



## RESIDUOS DE INFLORESCENCIAS COMO ALTERNATIVA NATURAL ANTIMICROBIANA

## INFLORESCENCE RESIDUES AS A NATURAL ANTIMICROBIAL ALTERNATIVE

Pineda-Nieto Silvia Araceli <sup>1</sup>, Vázquez-Hernández Ma. Cristina<sup>1,2\*</sup>, Álvarez-Mayorga Beatriz Liliana <sup>3</sup>, García-Trejo Juan Fernando <sup>4</sup>, Aguirre-Becerra Humberto <sup>1</sup>, Feregrino-Pérez Ana Angelica <sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> Estudiante del Posgrado en Ingeniería de Biosistemas. Campus Amazcala. Facultad de Ingeniería. UAQ. Carr. Chichimequillas s/n Km. 1, El Marqués, Qro. México

<sup>2</sup> Profesor-del Tecnológico Nacional de México/IT Roque. Carretera Apaseo el Alto-Jerécuaro, Km 11.

<sup>3</sup> Facultad de Química. UAQ. Cerro de las Campanas S/N. Col. Las Campanas. Querétaro, México

<sup>4</sup> Cuerpo Académico de Bioingeniería Básica y Aplicada. Facultad de Ingeniería. UAQ, Cerro de las Campanas S/N. Col. Las Campanas. Querétaro, México

### Resumen

Existen procesos que permiten el uso de residuos forestales o de jardinería, para la obtención de compuestos con actividad antimicrobiana. Esto impacta positivamente en el desarrollo de alternativas naturales contra la resistencia antimicrobiana y permite la revalorización de estos residuos con su reincorporación en la cadena de producción y generación de productos de valor agregado. En este trabajo, se obtuvo el extracto metanólico de inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia*, donde se evaluaron los compuestos fenólicos totales y la actividad antimicrobiana sobre *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* y *Clavibacter* spp, utilizando la técnica de Kirby Bauer. Los extractos de estas inflorescencias podrían representar una alternativa natural para la generación de productos bactericidas.

Palabras clave: *Actividad Biológica, Compuestos Fenólicos, Jacaranda mimosifolia, Residuos, Valor Agregado.*

### Abstract

*There are processes that allow the use of forest or garden waste, to obtain compounds with antimicrobial activity. This positively impacts the development of natural alternatives against microbial resistance and allows the revaluation of these residues with their reincorporation into the production chain and generation of added-value products. In this work, the methanolic extract of inflorescences from *Jacaranda mimosifolia* was obtained, where total phenolic compounds and antimicrobial activity in *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* and *Clavibacter* spp were evaluated using the Kirby Bauer technique. The extracts of these inflorescences could represent a natural alternative for the generation of bactericidal products.*

Keywords: *Added-value products, Biological activity, Jacaranda mimosifolia, Phenolic compounds, Waste.*

## 1. Introducción

El alto impacto ambiental que se vive en México, resultado del modelo de economía lineal, según el cual, los bienes son producidos a partir de materias primas, vendidos, utilizados y finalmente desechados como residuos y que nos ha regido por más de un siglo (Fundación Ellen MacArthur, McKinsey & Compañía, 2014), ha impulsado a que en años recientes se busquen estrategias para disminuir el impacto ecológico negativo, encaminando a la sociedad a lo que se denomina la economía circular. La economía circular trata de que los productos, componentes y materias primas mantengan su utilidad y valor máximo en todo momento (Balbao & Dominguez Somonte, 2014; Sanchez Cortez, 2016). En este sentido y ante el abuso de antibióticos en diversos sectores como la agricultura, la acuicultura, la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética entre otros, que han generado no solo resistencia a los antimicrobianos, sino también condiciones que favorecen la transferencia de genes resistentes por la baja o nula biodegradabilidad de los mismos (Alós, 2015), se tiene una creciente necesidad en la búsqueda de nuevas alternativas que ayuden a contrarrestar este efecto negativo. Estudios plantean el uso de residuos de plantas y productos vegetales que pueden representar una fuente de alternativas naturales para prevenir el crecimiento de bacterias y hongos (Sharifi-Rad y col. 2017).

De acuerdo a los datos reportados por SEMARNAT (2017), en México generamos más de 42 millones de toneladas de residuos sólidos al año. La generación de residuos sólidos urbanos se estima en una composición aproximada de 53% de materia orgánica; 28% de residuos potencialmente reciclables y 19% de residuos inutilizables. En la mayoría de los casos, los desechos orgánicos no tienen un manejo adecuado, ya que se desconoce la actividad biológica que podría ocurrir. Sin embargo, estos desechos tienen varios usos potenciales, como la recuperación para la fertilización orgánica de los suelos o como fuente de compuestos con actividad biológica. En Querétaro, se generan diariamente 1, 788, 602 toneladas de residuos sólidos urbanos; de estos, entre el 13% y el 17% corresponden a residuos de poda y jardín. Dentro de estos desechos de jardín se encuentran las inflorescencias de la familia *Bignoniaceae*, que en

su período de floración aumenta considerablemente el porcentaje de desechos sólidos. Algunas especies de esta familia se han utilizado en medicina tradicional (Gachet y Schünly, 2009). *Jacaranda mimosifolia* pertenece a esta familia, es endémica de América del Sur y se distribuye en áreas subtropicales del mundo. La *Jacaranda* es un árbol de copa ancha que puede alcanzar hasta 15 metros de altura, con un tronco de 30 cm de diámetro, las inflorescencias están en panículas axilares o terminales de 25 a 35 cm de largo, las flores son de color azul-violeta irregular de 2.5 a 4 cm de largo tienen cinco lóbulos redondeados y desiguales (Pennington y col. 2004).

La floración de *Jacaranda mimosifolia*, ocurre entre los meses de marzo a junio, puede tener una segunda floración hacia los meses de septiembre octubre, pero es escasa (Hernández, 2007). Estudios químicos indican que *J. mimosifolia* contiene triterpenos, quinonas, flavonoides, ácidos grasos y dímeros fenil-etanoides (Moharram and Marzouk, 2007). Recientemente, se ha reportado la presencia de ácidos grasos en las flores de *Jacaranda* como el ácido oleico que puede actuar como un importante precursor en la síntesis de nanopartículas, creando sinergia en las actividades biológicas (Sharma *et al.*, 2016; Bachheti y col. 2020).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad biológica de las inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia* como una alternativa sostenible en la utilización de residuos, permitiendo establecer bases para el aislamiento de ingredientes activos que ayudan a combatir los problemas causados por microorganismos de interés agrícola y alimentario.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Material vegetal colectado

Se colectaron 2 Kg de residuos de inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia* en una zona que se encuentra localizada entre las coordenadas geográficas que van desde 20 ° 35 '33.7 "de longitud norte y 100 ° 24' 44.5" de longitud oeste. Las muestras se limpiaron de material extraño, se lavaron con agua purificada, se eliminó el exceso de agua con papel absorbente y posteriormente fueron congeladas con nitrógeno líquido, se mantuvieron en congelación a -80 °C hasta su uso.

### 2.2. Preparación del extracto.

La extracción se realizó según la metodología descrita por Cardador-Martinez y col. (2012) con algunas modificaciones. En un matraz Erlenmeyer de 100 mL, se colocó un gramo de muestra y se le adicionó 10 mL de metanol 96% (J.T. Baker). El matraz se protegió de la luz, se colocó en agitación constante (modelo LABNET S1000) a 40 rpm por 24 h a 25 °C posteriormente, las muestras se centrifugaron a 4000 g durante 10 min. El sobrenadante se concentró en un rotaevaporador a presión reducida y 43±2 oC, para eliminar los restos del solvente. La muestra fue almacenada en oscuridad a 4oC.

### 2.3. Determinación de compuestos bioactivos.

Los compuestos fenólicos totales se determinaron por el método Folin-Ciocalteu (Dewanto *et al.* 2002) acoplado a microplaca. A 4 µL de extracto metanólico se le adicionaron 250 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu (1N). Después de 5 min, se añadió una solución de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> al 20% (1250 µL) para neutralizar, se agitó y dejó en reposo durante 2 h en oscuridad a temperatura ambiente. La absorbancia se midió a 760 nm en un espectrofotómetro (MULTISKAN GO, Thermo Fisher Scientific, Finland). Los resultados se expresaron en mg de equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra (GAE / g).

### 2.4. Microorganismos utilizados

Los microorganismos utilizados en este estudio fueron *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 y *Clavibacter* spp., donados por las Facultades de Química e Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

### 2.5. Evaluación de la actividad antimicrobiana

Se realizó el método de difusión en disco utilizando la técnica modificada de Kirby Bauer. Se inocularon 100 µL de un cultivo que contenía 109 cel/mL en tubos con 7 mL de agar Müller - Hinton para tener una concentración celular a evaluar de 10<sup>8</sup>, el medio fundido con el microorganismo se vertió en una caja Petri. Se impregnaron discos de papel de filtro estéril (5 mm de diámetro), con 25 µL del extracto metanólico (100 mg GAE/g,) se colocaron sobre el agar inoculado con los microorganismos de prueba. Se impregnó un disco con 25 µL de metanol 96% como control negativo y Gentamicina y/o Q-bacter como control

positivo. La actividad antimicrobiana se determinó después de 24 a 48 h de incubación a 37 °C. El diámetro de las zonas de inhibición se midió en mm.

### 2.6. Análisis estadístico.

Todas las determinaciones fueron analizadas por triplicado y se expresaron como la media estadística ± desviación estándar. Se utilizó el programa estadístico GraphPad Prism 6.0. Se utilizó un análisis de varianza con un nivel de confianza del 95%, las diferencias de las medias se determinaron con la prueba Tuckey y Dunnet.

## Resultados y discusión

Diversas plantas han mostrado actividad antimicrobiana, que se asocia con la presencia de compuestos bioactivos generados durante su metabolismo secundario entre los que encontramos los compuestos fenólicos (Siddiqui y col. 2016). Se sabe que diversos compuestos fenólicos poseen propiedades antimicrobianas (Dai y col. 2020), por lo que pueden cambiar la composición de la microbiota en cualquier entorno en el que estos compuestos se apliquen y/o se induzcan en un tipo y concentración adecuados. De hecho, la actividad antimicrobiana de los compuestos fenólicos es bien conocida y está relacionada con su capacidad para desnaturalizar proteínas, modificar el pH extracelular e hidrofobicidad, siendo generalmente clasificado como agentes tensoactivos (Büsra Konuk y Ergüden, 2020). Por otro lado, existe una creciente demanda a nivel mundial de revalorizar los residuos generando alternativas de productos de valor agregado. En ese sentido las flores o inflorescencias son una alternativa sustentable, que además de los usos tradicionales como alimento, ornato u ofrenda pueden ser una fuente poco explorada de compuestos polifenólicos con propiedades antimicrobianas contra patógenos de interés alimenticio y agrícola.

Las inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia* utilizadas en este trabajo presentan una gran cantidad de fenoles total expresado como GAE (Tabla 1). El contenido de fenoles totales fue superior al reportado para aceite de semillas (0.02793 mg GAE/ g de aceite de semilla) de la misma especie (Van Nieuwenhove y col. 2019). También reporta valores superiores a lo observado en Jambu (*Acmella olerarea*) (5.65± 0.44 y 0.58 ± 0.04 mg GAE/g

Pineda-Nieto Silvia Araceli, Vázquez-Hernández Ma. Cristina, Álvarez-Mayorga Beatriz Liliana, García-Trejo Juan Fernando, Aguirre-Becerra Humberto, Feregrino-Pérez Ana Angelica [pp.46-51]

base seca y húmeda, respectivamente) inflorescencia utilizada en la cocina y medicina local del Amazonas (Andrade Neves y col. 2018). De igual manera es superior a lo reportado en extractos etanólicos de diversas inflorescencias: 140 - 230 mg de flores de *Tagetes erecta* por técnica de sonicación y/o ultrasonicación (Kazibwe y col. 2017),  $9.42 \pm 0.15$  mg de *Tagetes erecta* por técnica de maceración,  $2.73 \pm 0.0425$  mg/g de *Antigonon leptopus*,  $2.28 \pm 0.109$  mg/g de *Bougainvillea glabra*,  $2.10 \pm 0.0504$  mg/g de *Cosmos sulphureus* expresados en GAE/g de flores liofilizadas (Kaisoon y col. 2012). Lo anterior indica que tanto la concentración como el tipo de fenoles puede variar de una especie a otra, lo cual puede influir sobre la eficiencia y susceptibilidad de la actividad biológica.

**Tabla 1.** Concentración de fenoles totales en inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia*

	<b>Fenoles totales<sup>1</sup></b>
<b>Inflorescencias</b>	$649.40 \pm 10.45$

<sup>1</sup> Concentración expresada en mg equivalentes de ácido gálico (GAE) / g de muestra. Los resultados mostrados son el promedio de tres réplicas del experimento  $\pm$  Desviación Estándar.

El uso de antimicrobianos de origen natural puede ser efectivo para reducir la dependencia de los antibióticos, minimizar las posibilidades de resistencia a los antibióticos en los alimentos, así como ayudar a controlar la contaminación de patógenos en la agricultura (Voon y col. 2012). De acuerdo a la revisión realizada por Dai y col (2020), de 256 productos naturales reportados en el periodo de 2016-01/2020 se encontraron 19 compuestos fenólicos con actividad antibacteriana con concentración mínima inhibitoria inferiores a  $10 \mu\text{g/mL}$  o  $10 \mu\text{M}$ .

En la Tabla 2, se muestran los resultados de actividad antimicrobiana del extracto metanólico de inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia* (a una concentración de  $100 \text{ mg/mL}$ ), contra bacterias de interés alimenticio y agrícola. Los resultados mostrados indican un mayor porcentaje de inhibición en *Escherichia coli*, seguido de *Salmonella typhimurium* y *Clavibacter spp* (85, 70 y 60% respectivamente) en comparación con el control positivo utilizado.

**Tabla 2.** Actividad antimicrobiana de inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia*

	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella typhimurium</i>	<i>Clavibacter spp.*</i>
<b>Inflorescencia</b>	$22.66 \pm 1.52\text{b}$	$19.33 \pm 0.57\text{b}$	$33.0 \pm 0.72\text{b}^{**}$
<b>Gentamicina</b>	$26.66 \pm 1.13\text{b}$	$27.66 \pm 2.51\text{c}$	-
<b>Q-bacter</b>	-	-	$55.13 \pm 0.55\text{c}$
<b>Metanol</b>	0a	0a	0a

Gentamicina y la Q-bacter\* control positivo. Metanol control negativo. Los resultados indican el promedio del halo de inhibición (mm) de tres réplicas y tres experimentos independientes. Diferentes letras por columna indican una diferencia significativa con prueba de Dunnet ( $p < 0.05$ ). \*\* Indica diferencia significativa por renglón, con base en análisis estadístico por prueba de Tuckey ( $p < 0.05$ ).

La capacidad del extracto de inflorescencias de *J. mimosifolia* y la inhibición del crecimiento de los microorganismos se evaluaron y compararon por medio de la prueba de susceptibilidad antimicrobiana en disco, en donde se utilizó gentamicina como control positivo para el caso de *E. coli* y *S. typhimurium* mientras que para *Clavibacter* utiliza Q-bacter, ambos controles tienen un efecto bactericida, su mecanismo de acción impide la transcripción y síntesis de proteínas. Se observa que las bacterias Gram negativas (*E. coli* y *S. typhimurium*) presentan halos de inhibición diferentes sin diferencia significativa ( $22.66 \pm 1.52$  y  $19.33 \pm 0.57$  mm, respectivamente), mientras que la bacteria Gram positiva (*Clavibacter spp*) presenta un mayor halo de inhibición ( $33.0 \pm 0.72$  mm) y diferencia estadística con respecto a las otras bacterias evaluadas. Para la especie estudiada no se encontró información en la literatura consultada sobre su posible actividad antimicrobiana (SciELO, Redalyc, SpringerLink, Science Direct, BioMed Central, PubMed). Sin embargo, los resultados presentados en este trabajo sugieren que puede haber una selectividad de los compuestos presentes en el extracto de inflorescencias de *J. mimosifolia* sobre los microorganismos evaluados. La actividad antimicrobiana depende de varios factores, incluido el contenido de compuestos bioactivos encontrados en la muestra, el tipo de extracción y tipo de solvente (Siddiqui y col. 2016; Kazibwe y col. 2017). Por lo tanto, debemos considerar

Pineda-Nieto Silvia Araceli, Vázquez-Hernández Ma. Cristina, Álvarez-Mayorga Beatriz Liliana, García-Trejo Juan Fernando, Aguirre-Becerra Humberto, Feregrino-Pérez Ana Angelica (pp.46-51)

el tipo de compuestos presentes en el extracto, en este estudio, solo los compuestos fenólicos por el tipo de extracción realizada, lo que sugiere que existe una influencia de la estructura de estos compuestos en el potencial antimicrobiano. Se sugiere que el mecanismo de acción de los compuestos fenólicos incluye: interferencia con la síntesis de la pared celular, la inhibición de la síntesis de proteínas, la interferencia con la síntesis de ácidos nucleicos y la inhibición de vías metabólicas (Conner, 1993). Adicionalmente, Búsra Konuk y Ergüden (2020), hacen mención que la actividad antimicrobiana de los compuestos fenólicos está directamente relacionada con el número de grupos hidroxilos que tiene el derivado fenólico, los lugares y el número de grupos hidroxilos (OH) en el anillo parece que están relacionados directamente con la toxicidad frente a los microorganismos, de forma que un aumento en la hidroxilación está ligado a una mayor toxicidad.

El uso de plantas o residuos de las mismas con el objetivo de obtener compuestos fenólicos, representa actualmente una alternativa creciente, las investigaciones desarrolladas en esta área, nos permitirá poder conocer las propiedades y posibles usos con fines agroindustriales de productos que no son aprovechados y se consideran desechos, reinsertándolos en la cadena productiva y generando un producto con valor agregado.

## Conclusiones

El extracto metanólico de inflorescencias de *Jacaranda mimosifolia* mostró actividad antimicrobiana contra los microorganismos seleccionados. El extracto obtenido puede constituir una fuente de principios activos que permitan contribuir al descubrimiento de antimicrobianos de origen natural. El estudio permitió conocer algunos de los usos potenciales de los residuos de *Jacaranda* (proveniente de las inflorescencias), e incrementar las opciones de reincorporación de estos residuos a la cadena productiva como un producto de valor agregado.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Química la donación de cepas y el apoyo prestado para la realización de este trabajo. A.A.F.P. agradece a FOFI 2018 por la subvención otorgada.

## Resumen curricular

Ana Angélica Feregrino Pérez., Doctor en Ciencias (Tecnología de los Alimentos)., Profesor-investigador Tiempo Completo., Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I., Perfil Prodep., Línea de Investigación Metabolitos Secundarios y Valor Agregado.

## Referencias bibliográficas

- Alós JI (2015). Resistencia bacteriana a los antibióticos: una crisis global. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, 33(10), 692-699.
- Andrade Neves D. Emídio Cunha E.C., Teixeira Duarte M.C., Teixeira Duarte R.M., Braga Ribeiro A., Teixeira Godoy H. (2018). Effect of cooking process on the free-radical scavenging capacity and antimicrobial activity of *Acmella oleracea*. *Industrial Crops and Products*. On line.
- Bacchetti RK., Fikadu A., Bachheti A., Husen A. (2020). Biogenic fabrication of nanomaterials from flower-based chemical compounds, characterization and their various applications: A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*. In press, corrected proof Available online 11 May
- Balbao, CH., & Dominguez Somonte, M. (2014). Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3. Colombia: Informador técnico.
- Búsra Konuk H and Ergüden B. (2020). Phenolic -OH group is crucial for the antifungal activity of terpenoids via disruption of cell membrane integrity. *Folia Microbiologica*. Online. <https://doi.org/10.1007/s12223-020-00787-4>
- Cardador-Martínez, A., Castaño Tostado, Loarca Piña, G. (2002). Antimutagenic activity of natural phenolic compounds in the common bean (*Phaseolus Vulgaris*) against aflatoxinB1. *Food Additives and Contaminants*, 19(1):62-69.
- Conner, D.E. (1993). Naturally occurring compounds in "Antimicrobials in foods" 2ª. Edition. PM. Davidson and AL Branen. Marcel Dekker. New York. 263-305.
- Dai J., Han R., Xu Y., Li N., Wang J., Dan W. (2020). Recent progress of antibacterial natural products: future antibiotics candidates. *Bioorganic Chemistry*. In Press, Journal Pre-proof. Available online 20 May
- Dewanto V, Wu X, Adom K.K., Liu R.H. (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of

Pineda-Nieto Silvia Araceli, Vázquez-Hernández Ma. Cristina, Álvarez-Mayorga Beatriz Liliana, García-Trejo Juan Fernando, Aguirre-Becerra Humberto, Feregrino-Pérez Ana Angelica (pp.46-51)

- tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(10), 3010-3014.
- Fundación Ellen MacArthur, McKinsery & Compañía. (2014) Hacia una economía circular. Cows, Reino Unido: Fundación Ellen MacArthur.
- Gachet SW; Schühly W. (2009). Jacaranda – an ethnopharmacological and phytochemical review. *Journal of Ethnopharmacology*, 121(1), 14-27
- Hernández CR (2007). Evaluación de la estabilidad de una tintura comercial con propiedades Antimicrobianas, preparada a partir de flores de *Jacaranda mimosifolia*, hojas de *Psidium guajava*, hojas y flores de *Tagetes lucida* y corteza de *Simarouba glauca*, en solución alcoholica al 35%. *Informe final de tesis Universidad de San Carlos Guatemala*
- Kaisoon, O., Konczak, I., Siriamornpun, S. (2012). Potential health enhancing properties of edible flowers from Thailand. *Food Research International*. 46: 563-571
- Kazibwe Z., Kim D.H., Chun S., Gopal J. (2017). Ultrasonication assisted ultrafast extraction of *Tagetes erecta* in wáter cannonadign antimicrobial, antioxidant componentes. *Journal of Molecular Liquids*. 229, 453-458
- Moharram, F.A., Marzouk, M.S.A. (2007). A novel phenylethanoid dimer and flavonoids from *Jacaranda mimosifolia*. *Zeitschrift für Naturforschung*, B 62, 1213-1220.
- Pennington, T.D., Reynel, C., Daza, A. (2004). *Illustrated Guide to the Trees of Peru*. DH Books, Sherborne, pp. 758-761.
- Sanchez Cortez, X. (2016). De la Sustentabilidad a la Economía Circular. o: BASF.
- SEMARNAT. (2017). Residuos solidos urbanos: la otra cara de la basura. Ciudad de México : Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Shara D., Sabela M., Kanchi S., Mdluli P.S., Bissety K. (2016). Biosynthesis of ZnO nanoparticles using *Jacaranda mimosifolia* flowers extract: Synergistic antibacterial activity and molecular simulated facet specific adsorption studies. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 126, 199-2017
- Sharifi-Rad J, Salehi B, Varoni EM, Sharopov F, Yousaf Z, Ayatollahi SA, Kovarfard F, Sharifi-RadM, AfdjeiMH, Sharifi-RadM, IritiM. (2017). Plants of the Melaleuca genus as antimicrobial agents: from farm to pharmacy. *Phytother Res*, 31,1475-1494
- Siddiqui M.W., Sharangi A.B., Singh J.P., Thakur P.K., Ayala-Zavala J.F., Singh A., & Dhua R.S. (2016). Antimicrobial properties of Teas and their extracts in vitro. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 56(9), 1428-1439
- Van Nieuwenhove C.P., Mayona A., Castro-Gómez P., Fontecha J., Sáez G., Zárate G., Luna Pizarro P. (2019). Comparative study of pomegranate and jacaranda seeds as functional components for the conjugated linolenic acid enrichment of yogurt. *LWT-Food Science and Technology*. 111, 401-407.
- Voon, H.C., Bhat, R., Gulam, R. (2012). Flower extracts and their essential oils as potential antimicrobial agents. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 11, 34-55.

