 ISSN: 2007 8102

Análisis fitoquímico de *Justicia spicigera* (Schltdl.) en comunidades totonacas

Pavón Acosta Denisse[1], Lozada García José Armando[2], Pacheco Cobos Luis[3], Vázquez Martínez Juan[4], Carmona Hernández Oscar[5]*
[1]Facultad de Biología Xalapa, Universidad Veracruzana, denisse_z15@hotmail.com, [2]Facultad de Biología Xalapa, Universidad Veracruzana, alozada@uv.mx, [3]Facultad de Biología, Universidad Veracruzana, luipacheco@uv.mx, [4] Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, juan.vm@irapuato.tecnm.mx, [5]Facultad de Ciencias Agrícolas Xalapa, Universidad Veracruzana, carhdz03@gmail.com
**alozada@uv.mx*

***Área de participación**: Ingeniería Química*

Resumen

Justicia spicigera es una planta originaria de México y de uso tradicional en ceremonias y para el tratamiento de síndromes de filiación cultural en diversas comunidades totonacas, es conocida comúnmente como muicle o tsi'is, muwij y limanin en totonaco. Con el objetivo de analizar fitoquímicamente su comportamiento, se realizaron colectas botánicas en las comunidades totonacas de Filomeno Mata, Talpila, El Chote, Buena Vista y Reforma Escolín. Mediante extractos metanólicos de *J. spicigera* se cuantificó el contenido de metabolitos secundarios totales por espectrofotometría colorimétrica UV/VIS. En función de los resultados, la población de *J.spicigera* de la comunidad de Talpila muestra mayor cantidad de alcaloides, flavonoides y fenoles con 12.70, 92.29 y 85.25 µg/mg respectivamente, el extracto con mayor concentración de terpenos totales fue el de la comunidad de Filomeno Mata con 0.1081 µg/mg. Las poblaciones de *J.spicigera* contienen compuestos bioactivos a diferentes concentraciones dado su lugar de procedencia.

***Palabras clave**: Compuestos Bioactivos, Metabolitos Secundarios, Espectrofotometría, Síndromes de filiación cultural*

Abstract

Justicia spicigera is a plant native to Mexico and traditionally used in ceremonies and for the treatment of syndromes of cultural affiliation in several Totonac communities, it is commonly known as muicle or tsi'is, muwij and limanin in Totonac. In order to phytochemically analyze its behavior, botanical collections were made in the Totonac communities of Filomeno Mata, Talpila, El Chote, Buena Vista and Reforma Escolín. Using methanolic extracts of J. spicigera, the content of total secondary metabolites was quantified by UV/VIS colorimetric spectrophotometry. According to the results, the population of J. spicigera from the community of Talpila showed the highest amount of alkaloids, flavonoids and phenols with 12.70, 92.29 and 85.25 µg/mg respectively, the extract with the highest concentration of total terpenes was the one from the community of Filomeno Mata with 0.1081 µg/mg. The populations of J.spicigera contain bioactive compounds at different concentrations given their place of origin.

***Key words**: Bioactive Compounds, Secondary Metabolites, Spectrophotometry, Syndromes of Cultural Affiliation*

Introducción

Justicia spicigera es una hierba perenne arbustiva que alcanza hasta los cinco metros de altura, su distribución es pantropical y es nativa de Costa Rica, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Guatemala, Belice y México. En este último se distribuye principalmente en los estados de Chiapas, Nayarit, Puebla, Guerrero, Yucatán y Veracruz [1]. Su uso tradicional en comunidades originarias se registra desde 1580 con la cultura totonaca, utilizada a partir del conocimiento tradicional y nombrada coloquialmente como muicle, muwij, limanin y con más frecuencia tsi'is

 ISSN: 2007 8102

en totonaco. En la actualidad, las hojas, flores y tallos de *J. spicigera* se utilizan por los totonacas con fines terapéuticos, ceremoniales y tradicionales como tintura natural. Así mismo, es ampliamente utilizada como emenagogo y contra espasmos, auxiliar en padecimientos femeninos como cólicos o dolores menstruales, mediante la preparación de bebidas por infusión de sus hojas y flores [2]. Así como también en “limpias” o para ahuyentar la “tristeza” [3]. Antiguamente, sus hojas eran utilizadas para tratar disentería mediante infusiones de hojas preparados por los curanderos, así como en el tratamiento para el dengue e hipertensión o problemas de la sangre en general [2].

Estos usos están asociados a los compuestos bioactivos que alberga en su estructura, a su vez, modulados por el metabolismo secundario. Estos grupos metabólicos no tienen una función esencial en las plantas [4, 5] y tampoco una distribución generalizada, sin embargo, influyen en su ecología, en procesos de adaptación, atrayentes o repelentes de animales, pigmentos de coloración, atracción de dispersores de semillas y frutos, estrés abiótico, entre otros, además, actúan como protectores incrementando su síntesis ante depredadores [6]. La acumulación de los metabolitos secundarios se refleja en diferentes etapas fenológicas como consecuencia de las variaciones en las condiciones ambientales e interacciones ecológicas. Lo anterior modula la expresión de metabolitos secundarios y provoca una posible producción esporádica de los mismos.

Por lo tanto, *J. spicigera* al ser considerada una planta medicinal, alberga en sus estructuras biológicas compuestos como carbohidratos simples, mucílagos, pectinas, glucósidos, pigmentos, resinas, aceites esenciales y minerales; se han aislado de las hojas de esta especie compuestos fenólicos como el ácido behénico, ácido salicílico, campesterol, estigmasterol y sitosterol, flavonoides como kaempferitrina, kaemferol-3-7-bisrhamnosido y kaemferol tri rhamnosido [7, 8], alcaloides como la vasicina [9] y el justicinol, taninos en sus flores [10], flavonoides, antocianinas y antroquinonas en sus hojas, estos últimos son los responsables de propiedades tintóreas y antioxidantes [11]. Así mismo, conserva metabolitos como antocianinas, fitoesteroles y flavonoides en sus hojas secas [12], además de diversos triterpenos con efectos sobre la disminución de la fertilidad; y finalmente, justicinol con efectos sobre el Sistema Nervioso Central [13-15].

Por otra parte, *J. spicigera* mediante extracciones clorofórmicas tiene actividad biológica antidiabética atribuida al compuesto Kaempferitrina y antiiflamatoria atribuida al compuesto alantoína [16]. En este sentido, en un estudio realizando extracciones etanólicas de *J. spicigera* y posterior en fracciones hexánicas, se pudieron identificar compuestos como: 4-metil-3-pentanal, 2-hidroxi-2-metil-butanoato de metilo, 3,4-epoxi-2-hexanona, 4-(1-metiletoxi)-1-butanol, ácido 2-hidrozi-2-metil-butanoico, 1,2-diol-(2-furanil)-3-buteno, 2-hexenoato de etilo, ácido 3-tiofen-acético, ácido ftálico-2-etil-butil éster y 4-fenil-1,2-di-(4-metoxifenil)-eteno [17]. También se han aislado y confirmado la presencia de β- sitosterol, 3β-glucosil-O-sitosterol, criptoxantina, alantoína y otros flavonoides como narigenina y hesperidin, además de elenosidos y ácido treo-y-hidroxiglutámico, sin embargo, son pocos los estudios que se conocen acerca del contenido químico de *J. spicigera* [18].

Se infiere que poblaciones de una misma especie pueden tener variaciones en las concentraciones totales de metabolitos secundarios, en función a su ubicación geográfica [19]. Las comunidades totonacas de estudio se ubican en la parte centro-oriental de México, región conocida como Totonacapan, que además de Veracruz, incluye territorio de Hidalgo y Puebla [20], conservando la sabiduría ancestral en torno al uso de plantas de uso tradicional [21]. Por lo tanto, el presente trabajo tiene la finalidad de analizar los principales grupos de metabolitos secundarios presentes en diferentes poblaciones de *J.spicigera* con el objetivo de contribuir al estudio de la flora medicinal mexicana tomando en cuenta su valor medicinal y composición química, así como contribuir a la conservación de la sabiduría tradicional totonaca, considerada patrimonio cultural.

Metodología

Selección de las comunidades de estudio

Para la selección de las comunidades de estudio se consultaron los registros de especímenes de *J. spicigera* de los herbarios: Herbario del Instituto de Ecología, A. C. (XAL), el Herbario Nacional de México (MEXU) y el Herbario del Jardín Botánico de Missouri (Trópicos). Así mismo, apoyándose en el Atlas de los Pueblos Indígenas de México del Instituto Nacional de Pueblos Indígenas (INPI) [22] se consultó la distribución y ubicación geográfica de poblaciones totonacas en el estado de Veracruz. Las comunidades se seleccionaron considerando los siguientes criterios: 1) ubicadas geográficamente en el estado de Veracruz; 2) contar con población hablante de la lengua; 3) ubicadas en la región comprendida como el Totonacapan; 4) comunidades indígenas portadoras del conocimiento sobre el uso de plantas tradicionales medicinales. Una vez realizado lo anterior se incorporó

ISSN: 2007 8102

información abiótica de las comunidades seleccionadas (altitud, tipo de suelo, tipo de vegetación, precipitación y temperatura media anual) [23].

Georreferenciación de las comunidades de estudio

Se utilizaron smarthphones de precisión métrica mediante la aplicación de GPS para Android GPX Viewer versión 1.38.3, Google Earth Pro versión 7.3.3.7786, señalando *waypoints* de cada población de *J.spicigera* dentro de cada comunidad de estudio [24, 25]. Adicionalmente, utilizando los *waypoints,* se mapeo la ubicación de las comunidades de estudio utilizando los programas IDRISI:The Selva Editation versión 17.00 y QGis versión 3.16.16 Hannover.

Colecta botánica

Se realizaron recorridos en campo en compañía de sabios locales reconocidos por las comunidades para la ubicación de las poblaciones de *J. spicigera* de la cual ellos se proveen. El material vegetal se colectó durante los meses de junio-julio del 2021, la colecta se nombró como “colecta de primavera-verano”. Según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 [26], para la especie su estado de protección es nulo, no se encuentra en peligro de extinción o bajo alguna categoría de riesgo. Se colectó vástago de *J. spicigera* en cada comunidad de estudio, dichas colectas se secaron y trituraron en un molino hasta obtener polvo fino [27].

Preparación de extractos metanólicos de poblaciones de *Justicia spicigera*

Los extractos se realizaron siguiendo la técnica descrita por Rojas y col., (2015) [28]. Se utilizaron 20 g de material vegetal y 300 mL de MetOH para ser extraídos en un equipo soxhlet a flujo constante hasta agotamiento de la muestra. Los extractos obtenidos se concentraron a presión reducida y temperatura no mayor a 60 ºC utilizando un rotavapor de la marca Vante modelo RE100-Pro. A partir del peso seco se estimó el rendimiento bruto [29].

Cuantificación de metabolitos secundarios totales

Se determinaron alcaloides totales por el método de Shamsa y col., (2008) [30], preparando una curva de calibración de cafeína anhidra [31]. Las absorbancias del complejo formado y disuelto en cloroformo fueron leídas a 470 nm [28]. Los resultados se expresaron en unidades de µg equivalentes de cafeína/mg extracto (µg EC/mgE). Los flavonoides totales se determinaron por el método de Kumazawa y col., (2004) [32] a 420 nm. Se utilizaron soluciones de quercetina para la curva de calibración y el contenido de flavonoides totales se expresó como mg equivalentes de quercetina por g de extracto seco (QE/g de extracto seco). Los terpenos totales se determinaron cuantitativamente siguiendo el método de Ghorai y col., (2012) [33] con mentol como estándar, a una longitud de onda de 538 nm. Los resultados se expresaron como mg equivalentes de mentol por mg de extracto seco (mgEM/mg de extracto seco). Los fenoles totales se determinaron mediante el método colorimétrico de Guha y col. (2011) y el propuesto por Palomino y col., (2010). Las absorbancias fueron leídas a 720 nm y se determinaron las cantidades (mg) de fenoles equivalentes a ácido tánico por gramo de material vegetal seco. Los resultados obtenidos se expresaron como mg equivalentes de ácido tánico por g de extracto seco (mg AT/g extracto seco) [34, 35]. Por último, el ácido salicílico se cuantificó siguiendo el método de Warrier y col., (2013) y las absorbancias fueron leídas a 450 nm. Los resultados se expresaron como µg equivalentes de ácido salicílico por mg de extracto seco (µg EAS/mg de extracto seco). Para todas las lecturas se utilizó un equipo de la marca Jenway Genova [36].

Análisis estadístico

Se realizaron análisis multivariados en donde se consideraron de manera simultánea las variables correspondientes a la cuantificación total de los metabolitos secundarios. Se realizó por comparación entre las concentraciones de metabolitos secundarios totales presentes en los extractos metanólicos de las poblaciones de *J.spicigera*. Con esto, se logró conocer si existen diferencias significativas entre las poblaciones y se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA) seguido de un Análisis de Varianza Múltiple por Permutaciones (PERMANOVA) de una vía para indicar similitudes entre los grupos metabólicos internamente. Las diferencias significativas se estimaron con la prueba F de Fisher para comprobar la variación de composición entre las poblaciones de *J. spicgera* ubicadas en cada comunidad totonaca de estudio. Toda la estadística se realizó utilizando el software Paleontological Statistics, versión 3.19 (PAST) de análisis de datos científicos.

ISSN: 2007 8102

Resultados y discusión

Comunidades seleccionadas

De acuerdo a los criterios de selección, se seleccionaron para el trabajo las comunidades de Filomeno Mata, Talpila, El Chote, Buena Vista y Reforma Escolín, en donde las características socioeconómicas son similares y entre sus características físicas difieren en altitud, clima, tipo de suelo y vegetación, logrando identificar factores abióticos diferenciados que se relacionan directamente con el desarrollo vegetativo y la expresión metabólica de la especie, es decir, los factores abióticos en las comunidades seleccionadas tienen impacto en la ecología de las poblaciones de *J.spicigera*, como lo menciona Rice (2012), los metabolitos secundarios pueden interaccionar con otra planta y/o con los componentes abióticos y bióticos, produciendo un efecto negativo o positivo sobre ella [37]. Por lo tanto el uso humano, influye en la ecología de *J.spicigera,* siendo las condiciones ambientales una fuerte influencia en la síntesis de los compuestos con actividad potencial, sufriendo consecuencias por su constante interacción con el ambiente, pudiéndose modificar su composición y/o síntesis por las distintas condiciones ambientales, según lo describe Kobayashi (2004) [38].

En función a lo anterior, la altitud de las comunidades de estudio tiene un valor promedio de 214 msnm, siendo la comunidad de Filomeno Mata la de mayor altura y las comunidades de Reforma Escolín y Buena Vista las más cercanas al nivel del mar, con una altitud de 145 msnm (Tabla 1).

Tabla 1. Principales factores abióticos de las comunidades totonacas de estudio.

Comunidad	Altitud promedio	Clima	Precipitación media anual	Temperatura media anual	Tipo de suelo predominante	Tipo de vegetación
Filomeno Mata, FM	303 msnm	Semicálido húmedo	3000 mm	23°C	Leptosol	Pastizal y selva
Talpila, Zozocolco de Hidalgo	280 msnm	Semicálido húmedo	3000 mm	24°C	Litosol	Selva y bosque
El Chote, Coatzintla	195 msnm	Cálido subhúmedo	1350 mm	25°C	Regosol	Pastizal y selva
Buena Vista, Espinal	145 msnm	Cálido húmedo	1750 mm	25°C	Regosol	Pastizal y selva
Reforma Escolín, Papantla	145 msnm	Cálido subhúmedo	1350 mm	25°C	Regosol	Pastizal y selva

En estas comunidades las personas conservan parte de las manifestaciones culturales propias de los totonacas como vestimenta tradicional, la persistencia de rasgos físicos faciales y corporales, creencias étnicas, el conocimiento tradicional del uso de plantas medicinales y la lengua totonaca acompañada del español. Los miembros de la comunidad se autodenominan dentro 4 subregiones que componen el Totonacapan [39], siendo las siguientes: totonaco de la Sierra, totonaco de Papantla, totonaco de Misantla y totonaco del Norte, logrando ubicar a las comunidades de estudio en las regiones de la Sierra y Papantla como se muestra en la Figura 1.

 ISSN: 2007 8102

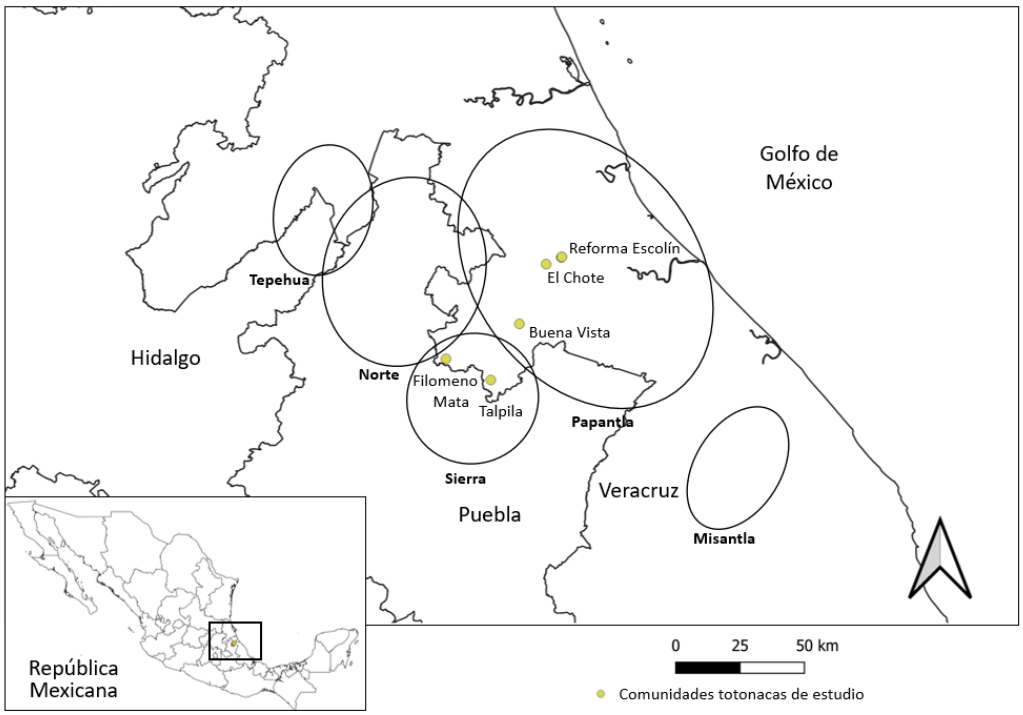

Figura 1. Organización regional totonaca, ubicación de las comunidades totonacas de estudio. Totonaco de Papantla (El Chote, Reforma Escolín y Buena Vista), Totonaco de la Sierra (Filomeno Mata y Talpila). (Basado en la clasificación descrita por Brown et al., 2011) [39].

Cuantificación de metabolitos secundarios totales

El extracto con mayor rendimiento es el correspondiente a la comunidad de Reforma Escolín, con 10.25 % y el correspondiente a la comunidad de Talpila tuvo un rendimiento más bajo con 6.30 % respectivamente al material vegetal utilizado. En contraparte, de acuerdo a lo hallado por Salcedo y Cruz (2018), 200 g de hojas de *J.spicigera* tuvieron rendimiento del 46.05 %, por lo tanto, la parte vegetativa podría influir en el rendimiento bruto [11].

Los resultados obtenidos en las pruebas fitoquímicas de cuantificación de metabolitos totales, en la mayoría de los casos fueron consistentes con lo reportado en la literatura. Las pruebas cuantitativas de los extractos MetOH de vástago de *J.spicigera* mostraron presencia de terpenos, alcaloides, flavonoides, fenoles y ácido salicílico perteneciente al grupo de los terpenos, tal y como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis fitoquímico cuantitativo de los extractos metanólicos de *J.spicigera*

	Terpenos	Alcaloides	Flavonoides	Fenoles	Ácido salicílico
Comunidad	**(ME ± S.D) µg/mg**				
Reforma Escolín	0.0320 ± 0.0006	1.5288 ± 0.4836	51.3985 ± 1.4082	41.8768 ± 3.5593	94.2368 ± 3.9566
Buena Vista	0.0234 ± 0.0014	8.3750 ± 0.2668	58.9347 ± 0.8866	48.3115 ± 3.9566	300.0789 ± 7.2275
El Chote	0.0491 ± 0.0043	8.8365 ± 0.5548	75.1666 ± 1.1473	70.3115 ± 0.8108	284.8158 ± 1.2145
Talpila	0.0614 ± 0.0018	12.7019 ± 0.6171	92.2971 ± 0.2209	85.2536 ± 1.02935	465.9211 ± 8.2242
Filomeno Mata	0.1081 ± 0.0019	11.1634 ± 0.9504	78.4710 ± 0.6589	40.4130 ± 2.8842	173.2895 ± 9.9625

ME: Promedio, media
S.D.: Desviación estándar
MetOH 100%: Extractos metanólicos
*Todos los valores a una concentración de µg/mg de extracto seco

 ISSN: 2007 8102

Destaca la presencia de ácido salicílico (Figura 4) en las cinco comunidades de estudio, siendo la más representativa la comunidad de Talpila. Las comunidades de Reforma Escolín, Buena Vista y Coatzintla tienen concentraciones similares de flavonoides y fenoles (Figura 5; Figura 6), destacando la comunidad de Talpila en concentración de flavonoides y fenoles totales, similar a lo descrito por Salcedo y Cruz (2018), en dónde se observan bandas amarillas en cromatografías en capa fina, dando así positivo para la presencia de glicósidos de kaempferol y bandas azul violácea pertenecientes a glicósidos cumarínicos [11]. La presencia de alcaloides (Figura 7) y terpenos (Figura 8) se encuentran por debajo de las concentraciones de los otros grupos metabólicos en las comunidades de estudio, lo que coincide con lo descrito por Chávez (2021) en donde mediante pruebas espectrofotométricas UV/VIS se logró determinar una mayor concentración de fenoles totales (38576,475 mg/100g) presentes en extractos de hojas de *J.spicigera* [40].

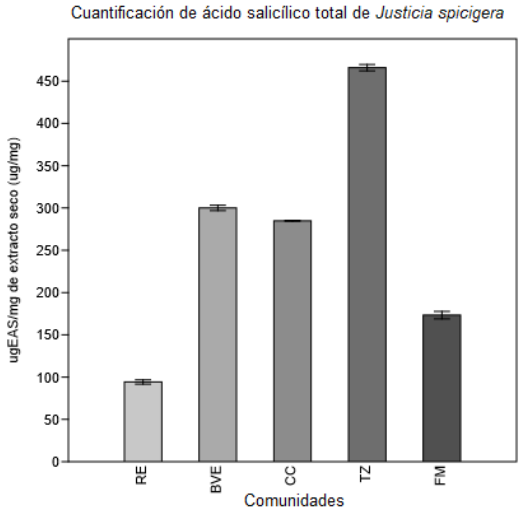

Figura 4. Cuantificación de ácido salicílico total de *Justicia spicigera*. RE, Reforma Escolín, Papantla de Olarte; BVE, Buena Vista, Espinal; CC, El Chote, Coatzintla; TZ, Talpila, Zozocolco de Hidalgo; FM, Filomeno Mata, Filomeno Mata.

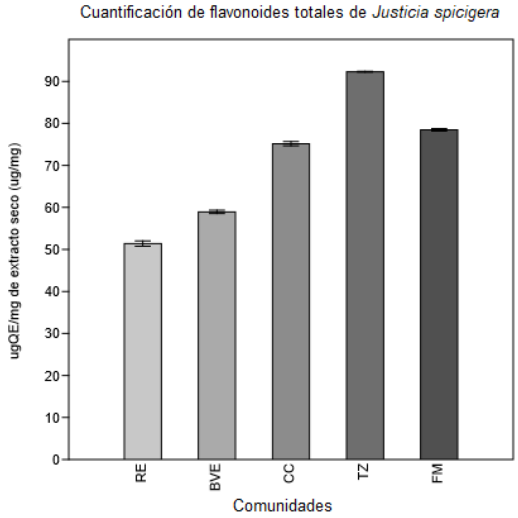

Figura 5. Cuantificación de flavonoides totales de *Justicia spicigera*. RE, Reforma Escolín, Papantla de Olarte; BVE, Buena Vista, Espinal; CC, El Chote, Coatzintla; TZ, Talpila, Zozocolco de Hidalgo; FM, Filomeno Mata, Filomeno Mata.

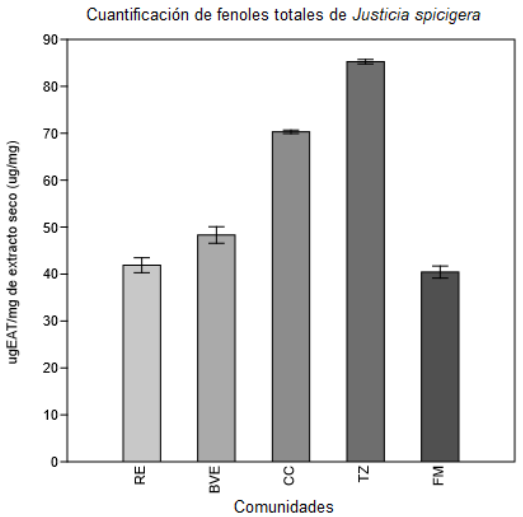

Figura 6. Cuantificación de fenoles totales de *Justicia spicigera*. RE, Reforma Escolín, Papantla de Olarte; BVE, Buena Vista, Espinal; CC, El Chote, Coatzintla; TZ, Talpila, Zozocolco de Hidalgo; FM, Filomeno Mata, Filomeno Mata.

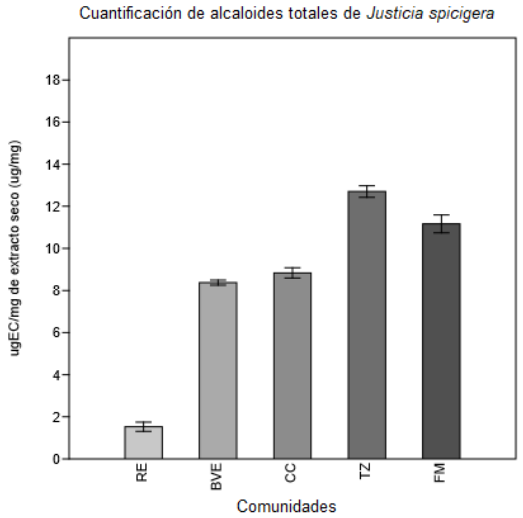

Figura 7. Cuantificación de alcaloides totales de *Justicia spicigera*. RE, Reforma Escolín, Papantla de Olarte; BVE, Buena Vista, Espinal; CC, El Chote, Coatzintla; TZ, Talpila, Zozocolco de Hidalgo; FM, Filomeno Mata, Filomeno Mata.

 ISSN: 2007 8102

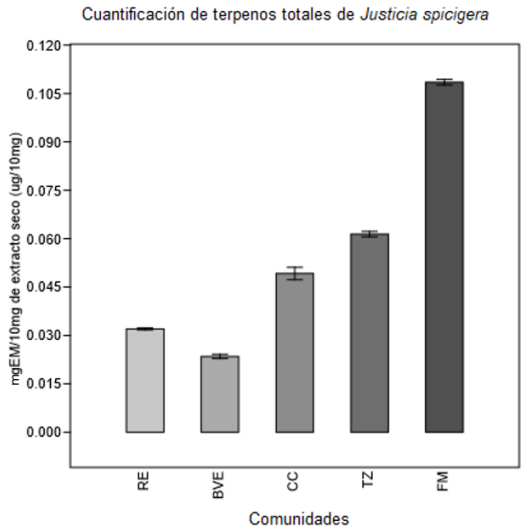

Figura 8. Cuantificación de terpenos totales de *Justicia spicigera*. RE, Reforma Escolín, Papantla de Olarte; BVE, Buena Vista, Espinal; CC, El Chote, Coatzintla; TZ, Talpila, Zozocolco de Hidalgo; FM, Filomeno Mata, Filomeno Mata.

En este sentido, de acuerdo con los resultados y según la revisión de Núñez (2020), el alto contenido en flavonoides puede estar relacionado con la actividad hipoglucemiante y en el tratamiento de complicaciones diabéticas, incluyendo dentro de esta familia de compuestos bioactivos a la kaempferitrina y las antocianinas [2], corroborando el uso tradicional en comunidades totonacas para el tratamiento de la diabetes. El color de los extractos de *J.spicigera* son de tonalidad azulada, propio de las antocianinas presentes, que son pigmentos hidrosolubles que otorgan el color rojo y purpura o azul visible al ojo humano, descrito también en el estudio de Salcedo y Cruz (2018), en donde utilizan extractos de *J.spicigera* en pruebas preliminares para su implementación como pigmento natural en la industria cosmética [11] y usado también en la comunidad de Reforma Escolín para teñir algodón y elaborar la vestimenta tradicional de la región.

En relación a lo presentado se procedió a realizar un PERMANOVA de una vía, dando un valor de p(0.0001) lo que indica que internamente las poblaciones de *J.spicigera* provenientes de comunidades totonacas son similares en función a los metabolitos secundarios cuantificados pero entre las cuantificaciones totales son diferentes entre sí, por lo tanto hay diferencias significativas entre las poblaciones de *J.spicigera* en función a la cuantificación total de los metabolitos secundarios presentes. Las diferencias significativas se observan principalmente entre las concentraciones de ácido salicílico con respecto a las concentraciones de fenoles, alcaloides, flavonoides y terpenos. En función a lo anterior y a los antecedentes consultados, las especies del género *Justicia* tienen una gran diversidad de especies químicas, principalmente alcaloides, lignanos, flavonoides y terpenos [39], lo cual coincide con la fitoquímica preliminar ~~de~~ este trabajo. Otros compuestos químicos como aceites esenciales, vitaminas, ácidos grasos y salicílico han sido aislados de especies del género *Justicia.* Así mismo, de extractos hidroalchólicos de *J.spicigera* se han aislado flavonoides con propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias, y keampferitrina utilizada en modelos animales para probar su efecto antidepresivo, el género *Justicia*, incluyendo a *J. spicigera*, la cual contiene una alta cantidad de flavonoides libres y glucósidos polares [3].

Así mismo, utilizando el índice de correlación para analizar la matriz de datos de cuantificaciones totales de metabolitos secundarios, se observa que la comunidad de Reforma Escolín muestra mayor diferencia con respecto a las comunidades de Talpila, Buena Vista, Filomeno Mata y El Chote. Las comunidades de El Chote y Talpila muestran mayor similitud entre las cuantificaciones de metabolitos secundarios, como se muestra en la Figura 9.

 ISSN: 2007 8102

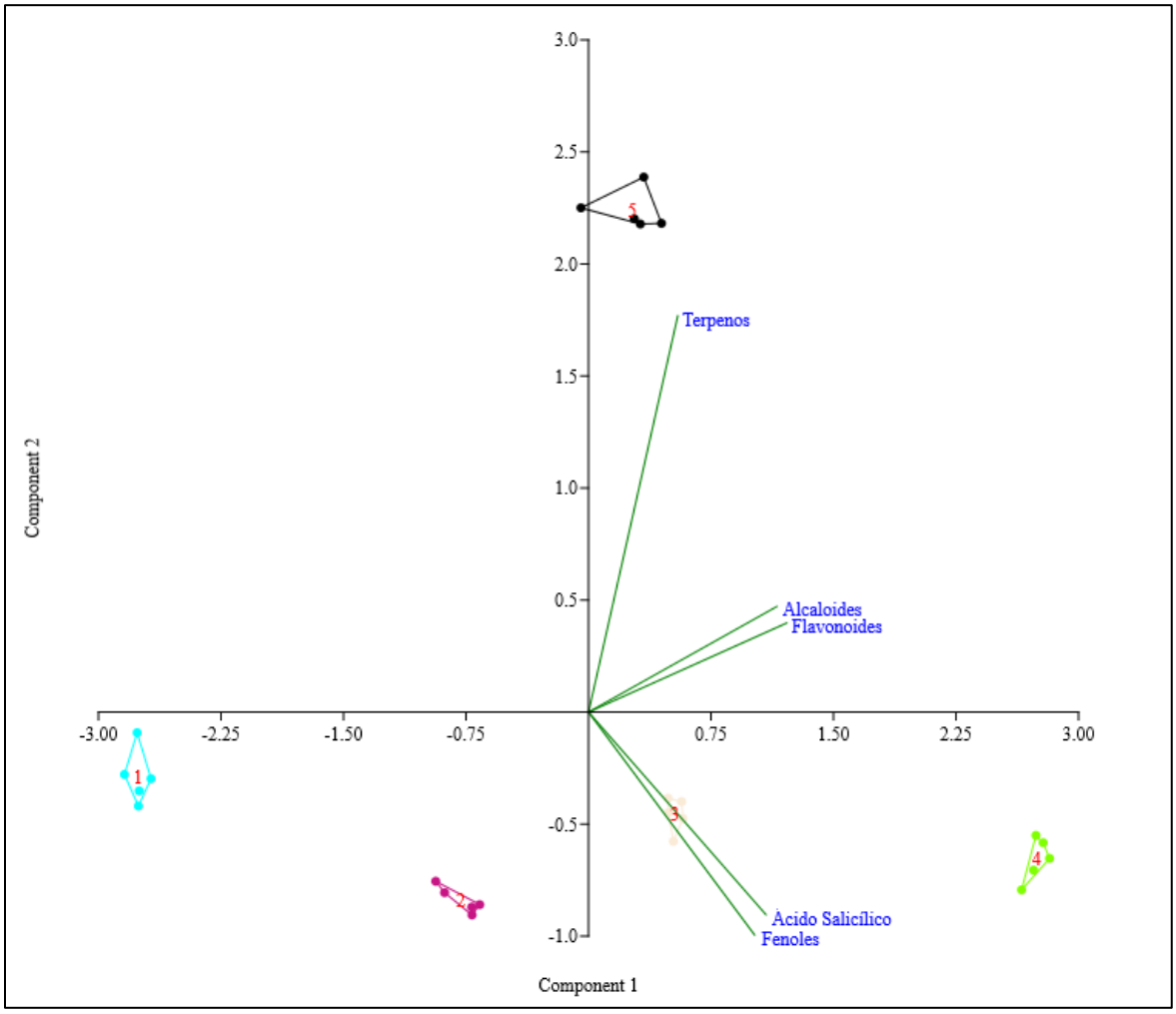

Figura 9. Análisis de componentes principales (PCA) entre las comunidades totonacas de estudio y sus grupos de metabolitos secundarios totales. 1, Reforma Escolín; 2, Buena Vista; 3, El Chote; 4, Talpia; 5, Filomeno Mata.

Trabajo a futuro

En consecuencia, es necesario realizar investigaciones que profundicen el conocimiento sobre la fitoquímica de *Justicia spicigera* considerando el potencial bioactivo de los metabolitos secundarios presentes, como los flavonoides y alcaloides. Así mismo, realizar estudios enfocados en las propiedades biológicas de los extractos, fracciones, compuestos puros y aceites esenciales presentes en esta especie de importancia y uso humano.

Conclusiones

El conocimiento tradicional practicado en las comunidades totonacas tiene relación con el ambiente en donde se desarrollan. En Veracruz la cultura totonaca tiene lugar en varias comunidades, un ejemplo de ello son Reforma Escolín, Talpila, Buena Vista, Filomeno Mata y El Chote, en estas, se conservan manifestaciones culturales, como el conocimiento tradicional del uso de plantas medicinales y/o tradicionales. En estas comunidades se distribuye *J.spicigera*, los miembros de las comunidades hacen uso de esta planta con fines ceremoniales y terapeúticos. Esta especie de uso tradicional contiene metabolitos secundarios, se logró demostrar la presencia de fenoles, terpenos, alcaloides, flavonoides y ácido salicílico, en diferentes concentraciones entre las poblaciones de *J.spicigera*, siendo el ácido salicílico y los flavonoides los de mayor concentración. En este sentido, *J.spicigera* presenta propiedades medicinales atribuidas a la presencia de sus compuestos bioactivos entre los que destacan los flavonoides y fenoles en extractos metanólicos. La determinación de metabolitos secundarios en vástago de *J. spicigera* es posible realizarlo por métodos espectrofotométricos UV/VIS.

ISSN: 2007 8102

Referencias

[1] Missouri Botanical Garden, T. *Tropicos*. *Recuperado de: https://www.tropicos.org/name/Search?name=justicia%20spicigera,* 2021.

[2] T. L. Núñez, "Evaluación del efecto hipoglicemiante de los extractos acuosos atomizados de *Cúrcuma longa* y *Justicia spicigera in vivo*," *Repositorio de la Universidad Científica del Perú*, 1133, 2020.

[3] J. Cassani, A. M. B. Dorantes, L. M. Novales, G. A. Real, and, R. R. Estrada, "Anti-Depressant-Like Effect of Kaempferitrin Isolated from *Justicia spicigera* Schltdl (Acanthaceae) in Two Behavior Models in Mice: Evidence for the Involvement of the Serotonergic System," *Journal Molecules*, 19(12), 21442-21461, DOI: 10.3390/molecules191221442, 2014.

[4] E. U. C. Pérez, A. G. Ávalos, "Metabolismo secundario de plantas," *Journal E-Prints Complutense,Repositorio Institucional de la UCM,* REDUCA, 2 (3). pp. 119-145. ISSN 1989-3620, 2009.

[5] C.M. Valares, "Variación del metabolismo secundario en plantas debida al genotipo y al ambiente," *Tesis de doctorado, Departamento de Biología Vegetal, Ecología y Ciencias de la Tierra, Universidad de Extremadura,* 2011.

[6] R. Jan, S. Asaf, M. Numan, Lubna, and K. M. Kim, "Plant Secondary Metabolic Biosynthesis and Transcriptional Regulation in Response to Biotic and Abiotic Stress Conditions," *Journal Agronomy,* 11(5), 968, DOI:10.3390/agronomy11050968, 2021.

[7] S. N. Soto, "Importancia medicinal de las especies del género *Justicia* (Acanthaceae)," *Tesis de licenciatura, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas, Carrera de Química Farmacéutica,* 2021.

[8] K. L. Euler, M. Alam, "Isolation of Kaempferitrin from *Justicia spicigera*," *Journal of Natural Products*, 45(2), 220-221, DOI: 10.1021/np50020a020, 1982.

[9] T. Mora, S. Delgado, N. R. Padilla, M. Martínez, G. Olalde, A. B. Robles, and, M. López, "Propiedades hipoglucemiantes de la especie *Justicia spicigera* Schlechtendal (Scrophulariles: Acanthaceae)," *Journal Metods in Ecology and Sistematic,* 11:24-33, 2016.

[10] L. O. Torres, M. E. Pérez, and, A. A. Contreras, "Plantas medicinales de la medicina tradicional mexicana para tratar afecciones gastroinstestinales: Estudio etnobotánico, fitoquímico y farmacológico," *Journal Edicions Universitat* Barcelona, 2005.

[11] L. F. S. Salcedo, V. S. M. Cruz, "Extraccción e identificación de los metabolitos secundarios con capacidad tintórea de *Justicia spicigera* Schltdl., para su posible uso cosmético," *Journal Farmacia USAC,* 119, 2018.

[12] G. V. Subbaraju, J. Kavitha, D. Rajasekhar, J. I. Jiménez, "Jusbetonin the First Indolo[3,2- *b*]quinoline Alkaloid Glycoside, from *Justicia betonica*," *Journal of Natural Products*, 67(3), 461-462, DOI: 10.1021/np030392y, 2004.

[13] S. Susplugas, N. V. Hung, J. Bignon, O. Thoison, A. Kruczynski, T. Sévenet, F. Guéritte, "Cytotoxic Arylnaphthalene Lignans from a Vietnamese Acanthaceae," *Journal of Natural Products*, 68(5), 734-738, DOI: 10.1021/np050028u, 2005.

[14] I. P. Baqueiro, B. Guerrero, "Uses of *Justicia spicigera* in medicine and as a source of pigments," *Journal Functional Foods in Health and Disease*, 4(9), 401-414, DOI: 10.31989/ffhd.v4i9.150, 2014.

[15] N. C. Girón, "Evaluación de la actividad antidiabética y antioxidante *in vitro* de extractos polares de *Justicia spicigera* y elucidación estructural de los compuestos fenólicos mayoritarios," *Repositorio UTM*, 2015.

[16] E. A. Vega, R. A. Tapia, R. C. Reyes, S. L. G. Guzmán, J. F. Pérez, "Actividad antibacteriana y antifúngica de *Justicia spicigera*," 2012.

[17] C. P. Fernández, "Efecto de los extractos etanólicos/acuoso y la viabilidad de la línea celular de carcinoma prostático LNCaP," Repositorio de la Universidad Veracruzana, 2015.

[18] V. E. V. Macias, R. P. Badrán, J. O. Rodríguez, and H. R. Silva, "Metabolitos secundarios, actividad biológica y etnobotánica de plantas de Santa Marta," *Journal UNIMAGDALENA,* vol. 1, ISBN: 978-958-746-406-1, DOI: 10.21676/9789587464061, pp.398, 2021.

[19] C. MacKay, and F. Trechsel, "A Sketch of Pisaflores Tepehua Phonology," *International Journal of American Linguistics, ResearchGate,* 79(2):189-218, DOI: 10.1086/669628, 2013.

[20] INPI, Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas. *Atlas de los Pueblos Indígenas de México, Totonacos,* ID:2414, 2022.

[21] INPI, Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas. *Atlas de los Pueblos Indígenas de México, Totonacos,* ID:2414, 2022.

[22] Cuadernillos Municipales, *Coatzintla, Espinal, Filomeno Mata, Papantla de Olarte, Zozocolco de Hidalgo, Recuperado de: http://ceieg.veracruz.gob.mx/2020/12/03/cuadernillos-municipales-2020,* 2020.

 ISSN: 2007 8102

[23] C. D. Valle, and, M. de N. Dufour, "Utilización de tecnología satelital para determinar la estimación de superficies agrícolas: Método de segmentos aleatorios," *Simposio Brasileño de Sensoramiento Remoto, 16 (SBSR), Insituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)*, 2013.
[24] G. E. Rubio, "Explotación de herramientas digitales cartográficas en apoyo a ejercicios y operaciones," *Repositorio Institucional de Documentos, Universidad Zaragoza, TAZ-TFG-2018-4020,* 2018.
[25] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), "Norma Oficial Mexicana NOM 059 – SEMARNAT - 2010," *Profepa, Recuperado de: gob.mx. http://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-059-semarnat-2010*, 2010.
[26] G. V. Soberon, C. Rojas, J. Saavedra, M. J. Kato, and, G. E. Delgado, "Acción biocida de plantas de *Piper tuberculatum* Jacq. Sobre *Diatraea saccharalis* (Lepidóptera, Pyralidae)," *Journal Peruan of Biology,* 13(1), 107-112, 2006.
[27] L. A. Rojas, C. Jaramillo, and, M. Lemus, "Métodos analíticos para la determinación de metabolitos secundarios de plantas," *Repositorio Digital, Machala: Ecuador, Universidad Técnica de Machala*, 48000, 6653, 2015.
[28] M. E. Moreno, S. González, L. Acevedo, G. Morales, M. Betancur, J.J. López, and, C. A. Peláez, "*Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae): a biological model to define the standardization of natural extracts with insecticidal activity (neem- *Azadirachta indica* – a special case)," *Journal Colombian of Enthomology,* 26(1/2), 51-55, 2000.
[29] F. Shamsa, "Sprectrophotometric Determination of Total Alkaloids in *Peganum harmala* L. Using Bromocresol Green," *Journal Science Alert,* DOI: 10.3923, 2008.
[30] J. Biju, S. George, and, V. Reddy, "Spectrophotometric estimation of total alkaloids in selected Justicia spicies," *Semantic schoolar, Biology,* ID: 36025328, 2014.
[31] S. Kumazawa, T. Hamasaka, and, T. Nakayama, "Antioxidant activity of propolis of various geographic origins," *Journal Food Chemistry,* 84(3), 329-339, DOI: 10.1016/S0308-8146(03)00216-4, 2004.
[32] N. Ghorai, S. Chakraborty, S. Gucchait, S. K. Saha, and, S. Biswas, "Estimation of total Terpenoids concentration in plant tisuues using a monoterpene, Linalool as standard reagent," *Protocol Exchange,* 5(10), 1038, 2012.
[33] G. Guha, V. Rajkumar, K. Ashok, L. Mathew, "Therapeutic potential of polar and non-polar extracts of *Cyanthillium cinereum in vitro*," *Journal Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, DOI: 10.1093/ecam/nep155, 2011.
[34] L. R. Palomino, J. P. Martínez, M. García, J. H. Gil, D. L. Durango, "Caracterización fisicoquímica y actividad antimicrobiana de propóleos en el municipio de la Unión (Antioquia, Colombia)," *Journal Scielo*, 2010.
[35] R. Warrier, M. Paul, and, M. Vineetha, "Estimation of salicylic acid in *Eucalyptus leaves* using spectrophotometric methods," *Journal Genetics and Plant Physiology,* 3, 90-97, 2013.
[36] E. L. Rice, "Allelopathy," *Journal Academic Press*, 1984.
[37] K. Kobayashi, "Factors affecting phytotoxic activity of allelochemicals in soil," *Journal Weed Biology and Management*, 4(1), 1-7, DOI: 10.1111/j.1445-6664.2003.00112.x, 2004.
[38] J. Chávez, "Determinación de metabolitos secundarios de hojas de *Justicia spicigera, Eryngium foetidum* y corteza de *Erythrina fusca* L. por métodos espectrofotométricos," *Repositorio UNAPIQUITOS*, 2021.
[39] C. Brown, D. Beck, G. Kondrak, J. Watters, S. Wichmann, "Totozoquean," *International Journal of American Linguistics*," 77, 323-372, DOI: 10.1086/660972, 2011.
[40] G. M. Corréa, and, A. F. D. C. Alcántara, "Chemincal constituents and biological activities of species of *Justicia*: a review*," Journal Brasileira de Farmacognosia*, 22(1), 220-238, 2012.