF_FINAL_CB- INFORME FINAL CIENCIA BASICA |
| Fecha: | 15 de julio de 2022 |
| Estado del Documento: | En Proceso |
| | |
| Sección: | IFINAL_CB |
| Pregunta: | Capture aquí el resumen de este informe |
| Respuesta: | <p>El presente es el informe final del proyecto CB-2016-286449 titulado: ¿Interacciones específicas e inespecíficas entre proteínas y proantocianidinas?, que inició en julio 2018 y recibió una prórroga hasta julio 2022. Se cumplieron y sobrepasaron los compromisos adquiridos en cuanto a publicación de artículos. Se generó conocimiento relevante con respecto a la identificación de compuestos polifenólicos (incluyendo proantocianidinas) en cáscara de nuez y otras matrices vegetales, así como en plasma humano tras el consumo de alimentos ricos en compuestos polifenólicos. También se generó conocimiento respecto a las determinantes estructurales de flavonoides y proantocianidinas que regulan su capacidad de unirse a proteínas y su actividad inhibitoria de enzimas digestivas. No se pudo cumplir con el tercer objetivo del proyecto, relacionado con las determinantes estructurales de la actividad precipitante de proantocianidinas. Se cumplieron y sobrepasaron los objetivos de formación de recursos humanos grado licenciatura, pero no con respecto a la formación de graduados de posgrado. La epidemia de covid y restricciones asociadas fueron limitantes importantes del desarrollo del proyecto y de la captación y retención de estudiantes de posgrado. Se publicaron un total de 12 artículos, 8 con resultados originales, 3 de revisión, 1 de métodos. Con respecto a la formación de recursos humanos, se completaron 7 tesis de licenciatura (3 como tesis monográficas) y 1 tesis de doctorado y actualmente están en proceso 2 tesis de licenciatura y 1 tesis de doctorado. Se asistió a 4 congresos científicos internacionales y se participó en 2 foros nacionales dirigidos a productores, estudiantes y población abierta.</p> |
| observaciones: | |
| Pregunta: | Cuantitativamente, señale cuáles fueron los productos generados (Libros, Capítulos de Libro, Artículos, Tesis, etc.). |
| Respuesta: | <p>Se generaron los siguientes productos derivados de este proyecto: 12 artículos (8 con resultados originales, 3 de revisión, 1 de métodos, publicado en revista indizada (JCR) en formato video). La lista completa de los artículos es: 1. Proanthocyanidins with a low degree of polymerization are good inhibitors of digestive enzymes because of their ability to form specific interactions: a hypothesis. Journal of Food Science. 2018. doi: 10.1111/1750-3841.14386.2 2. Bioactive components and health effects of pecan nuts and their byproducts: a review. Journal of Food Bioactives. 2018. DOI: 10.31665/JFB.2018.1127 3. Inhibition of alpha-amylase by flavonoids: structure activity relationship (SAR). Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. 2019. doi: 10.1016/j.saa.2018.08.057 4. Brosimum alicastrum Sw. (Ramón): An Alternative to Improve the Nutritional Properties and Functional Potential of the Wheat Flour Tortilla. Foods 2019. doi:10.3390/foods8120613 5. Identificación de compuestos fenólicos en extractos de almendra (Prunus dulcis) y nuez pecana (Carya illinoensis) mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem (HPLC-MS/MS). TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas. 2019. DOI: 10.22201/fesz.23958723e.2019.0.179 6. Interaction of N-succinyl-diaminopimelate desuccinylase with flavonoids. Biochimie. 2020. doi: 10.1016/j.bioci.2020.08.016 7. Inhibición de lipasa pancreática por flavonoides: importancia del doble enlace C2=C3 y la estructura plana del anillo C. Biotecnia. 2020. 8. A novel approach to trypsin inhibition by flavonoids. Journal of Food Bioactives. 2021. doi: 10.31665/JFB.2021.14272 9. Addition of phenolic compounds to bread: antioxidant benefits and impact on food structure and sensory characteristics. Food Production, Processing and Nutrition. 2021. doi:10.1186/s43014-021-00068-8 10. Phytochemical content and potential health applications of pecan [Carya illinoensis (Wangenh) K. Koch] nutshell. Current Topics in Medicinal Chemistry. 2022. doi: 10.2174/1568026622666220105104355 11. Synergistic Interactions between Tocol and Phenolic Extracts from Different Tree Nut Species against Human Cancer Cell Lines. Molecules.</p> |

| | |
|-----------------------|--|
| | <p>2022. https://doi.org/10.3390/molecules27103154 12. Semi-Targeted Ultra-High-Performance Chromatography Coupled to Mass Spectrometry Analysis of Phenolic Metabolites in Plasma of Elderly Adults. Journal of Visualized Experiments. 2022. doi:10.3791/63164</p> <p>9 tesis de licenciatura (2 de ellas aún en proceso, 3 como tesis monográficas) y 1 tesis de doctorado (el proyecto ha incidido de manera secundaria en una segunda tesis de doctorado). Tesis de licenciatura concluidas: 1. Clonación, expresión y purificación de α-amilasa pancreática humana en <i>Escherichia coli</i>. Nombre del estudiante: Francisco Durán Ponce. 2. Inhibición enzimática de la alfa amilasa pancreática in vitro por proantocianidinas A extraídas del arándano rojo. Nombre del estudiante: Oscar Eduardo Adame Sánchez. 3. Inhibición de la lipasa pancreática por procianidina B1 y sus componentes monoméricos. Nombre del estudiante: Rafael Quintero Bojórquez. 4. Efectividad de Taninos Codensados Diméricos y Triméricos en la Inhibición de alfa-Amilasa Pancreática. Nombre del estudiante: Romina González Enríquez. 5. Efecto de taninos condensados extraídos de diversos subproductos de la industria de alimentos sobre la actividad de la enzima alfa amilasa. Nombre del estudiante: Janeth Patricia Moya Lozano. (monografía) 6. Inhibición Enzimática de Proteasas Digestivas por Polifenoles. Nombre del estudiante: César Guillermo Esparza Olivas. (monografía) 7. Inhibición de lipasa y α-amilasa pancreáticas por fármacos y compuestos bioactivos: mecanismos e importancia clínica. Nombre del estudiante: Fernando Olivas Hurtado. (monografía). Tesis de licenciatura en proceso: 1. Inhibición de la actividad de alfa amilasa pancreática por flavonoides: efecto del grado de polimerización de procianidinas. Estudiante: Ana Virginia Arras Gardea. 2. Efecto del tipo de enlace en dímeros de procianidinas para la inhibición específica de la α-amilasa pancreática. Estudiante: Jocelin Violeta Aguilar López. Tesis de doctorado concluida: Interacciones ente alfa-amilasa, lipasa y tripsina con flavonoides. Nombre del estudiante: Alejandra Isabel Martínez González. Tesis de doctorado en proceso: Elaboración de un pan adicionado con harinas de orujo de uva (<i>Vitis vinifera</i>) y cáscara de nuez (<i>Carya illinoensis</i>): cuantificación, e interacción de compuestos polifenólicos solubles y fibra dietaria. Estudiante: Carlos Rodrigo Subiría Cueto.</p> |
| observaciones: | |
| Pregunta: | Indique si se dio cumplimiento a los objetivos, metas y/o productos comprometidos (Fundamente/Justifique) |
| Respuesta: | <p>Se dio cumplimiento parcial a metas y objetivos. Objetivo 1. Evaluar la diversidad estructural de proantocianidina de diversas fuentes. Se realizó una adecuada caracterización de las proantocianidinas de la cáscara de nuez, se escribieron dos revisiones sobre este subproducto como buena fuente de compuestos bioactivos aptos para diversas aplicaciones, sería factible realizar extractos etanólicos de baja toxicidad para obtener dichos compuestos bioactivos y utilizarlos en el desarrollo de nutraceuticos o antioxidantes. Actualmente, en el cuerpo académico se está utilizando la cáscara de nuez como ingrediente para formular productos de panificación altos en fibra y antioxidantes, como parte de una tesis de doctorado en proceso (en la cual un participante del proyecto funge como director). Se analizó al fruto del árbol <i>Brosimum alicastrum</i> como posible fuente de proantocianidinas, pero no se encontraron en este producto, lo cual apoya la factibilidad de su uso como ingrediente de alimentos destinados a personas con posible déficit nutricional, por ejemplo, adultos mayores ingresados en residencias. En colaboración con el cuerpo académico se participó en la evaluación de las propiedades nutricionales y funcionales de productos elaborados con harina de <i>B. alicastrum</i>, se diseñó un método para identificar aminoácidos libres y compuestos antioxidantes absorbidos después del consumo de los alimentos así diseñados, mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem (HPLC-MS/MS). Objetivo 2. Evaluar efecto del grado de polimerización y otras variables sobre interacción e inhibición de enzimas. En extractos semipurificados se encontró que las procianidinas oligoméricas con grado de polimerización alrededor de 3-4 fueron las mejores inhibidoras de enzimas de la digestión de carbohidratos y grasas, sin inhibir a una proteasa (tripsina). Análisis in silico mostraron que las proantocianidinas con estos grados de polimerización se unen con mayor probabilidad a hendiduras como el sitio activo, mientras que las proantocianidinas de mayor tamaño se unen con mayor probabilidad a la superficie de todas las proteínas. Como no se pudieron obtener fracciones más purificadas de las proantocianidinas, se trabajó con compuestos puros comerciales, sin embargo, solo se pudieron adquirir desde monómeros hasta un trímero. Con los monómeros se observó que la catequina no inhibió alfa-amilasa pancreática ni tripsina pero si a la lipasa pancreática. Esta enzima fue también inhibida por epicatequina y el dímero procianidina B1, los cuales mostraron una mayor actividad inhibitoria que la catequina. El tipo de inhibición de la catequina fue acompetitivo, lo cual contrastó con otros flavonoides, incluyendo epicatequina y procianidina B, todos los cuales presentan inhibición de tipo mixta. Por otro lado, estudios in silico indicaron un posible sitio de unión diferente en la lipasa pancreática para el dímero (procianidina B1) y los monómeros (catequina y epicatequina). La catequina también mostró resultados contradictorios a otros flavonoides por su incapacidad para unirse a enzimas N-succinil-diaminopimelato desuccinilasas de diversas fuentes bacterianas. Los resultados contrastantes de catequina parecen estar relacionados con la poca rigidez de su anillo heterociclo, el cual no posee el doble enlace de los demás flavonoides (C2=C3), mientras que la posición trans del grupo OH en C3 con respecto al anillo aromático B también parece reducir la capacidad inhibitoria y de unión con las proteínas estudiadas. Los dímeros y oligómeros de catequina/epicatequina, al tener más anillos aromáticos pueden presentar la rigidez necesaria para unirse mejor a las proteínas y mostrar mejores efectos inhibitorios. Estudios in silico con monómeros (catequina y epicatequina) dímeros y un trímero de procianidina (formados por catequinas/epicatequinas) mostraron que desde el monómero hasta el trímero pueden unirse a un sitio cercano al sitio activo de la alfa-amilasa (aunque, como se mencionó anteriormente, el monómero catequina no mostró actividad inhibitoria de la enzima). De todas las estructuras analizadas, las procianidinas diméricas tipo A (dos enlaces entre unidades monoméricas) y el</p> |

| | |
|-----------------------|--|
| | <p>trímero tipo B (un solo enlace ente unidades) mostraron las mayores energías de unión teóricas, indicando la importancia, tanto de grado de polimerización como del tipo de enlace entre unidades, una vez más la mayor rigidez estructural parece favorecer la capacidad de unión a proteínas. Por último, ciertas observaciones han indicado que la capacidad inhibitoria de los compuestos puros parece ser menor que la de los extractos semipurificados, por lo que se diseñaron una serie de experimentos para analizar las interacciones farmacológicas (sinergismo/antagonismo) entre compuestos o extractos, se observaron fuertes interacciones sinérgicas entre polifenoles y tocoferoles, por lo que se tiene contemplado llevar a cabo estudios posteriores para evaluar la interacción entre diferentes tipos de flavonoides. Durante el presente año se ha retomado de forma casi completa el trabajo en laboratorio, y actualmente dos estudiantes de licenciatura están realizando estudios de inhibición de alfa-amilasa con monómeros, dímeros y trímeros de proantocianidinas. Se obtendrán constantes cinéticas y tipos de inhibición y se compararán resultados con los modelos in silico. Objetivo 3. Evaluar el efecto de las mismas variables sobre agregación y precipitación de proteínas. Durante los años 2020 y 2021, el acceso a los laboratorios de la UACJ estuvo muy restringido debido a la epidemia de COVID, con clases y otras actividades que debieron realizarse solo desde casa. También se cancelaron viajes y estancias. Por lo que el desarrollo de la tercera etapa del proyecto se detuvo por completo y la meta de estudiar los procesos de agregación y precipitación no se llevó a cabo. Adicionalmente, la única estudiante de maestría que se había integrado en el proyecto debería haber realizado su trabajo experimental en este período, pero por diversas circunstancias, relacionadas con las dificultades del trabajo en pandemia, desertó del programa sin terminarlo. Aún así, esta estudiante logró publicar un artículo de revisión sobre las interacciones compuestos fenólicos-proteínas de el pan. Con respecto a los productos generados, se superaron los productos comprometidos con respecto a artículos publicados (6 comprometidos, 12 obtenidos, 8 de ellos en revistas indizadas en JCR y dos en revistas del índice de CONACYT), también se superaron los compromisos con respecto a tesis de licenciatura (4 comprometidas, 9 obtenidas, de las cuales 2 están en proceso y 3 fueron tesis documentales, por haberse realizado durante el período de pandemia). Sin embargo, no se cumplieron las metas en cuanto a formación de graduados de posgrado, solo se completó 1 tesis de doctorado de las 2 comprometidas, aunque se ha tenido impacto en otra tesis de doctorado actualmente en proceso.</p> |
| observaciones: | |
| Pregunta: | Con base en los productos generados, señale los alcances en: a) Generación del conocimiento, b) Formación de recursos humanos especializados y c) Creación y/o fortalecimiento de grupos de investigación |
| Respuesta: | <p>a) Generación del conocimiento. Se publicaron un total de 12 artículos, 8 con resultados originales, 3 de revisión, 1 de métodos. De los 8 con resultados originales, 5 están en revistas indizadas en JCR, y en total tienen hasta la fecha 136 citas, en el perfil de Google scholar. Es de destacar que uno de estos artículos (doi: 10.1016/j.saa2018.08.057), que versa sobre la relación estructura-función de lo flavonoides y su actividad inhibitoria de la enzima alfa-amilasa, tiene 94 citas, lo cual muestra que estos hallazgos han tenido un impacto importante en la comunidad investigadora. El artículo que describe la relación entre el grado de polimerización de las proantocianidinas y sus sitios teóricos de unión a enzimas digestivas también tiene un número importante de citas (27 en Google scholar). De los artículos publicados en revistas no indexadas en JCR, dos de ellos son en revistas en español, pertenecientes al índice de revistas de CONACYT, y también han recibido citas (7 en total). Cabe destacar que algunos de los resultados del proyecto también se han presentado en congresos científicos internacionales, así como en foros de difusión científica como mecanismo de apropiación social del conocimiento: Taller de la Red ALSUB-CYTED: Ramón (Brosimun alicastrum) una alternativa para la elaboración de alimentos funcionales (2019, desarrollado en la ciudad de Mérida, Yucatán con productores del árbol de Brosimun alicastrum) y 1er FORO VIRTUAL REGIONAL DE NUEZ PECANERA Y SU APROVECHAMIENTO INTEGRAL (2020, desarrollado de manera virtual, organizado por CIATEJ, unidad Noreste, dirigido a productores de nogal). Como otra forma de llegar a un público mas amplio en la divulgación de los conocimientos generados se participó en una entrevista dentro del canal de televisión institucional (UACJ TV) emitida por YouTube (https://www.youtube.com/watch?v=19O6sNZUX9M&t=501s). Otros productos importantes han sido 3 artículos de revisión, dos de ellos publicados recientemente (2021 y 2022) en revistas dentro del JCR y que ya cuentan con una cita cada uno. Por último, también considero que es de destacar la reciente publicación de un artículo (doi:10.3791/63164) en la plataforma Journal of Visualized Experiments (JOVE) que publica artículos de métodos en formato de video, con la intención de facilitar su reproducibilidad. Si bien este trabajo no versa directamente sobre el tema del proyecto, se trata de una metodología de identificación de compuestos fenólicos por cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas de alta resolución en tándem, que fue gestada a partir de la necesidad de mejorar la identificación de compuestos fenólicos en las matrices vegetales analizadas en el presente proyecto y que ahora puede extender su aplicación a tejidos animales para abrir nuevas líneas de investigación en el entendimiento de los procesos de absorción de compuestos fenólicos dietarios. Es importante mencionar que, dentro de los rubros apoyados por el presente proyecto, el de apoyo para costear los servicios de mantenimiento preventivo del equipo de HPLC-masas en tándem fue indispensable para permitir el buen funcionamiento del mismo y su uso en el método publicado. Considero importante que, de esta manera, el proyecto ha abierto la puerta a la creación de nuevas líneas de investigación dentro de la institución a la que pertenezco. b) Formación de recursos humanos. En este sentido el proyecto apoyó sobre todo la generación de recursos humanos con grado de licenciatura en química (7 tesis, 2 en proceso) y en químico farmacéutico biólogo (2 tesis). Todos los estudiantes titulados actualmente se han insertado en el mercado laboral, en el sector industrial, salud y educativo.</p> |

| | |
|-----------------------|--|
| | <p>Dadas las condiciones de trabajo remoto por la pandemia de COVID, 3 de las tesis fueron realizadas 100% como revisión bibliográfica y otra con estudios in silico. El apoyo del proyecto fue importante en este sentido para generar temas de tesis que interesaran y motivaran a los estudiantes, en un marco de una línea de investigación general. El apoyo del proyecto también fue fundamental para completar la tesis de doctorado de Alejandra I. Martínez González, también autora principal de varios de los artículos y codirectora de una de las tesis de licenciatura terminada. Actualmente la Dra. Martínez González se incorporó a nuestro laboratorio con un proyecto de posdoctorado de Conacyt y está participando activamente en la dirección de las dos tesis de licenciatura. Asimismo, la investigadora posdoctoral (2018-2019), Alma A. Vazquez Flores, continúa integrada en nuestro grupo de investigación, ella dirigió una de las tesis de licenciatura del actual proyecto y ha sido coautora de varios de los artículos, participando en la nueva línea generada sobre métodos de estudio de la absorción de compuestos polifenólicos dietarios. Ambas participantes poseen actualmente la distinción como Investigadoras Nacionales Nivel I. El proyecto también ha apoyado de manera secundaria la realización de una tesis de doctorado en proceso. c) Grupos de investigación. A través de este proyecto se logró una mayor consolidación del cuerpo académico Química y Alimentos, mediante la co-autoría de artículos, participación en comités de tesis y presentaciones en congresos. Como resultado de ello, en 2020 se refrendó el estatus de Cuerpo Académico Consolidado (2021-2027). También se ha fortalecido la relación con otros cuerpos académicos de la institución (a través de los investigadores Ángel G. Díaz Sánchez, del Cuerpo Académico Consolidado Bioquímica Funcional y Proteómica del Estrés, y Abraham Wall Medrano, del Cuerpo Académico Consolidado Salud Comunitaria), también con grupos de investigación de otras instituciones como CIATEJ donde se participó en un foro virtual y en la coautoría de un artículo de revisión. Durante el desarrollo de este proyecto también se ha participado en la Red Iberoamericana de Aprovechamiento Integral de Alimentos Autóctonos Subutilizados (ALSUB-CYTED) mediante ponencias presentadas en eventos de la Red.</p> |
| observaciones: | |
| Pregunta: | En términos de impacto, destaque las principales contribuciones de su investigación |
| Respuesta: | <p>Considero que el principal impacto ha sido en cuanto a generación de nuevo conocimiento (publicación de 12 artículos) y apertura de nuevas líneas de investigación. También considero importante la búsqueda de nuevas maneras de comunicar el conocimiento mediante participación en foros presenciales y virtuales, entrevistas y publicación en formato de video. Con respecto al impacto en la formación de recursos humanos, fue importante cuantitativamente en la formación de graduados de licenciatura en química y QFB, algunos de los cuales también han tenido la oportunidad de participar en presentaciones en congresos científicos. También se tuvo un impacto en la integración de las dos jóvenes participantes de doctorado y posdoctorado a nuestro grupo de investigación, así como al sistema nacional de investigadores. Desde el punto de vista técnico, a pesar de que la hipótesis de trabajo no fue comprobada por completo, sí se generó conocimiento para entender mejor la relación entre la estructura de los flavan-3-oles y su actividad inhibitoria de enzimas, destacando que el grado de polimerización sí es un determinante importante de su actividad (en estructuras pequeñas, los dímeros y trímeros son más activos que los monómeros), como también lo es el número de enlaces entre unidades monoméricas y en menor medida la orientación espacial del hidroxilo C3. También se generó conocimiento en cuanto a la composición polifenólica de la cáscara de nuez, de la parte comestible de la nuez, así como del fruto del árbol Brosimum alicastrum. En este sentido se ha iniciado una línea de investigación para lograr la identificación de estos compuestos no solo en matrices vegetales sino también en plasma humano (después del consumo de alimentos ricos en polifenoles), para poder conocer que compuestos son absorbidos desde los alimentos y como son biotransformados en los tejidos humanos. Por último, también se ha llamado la atención sobre la importancia que pueden tener las interacciones entre componentes de un extracto complejo (matriz alimentaria), como determinantes de la actividad biológica del mismo. Todo el conocimiento generado se ha divulgado entre la comunidad científica en forma de artículos, tanto en inglés como en español, también se ha presentado en congresos nacionales e internacionales, así como en foros de difusión como mecanismos de apropiación social del conocimiento y siempre con la participación de estudiantes de licenciatura y doctorado.</p> |
| observaciones: | |
| Pregunta: | Cuáles argumentos plantearía como sustantivos para integrar su investigación dentro de los CASOS DE ÉXITO. |
| Respuesta: | <p>Este proyecto se puede considerar un caso de éxito desde tres perspectivas: a) Generación de nuevo conocimiento. La generación de nuevo conocimiento de frontera se ve reflejado en el alto número de artículos en revistas de alto impacto. En total se publicaron 12 artículos, 9 de investigación y 3 de revisión, 8 en revistas JCR, 2 en revistas de índice CONACYT y dos más en una revista que está próxima a ingresar en el JCR. La relevancia de la investigación se constata por el número de citas que tienen los artículos publicados. Así, un artículo publicado en 2019 en la revista Spectrochemical Acta, sobre la relación-estructura función de flavonoides como inhibidores de la enzima alfa-amilasa, tiene un total de 94 citas (Google Académico). Así mismo, el desarrollo de este proyecto ha permitido plantear nuevas líneas de investigación como el estudio del efecto de interacciones farmacológicas entre las proantocianidinas y diferentes biomoléculas presentes en la matriz alimentaria, así como el estudio metabólico del consumo de alimentos ricos en proantocianidinas. b) Formación de recursos humanos. A pesar de que, por cuestiones del COVID, no fue posible alcanzar los compromisos en formación de recursos humanos de posgrado, considero que este proyecto es un caso de éxito en la generación de recursos humanos, debido a que se formaron un total 7 licenciados en química y QFB (más dos estudiantes en proceso), los cuales actualmente se encuentran laborando en diversas empresas de la localidad en puestos</p> |

medios y altos. Así mismo, dos investigadoras posdoctorales han participado en el proyecto, y ambas cuentan con el reconocimiento del SNI debido a su trayectoria académica ligada a este proyecto de investigación. c) Participación en foros de difusión como mecanismos de apropiación social del conocimiento. Como miembros de la comunidad científica de una universidad pública, consideramos de vital importancia la difusión del conocimiento entre los diferentes sectores sociales y académicos. Gracias a las colaboraciones nacionales e internacionales de los participantes del proyecto hemos podido participar en diversos foros (tanto presenciales como virtuales) de apropiación social del conocimiento. En el primero de ellos, desarrollado en 2019 en colaboración con la red Iberoamericana de Aprovechamiento Integral de Alimentos Autóctonos Subutilizados CYTED Alimentos ALSUB-CYTED, y el CICY, en la ciudad de Mérida, Yucatán, participamos como exponentes investigadores de la UACJ, CICY, CIAD e ITT, se habló sobre las características nutrimentales, tecnológicas y aplicaciones del árbol Ramón (*Brosimum alicastrum*) en un evento en el que participaron cerca de 100 asistentes entre estudiantes, profesores de institutos tecnológicos, empresarios, pequeños productores. Así mismo, los miembros del proyecto han participado en diversos foros nacionales e internacionales difundiendo los resultados obtenidos en el presente proyecto. Por todo lo anterior considero que, a pesar de todas las limitaciones por el COVID, el presente proyecto se puede visualizar como un caso de éxito.

observaciones:

Observaciones:

Documentos Anexos