

AMIDIQ

Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química A.C.

Avances en Ingeniería Química

Vol 1, No. 3



XLII Encuentro Nacional

Desafíos actuales en la investigación
y docencia en ingeniería química



Memorias del XLII Encuentro Nacional del AMIDIQ

Evento virtual del 08 al 11 de septiembre de 2021

AVANCES EN INGENIERÍA QUÍMICA

Vol. 1, No. 3

Memorias del XLII Encuentro Nacional de la AMIDIQ
“Desafíos Actuales en la Investigación y Docencia
en Ingeniería Química”

AVANCES EN INGENIERÍA QUÍMICA, Vol. 1. No. 3, septiembre 2021, es una publicación anual de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química A.C. Canarias 704, Col. Portales, Delegación Benito Juárez, C.P. 03300, Ciudad de México, México. Tel. 3338464060. Página electrónica de la publicación: <https://amidiq.com/avances-en-ingenieria-quimica/> y dirección electrónica: avancesiq@amidiq.com. Editor responsable: Dr. Jorge Ramón Robledo Ortiz. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo de Título 04-2021-080511192500-102, ISSN *en trámite*, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsables de la última actualización de este número: Dra. María del Rosario Enríquez Rosado, Dr. Jorge Ramón Robledo Ortiz, Dra. Nelly Ramírez Corona, Dr. Fernando Israel Gómez Castro, Dra. Sara Núñez Correa, Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química A.C. Canarias 704, Col. Portales, Delegación Benito Juárez, C.P. 03300, Ciudad de México, México. Fecha de última actualización: 22 de septiembre de 2021. Tamaño del archivo: 135 MB.

BIENVENIDA

Hace dos años, en nuestro último evento presencial, celebrábamos los cuarenta años de creación de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química, gracias a muchas y muchos ingenieros químicos que contribuyeron a su formación, crecimiento y consolidación. Hoy, en este segundo evento virtual, la AMIDIQ cobra aún más relevancia como un espacio para el intercambio de ideas, no sólo para conocer el quehacer en las instituciones que forman ingenieros químicos y sus áreas afines, sino también para la discusión y propuesta de soluciones en el ámbito académico.

En el encuentro pasado, había mucha incertidumbre; ahora, algunas certezas: las menos alentadoras, como el incremento de la brecha de desigualdad de oportunidades para la educación en general, y particularmente a la educación superior; o aquellas que se ratifican, como el hecho de que las opciones tecnológicas a las que recurrimos para mantener las clases a distancia llegaron para quedarse aunque éstas nunca sustituirán la experiencia adquirida en las aulas, laboratorios y talleres, ya que la interacción con nuestras y nuestros estudiantes son fundamentales para una formación integral de los futuros ingenieros químicos que contribuyen al desarrollo de la sociedad. Debemos pues, aprender la lección que nos han dejado estos dos años fuera de nuestros espacios académicos para poner sobre la mesa, la discusión sobre los desafíos que se imponen en la docencia y la investigación de nuestra disciplina en México, derivada de este periodo de incertidumbre generada por la contingencia sanitaria y de los múltiples cambios que se han dado a nivel nacional y global.

A pesar de las circunstancias, la participación en los Encuentros Nacionales de la AMIDIQ en formato virtual ha sido importante. En este XLII Encuentro se recibieron en total 586 trabajos en las diez áreas convocadas: Biotecnología, Catálisis e Ingeniería de las Reacciones, Educación, Energía, Fenómenos de Transporte, Ingeniería de Alimentos, Ingeniería Ambiental, Materiales y Polímeros, Termodinámica, Ingeniería de Procesos, Simulación y Control. Para este XLII Encuentro Nacional se programaron cuatro conferencias plenarias y el foro de docencia que abordará el tema del presente encuentro. En esta ocasión, en modo pre-congreso, se ha organizado un evento de reconocimiento al Dr. Arturo Jiménez, por sus 50 años de trayectoria académica en colaboración con la Universidad de Guanajuato y el Instituto Tecnológico de Celaya.

Desde nuestro último encuentro, hemos tenido la lamentable pérdida de varios miembros de nuestra academia; en particular quienes colaboraron siempre de manera activa, propositiva y en beneficio de la AMIDIQ: Dr. René Reyes (UDLAP), Dr. Alberto Florentino Aguilera (UG) y Dr. Antonio Valiente (UNAM), y en este sentido este evento está dedicado a su memoria.

Les agradecemos su participación en este evento virtual, para el cual, los Comités Organizador y Técnico, se han esmerado para proporcionar un espacio abierto e incluyente, a la distancia, para la interacción entre profesores, investigadores y estudiantes de Ingeniería Química y áreas afines, que permita discutir sobre las contribuciones en materia de docencia e investigación en la Ingeniería Química.

Sean todos bienvenidos

Dra. María del Rosario Enríquez Rosado

Presidenta del Comité Organizador

Dr. Tomás Viveros García

Presidente del Comité Técnico

CONSEJO DIRECTIVO 2019 - 2021

María del Rosario Enríquez Rosado

Universidad del Mar
Presidenta
enriquez@angel.umar.mx

Jorge Ramón Robledo Ortiz

Universidad de Guadalajara
Vicepresidente
jorge.robledo@cucei.udg.mx

Nelly Ramírez Corona

Universidad de las Américas Puebla
Secretaria
nelly.ramirez@udlap.mx

Adrián Bonilla Petriciolet

Instituto Tecnológico de Aguascalientes
Tesorero
petriciolet@hotmail.com

Fernando Israel Gómez Castro

Universidad de Guanajuato
Vocal de Investigación
fgomez@ugto.mx

Sara Núñez Correa

Universidad Veracruzana
Vocal de Docencia
sarnunez@uv.mx

COMITÉ ORGANIZADOR AMIDIQ 2021

María del Rosario Enríquez Rosado

Jorge Ramón Robledo Ortiz

Nelly Ramírez Corona

Sara Núñez Correa

Fernando Israel Gómez Castro

COMITÉ TÉCNICO AMIDIQ 2021

Tomás Viveros García
Presidente

Adela Irmene Ortiz López
Agustín Ramón Uribe Ramírez
Aida Alejandra Pérez Fonseca
Alfonso Mauricio Sales Cruz
Alma Hortensia Serafin Muñoz
Aurora Valdés Fragoso
Claudia Gutiérrez Antonio
Didilia Ileana Mendoza Castillo
Eduardo Salvador Pérez Cisneros
Enrique Arriola Guevara
Fernando Israel Gómez Castro
Francisco Raúl Carrillo Pedroza
Guadalupe de la Rosa Álvarez
Guadalupe María Guatemala Morales
Hugo Joaquín Ávila Paredes
Hugo Mujica Paz
Hugo Pérez Pastenes
Ignacio René Galindo Esquivel
Adela Irmene Ortiz López
Agustín Ramón Uribe Ramírez
Aida Alejandra Pérez Fonseca

Janett Betzabe González Campos
Jesús Alberto Ochoa Tapia
Jesús Isaac Minchaca Mojica
Jorge Ramón Robledo Ortiz
José María Ponce Ortega
Juan Gabriel Segovia Hernández
Marco Antonio Sánchez Castillo
María del Rosario Enríquez Rosado
Miguel Ángel Morales Cabrera
Nelly Ramírez Corona
Ricardo Morales Rodríguez
Rubén González Núñez
Salvador Hernández Castro
Sara Núñez Correa
Teresa del Carmen Flores Flores
Tomás Viveros García
Zeferino Gamiño Arroyo
Janett Betzabe González Campos
Jesús Alberto Ochoa Tapia
Jesús Isaac Minchaca Mojica

COMITÉ REVISOR AMIDIQ 2021

Addi Rhode Navarro Cruz
Adrian Bonilla-Petriciolet
Adriana Medina Ramirez
Agustín Jaime Castro Montoya
Agustín Ramón Uribe Ramírez
Aida Alejandra Pérez Fonseca
Alejandro Ruiz Marin
Alicia Román Martínez
Alma Hortensia Serafin Muñoz
Ana Angelica Feregrino Perez
Andrea Quetzalli Cerdán Pasarán
Antioco López-Molina
Antonio Bernabé Antonio
Antonio Rodríguez Martínez
Araceli Guadalupe Romero Izquierdo
Araceli Jacobo Azuara
Arelí del Carmen Ortega Martínez
Arodí Bernal Martínez
Arturo Rangel Gonce
Arturo Sanchez
Avelina Franco Vega
Beatriz Gutiérrez Rivera
Beatriz Ruiz Camacho
Brenda Huerta Rosas
Carlos Enrique Alvarado Rodríguez
Carolina Conde Mejía
Cesar Gomez
Christian O. Díaz-Ovalle
Cintia Karina Rojas Mayorga
Claudia Gutiérrez Antonio
Claudia Martínez Gómez
Constanza Machín Ramírez
Daniel Álvarez Barrera
David Contreras López
Denis Rodrigue
Diana Bustos Martínez
Didilia Ileana Mendoza Castillo
Dolores Gabriela Martínez Vázquez
Edgar José López Naranjo
Edgar Omar Castrejón González
Edgar Vázquez-Núñez
Edilberto Murrieta Luna
Eduardo Alberto López Maldonado
Eduardo Sánchez-Ramírez
Enrique Arriola Guevara
Enrique Palou

Erasmus Herman y Lara
Erika Yudit Rios Iribe
Eunice Yáñez Barrientos
Fabricio Napoles Rivera
Fernando Israel Gómez Castro
Francisco Lopez-Villarreal
Francisco Manuel Pacheco Aguirre
Francisco Raul Pedroza
German Cuevas
Guadalupe María Guatemala-Morales
Gustavo Rangel-Porras
Héctor A. Ruiz
Hector Hernandez Escoto
Heidi Patricia Medorio Garcia
Hilda Elizabeth Reynel Avila
Horacio Inchaurregui Méndez
Hugo Joaquín Ávila Paredes
Ignacio René Galindo Esquivel
Irmene Ortiz López
Irving Israel Ruiz López
Ismael Alejandro Aguayo Villarreal
Ivan Luzardo
J. Betzabe González
J. Carlos Cárdenas Guerra
Javier Fontalvo
Jazmín Cortez González
Jorge Arturo Alfaro Ayala
Jorge Ramón Robledo Ortíz
José de Jesús Ramírez Minguela
José Enrique Botello Álvarez
José Lemus Ruiz
José María Ponce-Ortega
Jose-Antonio Colin-Luna
Josefina Vergara Sánchez
Juan Antonio Noriega Rodríguez
Juan Antonio Sánchez Márquez
Juan Gabriel Segovia Hernandez
Juan José Quiroz Ramírez
Julio Armando de Lira Flores
Lada Domratcheva Lvova
Lorena Eugenia Sánchez Cadena.
Luis Mario González Rodríguez
Ma. del Carmen Chávez Parga
Ma. Guadalupe de la Rosa Alvarez
Marco Antonio Sánchez Castillo
Maria Antonieta Rios Corripio

María De La Luz Xochilt Negrete Rodríguez
María del Rosario Galindo González
María Elena Sosa Morales
Maria Guadalupe Aguilar Uscanga
Mario Alberto Rodríguez Angeles
Martín Esteban González López
Martín Picón Núñez
Mauricio Sales Cruz
Mayra Agustina Pantoja Castro
Mayra Ruiz Reyes
Micael Gerardo Bravo Sánchez
Midory Samaniego Hernández
Miguel Ángel Morales Cabrera
Myrna H. Matus
Nadia Renata Osornio Rubio
Nancy del Pilar Medina Herrera
Nancy Eloisa Rodríguez Olalde
Nancy Velasco Alvarez
Nelly Flores Ramirez
Norma Leticia Gutiérrez Ortega
Obdulia Vera López
Oscar Andrés Prado-Rubio
Radamés Trejo Valencia
Rafael Huirache
Raul Carrera Cerritos
Raúl Reyes-Bautista
Rene Loredó-Portales
Ricardo Morales Rodríguez
Roberto Gutiérrez-Guerra
Rodolfo Murrieta Dueñas
Rosa Isela Corona González
Rosa Maria Camacho Ruiz
Rubén González Núñez
Salvador Marmolejo Cervantes
Salvador Tututi-Avila
Sara Núñez Correa
Silvia Yudith Martinez Amador
Susana Figueroa Gerstenmaier
Teresa del Carmen Flores Flores
Ulises Paramo Garcia
Ulrich Vasconcelos
Valaur Ekbalam Márquez Baños
Vicente Rico Ramírez
Yuridiana Rocio Galindo Luna
Zeferino Gamiño Arroyo

EVALUACIÓN ANTIOXIDANTE E HIPOGLUCEMIANTE *IN VITRO* DE EXTRACTOS DE CORTEZA DE *P. ARIZÓNICA* Y *Q. DURIFOLIA*

Marcela Soto-García^{a*} Jocelin Gabriela Hernández Carrillo^a

^aDivisión Multidisciplinaria de Ciudad Universitaria-ICB, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Av. José de Jesús Macías Delgado, Núm. 18100, Ciudad Juárez, Chihuahua, C.P.32310, México
marcela.soto@uacj.mx*

Resumen

P. arizónica (Pa) y *Q. durifolia* (Qd) son especies maderables con potencial en la generación de compuestos bioactivos; sin embargo, la investigación de sus propiedades biológicas es aún limitado. En este trabajo se evaluó los extractos de corteza de Pa y Qd. Para tal efecto se realizó la cuantificación de fenoles totales, de donde se tuvo una concentración de 669.3 ± 6.8 mg EAG/g e y de 491.8 ± 9.1 mg EAG/g e para Pa y Qd respectivamente. *P. arizónica* mostró mayor actividad antioxidante mediante el método de FRAP (550.37 ± 2.42 mg/L), mostrando diferencia significativa ($\alpha < 0.05$) con respecto a Qd y al estándar catequina. Los extractos de ambas especies tuvieron efecto hipoglucemiante al inhibir la enzima α -amilasa, donde Pa mostró el mayor efecto inhibitorio sobre la enzima.

Introducción

Los fitoquímicos son compuestos químicos que se encuentran en las plantas y que han referido efecto antioxidante. Los polifenoles (PF) están dentro de dichos compuestos y son definidos como metabolitos secundarios de las plantas que se han asociado con diversas propiedades, taxonómicas, sensoriales, nutricionales y farmacológicas [1].

Actualmente se han realizado estudios de compuestos polifenólicos en diferentes tipos de especies vegetales debido al interés de incorporación de sustancias de origen natural en la formulación de productos con aplicaciones terapéuticas y dietarias [2]. Lo anterior, como consecuencia de resultados que indican importantes propiedades biológicas de los polifenoles como: el efecto antioxidante, hipoglucemiante, hipocolesterolemia, anticancer y antiinflamatorio[3].

Los polifenoles se encuentran presentes naturalmente en alta concentración en las cortezas de los árboles, por tanto, diversos investigadores han centrado sus estudios en analizar dichos compuestos presentes en la flora nacional [4].

La corteza de ciertas especies maderables es de particular interés en el estudio de obtención de compuestos polifenólicos, esto con el fin de dar una utilidad a los residuos generados durante las operaciones de aserrío de especies que actualmente no se aprovechan en su totalidad.

Investigaciones han indicado que *P. arizónica* y *Q. durifolia* son recursos dentro de la medicina tradicional, además de ser fuente de compuestos fenólicos [5,6]. Por ello, el objetivo de este estudio fue el evaluar la actividad antioxidante e hipoglucemiante de extractos de corteza de estas especies.

Metodología

Obtención de extractos

Se obtuvieron extractos a partir de corteza seca y triturada. Se empleó como solvente de extracción soluciones etanol-agua al 70% a relación corteza/solvente 1/20. La preparación consistió en macerar la corteza en el solvente a temperatura ambiente (25° C) durante 24 h, para posteriormente filtrar con papel filtro. A la corteza remanente se le adicionó nuevamente solvente fresco y se repitió el proceso. Los

extractos obtenidos de la primera y segunda maceración se combinaron y concentraron en rotavapor a 35 °C aplicando vacío, obteniendo un extracto acuoso concentrado, el cual se llevó a sequedad en la campana de extracción a fin de obtener un extracto pulverizado.

Evaluación del contenido fenólico

Se determinó a concentración de 1000 ppm, siguiendo la metodología de Folin-Ciocalteu, mediante el procedimiento descrito por Rosales Castro et al. (2012)[7].

Se tomaron 50 µL de extracto y se le adicionaron 3 mL de agua destilada, posteriormente se le añadieron 250 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu. Después de un minuto y antes de 8 de agregar el reactivo de Folin, se adicionaron 750 µL de carbonato de sodio (20%). Por último, se añadió 950 µL de agua destilada. Se agitaron y dejaron en reposo por 90 minutos. Se realizó una curva de calibración con ácido gálico a concentraciones de 100 a 800 mg/L. La absorbancia se midió a 760 nm contra blanco sin muestra y los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de ácido gálico en mg/g de extracto seco (mg EAG/g e). Las determinaciones se realizaron en dos experimentos independientes por duplicado.

Evaluación antioxidante por el método de FRAP

Se realizó de acuerdo al procedimiento descrito por Rosales-Castro et al. (2012)[7]. Los extractos se disolvieron en etanol a una concentración de 200 mg/L.

El FRAP fue preparado con buffer acetato a 300mM (pH 3.6), TPTZ (2, 4,6- tri [2- pyridil]-s-triazine) 10mmol/L disuelto en HCl a 40 mM/L, y una solución de cloruro férrico (FeCl₃) a 20 mM/L, a una relación 10:1:1. Se mezclaron 100 µl de extracto (200 mg/L) con 3 mL de FRAP y se incubaron a 25 °C durante 10 min. Transcurrido el tiempo, la absorbancia se midió a 593 nm. El blanco consistió en 3mL de reactivo de FRAP y 100 µl de diluyente empleado en la muestra (agua destilada). Se utilizó catequina como estándar de referencia. Se realizó una curva de calibración con ácido ascórbico 500 mM (50-300 mg/L). Los resultados se expresaron como µmol equivalentes de ácido ascórbico (µM EAA). Las determinaciones se realizaron en dos experimentos independientes por duplicado.

Evaluación hipogluceminate in vitro

Se realizó a través de la inhibición de la enzima α -amilasa, de acuerdo al procedimiento descrito por Soto-García et al. (2016)[4]. Se utilizaron concentraciones de 1000 ppm de los extractos de cortezas de *P. arizonica*, *Q. durifolia* y control referente.

El procedimiento fue: a 500 µL de extracto se le adicionaron 500 µL de la solución enzimática la cual se preparó a una concentración de 0.5 mg/mL, y fue disuelta en buffer de fosfato de sodio 0.02 M a pH 6.9 con 0.006M de NaCl, posteriormente se incubaron a 25°C durante 10 min. Después de la pre-incubación, se adicionaron 500 µL de una solución de almidón al 1% (disuelto en buffer fosfatos de sodio 0.02M); y nuevamente se incubaron a 25°C durante 10 min. Una vez concluido el tiempo, la reacción se detiene con 1 mL de reactivo indicador (contiene la mezcla de ácido dinitrosalicílico 96M (DNS) y tartrato de sodio-potasio 0.005M); y se llevaron a ebullición en baño maría durante 5 min. Por último se dejaron enfriar a temperatura ambiente para luego adicionar 10 mL de agua destilada. Se midió la absorbancia a 540 nm. La acarbosa fue empleada como control de referencia, también se preparó un control experimental (Ac) al cual se le adiciona 500 µL de buffer fosfatos de sodio, (en lugar de extracto (Am)), puesto que éste será el referente donde se lleva a cabo el 100% de la reacción. La determinación del porcentaje de inhibición se calculó con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Inhibición} = [(Ac - Am) / Ac] \times 100 \quad \text{Ec. 1}$$

Resultados

Evaluación del contenido fenólico.

De la determinación de compuestos fenólicos totales, se tuvo que *P. arizónica* mostró la mayor concentración de estos metabolitos (669.3 ± 36.8 mg EAG/g e), teniendo además diferencia significativa con respecto al contenido que mostró *Q. durifolia* (491.8 ± 18.1 mg EAG/g). Figura 1.

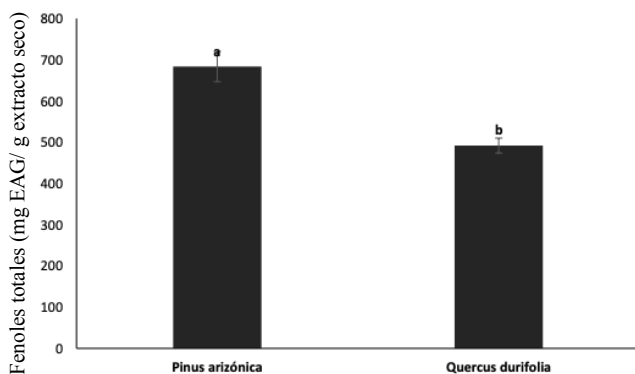


Figura 1. Contenido fenólico de las especies *P. arizónica* y *Q. durifolia*

Los valores en la figura representan las medias \pm DS de n=4. Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$, Fisher-LSD).

Evidencias reportadas por varios autores, han referido que la especie vegetal, la parte de esta, así como el método de extracción y el solvente empleado para la obtención de metabolitos polifenólicos, influyen directamente con la concentración polifenólica, lo cual pudo ser una variable que determinó la diferencia en este estudio [8,9].

Evaluación antioxidante por el método de FRAP

De acuerdo con el método de FRAP, se encontró actividad antioxidante en los extractos de corteza de ambas especies de estudio (Tabla 1); sin embargo, *P. arizónica*, mostró la mayor actividad en comparación a *Q. durifolia* y catequina. En el caso de *Q. durifolia*, esta exhibió el mismo comportamiento que el estándar referente (catequina).

Tabla 1. Evaluación antioxidante mediante FRAP a 200 ppm

Especie	$\mu\text{M EAA}$
<i>Pinus arizónica</i>	550.37 ± 2.42^a
<i>Quercus durifolia</i>	439.03 ± 1.79^b
*Catequina	453.53 ± 8.01^b

*Estándar de referencia

$\mu\text{M EAA}$ =micromol equivalentes de ácido ascórbico

Los valores representan la media \pm DS de n=4. Diferente letra en columna, representa diferencia significativa entre extractos $p \leq 0.05$, Fisher-LSD.

Los resultados obtenidos, pueden ser de nuevo atribuidos al tipo de metabolitos extraídos, en donde se ha reportado influencia entre el solvente de extracción y especie de la planta, lo cual coincide con lo reportado por Sulaiman et al. (2011) [9].

Evaluación hipoglucemiante in vitro.

Los extractos evaluados mediante la inhibición sobre la enzima α -amilasa se encuentran representados en la Figura 2. Se mostró que ambos extractos poseen actividad inhibitoria de la enzima glucolítica α -amilasa. El mayor porcentaje inhibitorio fue exhibido por *P.arizónica* (51.33%) en contraste a la especie *Q.durifolia* (31.3%); sin embargo, ambos mostraron diferencia estadística significativa con respecto al control acarbosa (18.3%).

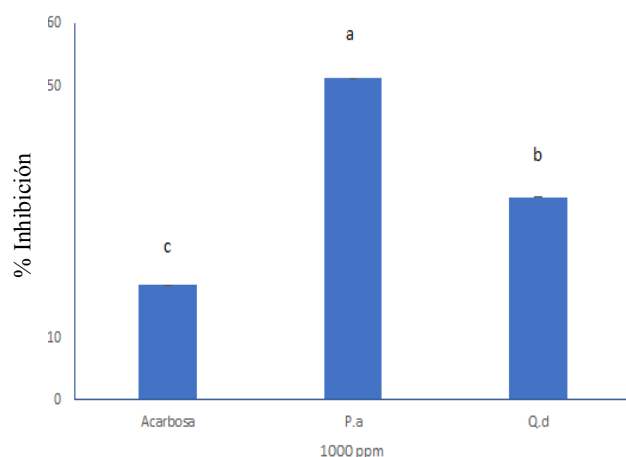


Figura 2. Efecto inhibitorio de los extractos evaluados de *Q. durifolia* (*Q.d*) y *P. arizónica* (*P.a*) sobre la enzima α -amilasa. Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0.05$) F-LSD.

El efecto de inhibición sobre la actividad de la enzima es referida positivamente pues, al retrasar el catabolismo de los polisacáridos y oligosacáridos tiene por consecuente la disminución en la glucosa. La actividad inhibitoria sobre esta enzima ha demostrado tener efectos benéficos sobre la resistencia a la insulina al igual que en el control de la glucosa en personas diagnosticadas con diabetes mellitus puesto que se reduce la glucosa como su absorción hacia el torrente sanguíneo, lo cual puee ser atribuido a la sinergia de metabolitos expuestos en los extactos, siendo más efectivo los que contiene la especie Pa [4].

Conclusiones

Los resultados de la evaluación de la concentración de compuestos fenólicos, actividad antioxidante y al efecto inhibitorio de la α - enzima amilasa mostrada en ambas especies fueron favorables al tener mejor comportamiento frente a los controles referentes; sin embargo, es el extracto de corteza de *P. arizónica* al cual se sugiere como fuente potencial para la obtención de metabolitos para la aplicación nutracéutica en su ramo terapéutico o dietaria.

Referencias

1. Surco-Laos, Felipe, Ayquipa Paucar, Hilda, Quispe Gamboa, Wilfredo, García Ceccarelli, Jorge, & Valle Campos, Manuel. "Determinación de polifenoles totales y actividad antioxidante de extracto de semillas de uvas residuos de la producción de Piscos". *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 86,2, 2020.
- 2.-Rana, S., & Bhushan, S." Apple phenolics as nutraceuticals: assessment, analysis and application". *Journal of food science and technology*, 53,4, 2016.

- 3.- Aravind, S. M., Wichienchot, S., Tsao, R., Ramakrishnan, S., & Chakkaravarthi, S.” Role of dietary polyphenols on gut microbiota, their metabolites and health benefits”. *Food Research International*, 110189,2021
- 4.- Soto-García, M., Rosales-Castro, M., Escalona-Cardoso, G. N., & Paniagua-Castro, N.” Evaluation of hypoglycemic and genotoxic effect of polyphenolic bark extract from *Quercus sideroxyla*”. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2016.
- 5.- Gamboa-Gómez, C. I., Simental-Mendía, L. E., González-Laredo, R. F., Alcantar-Orozco, E. J., Monserrat-Juarez, V. H., Ramírez-España, J. C., ... & Rocha-Guzmán, N. E.”In vitro and in vivo assessment of anti-hyperglycemic and antioxidant effects of Oak leaves (*Quercus convallata* and *Quercus arizonica*) infusions and fermented beverages”. *Food Research International*, 102,2017.
6. Rosales-Castro, M., González-Laredo, R. F., Rocha-Guzmán, N. E., Gallegos-Infante, J. A., Rivas-Arreola, M. J., & Karchesy, J. J. “Antioxidant activity of fractions from *Quercus sideroxyla* bark and identification of proanthocyanidins by HPLC-DAD and HPLC-MS”.2012.
- 7.- Ramos, V., Bocalandro, C., Riquelme, S., Sanhueza, V., Aspé, E., Roeckel, M.,Fernández, K. “Effect of the bench scale extraction conditions on *Pinus radiata* bark extract yield, antioxidant properties and composition.” *Maderas. Ciencia y Tecnología* 151, 2013.
- 8.- Soto-García, M., & Rosales-Castro, M. “Efecto del solvente y de la relación masa/solvente, sobre la extracción de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de extractos de corteza de *Pinus durangensis* y *Quercus sideroxyla*”. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 184. 2016
- 9.- Sulaiman, S.F., Sajak, A.A.B., Ooi, K.L.,Seow, E.M.. “Effect of solvents in extracting polyphenols and antioxidants of selected raw vegetables”. *Journal of Food Composition and Analysis* 24,4. 2011.