

Perfil ultravioleta y actividad regeneradora de liofilizados de cáscara del fruto de variedades de *Mangifera indica*, mango

Ewaldo D. Zavala-Urtecho¹, Mayar L. Ganoza-Yupanqui², Roberto O. Ybañez-Julca², A. Elena Mantilla-Rodríguez², Sandra K. N. Gajardo-Solari³, Julio W. Benites-Vilchez³

Información del artículo

Historia del artículo

Recibido: 21/03/2018

Aprobado: 15/05/2018

Autor corresponsal

Mayar L. Ganoza Yupanqui
mganoza@unitru.edu.pe
958822250

Financiamiento

Financiado mediante convenio de subvención 153-2015-FONDECYT: "Desechos frutales: una nueva era de fitocosméticos peruanos con filtros de protección solar", por FONDECYT/CONCYTEC-Perú.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Agradecimientos

Al Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (FONDECYT/CONCYTEC) del gobierno del Perú por el cofinanciamiento (convenio de subvención 153-2015-FONDECYT).

Citar como

Zavala-Urtecho ED, Ganoza-Yupanqui ML, Ybañez-Julca RO, Mantilla-Rodríguez AE, Gajardo-Solari SKN, Benites-Vilchez JW. Perfil ultravioleta y actividad regeneradora de liofilizados de cáscara del fruto de variedades de *Mangifera indica*, mango. Rev Peru Med Integrativa.2018;3(1):40-5.

Resumen

Objetivos. Evaluar el perfil ultravioleta de cada extracto liofilizado de la cáscara del fruto de distintas variedades de *Mangifera indica* L. mango y determinar su capacidad regeneradora. **Materiales y métodos.** Se analizaron cuatro variedades comerciales de mango, el perfil ultravioleta se obtuvo entre los 200 y 400 nm en un espectrofotómetro Perkin Elmer-Lambda® 25, mientras que la capacidad regeneradora se evaluó con el modelo de planarias con *Dugesia* sp., la evolución de estos especímenes se monitoreó con un estereoscopio Nexius Zoom® durante siete días. **Resultados.** Las cuatro variedades de *M. indica* presentaron semejante perfil UV, pero mango criollo 1 y mango criollo 2 tuvieron similares absorbancias en el rango UVA. Se evidenció la actividad regeneradora de las variedades de mango criollo 1, mango criollo 2 y mango Edward, observándose los fotorreceptores al tercer día, en comparación con el control en donde aparecieron al cuarto día. **Conclusiones.** Los perfiles UV de *M. indica* demuestran que las variedades estudiadas presentan la mejor absorbancia en el rango UVA, así como una capacidad regeneradora de fotorreceptores en modelos experimentales *in vivo*.

Palabras clave: Espectrofotometría Ultravioleta; Planarias/efectos de los fármacos; Regeneración/efectos de los fármacos; *Mangifera indica* (Fuente: DeCS)

Ultraviolet profile and regenerative activity of lyophilized fruit peel of *Mangifera indica*, mango varieties

Abstract

Objectives. To evaluate the ultraviolet profile of each lyophilized extract of distinct varieties of *Mangifera indica* L. "mango" fruit peel and to determine its regenerative capacity. **Materials and methods.** Four commercial varieties of "mango" were analyzed, the ultraviolet profile was obtained between 200 and 400 nm in a Perkin Elmer-Lambda 25 spectrophotometer®, while the regenerative capacity was evaluated with the planarians model with *Dugesia* sp., the evolution of these specimens was monitored with a Nexius Zoom stereoscope® for seven days. **Results.** The four varieties of *M. indica* showed similar UV profile, but "mango criollo 1" and "mango criollo 2" had similar absorbances in the UVA range. The regenerative activity of the varieties "mango criollo 1", "mango criollo 2" and "mango Edward" was evidenced, observing the photoreceptors on the third day, in comparison with the control that appeared on the fourth day. **Conclusions.** The UV profiles of *M. indica* show the best absorbance in UVA range, as well as a regenerative capacity of photoreceptors from experimental models *in vivo*.

Keywords: Spectrophotometry, Ultraviolet; Planarians/drug effects; Regeneration/drug effects; *Mangifera indica* (Source: MeSH).

¹ Escuela de Posgrado, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú

² Departamento de Farmacología, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú

³ Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile

Introducción

Si bien la radiación solar es la principal fuente de energía para los seres bióticos en la tierra, la exposición prolongada trae consigo daños a nivel celular y sistémico. Sin embargo, este daño se debe principalmente a la radiación ultravioleta (UV), que representa una pequeña fracción de todo el espectro de radiación solar. La radiación UV se ha clasificado de acuerdo a la longitud de onda en tres tipos UVA (400-315), UVB (315-280) y UVC (280-100) ⁽¹⁻³⁾.

Se considera que el nivel de daño es mayor mientras menor sea la longitud de onda; por ende, la más perjudicial para el ser humano es la radiación UVC. Usualmente, esta es retenida en la atmósfera y no alcanza la superficie terrestre, mientras que la radiación UVA y UVB logran alcanzar la superficie terrestre entre el 5 y 95% ⁽⁴⁾. Por otro lado, la radiación UVA es la principal causante del fotoenvejecimiento, mientras que la radiación UVB está principalmente asociada a los daños degenerativos (cáncer de piel) ⁽⁵⁾; por ello, la necesidad de protegerse de los rayos solares se ha convertido en una condición obligatoria para exponerse a un día bajo el sol; aunque actualmente se cuenta con diversos tipos de protectores solares aún se sigue trabajando en mejorar sus propiedades debido que, en su mayoría, los filtros químicos (benzofenona-3, avobenzona, etc.) suelen ocasionar reacciones en la piel ^(3,6).

En el campo de las especies vegetales, es conocido que las diferentes sustancias bioactivas confieren diversas propiedades biológicas a las partes de la planta, como los frutos; sin embargo, las cantidades y tipos de sustancias presentes caracterizan a cada especie. Adicionalmente, se pueden observar diferencias en miembros de una misma especie por factores como el lugar de procedencia, el clima, la época de cosecha, el grado de madurez, entre otros ⁽⁷⁾. Por ello es que las diversas especies vegetales logran desarrollar un mecanismo de defensa para los agentes dañinos a los cuales están expuestos (radiación UV, acidez, humedad, temperatura, etc.) lo que permite predecir que sus componentes son resistentes a estas condiciones ⁽⁸⁾.

Mangifera indica L., mango, es una de las frutas de mayor producción mundial, no obstante, con más de 1000 variedades de mango tan solo unas pocas son las producidas a escala industrial. En el Perú es una de las principales frutas de exportación, y las variedades más importantes son Haden, Kent y Tommy Atkins; las regiones donde existe una gran producción son Piura, Lambayeque, Ancash, Ica y La Libertad ⁽⁹⁾. Por otra parte, al considerarse la cáscara de mango un subproducto del consumo y procesamiento

industrial (del 7 al 24% en peso), se requiere estudiar las propiedades de este desecho frutal para otorgarle un valor agregado y evaluar su papel en la solución de diversos problemas de salud ^(10,11). Esta especie vegetal ha probado tener múltiples efectos biológicos, dentro de los cuales se resalta el efecto antioxidante ^(12,13) mediado especialmente por polifenoles como la mangiferina ⁽¹⁴⁾. Estudios previos han mostrado el efecto protector de esta sustancia en forma aislada, contra la fototoxicidad producida por aditivos como la avobenzona, presentes en bloqueadores solares; así como el envejecimiento inducido por UVB en modelos animales ^(15,16). Sin embargo, el mismo efecto ha sido encontrado al usar extractos del fruto de esta especie vegetal ⁽¹⁷⁾; por ende, considerando que la concentración de mangiferina es mayor en la cáscara de *Mangifera indica* ⁽¹⁸⁾, el presente estudio se plantea como objetivo evaluar el perfil ultravioleta de extractos liofilizados de la cáscara del fruto de cuatro variedades comerciales de *Mangifera indica* L. mango, y determinar su capacidad regeneradora.

Materiales y métodos

Material vegetal

Los frutos de *M. indica* de la variedad comercial mango criollo 1, se recolectaron en el distrito de Huabal, provincia de Jaén, región de Cajamarca. Las otras tres variedades comerciales de mango criollo 2, mango Edward y mango Kent, fueron adquiridas en el mercado La Hermelinda de la ciudad de Trujillo. Los frutos fueron obtenidos de octubre a diciembre del 2016 y la identificación taxonómica se realizó en el Herbarium Truxillense (HUT) de la Universidad Nacional de Trujillo.

Preparación del liofilizado de cáscara

Las cáscaras de los frutos de *M. indica* fueron separadas y cortadas en trozos de aproximadamente 1 cm², enseguida se congelaron a -80 °C en una ultracongeladora Arctiko® y luego se eliminó el agua mediante un liofilizador Millrock®. La cáscara liofilizada se pulverizó, se colocó en un cartucho, se llevó a un equipo Soxhlet y se extrajo con etanol de 96% a 80 °C hasta agotamiento; el extracto etanólico se concentró a presión reducida en un rotaevaporador para inmediatamente resuspenderlo con agua destilada, luego se congeló a -80 °C y se liofilizó. Los liofilizados se conservaron en refrigeración entre 2 y 8 °C en frascos herméticamente cerrados.

Evaluación del perfil ultravioleta

El perfil UV de los liofilizados del extracto de etanol de 96% de las cáscaras del fruto de *M. indica*, fueron evaluados

a una concentración de 0,2 mg/mL. Las lecturas de las absorbancias en el espectrofotómetro UV (Perkin Elmer Lambda® 25) se realizaron en el rango de 200 a 400 nm.

Evaluación de la actividad regeneradora

Las especies del género *Dugesia*, más conocidas como planarias, tienen la capacidad de regenerarse cuando son seccionadas, esta característica permite evaluar el efecto de diversas sustancias, ya sean de origen natural o sintético, midiendo si aceleran el proceso de regeneración natural de estas especies, lo que se verifica si este se da en un tiempo menor al que comúnmente se daría sin la influencia de ningún agente externo^(19,20).

Se utilizaron 15 planarias de agua dulce (*Dugesia* sp.), para el análisis de cuatro muestras problemas y un control (tres

especímenes por muestra). Se removieron las cabezas de los especímenes en la región detrás de las aurículas utilizando hojas de bisturí, los cuerpos de las planarias se colocaron en placa de toques con 1 mL de agua estancada; luego, se añadió 5 µL de etanol de 96% en los tres primeros pocillos que sirvieron como control. A los demás pocillos se les adicionó 5 µL de liofilizado previamente disuelto en etanol de 96% a 2 mg/mL, para cada variedad de mango se empleó tres pocillos. Las planarias fueron alimentadas 24 h antes de iniciarse los ensayos, para que tengan suficientes nutrientes y poder regenerarse. Asimismo, fueron observadas cada 24 h en un estereoscopio (Nexus Zoom®) por 7 días, para comprobar la regeneración completa de los ojos (fotorreceptores) y la cabeza (blastema); posteriormente, este efecto fue categorizado (Tabla 1).

Tabla 1. Categorización de capacidad regeneradora de *Dugesia* sp.

Estructura	Tiempo de regeneración			
	1 día	2 días	3 días	≥ 4 días
Fotorreceptores (ojos)	alta	media	leve	normal
Blastema (cabeza)	alta	media	leve	normal

Análisis estadístico

Se aplicó estadística descriptiva: frecuencias absolutas y relativas (%) para la evaluación de los parámetros de absorbancia y longitud de onda. La actividad regeneradora y el nivel de regeneración fueron evaluados usando las categorías antes descritas.

Resultados

Los perfiles UV de las cuatro variedades de *M. indica* fueron semejantes, presentaron, en todos los casos, la mayor absorbancia en el rango de 200-240 nm; el pico más alto de absorbancia la alcanzó el mango criollo 1. El mango Kent y el mango criollo 1 presentaron la mejor absorbancia en el segundo pico (250-315 nm); sin embargo, solo se encontró banda en el rango UVA (315-400 nm) en las variedades mango criollo 1 y mango criollo 2 (Figura 1).

La actividad regeneradora del extracto liofilizado de cáscara del fruto de *M. indica* se evaluó hasta 7 días; el grupo control tuvo la capacidad de regenerarse (fotorreceptores y blastema) a los 4 días de forma normal sin liofilizado; el mango criollo 1, mango criollo 2 y mango Edward, presentaron leve incremento regenerador (fotorreceptores) al tercer día (Figura 2).

Al categorizar los niveles de regeneración a los siete días de intervención, se encontraron mejores resultados en la evaluación de los fotorreceptores en las variedades de mango criollo 1, mango criollo 2 y mango Edward, en comparación con el grupo que no recibió ninguna intervención (Tabla 2).

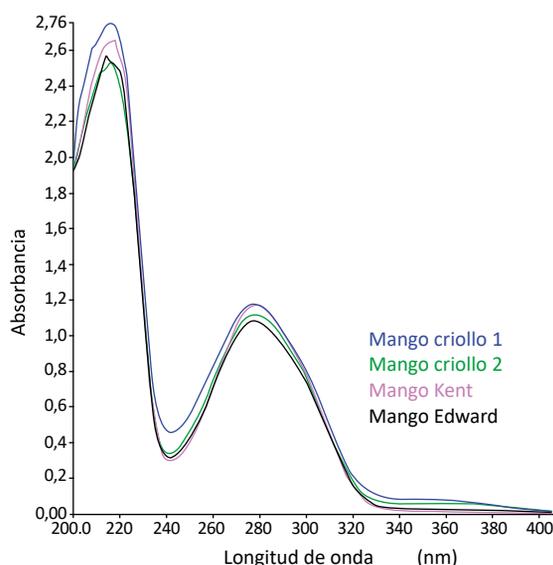


Figura 1. Perfil ultravioleta de cuatro variedades de *M. indica*

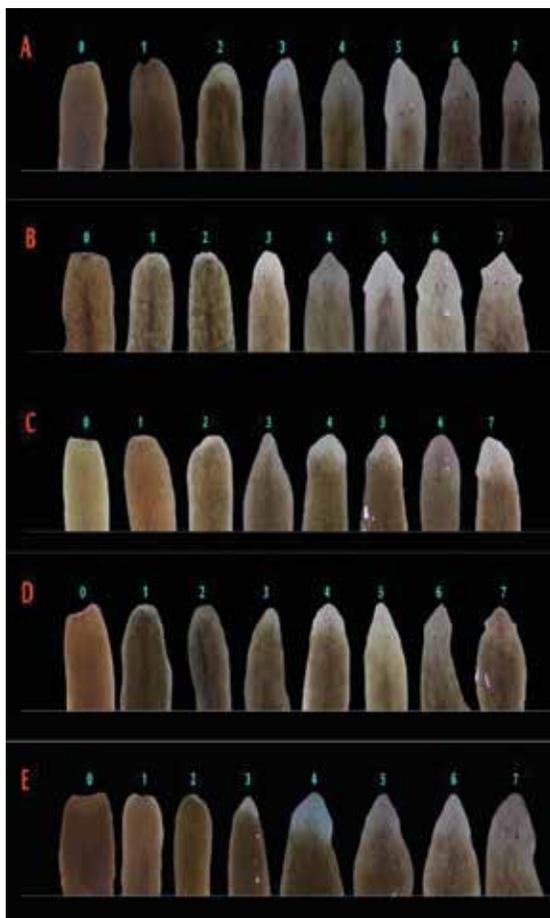


Figura 2. Actividad regeneradora de extractos de la cáscara de *M. indica* sobre *Dugesia* sp. durante 7 días. A) mango criollo 1; B) mango criollo 2; C) mango Edward; D) mango Kent y E) sin extracto.

Discusión

Si bien el perfil UV observado en los extractos liofilizados de las cuatro variedades de *Mangifera indica* fue muy similar, esta experiencia permitió evidenciar que, debido a que logran absorber la radiación UVA y UVB, existe un posible potencial fotoprotector que futuros estudios podrían corroborar

mediante experimentación en modelos *in vitro* o *in vivo* ^(3,6). En un estudio previo realizado por Forero *et al.* ⁽²¹⁾, se extrajo y cuantificó mangiferina de corteza de *Mangifera indica*, en Colombia, logrando un patrón espectrofotométrico muy similar al encontrado en esta investigación, con cuatro bandas de absorción principales a 240 nm, entre 230-260 nm, 317 nm y finalmente a 370 nm. Futuros estudios podrían reproducir estas experiencias aislando compuestos de importancia para verificar el comportamiento de estos en especies locales.

La actividad regeneradora del extracto liofilizado de cáscara del fruto de *M. indica* fue evaluada y comprobada en el periodo de intervención (7 días), donde mostró un desempeño levemente superior en la regeneración de los fotorreceptores en comparación al grupo que no recibió intervención. No se encontraron estudios similares en la bibliografía previa, sin embargo, estudios previos han corroborado que la mangiferina puede inducir proliferación celular en células B de islotes pancreáticos en modelos murinos. Esta sustancia puede actuar como un regulador de enzimas claves en el ciclo celular como ciclinas (D1, D2 y dependientes de quinasa-4); así como un supresor de p27^{Kip1} y p16^{INK4a}, los que están relacionados con mecanismos apoptóticos ^(22,23). En contraste, otras investigaciones señalan que puede actuar como un anticancerígeno, regulando factores de transcripción como NF-κB, MAPK e IKK, así como otros genes involucrados en la metástasis, angiogénesis, inflamación y apoptosis ⁽²⁴⁾.

Sin embargo, no debemos olvidar que los extractos son mezclas de distintos metabolitos, los que pueden conferir una sinergia o un antagonismo en sus propiedades biológicas, por lo que no siempre el extracto será mejor que los compuestos aislados y viceversa ⁽²⁵⁾. Por ende, el alcance de este estudio no permite la identificación de compuestos marcadores o bioactivos a los cuales se les pueda atribuir directamente los efectos encontrados.

En este contexto, cabe destacar también que, si bien las propiedades biológicas de las frutas son diversas, así como la forma de utilización, preparación y propiedades

Tabla 2. Nivel de regeneración de *Dugesia* sp. en comparación con el control

Variedades de <i>M. indica</i>	Fotorreceptores (ojos)	Blastema (cabeza)
mango criollo 1	leve	normal
mango criollo 2	leve	normal
mango Edward	leve	normal
mango Kent	normal	normal
sin <i>M. indica</i> (control)	normal	normal

nutricionales; las propiedades de los compuestos en las distintas partes de estas aún son materia de estudio. Las cáscaras frutales, las cuales son frecuentemente consideradas como desechos, constituyen una potencial fuente de materia prima para diversas necesidades, dentro de ellas, las terapéuticas; ya en otras especies vegetales se ha demostrado la influencia en la actividad biológica de la presencia de la cáscara^(26,27), así como sus propiedades aisladas. Futuros estudios deberán determinar la verdadera influencia de este elemento en los efectos terapéuticos atribuidos a extractos de *Mangifera indica* L.

Finalmente, es importante evaluar el efecto de la diversidad de variedades de *Mangifera indica* L. Una experiencia

previa realizada en Colombia corroboró la heterogeneidad genética en seis poblaciones de una sola variedad de *Mangifera indica* L. debido a factores como la polinización, la intervención humana, y la naturaleza alógama de esta especie vegetal⁽²⁸⁾. Este punto debe ser evaluado a una mayor profundidad y considerado en futuros resultados de investigaciones.

Se concluye que los extractos liofilizados de la cáscara del fruto de cuatro variedades de *Mangifera indica* L. presentan absorción en el rango UVA. Asimismo, dos variedades de mango criollo y la variedad mango Edward, presentaron actividad regeneradora levemente superior al control (sin intervención) en fotorreceptores de *Dugesia* sp.

Referencias bibliográficas

- Somogyi A, Rosta K, Pusztai P, Tulassay Z, Nagy G. Antioxidant measurements. *Physiological measurement*. 2007;28(4):R41-R55. doi:10.1088/0967-3334/28/4/R01
- Carocho M, Ferreira ICFR. A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and Chemical Toxicology*. 2013;51(1):15-25. doi:10.1016/j.fct.2012.09.021
- Schalka S, Steiner D, Ravelli FN, et al. Brazilian consensus on photoprotection. *Anais Brasileiros de Dermatologia*. 2014;89(6):1-74. doi:10.1590/abd1806-4841.20143971
- Moan JE, Baturaite Z, Dahlback A, Porojnicu AC. Ultraviolet radiation and cutaneous malignant melanoma. *Adv Exp Med Biol*. 2014;810:359-374.
- Romanhole RC, Ataide JA, Moriel P, Mazzola PG. Update on ultraviolet A and B radiation generated by the sun and artificial lamps and their effects on skin. *Int J Cosmet Sci*. 2015;37(4):366-370. doi:10.1111/ics.12219
- Chen L, Hu JY, Wang SQ. The role of antioxidants in photoprotection: A critical review. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2012;67(5):1013-1024. doi:10.1016/j.jaad.2012.02.009
- Altemimi A, Lakhssassi N, Baharlouei A, Watson DG, Lightfoot DA. Phytochemicals: Extraction, Isolation, and Identification of Bioactive Compounds from Plant Extracts. *Plants (Basel)*. 2017;6(4). doi:10.3390/plants6040042
- Laitonjam WS. *Natural Antioxidants (NAO) of Plants Acting as Scavengers of Free Radicals*. Vol 37. Elsevier; 2012. doi:10.1016/B978-0-444-59514-0.00009-2
- Minaya A. *El Mango en el Perú y sus Vínculos con el Mercado Internacional*. Ica: Ministerio de Agricultura; 1999.
- Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior. *Descripción Presentación Especies y Variedades*. Lima; 2014.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. *Evolución de las Exportaciones e Importaciones - Informe Técnico 2*. Lima; 2016.
- Benites Vélchez J, López Vivar J, Kusch Fuschlocher F, et al. Actividad antioxidante, antibacteriana y analgésica de extractos de *Mangifera indica* L. *BIOFARBO*. /:10.
- Martínez G, Delgado R, Pérez G, Garrido G, Núñez Sellés AJ, León OS. Evaluation of the in vitro antioxidant activity of *Mangifera indica* L. extract (Vimang). *Phytother Res*. 2000;14(6):424-427.
- Matkowski A, Kuś P, Górska E, Woźniak D. Mangiferin - a bioactive xanthonoid, not only from mango and not just antioxidant. *Mini Rev Med Chem*. 2013;13(3):439-455.
- Li J, Malakhova M, Mottamal M, et al. Norathyriol suppresses skin cancers induced by solar ultraviolet radiation by targeting ERK kinases. *Cancer Res*. 2012;72(1):260-270. doi:10.1158/0008-5472.CAN-11-2596
- Kim H-S, Song JH, Youn UJ, et al. Inhibition of UVB-induced wrinkle formation and MMP-9 expression by mangiferin isolated from *Anemarrhena asphodeloides*. *Eur J Pharmacol*. 2012;689(1-3):38-44. doi:10.1016/j.ejphar.2012.05.050
- Song JH, Bae EY, Choi G, et al. Protective effect of mango (*Mangifera indica* L.) against UVB-induced skin aging in hairless mice. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*. 2013;29(2):84-89. doi:10.1111/phpp.12030
- Masibo M, He Q. Major Mango Polyphenols and Their Potential Significance to Human Health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2008;7(4):309-319. doi:10.1111/j.1541-4337.2008.00047.x

19. Rocha SMR, Schieber A. Bioactive compounds in mango (*Mangifera indica* L.). *Bioactive Foods in Promoting Health*. 2010;507-523. doi:10.1016/B978-0-12-374628-3.00034-7
20. Jahurul MHA, Zaidul ISM, Ghafoor K, et al. Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components: A review. *Food Chemistry*. 2015;183:173-180. doi:10.1016/j.foodchem.2015.03.046
21. Freddy FL, D P, Patricia A. Extraction, purification and quantification of mangiferin in the bark of some mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 2016;10(2):292-300. doi:10.17584/rcch.2016v10i2.5652
22. Wang H-L, Li C-Y, Zhang B, et al. Mangiferin Facilitates Islet Regeneration and β -Cell Proliferation through Upregulation of Cell Cycle and β -Cell Regeneration Regulators. *Int J Mol Sci*. 2014;15(5):9016-9035. doi:10.3390/ijms15059016
23. Wang H, He X, Lei T, et al. Mangiferin induces islet regeneration in aged mice through regulating p16INK4a. *Int J Mol Med*. 2018;41(6):3231-3242. doi:10.3892/ijmm.2018.3524
24. Saha S, Sadhukhan P, Sil PC. Mangiferin: A xanthonoid with multipotent anti-inflammatory potential. *Biofactors*. 2016;42(5):459-474. doi:10.1002/biof.1292
25. Conway P. Phytotherapy in context. In: *The Consultation in Phytotherapy*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2011:1-38. doi:10.1016/B978-0-443-07492-9.00007-2
26. Ismail T, Sestili P, Akhtar S. Pomegranate peel and fruit extracts: a review of potential anti-inflammatory and anti-infective effects. *J Ethnopharmacol*. 2012;143(2):397-405. doi:10.1016/j.jep.2012.07.004
27. Pereira A, Maraschin M. Banana (*Musa* spp) from peel to pulp: ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for human health. *J Ethnopharmacol*. 2015;160:149-163. doi:10.1016/j.jep.2014.11.008
28. Díaz-Matallana M, Schuler-García I, Ruiz-García M, Hodson de Jaramillo E. Analysis of diversity among six populations of Colombian mango (*Mangifera indica* L. cvar. Hilacha) using RAPDs markers. *Electronic Journal of Biotechnology*. 2009;12(3):1-2. doi:10.4067/S0717-34582009000300001