



CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS

DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Unidad Mérida

Departamento de Ecología Humana

**Plantas utilizadas para el tratamiento de litiasis renal en la región centro de
Yucatán**

Tesis que presenta

Pedro Alejandro Villalobos Perera

Para obtener el Grado de

Maestro en Ciencias

en la especialidad de Ecología Humana

Directores de tesis

Dra. Daniela A. Martínez Natarén

Dr. Miguel A. Munguía Rosas

Mérida, Yucatán

Octubre, 2021

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida, por abrirme las puertas desde mi servicio social y permitirme la oportunidad de ingresar en la maestría de Ecología Humana, que me ofreció siempre un espacio en donde trabajar y desarrollar mis habilidades. A todos los profesores y personal académico del Departamento de Ecología Humana, por todas sus recomendaciones, consejos y enseñanzas en todo momento, que me permitieron crecer como persona y profesionalmente.

De igual manera agradezco, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por haberme otorgado la beca de manutención que me permitió dedicarme de tiempo completo a mis estudios de posgrado. Asimismo, a los fondos del Proyecto CB-2016-Conacyt (Ref. 284366: Diversidad y conectividad genética de plantas en un mosaico paisajístico: El papel de los huertos familiares y su manejo).

A mis directores de tesis, la Dra. Daniela Alejandra Martínez Natarén y al Dr. Miguel Ángel Munguía Rosas, quienes me han acompañado desde mi tesis profesional de Licenciatura hasta hoy en día en la maestría. Gracias por todo su tiempo, paciencia, exigencias, comprensión, apoyo, consejos y sobre todo enseñanzas que me han permitido crecer profesionalmente. Quiero agradecer en primera instancia a la Dra. Daniela A. Martínez Natarén, ya que el primer día que ingresé a esta institución fue la primera persona que conocí y me abrió las puertas del Laboratorio de Ecología Terrestre y me permitió contactar al Dr. Miguel A.

Munguía Rosas para comenzar entre los tres un largo camino que les agradeceré siempre y del cual espero no sea el final aún.

Agradezco a quienes fueron coordinadores durante estos dos años de la maestría, los Dr. Miguel A. Munguía Rosas y Dr. Carlos N. Ibarra Cerdeña, quienes siempre resolvieron mis dudas y me apoyaron en todo momento que recurrí a ellos. También agradezco a Celeste quien sin ella muchas cosas no hubiesen sido posibles, ya que desde el primer día que recurrí a ella siempre estuvo en la mejor disposición para apoyarme, gracias por su tiempo y paciencia, así como también sus consejos y recomendaciones.

Al Departamento de Recursos del Mar, específicamente a la Jefatura del Departamento de Recursos del Mar que está a cargo del Laboratorio de Biotecnología y Toxicología Molecular. Agradezco especialmente, a la Dra. Reyna Cristina Colli Dula por permitirme trabajar y utilizar el equipo que requería en el Laboratorio para poder realizar mi ensayo experimental.

A los 32 médicos tradicionales que me abrieron las puertas de sus hogares y espacios de trabajo para compartir sus conocimientos relacionados con el uso y manejo de plantas medicinales. Les agradezco haber compartido todas sus experiencias y por enseñarme acerca de las plantas medicinales, en especial a Don Julio y Don Félix que desafortunadamente no se encuentran con nosotros hoy en día gracias por guiarme en este camino que apenas comienzo y es maravilloso.

A Dios por permitirme tener a dos extraordinarios padres (Pedro y Carmita) quienes me han apoyado en todo momento y cada decisión que he tomado en mi vida. Gracias por creer siempre en mí, por haberme ayudado a levantarme de mis

tropiezos, escucharme, aconsejarme y sobre todo por su cariño y amor que han demostrado desde el momento que nací.

A todo el Departamento de Ecología Terrestre, Virginia por estar tantos años como amiga incondicional, aconsejarme, escucharme, apoyarme, pero sobre todo por picar mi orgullo y exigir demuestre ante todo mi potencial. Gracias Henry y Raúl por ser mis mejores amigos estos dos años, he aprendido mucho de ustedes dos este tiempo que me han permitido ser su amigo. A la Q. I. Julia Canul por su paciencia y apoyo en todo momento en el laboratorio, fueron muchas cosas de las cuales aprendí de ti en mi ensayo experimental y práctica de campo.

A todos mis compañeros y amigos de la maestría; Amanda, Ana, Carolina, Gaby, Henry, Jasete, Iveth y Raúl. Fueron muchas horas de trabajo juntos, experiencias, sufrimiento, consejos, discusiones, y muchas tazas de café. Agradezco a todos y con toda la seguridad puedo decir son extraordinarias personas y lo mucho que aprendí de todos y cada uno de ellos.

A Blanca (prima), Carlos, Fátima, Francisco, Isaí, Israel, Manzano, Shandi y Walter por ser mis amigos durante tantos años y estar ahí cuando más necesite de ustedes en todo momento. Siempre los tendré presentes en cada etapa de mi vida y estaré eternamente agradecido con ustedes, me disculpo por no ser el mejor amigo del mundo, pero la maestría demanda muchas horas, estoy seguro lo comprenden y se los agradezco por hacerlo sin pedirlo.

Índice de contenido

RESUMEN	i
ABSTRACT.....	ii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.2 Objetivos específicos	4
3. HIPÓTESIS	4
4. MARCO TEÓRICO.....	5
4.1 Historia de la litiasis renal.....	5
4.2 Aspectos generales de la litiasis renal	8
4.3 Epidemiología de la litiasis renal.....	10
4.4 Principales causas que producen la litiasis renal	13
4.5 Plantas medicinales.....	15
4.6 Metabolitos secundarios.....	19
4.7 Antecedentes sobre plantas utilizadas para el tratamiento de la litiasis	20
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
5.1 Área de estudio	23
5.2 Inserción en la comunidad.....	28
5.3 Unidad de análisis y criterios de inclusión	29
5.4 Instrumentos y obtención de datos	29
5.5 Colecta de especímenes	32
5.6 Ensayo de nucleación de cristales de oxalato de calcio (in vitro) del remedio herbolario más utilizado en la región centro de Yucatán.....	32
5.7 Procesamiento de la información y análisis.....	34
6. RESULTADOS.....	36
6.1 Conocimiento relacionado con las plantas utilizadas para el tratamiento de la litiasis renal	36
6.1.1 Litiasis renal: síntomas y causas	39
6.1.2 Plantas utilizadas para el tratamiento de la litiasis renal	43

6.1.3 Preparación del remedio herbolario	48
6.1.4 Tratamiento para combatir la litiasis renal.....	56
6.2 Ensayo de nucleación de cristales de oxalato de calcio (in vitro) del remedio herbolario a base de ch'iin took'.....	58
7. DISCUSIÓN	61
7.1 Conocimiento relacionado con el uso de plantas medicinales para el tratamiento de la litiasis renal	61
7.2 Ensayo de nucleación de cristales de oxalato de calcio del remedio herbolario elaborado con ch'iin took'	65
8. CONCLUSIONES.....	69
9. RECOMENDACIONES	70
10. REFERENCIAS.....	72
11. ANEXO.....	85
Anexo 1. Entrevista semiestructurada aplicada a médicos tradicionales ..	85

Índice de figuras

Figura 1. Distribución de las localidades de estudio ubicadas en el área centro de Yucatán, México. a) Izamal, b) Tepakán, c) Teya, d) Tekantó, e) Kimbilá, f) Cuauhtémoc, g) Sudzal y h) Sitalpech. El área de estudio se muestra delimitada en tono rojo dentro del mapa. Modificado de https://www.mapas.com/mexico/mapa-estado-yucatan.php	25
Figura 2. Motivos para aprender sobre el uso de plantas medicinales referidos por médicos tradicionales (n=32) de la región centro de Yucatán.....	37
Figura 3. Frecuencia relativa de afecciones por las cuales las personas recurren con médicos tradicionales (n=32) de la región centro de Yucatán.	39
Figura 4. Síntomas producidos por los cálculos renales, referidos por médicos tradicionales (n=32) de la región centro de Yucatán.	41
Figura 5. Diagrama de composición de los remedios herbolarios referidos por médicos tradicionales (n=32) de la región centro de Yucatán. La “n” entre paréntesis es la frecuencia de menciones.	50
Figura 6. Preparación del remedio herbolario a base de ch'iin took' en presentación de solución referido por médicos tradicionales (n=9) de la región centro de Yucatán. i) Colecta del material vegetal (p. ej. corteza), ii) Secado del material, iii) Obtención del extracto medicinal, iv) Filtración del extracto, v) Remedio herbolario en presentación de solución.....	52
Figura 7. Preparación del remedio herbolario a base de ch'iin took' en presentación de cápsula referido por médicos tradicionales (n=2) de la región centro de Yucatán. i) Colecta del material vegetal (hojas y tallos), ii) Secado del material, iii) Trituración del material, iv) Encapsulado del material medicinal, v) Remedio herbolario en presentación de cápsula.....	55
Figura 8. Regresión lineal de la relación entre el % de inhibición de la nucleación y el citrato de potasio ($C_6H_5K_3O_7$) en un gradiente de concentración en escala logarítmica.....	59
Figura 9. Regresión lineal de la relación entre el % de inhibición de la nucleación y el extracto de ch'iin took' en un gradiente de concentración en escala logarítmica.	60

Índice de tablas

Tabla 1. Datos demográficos y servicios que poseen las viviendas en las localidades de estudio en la región centro de Yucatán.	26
Tabla 2. Especies de plantas que son utilizadas para el tratamiento de la litiasis renal por médicos tradicionales (n=32) de la región centro de Yucatán.....	45

RESUMEN

Previo al desarrollo de la medicina alópata, el ser humano trató las enfermedades con elementos presentes en su entorno más inmediato, y en su forma natural. Esta medicina primigenia existe hasta nuestros días y es conocida como medicina tradicional, coexiste con la medicina alópata, esta última respaldada por la ciencia occidental y los avances tecnológicos. Sin embargo, la medicina tradicional ofrece una alternativa terapéutica viable en pacientes, sobre todo del medio rural donde está más arraigada y existen pocos recursos económicos e infraestructura para el tratamiento de las enfermedades. En Yucatán, el uso de plantas medicinales es común entre sus habitantes y han sido utilizadas en el tratamiento de la litiasis renal, enfermedad con alta incidencia en esta región. El presente estudio tuvo como objetivo identificar las plantas usadas para el tratamiento de la litiasis renal y probar su efecto en la inhibición de la nucleación. El estudio tuvo una aproximación etnográfica y experimental, para la primera los interlocutores fueron los médicos tradicionales (n=32) de ocho localidades diferentes, las formas cómo estos adquirieron los conocimientos sobre el uso de plantas medicinales fueron tres: la enseñanza familiar, los libros y la observación. Se identificaron 18 especies de plantas y un alga utilizadas para el tratamiento de la litiasis renal. La planta más frecuentemente utilizada fue *Krugiodendron ferreum*, la cual se encontró inhibe la nucleación de cristales de oxalato de calcio *in vitro* por lo que este puede ser uno de los mecanismos a través de los cuales podría tener un efecto sobre la litiasis renal.

ABSTRACT

Before the development of allopathic medicine, humans treated illnesses and diseases using only natural elements present in their environment. This primal type of medicine is now known as 'traditional medicine' and it is still present to this day, coexisting with allopathic medicine, as the latter is grounded in western science and in advances in technology. Nonetheless, traditional medicine remains very important, as it offers a practical alternative in patient therapy, especially in rural contexts where its use has been preserved by tradition, economical resources are scarce, and a proper health infrastructure is missing. The medical use of plants is vastly common among the inhabitants of the Yucatan in Mexico, who have used them to treat kidney stone disease, a highly common disease in the region. Having this into consideration, the present study's objective was to identify the plants used to treat kidney stone disease and test their effect in the inhibition of nucleation. For such purpose, this study followed both an ethnographic and an experimental approach. For the former, the interlocutors were traditional medicine practitioners (n=32) from eight different towns, who cited three main sources for the acquisition of their medicinal plant knowledge: family, books, and observation. There was a total of 18 plant species and an alga that were identified in the treatment of kidney stone disease. The most used plant was *Krugiodendron ferreum*, which was found to inhibit the nucleation of calcium oxalate crystals *in vitro*, meaning that this could be one of its mechanisms through which enacts an effect over kidney stone disease.

1. INTRODUCCIÓN

La litiasis renal es una enfermedad que consiste en la formación de una concreción patológica de cristales, formada por sales minerales conocida como cálculo, los cuales suelen encontrarse en órganos huecos o conductos que pueden obstruir o inflamar (Caravia *et al.*, 1997). Esta enfermedad inicia con la sobresaturación de la orina y, cuando excede cierto umbral, la orina se vuelve químicamente inestable y propicia la nucleación de iones disueltos en ella, formando cristales pequeños (Spirnak y Resnick, 1989; Thomas y Gordon, 1989). Posteriormente estos cristales crecen y se empiezan a aglomerar en los conductos urinarios lo cual guía a una obstrucción (Caravia *et al.*, 1997; Sariego *et al.*, 2017; Spirnak y Resnick, 1989; Thomas y Gordon, 1989).

En México la prevalencia media de la litiasis renal es de 2.4 casos por cada 10 000 habitantes (Instituto Mexicano del Seguro Social [IMSS], 2021). Sin embargo, en algunos estados de la república como Puebla, Quintana Roo y Yucatán la prevalencia es notable, siendo este último el que presenta mayor frecuencia, ya que 5.8 por cada 10 000 habitantes presenta litiasis renal (IMSS, 2021).

Las personas con litiasis renal disminuyen su capacidad laboral y calidad de vida, ya que ocasiona dolores constantes, particularmente durante la micción (Gómez *et al.*, 1984; Medina-Escobedo *et al.*, 2015), daño irreversible en los riñones (García-Perdomo *et al.*, 2016) y altos costos económicos tanto en su tratamiento como en la incapacidad laboral que genera (Castro *et al.*, 2002). La litiasis renal también tiene un alto grado de reincidencia, se estima que la mayoría de los

pacientes con litiasis volverán a presentar la enfermedad después de concluir su tratamiento en un tiempo promedio de 5 años cuando no existe una eliminación total de los sedimentos (García-Perdomo *et al.*, 2016; Vega *et al.*, 2009).

La litiasis renal ha estado presente en la humanidad desde la antigüedad, por lo que el ser humano ha buscado diferentes alternativas para su tratamiento (Ortegón-Gallareta *et al.*, 2019). Inicialmente fue tratada con minerales, animales y plantas, que son base de la medicina tradicional (Susaeta *et al.*, 2018). Con el transcurrir de los años, surgió la medicina alópata que, apoyada con las tecnologías, permitió llegar a un mejor diagnóstico y tratamiento para tratar la litiasis renal mediante cirugías invasivas (p. ej. intervención quirúrgica) y no invasivas (p. ej. litotricia) (García-Perdomo *et al.*, 2016; IMSS, 2021). A pesar de estos avances, la medicina tradicional ha perdurado hasta hoy día como opción terapéutica, especialmente mediante el uso de plantas medicinales (Susaeta *et al.*, 2018). Dado el alto costo del tratamiento y el alto grado de invasividad de algunas opciones terapéuticas que ofrece la medicina alópata, surge la necesidad de identificar nuevas sustancias que podrían brindar nuevas opciones de tratamiento. Es ampliamente conocido que las especies vegetales utilizadas en la medicina tradicional han jugado un papel importante como fuentes de nuevas sustancias que permiten el desarrollo de nuevas aproximaciones terapéuticas para diversas enfermedades y este podría ser el caso de la litiasis renal. Sin embargo, dado que este conocimiento se transmite siguiendo una tradición oral, los cambios recientes en el estilo de vida y la globalización ha generado una pérdida generalizada del

mismo. Por lo tanto, se vuelve crucial su documentación, sobre todo en regiones donde predominan los pueblos originarios que conservan sus tradiciones y prácticas milenarias, incluyendo la práctica de la medicina tradicional (Pierce, 1999).

Aunque existen en el mundo estudios que describen especies de plantas usadas con fines terapéuticos para tratar la litiasis renal en los que se ha comprobado que algunas son efectivas como inhibidoras de la nucleación de cristales de oxalato de calcio (Pérez *et al.*, 2015, Sharma *et al.*, 2009, Bashir y Gilani 2011, Soundararajan *et al.*, 2006, Grases *et al.*, 1995); estudios similares en Yucatán aún son escasos (Balam, 1988; Méndez *et al.*, 2016). Por lo que, en la presente tesis, se planteó el objetivo de identificar las plantas medicinales usadas por médicos tradicionales para el tratamiento de litiasis renal en la región centro de Yucatán. De igual manera, se probó su efecto en la inhibición de la nucleación *in vitro* de la especie de planta con uso más generalizado entre la población estudiada.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Identificar las plantas utilizadas para el tratamiento de la litiasis renal en la región centro de Yucatán, y probar *in vitro* su efecto en la inhibición de la nucleación de cristales de oxalato de calcio de la especie con uso más frecuente.

2.2 Objetivos específicos

1. Identificar las especies de plantas medicinales utilizadas para el tratamiento de la litiasis renal en la región centro de Yucatán.
2. Describir el modo de preparación y administración de plantas utilizadas en el tratamiento de la litiasis renal en la región centro de Yucatán.
3. Probar *in vitro* la inhibición de la nucleación de cristales de oxalato de calcio de la especie de planta de uso más común.

3. HIPÓTESIS

Se espera que diversas especies de plantas sean usadas para el tratamiento de la litiasis renal por los médicos tradicionales contemporáneos, por tratarse de una actividad ancestral en la región; y que la planta de uso más común sea efectiva en la inhibición de la nucleación de cristales de oxalato de calcio.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Historia de la litiasis renal

La litiasis urinaria es una enfermedad conocida desde la antigüedad, los registros más antiguos fueron en momias de la civilización egipcia, aproximadamente en 3100 a. C. Este descubrimiento se dio en un joven de 15-16 años y la composición de los cálculos encontrados fue principalmente de ácido úrico y fosfatos (Daudon y Jungers, 2004; Straub *et al.*, 2005). Existen también registros en la antigua civilización griega (1200-146 a. C.) y romana (753-476 a. C.), que fueron los primeros en identificar los síntomas generales de la litiasis urológica, principalmente la dificultad de orinar. Sin embargo, en ese tiempo se dio poca atención a la localización del cálculo y las causas de su formación (Spirnak y Resnick, 1989). Dado el estado del conocimiento anatómico-patológico de la enfermedad en la época y la inexistencia de técnicas de diagnóstico no invasivas, esta enfermedad comenzó siendo tratada con minerales, animales, plantas e incluso rituales religiosos (Spirnak y Resnick, 1989).

Hipócrates (460-370 a. C.) describió diferentes enfermedades, entre ellas, la litiasis (aunque no era conocida con este nombre), la cual comenzó observando a partir de la orina, ya que tenía una apariencia cristalina acompañada con el síntoma de dificultad para orinar (Resnick y Boyce, 1979; Straub *et al.*, 2005). Este síntoma solía presentarse en varones de edad avanzada y, en ciertos casos, era por causa del llamado “mal de la piedra” (Jaramillo-Antillón, 2001). Sin embargo, fue hasta el año 350 a. C. cuando comenzaron los avances en la medicina tradicional acerca de

los modelos anatómicos que permitieron describir la disposición anatómica del cuerpo humano (García-Perdomo *et al.*, 2016; Resnick y Boyce, 1979).

Los avances médicos de esa época fueron extendiéndose, lo que permitió detectar nuevas enfermedades y síntomas que tiempo atrás no se podían relacionar con la litiasis. Ejemplos de estos síntomas son el cólico nefrítico y el aspecto arenoso de la orina, la medicina de esta época continuaba basándose en la observación del comportamiento de los pacientes; ya con un mayor conocimiento relacionado con la litiasis (Resnick y Boyce, 1979). En el año 150 d. C. surgió la figura del griego Galeno de la ciudad de Pérgamo, quien seguía la escuela hipocrática y sus enseñanzas predominaron por siglos. Galeno había realizado algunas disecciones de cadáveres y conocía de mejor manera los huesos y músculos, siendo considerado el mejor fisiólogo de su época. Sin embargo, debido a su carácter, no tuvo alumnos y no fundó una escuela. Posteriormente, el desarrollo de la medicina entró en un periodo (300 d. C al 1300) de decadencia en que la iglesia prohibió y eliminó la lectura pagana de los textos griegos y su enseñanza (Resnick y Boyce, 1979). La práctica de la medicina en este periodo solamente estaba permitida en los monasterios, en los que sólo se pensaba en la curación de los pacientes con la ayuda de Dios, decayendo de esta manera los saberes teóricos y deteniendo el conocimiento de la anatomía y fisiología, ya que se había prohibido la disección de los cadáveres por siglos. De esta manera, se retoma la medicina antigua, en la cual se atribuía a seres extraordinarios la curación de los enfermos, propios de las culturas antiguas (Resnick y Boyce, 1979; Spirnak y Resnick, 1989).

Fue hasta el año 1 000 d. C. cuando los árabes retomaron el estudio de las fuentes médicas griegas y, de esta manera, el persa Avicena escribió una enciclopedia del saber médico llamada "El canon" utilizado por siglos como libro de texto. En los primeros siglos d. C., el uso de los recursos naturales fue siendo más importante y se constituyó como la primera elección del tratamiento para enfermedades nerviosas, cardíacas, gastrointestinales e incluso obstructivas (Spirnak y Resnick, 1989). Posteriormente, durante la segunda mitad del siglo XVII, tres científicos de origen italiano: Marcello Malpighi (1628-1694), Lorenzo Bellini (1643-1704) y Giovanni Baptista Morgagni (1681-1771) aportaron el conocimiento histológico fundamental para comprender el funcionamiento renal (González, 2013). De esta manera entró en la historia el término glomérulo renal, referido a la boca anatómica funcional del riñón, donde tienen lugar la depuración y la filtración del plasma sanguíneo como primera etapa en el proceso de formación de la orina (González, 2013).

A final del siglo XVIII se describieron los tres síndromes principales de la enfermedad renal: el síndrome nefrótico, la nefritis aguda y la enfermedad renal crónica, que entrarían juntas en la historia de la mano de Richard Bright (Resnick y Boyce, 1979). Con el transcurrir de los años, la litiasis renal generó una preocupación e interés por su diagnóstico y control terapéutico a nivel mundial. Alrededor del siglo XX, con el empleo de las nuevas tecnologías como las de microscopía, permitieron comprender mejor las características estructurales de los cálculos renales (González, 2013). Durante este mismo periodo se implementó el uso de rayos X como herramienta diagnóstica, lo cual revolucionó la medicina, ya

que se podían detectar tejidos tumorales, fracturas, fisuras y localización de cálculos renales (Jaramillo-Antillón, 2001; Spirnak y Resnick, 1989).

4.2 Aspectos generales de la litiasis renal

Dentro de las enfermedades renales, uno de los padecimientos más frecuentes es la uropatía obstructiva y, dentro de esta, la litiasis renal es la más frecuente (Caravia *et al.*, 1997; Sariago *et al.*, 2017; Thomas y Gordon, 1989). La litiasis es un padecimiento que consiste en la formación de cálculos¹ en la trayectoria de las vías urinarias (Heinze-Rodríguez *et al.*, 2014). Estas pueden encontrarse en diversos sitios como en el riñón, uréter, vejiga y uretra (Spirnak y Resnick, 1989).

La fisiopatología del cálculo urinario puede darse como secuencia de eventos que ocurren para el proceso de formación que incluye: i) la saturación urinaria, ii) la supersaturación², iii) la nucleación, iv) el crecimiento de los cristales, v) la agregación de los cristales, vi) retención de los cristales y vii) la formación del cálculo. Normalmente estos cristales pasan a través del tracto urinario sin problemas, sin embargo, cuando son muy grandes pueden causar obstrucción del sistema (García-Perdomo *et al.*, 2016).

Desde hace mucho tiempo se propusieron distintas teorías acerca de la formación de cálculos: (i) la teoría de la nucleación, que consiste en que el cálculo urinario se forma por la presencia de un cristal o cuerpo extraño en la orina

¹ Cálculo: Concreción patológica formada por sales minerales, suelen encontrarse en órganos huecos o conductos y pueden producir obstrucción o inflamación.

² Supersaturación: Es la fuerza impulsora para la nucleación y el crecimiento en la cristalización.

sobresaturada con una sal cristalizante, que favorece el crecimiento de una rejilla de cristal; (ii) la teoría de la matriz del cálculo, que consiste en una matriz orgánica de proteínas séricas y urinarias que contienen albúminas y, en ocasiones, globulinas, mucoproteínas y sustancia matriz, que proporciona una estructura para el depósito de cristales; (iii) la teoría del inhibidor de cristalización, algunas sustancias urinarias, por ejemplo magnesio, pirofosfato, citrato, fosfonitrato, difosfonato, mucoproteína y ciertos péptidos, inhiben la formación de cristales (Spirnak y Resnick, 1989).

Los cálculos pueden clasificarse según el tamaño (pequeños entre 1-2 mm, mediano 4-6 mm y grande 8-12 mm) del cálculo, puede ocasionar desde molestias menores o cursar de forma asintomática, hasta la obstrucción total y producir atrofia en el riñón, mientras que los pequeños pueden ser excretados con la orina (Heinze-Rodríguez *et al.*, 2014; Najeeb *et al.*, 2013; Spirnak y Resnick, 1989). Por otra parte, existe una clasificación de la litiasis de acuerdo a los compuestos que contienen, estos pueden ser por: oxalato de calcio en un 50%, el fosfato de calcio en un 10 a 20%, el ácido úrico en un 18%, estruvita en 15% y de cistina en 3% (Spirnak y Resnick, 1989). Por lo tanto, la identificación de los componentes de un cálculo es importante para determinar el tipo de tratamiento a seguir (Stolzmann *et al.*, 2010).

En cuanto los factores que originan la formación de litiasis de acuerdo a sus compuestos, en primer lugar, para la formación del tipo de cálculo principal por oxalato de calcio puede estar dado por diversos factores como dietéticos, genéticos y metabólicos (volumen diario de orina y concentraciones urinarias de calcio, oxalato, ácido úrico y citrato) (Curhan *et al.*, 1998). Esta formación está dada por la

dificultad al momento de excretar el calcio a través de las vías urinarias, comenzando como un sedimento que cristaliza hasta convertirse en un cálculo (Curhan *et al.*, 1998; Holmes y Assimos, 2004). En segundo lugar, en cuanto a causas de formación de cálculos están los compuestos de ácido úrico (Hesse y Siener, 1997), ocasionado principalmente por una alta excreción de ácido úrico por medio de la orina, un valor de pH ácido y baja excreción de la orina, estas sugieren un factor de riesgo mayor para la formación de cálculos de ácido úrico (Siener y Hesse, 2003).

El aumento de la concentración de los componentes en el tracto urinario (riñón) puede deberse a la disminución en el volumen urinario o por aumento en la excreción urinaria de estos elementos. Ejemplos de esto son la hipercalciuria, hiperoxaluria, hiperuricosuria o cistinuria (Pak *et al.*, 1978). La disminución en la solubilidad puede deberse a alguna alteración en el pH, cuando este presenta valores bajos predispone a la formación de cálculos de ácido úrico; un pH alcalino ocasiona la formación de litiasis que contengan fosfatos (Coe *et al.*, 1977; Pak *et al.*, 1978). Sin embargo, diferentes componentes del agua mineral como el magnesio, el calcio y el bicarbonato pueden influir en la formación del cálculo. (Curhan *et al.*, 2004; Straub y Hautmann, 2005; Taylor y Curhan, 2006).

4.3 Epidemiología de la litiasis renal

Algunos estudios epidemiológicos sugieren que la litiasis renal tiene una alta incidencia y prevalencia, esto último es influenciado por factores como la región

geográfica, la cultura y el desarrollo socioeconómico (Castro *et al.*, 2002; Susaeta *et al.*, 2018).

En décadas recientes la incidencia de la litiasis ha aumentado considerablemente en todos los países industrializados, debido a profundas modificaciones en hábitos alimenticios y el estilo de vida, caracterizados por una ingesta elevada de calorías, sumada a una reducida actividad física, entre otros factores (Susaeta *et al.*, 2018). En Estados Unidos, existen datos que sugieren que el riesgo de desarrollar la enfermedad de la litiasis renal durante la vida es de aproximadamente 10% al 15% y el riesgo de recurrencia a los 5 años es del 50% (Pearle *et al.*, 2014; Pereyra *et al.*, 2019; Susaeta *et al.*, 2018).

Por otra parte, la prevalencia a nivel mundial varía entre el 2% y 20%, este riesgo parece ser mayor en países desarrollados y subdesarrollados, donde se reportan prevalencias en Asia de 8-15%; En Europa y América de 20%. Sin embargo, el riesgo mayor se ha presentado en algunos países del Medio Oriente (p. ej. Arabia Saudita es 20.1%) (Ortegón-Gallareta *et al.*, 2019).

La incidencia y prevalencia de la litiasis varía también según el género. Por ejemplo, en las naciones industrializadas la frecuencia de la litiasis renal es mayor en hombres que en mujeres, con tasas de recurrencia de hasta un 50% (García-Perdomo *et al.*, 2016). De acuerdo con un estudio realizado en Estados Unidos, la prevalencia de la litiasis renal es de 8.8%, donde los adultos mayores son más propensos a padecerla en edades de 65 años en hombres y 70 años en mujeres. Particularmente, en Estados Unidos la prevalencia es de 7.1% en mujeres y del 10.6% en hombres (Ortegón-Gallareta *et al.*, 2019). Otro estudio realizado en

algunos países occidentales como Alemania, Reino Unido y Francia el promedio de prevalencia es de 9.5%. En Latinoamérica la incidencia parece más alta, el riesgo de presentar un cálculo renal es de alrededor del 20% en el hombre y 7.5% en las mujeres (García-Perdomo *et al.*, 2016; Vega *et al.*, 2009). Ejemplo de esto es un trabajo realizado en los Estados Unidos, los autores indican que las tasas de incidencia anual son de aproximadamente tres casos por cada mil para hombres y de uno a dos por cada mil en mujeres (Curhan *et al.*, 1993); ha aumentado la prevalencia hasta el 12% de los hombres y el 6% de las mujeres para el desarrollo de litiasis urinaria en algún momento de sus vidas (Taylor y Curhan, 2006; Massey *et al.*, 2005; Orozco y Camaggi, 2010). Finalmente, con los datos antes señalados se puede observar que, a pesar de los sistemas de atención médica altamente desarrollados en el mundo occidental, la enfermedad de litiasis parece ser un problema no resuelto (Pereyra *et al.*, 2019; Susaeta *et al.*, 2018).

En México se han efectuado relativamente pocos estudios epidemiológicos con respecto a la litiasis renal. De acuerdo con datos registrados en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS, 2021) se realizaron en 2017 más de 25 mil procedimientos de cirugía, endoscopia y tratamiento con ondas de choque. Otra encuesta nacional efectuada en este mismo Instituto, reportó una prevalencia de 2.4 por cada 10 000 habitantes, y menciona a los estados de Yucatán, Puebla y Quintana Roo como áreas de alta prevalencia, de ellas Yucatán tuvo la prevalencia más elevada con 5.8 por cada 10 000 habitantes (Gómez, 1984; Medina-Escobedo *et al.*, 2015).

En el estado de Yucatán, la litiasis renal es uno de los principales motivos urológicos de consulta en los servicios de salud del estado (May-Ix *et al.*, 2012; Medina-Escobedo *et al.*, 2015). Dicha situación ha producido que este padecimiento sea endémico del estado, al afectar al 5.5% de la población, el porcentaje es alto en relación con su prevalencia en otros estados del país, donde la litiasis renal se encuentra en promedio con una frecuencia baja (0.2%) (May-Ix *et al.*, 2012; Ortégón-Gallareta *et al.*, 2019).

La literatura existente señala que la enfermedad de litiasis renal afecta a todos los grupos de edad. Se asume que la edad en la que comienza esa enfermedad depende básicamente de la composición de los cálculos. Por ejemplo, los cálculos de cistina comienzan a formarse en la primera y segunda década de la vida, seguido de los cálculos de calcio, frecuentes entre la tercera y quinta década, mientras que los de ácido úrico suelen comenzar a edades tardías, después de los 50 años (Kuo-Jen *et al.*, 2014). En la actualidad, un 10.6 % de los varones y 18.4% de las mujeres forman su primer cálculo antes de los 20 años; como resultado de los cambios que se han presentado en las mujeres sobre sus hábitos alimenticios (García-Perdomo *et al.*, 2016; Kuo-Jen *et al.*, 2014).

4.4 Principales causas que producen la litiasis renal

El estilo de vida occidental moderno es el motivo principal que puede producir la formación del cálculo, que proporciona una serie de factores que afectan la alimentación o hidratación, y modifican la composición de la orina, ocasionando un aumento en la probabilidad de tener litiasis renal (Ortégón-Gallareta *et al.*, 2019).

Algunos estudios sobre litiasis renal ayudan a detectar factores que pueden propiciar esta enfermedad, que pueden ser diversos e influir de manera particular en cada persona, resultando difícil, en la mayoría de los casos, determinar de manera segura por medio de la composición urinaria. Es probable que existan muchos factores que influyen en la concentración de determinados elementos o electrolitos en la orina (Curhan *et al.*, 2004). Los cálculos renales pueden formarse por diferentes sales minerales, incorporadas en una matriz orgánica, que se originan en el riñón o vías urinarias superiores (González, 2013; Karagülle *et al.*, 2007).

En primer lugar, la alimentación es un factor importante, debido a que la obesidad y la ingesta de líquidos pueden influir con la formación de los cálculos renales (Taylor y Curhan, 2006). De acuerdo con Assimos y Holmes (2000) existe evidencia convincente, directa e indirecta, de que ciertas modificaciones en la alimentación pueden reducir el riesgo de formar cálculos renales. La alimentación debe limitarse a no consumir minerales en exceso, porque en el proceso de su eliminación pueden ocasionar sedimento y a la formación de cálculos. Por otra parte, la ingesta dietética de carbohidratos refinados, proteínas y sodio podría afectar la excreción urinaria de calcio, los alimentos con demasiadas calorías y sal de mesa son algunos de los factores dietéticos que podrían desempeñar un papel importante en la formación de cálculos renales (Taylor y Curhan, 2006). En segundo lugar está el ambiente, dentro del cual se conoce que el calor es un factor predisponente para la litiasis renal, por su influencia en flujo y volumen de orina. Finalmente, un trabajo realizado por May-lx y colaboradores (2012) indica que el

polimorfismo del genotipo está asociado con hipocitraturia³; y los cambios metabólicos asociados con los polimorfismos en los genes específicos favorecen la formación de cálculos en la población de Yucatán (Danpure, 2000; Medina-Escobedo *et al.*, 2008).

4.5 Plantas medicinales

Los seres humanos tienen en su alrededor una amplia gama de plantas que pueden ser utilizadas para diversos fines, destacando el uso alimentario, la construcción y el medicinal (De Sousa *et al.*, 2008). A lo largo de la historia, los seres humanos han utilizado las plantas con fines medicinales, al estar expuestos a diversas enfermedades, han buscado alternativas y encontrado en las plantas una de las principales (Ankli *et al.*, 1999; Frei *et al.*, 1998).

Una de las aplicaciones es en el uso medicinal, actividad que se fue modificando con el transcurrir de los años, por los efectos que presentaban al ser utilizados. El conocimiento adquirido acerca de los beneficios de las plantas se fue modificando, y se ha transmitido principalmente de forma oral entre generaciones (Ankli *et al.*, 1999; Pérez-López, 2005). A nivel mundial diferentes culturas han apreciado los beneficios de usar plantas medicinales, en un inicio se pensaba que en la mayoría de los casos se debía a hechos fantásticos otorgados por deidades de sus culturas. Sin embargo, conforme fueron conceptualizando la etiología de las enfermedades y cómo actuaban las plantas en el ser humano apreciaron que se debía a propiedades medicinales de las plantas. En otros casos, las respuestas no

³ Eliminación del ácido cítrico: Se asocia a la formación de cálculos de oxalato cálcico.

eran positivas y producían daño a los usuarios, por los efectos secundarios que las plantas podían producir al entrar en el organismo (Pérez-López, 2005).

Las observaciones sobre las plantas fueron más detenidas y cuidadosas, se pudo comprender que dentro de ellas existían compuestos que ayudan a combatir ciertas enfermedades; se comprendió que en determinadas partes de la planta había sustancias que no eran necesarias o podrían producir algún daño, por lo que era importante aprender a distinguir la parte efectiva, separarla del resto de la planta y explotar ese activo que curaba determinados padecimientos sin producir efectos no deseados o generar problemas con el paso del tiempo (Heinrich, 2008).

Para que una especie de planta sea utilizada en la medicina tradicional, debe cumplir con ciertos criterios de selección, como la eficiencia, el gusto e incluso el aroma, aspectos que llaman la atención e invitan a ser usadas para el tratamiento de una enfermedad (Krief *et al.*, 2005). La selección de las plantas es un proceso en el cual puede ayudar a entender las características determinantes de cada región (Estomba *et al.*, 2006). Es importante señalar que otros factores pueden influir en la selección, como la disponibilidad, accesibilidad y los atributos morfológicos de las plantas (Heinrich, 2008).

Uno de los factores o aspectos para la inclusión y adopción de una planta medicinal por los habitantes de una región es su resultado positivo en relación con el tratamiento de la enfermedad, siendo este un factor clave para seleccionar especies que integren el conocimiento local (Heinrich, 2008; Khafagi y Dewedar, 2000). También es común que algunas plantas utilizadas en la medicina tradicional

no tengan eficacia comprobada, esto puede ser por la falta de estudios realizados. (Mollik *et al.*, 2010).

La transmisión del conocimiento acerca del uso de plantas medicinales, según Taboada (2015) se sustenta en tres bases, la genética, el aprendizaje individual y el aprendizaje social. La base genética no se refiere a un conocimiento específico, como por ejemplo el conocimiento acerca de una especie de planta que sea utilizada para un propósito particular; se refiere a todo lo que favorece o no la construcción del conocimiento, la capacidad y velocidad del aprendizaje (Reyes-García *et al.*, 2009; Mesoudi y Whiten, 2008). La segunda base consiste en el aprendizaje individual, el cual es el proceso en que el individuo tiene iniciativa propia en aprender mediante la observación de las actividades realizadas por otras personas (Rendell *et al.*, 2010), nueva información que puede difundirse y asentarse en una cultura más amplia (Laland, 2004; Lozada *et al.*, 2006; Mesoudi, 2007). Finalmente, la tercera base para la obtención del conocimiento tradicional se da mediante la transmisión social, la cual señala que es un proceso por el cual la información se transmite de un grupo a otro por medio de la interacción entre los grupos (Enquist *et al.*, 2007; Ladio y Lozada, 2004; Henrich y Boyd, 1998).

De acuerdo con Schlaepfer y Mendoza-Espinoza (2010), en México existe una gran riqueza cultural y biológica, y es la etnobotánica⁴, disciplina que tiene la tarea de enlazar estos aspectos, para rescatar los recursos medicinales de los ancestros. El uso de las plantas medicinales para el tratamiento de la litiasis puede

⁴ Etnobotánica: Estudia las relaciones entre los grupos humanos y su entorno vegetal, es decir el uso y aprovechamiento de las plantas en los diferentes espacios culturales y en el tiempo.

tener diversas ventajas entre las que destaca el bajo costo y la accesibilidad del recurso vegetal. Sin embargo, entre las desventajas está que, frecuentemente, no existe una base científica sólida acerca de su eficacia (Kvist *et al.*, 2001). A través de los avances científicos, la medicina alópata permitió nuevas alternativas para el tratamiento de la litiasis, siendo la más común la intervención quirúrgica, entre las ventajas de esta alternativa están un incremento en la rapidez y eficacia de eliminación de la totalidad del cálculo, sin que signifique que no pueda volverse a formar. No obstante, las desventajas de una intervención quirúrgica son el costo y el difícil acceso para las comunidades rurales (Kvist *et al.*, 2001).

Por otra parte, las influencias modernas (p. ej. el modo de presentación de los medicamentos) están alterando constantemente los sistemas médicos tradicionales y el uso de plantas medicinales (Frei *et al.*, 1998). Existen varias publicaciones acerca de la etnobotánica mexicana (Ankli *et al.*, 1999; Heinrich *et al.*, 1998; Santillán-Ramírez *et al.*, 2008) entre los que destacan sus diferentes usos y aplicaciones para el tratamiento de diversos padecimientos, demostrando que, a pesar del tiempo, las plantas siguen siendo una alternativa ampliamente utilizada a nivel mundial (Ankli *et al.*, 1999; Santillán-Ramírez *et al.*, 2008). En particular, en Yucatán existen estudios relacionados con las plantas medicinales, encontrando una gran cantidad de beneficios para el ser humano (Ankli *et al.*, 1999). Las plantas son un elemento fundamental para la medicina tradicional, también son recursos generalmente considerados como parte de los conocimientos tradicionales de una cultura, en este caso de la cultura Maya (Ankli *et al.*, 1999; Heinrich *et al.*, 1998).

4.6 Metabolitos secundarios

Las plantas producen una gran variedad de compuestos químicos, conocidos como metabolitos secundarios, estos son compuestos sintetizados a partir de excedentes del metabolismo primario. Los metabolitos secundarios actúan como mediadores que intervienen en las funciones de la planta y/o de los organismos con los que se relacionan, involucrándose en las funciones de la planta o de los organismos con los que interactúan (Heinrich, 2008; Heinrich *et al.*, 1998). En consecuencia, la variación de las condiciones ambientales (incidencia de la luz, precipitación y nutrientes) y de las interacciones bióticas (herbivoría o competencia por la luz) influyen en la síntesis de metabolitos secundarios, que son utilizados de varias formas por los seres humanos, entre los usos están: fármacos, pesticidas, fragancias y colorantes (Ankli *et al.*, 1999; Heinrich, 2008; Heinrich *et al.*, 1998). Los metabolitos secundarios pueden ser extraídos de cualquier especie de planta, presentando una serie de ventajas y desventajas. Algunas de las ventajas ya han sido señaladas con anterioridad, como el uso en la farmacéutica y perfumería. No obstante, la desventaja de los metabolitos secundarios es que se acumulan en pequeñas cantidades en las plantas, ya que están regulados espacial y temporalmente, ocurre en células, órganos y tejidos específicos, en fases determinadas del ciclo de vida de la planta (Verpoorte *et al.*, 2000). Puede existir una alta variabilidad en las plantas entre poblaciones e inclusive entre individuos, esto es debido a las características ambientales en la cual pueden encontrarse. En el caso de plantas silvestres, su explotación comercial está basada en la recolección

de material en su hábitat natural, frecuentemente incluyendo la raíz (Heinrich, 2008; Trejo-Tapia y Rodríguez-Monroy, 2007).

4.7 Antecedentes sobre plantas utilizadas para el tratamiento de la litiasis

Las plantas contienen diversas sustancias químicas que interactúan de modo complejo, este proceso es difícil de conocer con exactitud, incluso al conocer sus propiedades medicinales. Entender cómo operan las plantas en su totalidad es como tratar de armar un rompecabezas cuando sólo se dispone de unas piezas. Aunque resulta útil saber que una planta contiene determinados componentes activos, esta información puede ser engañosa por sí misma. Por ejemplo, el té (*Camellia sinensis*) y el café (*Coffea arabica*) contienen aproximadamente los mismos niveles de cafeína. Sin embargo, el té contiene una cantidad mayor de taninos (que le dan el sabor acre y astringente). Estos compuestos reducen la cantidad de nutrientes y fármacos que se absorben de los intestinos al flujo sanguíneo y, por consiguiente, se absorbe menos la cafeína. Este ejemplo revela un par de verdades acerca del uso de plantas. En primer lugar, la experiencia del especialista en hierbas y del paciente es lo que suele proporcionar la guía más fiable del efecto medicinal de cada planta. En segundo lugar, el valor de una planta medicinal no puede reducirse a una lista de componentes activos (Chevallier, 1997).

Las plantas medicinales permiten oportunidades para desarrollar posibles fármacos mediante extractos únicos, combinados con varias especies o en forma de compuestos fitoquímicos aislados (Hennequin *et al.*, 1993). La formación de cálculos implica un proceso físico-químico conocido como cristalización. El proceso

de cristalización comprende varios componentes, estos pueden verse afectados según la composición de la orina. Son reconocidos dos aspectos, uno termodinámico y otro cinético. El primer aspecto, incluye la sobresaturación de la orina que resulta en la nucleación. El segundo, comprende las tasas de nucleación, de crecimiento de cristales y de aglomeración de cristales (Kok *et al.*, 1988).

Existen varios estudios a nivel mundial relacionados con compuestos extraídos de plantas medicinales, con propiedades para el tratamiento y eliminación del cálculo renal. Según un trabajo realizado por Saha y Verma (2013) se utilizó un extracto de rizomas de *Bergenia ciliata* a diferentes concentraciones (1-10 mg/mL), para determinar la actividad inhibitoria de la nucleación de los extractos se utilizó un ensayo espectrofotométrico. El extracto de *B. ciliata* presentó un efecto inhibitorio significativo sobre la nucleación de cristales de oxalato de calcio. Otro estudio realizado por Atmani y Khan (2000) evaluó el extracto *Herniaria hirsuta* L., preparando soluciones en diferentes concentraciones (0.0625-1 mg/mL) en agua destilada. En el trabajo se realizaron ensayos de cristalización, nucleación y agregación. Los autores señalaron que el extracto de *H. hirsuta* podría ser beneficioso para prevenir la formación de cálculos renales, al promover la nucleación de cristales de oxalato de calcio y aumentar su número, pero disminuyendo su tamaño.

Un estudio realizado por Bacallao y colaboradores (2015) se encuestaron 310 pacientes cubanos que acudieron a la Consulta Ambulatoria de Litiasis del Instituto de Nefrología “Dr. Abelardo Buch López” (La Habana, Cuba) sobre los tratamientos tradicionales empleados por ellos para la urolitiasis. Como resultado

de la encuesta se identificaron cuatro plantas medicinales utilizadas en el tratamiento tradicional de la urolitiasis: el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el guizaso de caballo (*Xanthium occidentale Bertol*), la caña mexicana (*Costus spiralis*) y el mastuerzo (*Lepidium virginicum* L.).

En México un trabajo publicado por Pérez y colaboradores (2015) utilizó parte aérea de la especie *Berberis trifoliata*. El trabajo evaluó el efecto en la inhibición de la nucleación, y se probó la capacidad inhibitoria del extracto mediante un ensayo de nucleación de cristales de oxalato de calcio, mediante un método espectrofotométrico. El resultado obtenido en el estudio de nucleación de cristales de oxalato de calcio, indica que el extracto de *B. trifoliata* presentó un porcentaje de inhibición dosis-dependiente, encontrando que a una concentración de 1 000 µg/mL se obtuvo una inhibición de $93 \pm 0.01\%$.

Otro tipo de estudio señala que el rizoma de *Bergenia ligulata* indica la presencia de un efecto en contra de la formación de cálculos de oxalato de calcio, la cual se determinó mediante la medición del curso temporal de los cambios de turbidez debido a la formación y agregación de cristales en las soluciones metaestables de calcio y oxalato (Bashir y Gilani, 2011). De igual manera, la especie *Celosia argentea* mostró efecto contra la litiasis, comparable con la formulación comercializada en términos de inhibición de la formación de precipitado de fosfato, pero mostró un potencial significativamente mejor, por lo que el estudio proporciona una base para la utilidad de *C. argentea* en el tratamiento de los cálculos (Bhavik *et al.*, 2011).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio es de tipo observacional/experimental, ya que se registró el uso de plantas medicinales para el tratamiento de la litiasis renal referido por médicos tradicionales (de aquí en adelante referidos como interlocutores) y, por otro lado, se probó el efecto en la nucleación de cristales de oxalato de calcio con el remedio herbolario más utilizado por los interlocutores. El estudio es de tipo transversal porque la información fue medida en un momento determinado del tiempo. La investigación es prospectiva, ya que toda la información se recogió con fines específicos de la investigación y después de ser planeada (Méndez *et al.*, 2001).

El trabajo de investigación tiene un componente metodológico cualitativo, con una aproximación etnográfica. Se optó por utilizar un muestreo utilizando la técnica de bola de nieve, es un tipo de muestreo no probabilístico, empleado para recopilar información poco accesible, basándose en referencias de sujetos iniciales; en este caso, de médicos tradicionales. Este acercamiento permitió localizar a participantes potenciales, que contribuyeron con los datos requeridos, propiciando un efecto en cadena para localizar a otros interlocutores. En la perspectiva metodológica cuantitativa su objetivo fue evaluar el efecto en la inhibición de la nucleación de cristales de oxalato de calcio *in vitro* con el remedio herbolario.

5.1 Área de estudio

El área de estudio fue la región centro del estado de Yucatán, abarcando las comisarías de Cuauhtémoc, Kimbilá y Sitalpech, pertenecientes al municipio de Izamal, así como las cabeceras municipales de Izamal, Sudzal, Tekantó, Tepakán

y Teya (Fig. 1). Esta región se caracteriza por tener un clima cálido subhúmedo, con lluvias en verano (junio a octubre), temperatura media anual de 26 °C y una precipitación pluvial anual de 1 100 mm (INEGI, 2010). El suelo predominante es del tipo rendzinas (ricos en materia orgánica), que cubren roca calcárea, poco profundos, arcillosos con erosión moderada, cubierto por una pequeña capa cultivable. La vegetación de la zona es mayormente selva baja caducifolia (Flores-Guido, 1983; García y Manrique, 2016).

De acuerdo a los datos demográficos, Izamal es la localidad con el mayor número de habitantes (>15 000 habs.), mientras que Cuauhtémoc es la que tiene menos habitantes (<1 000 habs.). En relación con los servicios en las viviendas, la mayoría de las localidades (91.7%) cuentan con los servicios básicos de agua entubada, electricidad, drenaje y piso firme (Tabla 1). El grado promedio de escolaridad en la población de 15 años o más de las localidades de la región de estudio es de 6.5 años, mientras que el promedio de analfabetas es de 18.5% (INEGI, 2010). Según los indicadores de marginación, el área de estudio tiene un grado medio de marginación (CONAPO, 2015; CONEVAL, 2010; INEGI, 2010; SEDESOL, 2010). Las principales actividades económicas que se desarrollan en esta área son las del sector primario, entre las que destacan la agricultura, ganadería, cría de animales de traspatio, el corte o siembra de árboles y la caza de animales; también realizan actividades del sector secundario (p. ej. industria textil) y terciario (p. ej. comercio) (INEGI, 2010).

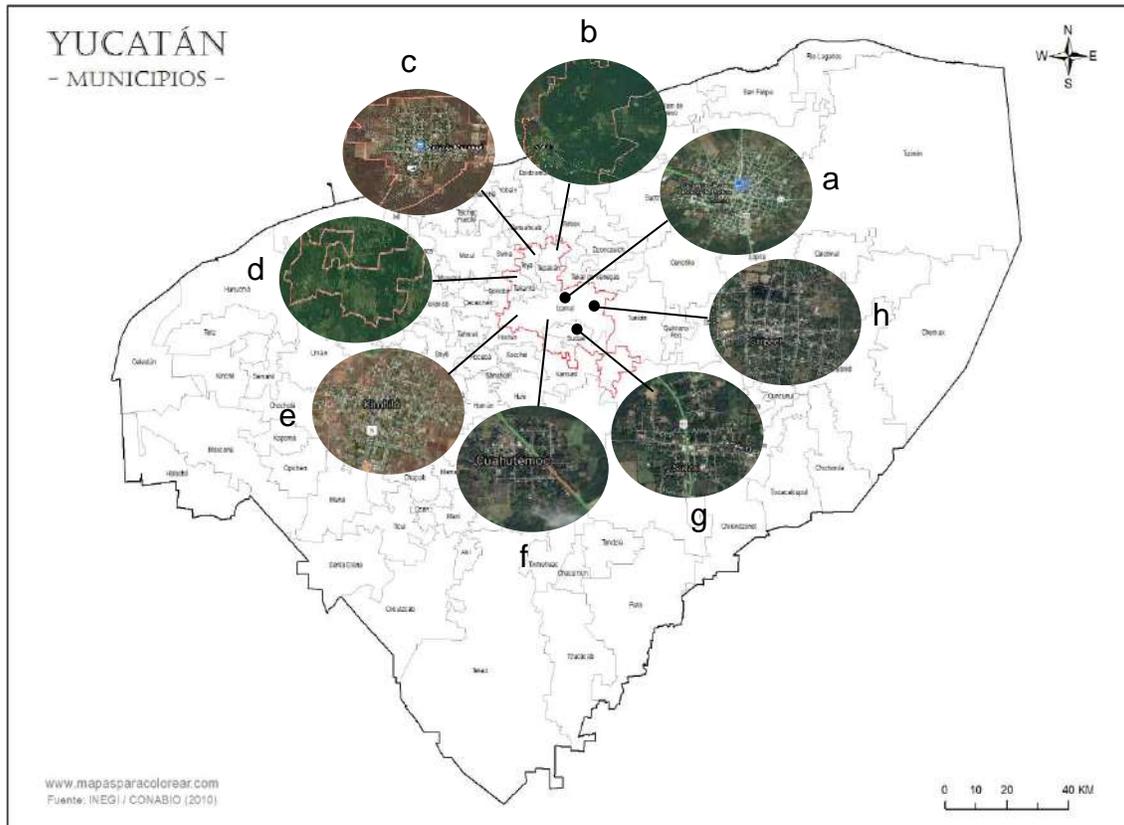


Figura 1. Distribución de las localidades de estudio ubicadas en el área centro de Yucatán, México. a) Izamal, b) Tepakán, c) Teya, d) Tekantó, e) Kimbilá, f) Cuauhtémoc, g) Sudzal y h) Sitalpech. El área de estudio se muestra delimitada en tono rojo dentro del mapa. Modificado de <https://www.mapas.com/mexico/mapa-estado-yucatan.php>

Tabla 1. Datos demográficos y servicios que poseen las viviendas en las localidades de estudio en la región centro de Yucatán.

Municipio	Localidad	Población total (habs.)	Servicios en viviendas	(%)	Coordenadas
Izamal	Cuauhtémoc	666	Agua entubada	99.1	20°53'13" N
			Electricidad	99.3	89°00'03" O
			Drenaje	98.2	
			Piso firme	99.1	
	Izamal	16,196	Agua entubada	98.9	20°55'53" N
			Electricidad	99.7	89°01'04" O
			Drenaje	97.8	
			Piso firme	99.4	
	Kimbilá	3,633	Agua entubada	99.6	20°17'45" N
			Electricidad	99.6	89°05'05" O
			Drenaje	93.6	
			Piso firme	99.7	
Sitilpech	1,799	Agua entubada	97.5	20°56'23" N	
		Electricidad	99.4	88°57'26" O	
		Drenaje	97.7		
		Piso firme	98.6		
Sudzal	Sudzal	1,689	Agua entubada	79.7	20°52'11" N
			Electricidad	95.5	88°59'18" O
			Drenaje	74.4	
			Piso firme	95.6	

Tabla 1. Continuación

Municipio	Localidad	Población total (habs.)	Servicios en viviendas	(%)	Coordenadas
Tekantó	Tekantó	3,683	Agua entubada	80.4	21°00'38" N
			Electricidad	97.8	89°06'20" O
			Drenaje	61.3	
			Piso firme	97.9	
Tepakán	Tepakán	2,226	Agua entubada	85.2	21°04'00" N
			Electricidad	97.3	89°00'00" O
			Drenaje	54.7	
			Piso firme	98.3	
Teya	Teya	1,977	Agua entubada	59.8	21°02'56" N
			Electricidad	96.7	89°04'24" O
			Drenaje	84.3	
			Piso firme	97.6	

Fuente: INEGI, 2010; Microrregiones, 2010.

5.2 Inserción en la comunidad

El presente estudio se llevó a cabo entre los meses de septiembre a diciembre de 2020. Se acudió con las autoridades políticas (presidente municipal) y las ejidales (comisario ejidal) de cada localidad para informar acerca del estudio que se pretendía llevar a cabo y solicitar la autorización correspondiente, de modo que, tanto la población como las autoridades estuvieran informadas. Una vez obtenida la autorización, se acudió a cada cabecera municipal o comisaría de estudio para realizar visitas prospectivas y establecer contacto con algunos médicos tradicionales, quienes serían los principales interlocutores de este estudio.

En el caso particular de la cabecera municipal de Izamal, su presidente municipal nos refirió con el Director de Ecología y con el Director de Salud del municipio, muy conocidos en la localidad. El Director de Salud nos acercó con quien sería una de las interlocutoras clave de este trabajo. Ella es partera de oficio, de la tercera edad, y colaboró facilitando contacto con otros médicos tradicionales.

Partiendo de la experiencia adquirida en la localidad de Izamal, se acudió a las otras localidades y, en caso de conocer o tener conocimiento de algún médico tradicional (p. ej. a través de conocidos propios), se acudió de forma directa con ellos. En caso contrario, se les preguntó a los habitantes de las localidades correspondientes si conocían a algún practicante de la medicina tradicional. Una vez identificados se les explicó en qué consistía el estudio y si estaban dispuestos a participar. De forma general, se tuvo una buena participación (82%) por parte de los interlocutores de las ocho localidades del estudio, mostrando en su mayoría, confianza e interés por el trabajo, así como amabilidad. Pocas fueron las personas

(17.95%) que optaron por no participar, debido a que no contaban con disponibilidad de tiempo o interés.

5.3 Unidad de análisis y criterios de inclusión

Como criterios de inclusión de los médicos tradicionales (interlocutores), se consideró que fueran nativos de las localidades de la región centro de Yucatán, y mayores de 18 años de edad. También que fueran reconocidos en sus localidades de residencia como poseedores de un conocimiento relevante sobre el uso de plantas medicinales para el tratamiento de la litiasis renal.

5.4 Instrumentos y obtención de datos

La recopilación de información se realizó mediante una entrevista semiestructurada dirigida a médicos tradicionales (yerbateros, parteras, hueseros y *jmeen*) de la región de estudio. El grupo de estudio (número de interlocutores entrevistados) se determinó por el punto de saturación de la información. La entrevista estuvo conformada por 44 preguntas abiertas, elaboradas con un lenguaje apropiado, compuesta por una sección de datos generales y otras cinco secciones: conocimiento sobre el uso y manejo de plantas medicinales, la enfermedad de litiasis renal, plantas utilizadas para el tratamiento de la litiasis renal, modo de preparación del remedio y tratamiento de la litiasis renal (Anexo 1).

La sección de datos generales registró información tal como nombre, edad, lugar de nacimiento, tiempo de residencia y nivel de escolaridad. En la primera sección, conformada por cinco preguntas abiertas, se abordó información en

relación con el conocimiento que los interlocutores poseen sobre el uso de plantas medicinales, donde se les preguntó sobre el tiempo que llevan trabajando con plantas, los motivos para aprender sobre el uso de plantas medicinales, cómo aprendieron a usar las plantas y los motivos principales por los que sus pacientes recurren a ellos para una consulta.

En una segunda sección, constituida por siete preguntas abiertas, se abordan las generalidades de la enfermedad de la litiasis renal, si han escuchado acerca de las piedras en el riñón, cómo conceptualizan la enfermedad y cómo creen que se produce, por qué pasa esta enfermedad, qué síntomas se presentan, qué tan común es la enfermedad en la región centro de Yucatán, en quiénes (hombres o mujeres) es más común que se presente la enfermedad y a qué edad. Además, se les preguntó sobre qué otro tipo de enfermedades del riñón han tratado a sus pacientes.

En la tercera sección, conformada por doce preguntas, se recabó información específica acerca de las plantas utilizadas para el tratamiento de la litiasis renal, como cuáles plantas son utilizadas para el tratamiento de la enfermedad, cómo se adquieren, cómo se identifican las plantas, con qué otro nombre se les conoce, la temporada para conseguirlas, qué parte de la planta se utiliza para la elaboración del remedio.

En una cuarta sección, constituida por ocho preguntas abiertas, se abordó información relacionada con el modo de preparación del remedio, las técnicas empleadas para su elaboración, las herramientas y materiales utilizados, así como el proceso de preparación del remedio.

Finalmente, en una quinta sección se realizaron siete preguntas abiertas, a través de las cuales se obtuvo información relacionada con el tratamiento de la litiasis renal, se preguntó cómo se utiliza el remedio en relación con la dosis, la frecuencia para tomarlo o aplicarlo, la duración del tratamiento, los resultados obtenidos y si podrían ocurrir efectos secundarios (Anexo 1).

Las entrevistas se llevaron a cabo en las casas o sitios de trabajo de los practicantes de la medicina tradicional, en el día y hora previamente acordados. Durante la entrevista se solicitó su consentimiento para grabar la conversación y prestar total atención al interlocutor; también se solicitó autorización para tomar fotografías. Cada entrevista tuvo una duración de entre 30 min y 2 h.

En el presente estudio se utilizó la metodología de observación no participante, ya que no se intervino de manera directa en el fenómeno estudiado. Durante la realización de la entrevista se identificaron elementos y/o actividades que nos ayudaron a entender el fenómeno de estudio.

Todos los practicantes de la medicina tradicional entrevistados (n=32) eran originarios de las localidades de la región estudio. La entrevista se realizó a 19 hombres (59.4%) y 13 mujeres (40.6%). La edad de los hombres oscilaba entre los 50 y 87 años (promedio=70 años), mientras que, en las mujeres, su edad oscilaba entre los 55 y 84 años (promedio=66 años). El 50% de los participantes reportó no haber asistido nunca a la escuela, mientras que el máximo nivel educativo referido por algunos interlocutores fue la secundaria. Entre las principales actividades económicas de los entrevistados destacan la agricultura y el comercio.

5.5 Colecta de especímenes

Con la finalidad de identificar las plantas con potencial efecto en la nucleación de cristales de oxalato de calcio, referidas por los interlocutores, y utilizando como referencia los nombres locales en maya y/o en español, se consultó la literatura especializada sobre la flora de Yucatán (Balam, 1988; Barrera y Barrera, 1979; Méndez *et al.*, 2016; Méndez y Durán, 1997) y páginas web de la región, especializadas, como la del Centro de Investigación Científica de Yucatán (<https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/>). Para la escritura correcta de los nombres y su determinación taxonómica se utilizó la página web The Plant List (<http://www.theplantlist.org>).

Para las plantas que no fueron fáciles identificar en campo, se procedió a recolectar una muestra botánica para ser identificada por especialistas de la flora de Yucatán del Banco de Germoplasma del CICY.

5.6 Ensayo de nucleación de cristales de oxalato de calcio (*in vitro*) del remedio herbolario más utilizado en la región centro de Yucatán

Para probar el efecto en la inhibición de la nucleación de cristales de oxalato de calcio *in vitro* de los remedios herbolarios preparados y/o recomendados por los médicos tradicionales de la región de estudio, se consideró seleccionar únicamente al remedio más referido por los interlocutores. La obtención del extracto se llevó a cabo por medio de una decocción utilizando 80 g de tejido de la planta referido por los interlocutores (que depende del tipo de remedio), 400 mL de agua destilada, a una temperatura de 100 °C por un lapso de una h y 30 min. Una vez transcurrido el

tiempo se dejó atemperar, para posteriormente estimar el rendimiento del extracto obtenido. Para determinar el rendimiento del extracto se utilizó la fórmula:

$$\text{Rendimiento} \left(\% \frac{p}{p} \right) = \frac{PE}{PI} \times 100$$

Donde:

PE = Peso del extracto obtenido

PI = Peso inicial del material vegetal

El efecto en la inhibición de la nucleación *in vitro* del extracto se realizó a través del ensayo de nucleación de cristales de oxalato de calcio (CaC_2O_4), siguiendo la metodología descrita previamente por Pérez y colaboradores (2015), con algunas modificaciones. Como parte del diseño del experimento, el efecto en la nucleación del extracto se evaluó utilizando diez concentraciones diferentes (100-1 000 mg/mL). Como control positivo se utilizó citrato de potasio ($\text{C}_6\text{H}_5\text{K}_3\text{O}_7$; Sigma-Aldrich) 1 M a diferentes diluciones en base logarítmica (1, 10, 100, 1 000 μL). En el caso del control negativo se utilizó agua destilada.

Una vez obtenidas las reacciones, se colocaron tanto los controles positivos y negativos, así como las muestras en un espectrofotómetro (Thermo Fisher Scientific Genesys 20) calibrado a una longitud de onda de 620 nm, para medir la Densidad Óptica (DO) y posteriormente determinar el porcentaje de inhibición de la nucleación o formación de cristales de oxalato de calcio. El experimento se realizó por duplicado (en días diferentes), con sus respectivas réplicas (dos). Los valores de DO obtenidos fueron promediados y se estimó su desviación estándar. La finalidad de realizar el ensayo de nucleación, es evaluar si la especie de planta más referida por médicos tradicionales contemporáneos usadas para el tratamiento de

la litiasis es efectiva en la inhibición de la nucleación de cristales de oxalato de calcio.

5.7 Procesamiento de la información y análisis

Para describir el análisis cualitativo del presente estudio, se procedió a utilizar la estadística descriptiva para transcribir la información obtenida en las entrevistas semiestructuradas. La información obtenida en las entrevistas fue capturada y codificada en una base de datos en una hoja de Excel, para clasificar de forma ordenada la información de cada sección, facilitar su descripción general por categorías, según la naturaleza de la información obtenida en cada reactivo. La frecuencia de las respuestas obtenidas de las entrevistas se representó en tablas, diagramas y gráficas.

En el análisis de la información cuantitativa se calculó el porcentaje de inhibición de la nucleación de los extractos (muestras), del control positivo (citrato de potasio, $C_6H_5K_3O_7$) y del control negativo, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de inhibición} = 1 - \frac{\text{DO muestra}}{\text{DO control}} \times 100$$

Donde:

DO muestra= Diferentes concentraciones del extracto y control positivo

DO control= Control negativo

Valores cercanos al 100% significan que el extracto vegetal inhibió el proceso de nucleación de los cristales de oxalato de calcio (CaC_2O_4), mientras que valores

cercanos al 0% indicaron que no tuvo un efecto inhibitorio sobre el proceso de nucleación.

Una vez estimado el porcentaje de inhibición del control positivo y el extracto, se realizó una regresión lineal (utilizando el software Statistics Kingdom) para cada uno, con la finalidad de determinar si existió una relación entre el porcentaje de inhibición (%) y las diferentes concentraciones de la muestra problema o el citrato de potasio ($C_6H_5K_3O_7$), en el caso del control positivo. Para el análisis de regresión, los porcentajes de inhibición se convirtieron en valores de escala logarítmica para linealizar los datos y mejorar el ajuste al modelo lineal.

6. RESULTADOS

6.1 Conocimiento relacionado con las plantas utilizadas para el tratamiento de la litiasis renal

Sobre el uso de plantas medicinales que los médicos tradicionales realizan, se determinó que el tiempo que llevan trabajando con las plantas medicinales fue variable (promedio=43.3 años y σ =10.5 años). Refirieron cinco motivos que los llevaron a aprender sobre el uso de plantas medicinales: la falta de recursos económicos (65.6%), una mayor confianza en los remedios herbolarios en comparación con la medicina alópata (50%), la ausencia de centros de atención médica (25%), la tradición (6.3%) y el temor a los médicos alópatas (3.1%) (Fig. 2). Por falta de recursos económicos frecuentemente les resulta complicado comprar medicamentos de patente, acudir con el médico alópata y pagar una consulta: *“No teníamos dinero para ir con los doctores, además que la medicina cuesta cara y muchas veces no le hace nada a la enfermedad, y las medicinas tienen químicos que te dañan otras partes”* (Yerbatero, 72 años). En contraste, menos del 10% de los interlocutores señalaron el temor a acudir con médicos alópatas y la tradición ancestral sobre el uso de plantas medicinales como razones para aprender sobre el uso de plantas medicinales. Desde su perspectiva, los entrevistados explicaron que, por ejemplo, al acudir con un médico alópata para tratar la litiasis renal, la principal recomendación que dan es una cirugía para extraer los cálculos. Esta es una razón por la cual los interlocutores han utilizado desde generaciones atrás los recursos tradicionales, remedios preparados con plantas medicinales: *“Pues como cualquiera, uno va al Seguro (refiriéndose al servicio médico del IMSS) y te recetan*

algo, pero no funciona, entonces te dicen que tienen que operarte, y uno pues lo piensa. Para serte honesto, aquí mi familia siempre ha usado las plantas durante la mayoría de las veces y nos han salvado durante muchas veces” (Yerbatero, 74 años).

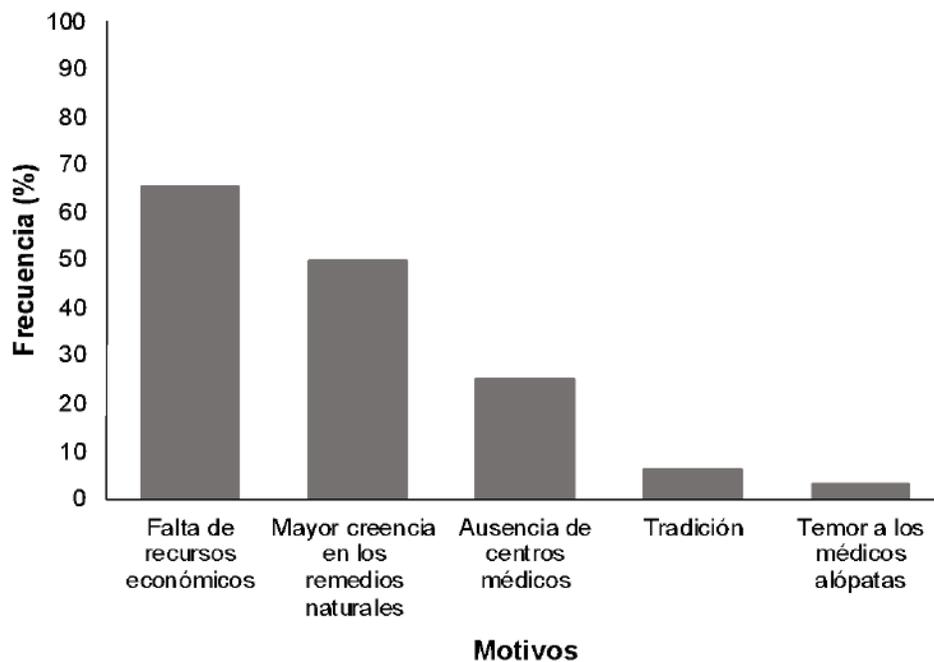


Figura 2. Motivos para aprender sobre el uso de plantas medicinales referidos por médicos tradicionales (n=32) de la región centro de Yucatán.

Sobre la adquisición de conocimiento acerca del uso de plantas medicinales, los entrevistados explicaron que se da a través de tres formas principales: la enseñanza familiar, los libros y la observación. La forma de aprendizaje referida con más frecuencia fue la enseñanza familiar, ya que un 81.2% de los interlocutores mencionó que aprendieron porque alguien de su familia usaba plantas medicinales: *“... porque mi mamá era partera empírica, por eso ella sabía de muchas plantas, y me acuerdo cuando estábamos chicos, ella se sentaba en su patio y te platicaba*

para qué enfermedad se usa las plantas que tenía, pero a veces, cuando estamos muy chicos no prestamos mucha atención; hasta que crecemos” (Yerbatero, 60 años). Para un 12.5% de los entrevistados los libros son una forma de preservar el conocimiento sobre el uso de plantas medicinales de forma escrita y de transmitirse entre generaciones: *“Mira, con el tiempo me fue interesando los usos de las plantas medicinales y fui buscando libros que decían las plantas y para qué son utilizadas, así lo he aprendido desde hace muchos años”* (Yerbatero, 72 años). Finalmente, la adquisición de conocimientos sobre las plantas medicinales a través de la observación fue la opción menos referida (6.3%). Los interlocutores explicaron que este proceso de aprendizaje se lleva a cabo al prestar atención detallada a las actividades que realizan sus familiares en la práctica de la medicina tradicional. A diferencia de la enseñanza familiar, el conocimiento adquirido mediante la observación se considera que se da por iniciativa propia: *“Cuando era chico, me gustaba acercarme a ver qué hacía mi abuelo y fui aprendiendo los nombres de las plantas, y cómo las usaba para las enfermedades”* (Yerbatero, 62 años).

Durante la entrevista, los médicos tradicionales refirieron que algunos pacientes, además de acudir con ellos para recibir tratamiento para combatir la litiasis renal, van para tratar otras afecciones (Fig. 3), como el reumatismo (68.8%) y la neumonía (53.1%). En contraste, las afecciones menos frecuentes fueron el asma (12.5%), el vómito (11.5%), los tics nerviosos (9.4%) y el mal de ojo (9.4%).

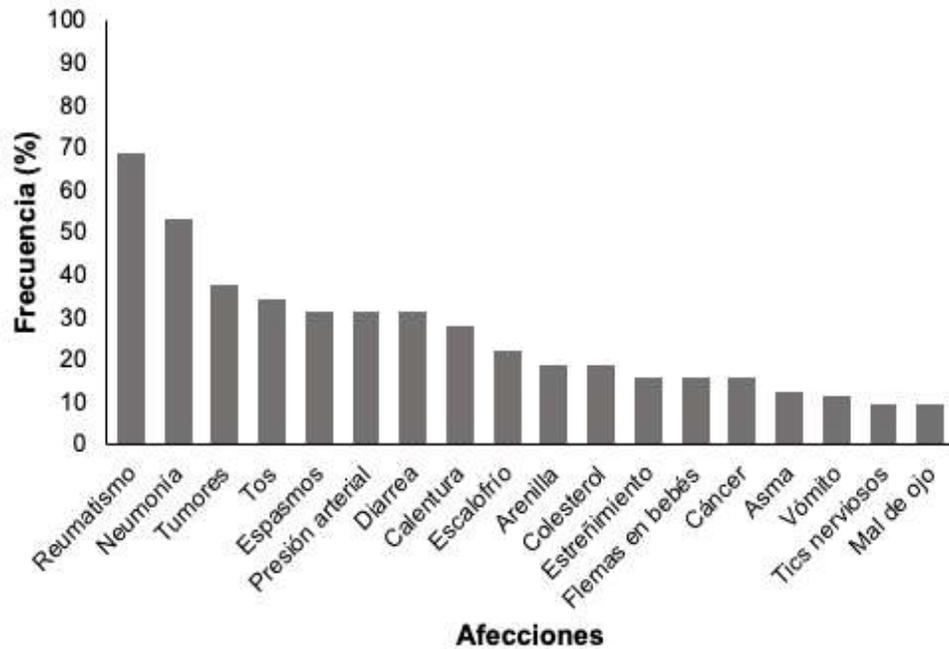


Figura 3. Frecuencia relativa de afecciones por las cuales las personas recurren con médicos tradicionales (n=32) de la región centro de Yucatán.

6.1.1 Litiasis renal: síntomas y causas

Con base en la información obtenida en las entrevistas, se determinó que las otras afecciones del riñón por las cuales los médicos tradicionales son visitados, además del cálculo renal (usado como criterio de inclusión), fueron: dificultad para orinar, arenilla e infección urinaria. La dificultad para orinar fue la afección más frecuentemente referida por los interlocutores con un 34.4%. Los entrevistados consideran que la dificultad para orinar es uno de los primeros síntomas que manifiestan los pacientes con alguna enfermedad del riñón: *“Cuando vienen las personas lo primero que te dicen: me da mucho trabajo ir al baño a orinar, pero mucho, y casi no paso nada”* (Yerbatero, 87 años). Por otro lado, la arenilla fue la segunda afección con mayor frecuencia de mención (21.9%). Cabe destacar que

los entrevistados explicaron que la arenilla no es lo mismo que el cálculo renal: *“Bueno, pues vienen por lo que es la arenilla, estos son como cristales que salen dentro del cuerpo, pero son pequeños”* (Yerbatero, 77 años). Finalmente, la infección urinaria fue la afección menos referida por los interlocutores (12.5%). En particular, los médicos tradicionales consideran que esta afección suele causar cierto pudor en los pacientes, razón por la cual es frecuente que decidan no acudir a tratarse con ellos: *“Cuando ves a una persona con la infección, llegan y tienen pena por lo que les pasa y con trabajo te lo dicen”* (Yerbatero, 84 años).

Los médicos tradicionales indican que pueden existir algunos síntomas característicos producidos por los cálculos renales, entre los que destacan: dolor en la espalda baja, dificultad para orinar, ardor al orinar, orina cristalina y escalofríos (Fig. 4). El 87.5% de los entrevistados señaló al dolor de espalda baja como el síntoma más frecuentemente referido por los pacientes, el cual suele presentarse incluso con una intensidad muy alta: *“El peor síntoma es que te da dolores terribles en la espalda, pero cuando solo está en un riñón es un lado de la espalda. Cuando hay mucho dolor, hasta ganas de llorar me dio”* (Yerbatero, 60 años). En contraste, los interlocutores reportaron a los escalofríos (9.4%) como el síntoma menos frecuente, porque no es común que se presenten muchos cambios de temperatura en pacientes con la enfermedad de litiasis renal: *“Es raro cuando las personas vienen y tienen mucho escalofrío, están sudando mucho, sienten viento y frío que no soportan”* (Yerbatera, 55 años). Por otra parte, de acuerdo con el 100% de los médicos tradicionales entrevistados, la incidencia de litiasis renal en la región centro de Yucatán es alta.

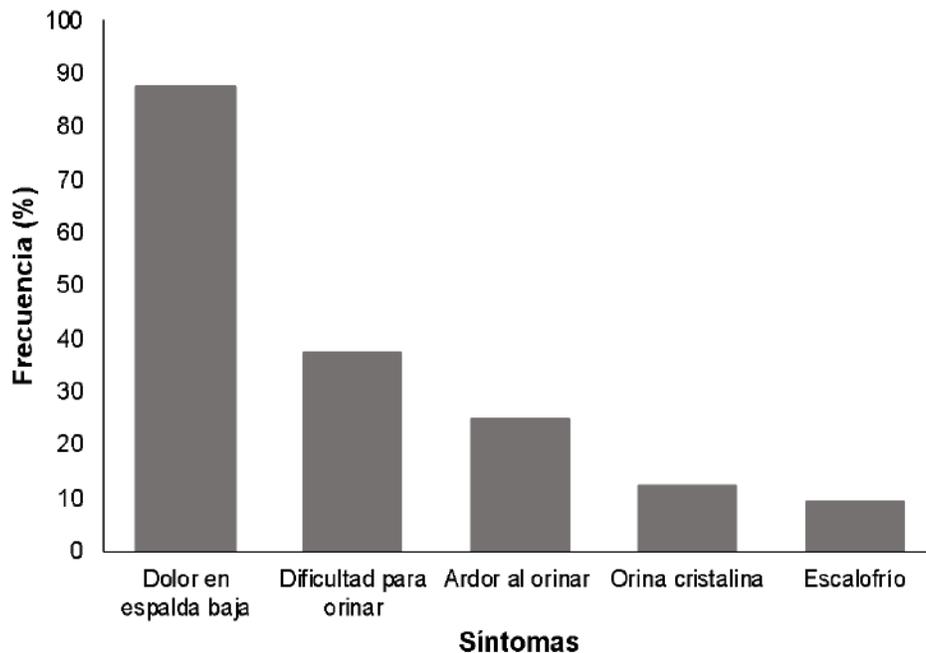


Figura 4. Síntomas producidos por los cálculos renales, referidos por médicos tradicionales (n=32) de la región centro de Yucatán.

Adicionalmente, los entrevistados reportaron factores bióticos y abióticos que, consideran, pueden favorecer el proceso de formación del cálculo renal. Son cuatro factores: el agua, el tipo de alimentación, la herencia y el ambiente. El agua y el tipo de alimentación fueron los factores más frecuentemente mencionados, con valores superiores al 50%. Esto al considerar que contienen ciertas sustancias que facilitan el proceso de formación del cálculo: *“Yo pienso que por el agua que tomamos y las cosas que comemos todos los días, tienen muchas cosas que no sabemos que es, no es como antes que todo era natural, ahora quién sabe qué contiene”* (Yerbatero, 74 años). En contraste, los factores menos referidos fueron la herencia y el ambiente (frecuencia de mención <10%). Sobre estos factores, los médicos tradicionales consideran que el suelo y la temperatura pueden influir en la

formación del cálculo renal. El suelo en la región es rocoso y calcáreo, el agua es subterránea (cenotes) y la temperatura es elevada, lo que provoca una ingesta de líquidos mayor en las personas. Desde la perspectiva de los médicos tradicionales, estas condiciones pueden producir la aparición de la enfermedad de litiasis renal y es una condición que puede tener carácter hereditario: *“Pues yo creo que, por todas las cosas, donde vivimos, el agua, el suelo y todo eso que está en nuestro lugar donde vivimos, hace que se forme esta enfermedad, que con el paso de los años se pasa a los hijos”* (Yerbatero, 72 años).

Respecto a la prevalencia por género (hombres o mujeres) con la que se puede presentar la litiasis renal, la mayoría de los interlocutores (65.6%) señaló que no hay diferencias entre hombres y mujeres. Un entrevistado señaló: *“Para ser honesto yo creo que esta enfermedad es igual para los dos, no veo exista diferencia entre los hombres y las mujeres”* (Yerbatero, 77 años). Sin embargo, una proporción menor de los interlocutores (9/32) explicó que la prevalencia en los hombres es mayor que en las mujeres. Consideran que se debe a que, por su trabajo, los hombres pasan más tiempo fuera de casa y tienden a consumir más alimentos industrializados y/o procesados que podrían facilitar la formación del cálculo renal. Como ejemplo, un encuestado señaló: *“Bueno, yo pienso que como los hombres de la casa salen a trabajar y se van lejos, descuidan mucho lo que comen y toman, y yo creo que eso facilita que se formen las piedras en el riñón”* (Sobadora, 55 años). Sólo el 6.3% de los interlocutores refirieron que son las mujeres quienes presentan mayor prevalencia de la enfermedad: *“...pues lo que he visto por aquí, es que las*

mujeres tienen más la enfermedad de piedras, yo creo porque toman mucha agua y se alimentan mucho para dar leche a sus hijos chicos” (Yerbatero, 72 años).

Más de la mitad (53.1%) de los médicos tradicionales señalaron que la edad más común cuando la litiasis renal tiende a presentarse es de 30 años en adelante: *“Lo que he visto es que en adultos de más de 30 años es más común que aparezca esta enfermedad de piedra, porque mucho tiene que ver todo lo que han consumido en los años”* (Sobadora, 50 años). Sin embargo, un 12.5% de los interlocutores indicaron que también en los menores de edad puede producirse la enfermedad de litiasis renal: *“Esta enfermedad de las piedras lo tienen hasta los niños, lo que he visto es que no respeta edad para que aparezca la enfermedad”* (Sobadora, 53 años). Finalmente, el 34.4% de los interlocutores respondieron que no existe una edad específica en la cual se presente la enfermedad de litiasis renal.

6.1.2 Plantas utilizadas para el tratamiento de la litiasis renal

En el área de estudio, correspondiente a la región centro de Yucatán, se identificaron 18 especies de plantas y un alga, utilizadas para tratar la litiasis renal (Tabla 2). Las especies vegetales pertenecen a 15 familias y 18 géneros diferentes. El alga reportada corresponde a una especie de sargazo (*Sargassum* sp.).

La planta más frecuentemente utilizada para el tratamiento de la litiasis renal fue el *ch'iin took'* (*Krugiodendron ferreum*) con un 88% de frecuencia de mención (Tabla 2). De igual manera, con valores altos en la frecuencia de mención, están la chaya de monte (*Cnidocolus aconitifolius*; 59%) y el *e'elemuy* (*Mosannonna depressa*; 38%). Otras plantas como el maíz (*Zea mays*), el pepino *kat* (*Parmentiera*

aculeata), la grama (*Cynodon dactylon*) y el cañoto (*Phragmites australis*) tuvieron valores intermedios en su frecuencia de uso, entre 13 y 19%. Finalmente, entre las plantas menos referidas (<10% de las menciones) para el tratamiento de la litiasis renal se encontraron la riñonina (*Ipomoe pes-caprae*), el *tok'aban* (*Chromolaena odorata*), el abedul (*Betula pendula*), el riñosán (*Eysenhardtia polystachya*), el alpiste (*Phalaris canariensis*), el *piix t'oon* (*Phyllanthus grandifolius*), la pitahaya (*Hylocereus undatus*), el muicle (*Justicia spicigera*), hierba del zorrillo (*Petiveria alliacea*), el *pixoy* (*Guazuma ulmifolia*) y el coco (*Cocos nucifera*). El sargazo (*Sargassum* sp.) únicamente fue referido por un interlocutor (Tabla 2).

En relación con el órgano o tejido de la planta que se utiliza para la preparación del remedio, la parte más frecuentemente mencionada fueron las hojas (38.8%). Ejemplos de algunas de las especies de las que se utilizan sus hojas son la riñonina y el *tok'aban*. Arriba del 30% de los interlocutores señalaron que utilizan las hojas debido a que consideran que es la parte de la planta más abundante y efectiva: “En las hojas de las plantas está concentrado lo que te cura las enfermedades” (Sobadora, 53 años).

También destacaron el uso del fruto de las plantas (27.7%), como el pepino *kat* y el fruto del *piix t'oon*. Otra de las partes de la planta empleadas en la preparación del remedio fue la corteza (22.2%), en donde destacaron la corteza de las plantas del *ch'iin took'* y el *e'elemuy*. Finalmente, menos del 10% de los interlocutores refirieron que emplean las semillas y la raíz de las plantas (p. ej. alpiste y chaya de monte, respectivamente). Los interlocutores explicaron que en

Tabla 2. Especies de plantas que son utilizadas para el tratamiento de la litiasis renal por médicos tradicionales (n=32) de la región centro de Yucatán.

Nombre común en Español y/o Maya	Especie	Familia	Parte de la planta utilizada	Lugar de adquisición	Frecuencia de menciones (%)
abedul	<i>Betula pendula</i> Roth	Betulaceae	corteza	M	6
alpiste	<i>Phalaris canariensis</i> L.	Poaceae	semilla	H, ME	3
cañoto, <i>jalal</i>	<i>Phragmites australis</i>	Poaceae	hojas	M	13
chaya de monte	<i>Cnidocolus aconitifolius</i> (Mill.) I.M.Johnst.	Euphorbiaceae	raíz	M, ME	59
<i>ch'iin took'</i> , rompe-piedra	<i>Krugiodendron ferreum</i> (Vahl) Urb.	Rhamnaceae	corteza	M, ME	88
coco (agua de coco)	<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	fruto	H, P, ME	3
<i>e'elemuy</i>	<i>Mosannonna depressa</i> (Baill.) Chatrou	Annonaceae	corteza	M, ME	38
grama	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae	corteza	M	13
maíz (pelo de elote)	<i>Zea mays</i> L.	Poaceae	fruto	M, H, ME	19
muicle	<i>Justicia spicigera</i> Schldt	Acanthaceae	hojas	M, H	3
pepino <i>kat</i>	<i>Parmentiera aculeata</i> (Kunth) Seem.	Bignoniaceae	fruto	M, H, ME	16
<i>piix t'oon</i>	<i>Phyllanthus grandifolius</i> L.	Phyllanthaceae	fruto	M	3
pitahaya	<i>Hylocereus undatus</i> (Haw.) Britton & Rose	Cactaceae	fruto	M, H	3
pixoy	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	hojas	M, H	3
riñonina	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R. Br.	Convolvulaceae	hojas	M, H	9
riñosan	<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	Fabaceae	hojas	M, H	3
<i>tok'aban</i>	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R.M.King & H.Rob.	Asteraceae	hojas	M, H	6
*sargazo	<i>Sargassum</i> sp	Sargassaceae	toda la planta	P	3
zorrillo, <i>xpaay che'</i>	<i>Petiveria alliacea</i> L.	Phytolaccaceae	hojas	M, H	3

Entre paréntesis se muestra el nombre específico de la parte utilizada en la planta referido por los interlocutores.

*Alga referido por un médico tradicional. M = monte; H = huerto familiar; P = playa; ME = mercado.

muchas ocasiones es difícil adquirir la raíz de una planta, ya que puede matarla y porque, por lo general, es poco el material que se obtiene, comparado con otras partes de la planta: *“En la raíz está lo más importante de la planta, pero el problema es que es difícil de sacar y cuando lo sacas, es poco material para usar”* (Yerbatera, 55 años).

De acuerdo con la información relacionada con el sitio donde pueden adquirir y/o coleccionar las plantas o material vegetal, los entrevistados mencionaron varios sitios (Tabla 2). El monte (definido como el bosque o remanentes de bosque adyacentes a las localidades) fue el sitio más referido (84.2%) por los interlocutores para realizar la colecta del material vegetal. Estos señalaron que es el lugar donde se encuentra la mayoría de las especies de plantas necesarias para preparar sus remedios: *“En el monte vas a encontrar todas esas plantas, solo que aquí cerca no hay algunas de esas plantas”* (Yerbatera, 55 años). En segundo lugar (58%), fue mencionado el huerto familiar, esto debido a que algunas plantas pueden ser cultivadas para tener mayor disponibilidad del material vegetal cuando así lo requieren: *“Hay plantas que las puedes tener en el patio porque son pequeñas y fácil de manejar, además que cuando las necesitas están ahí para usarse”* (Yerbatero, 77 años). Asimismo, porque algunas de las plantas del monte o silvestres crecen de forma natural en los huertos familiares y son toleradas por las personas, al reconocer sus propiedades medicinales: *“En el patio hay muchas plantas que sirven para curar las enfermedades, muchas salen solas, sin que las sembremos, sólo las cuidamos porque tienen mucho uso medicinal”* (Yerbatera, 50 años). El otro sitio mencionado fue el mercado (36.8%). Algunos interlocutores

refirieron conocer a personas que se dedican a la colecta del material vegetal que se utiliza para el tratamiento de diversas enfermedades, entre ellas la litiasis renal; lo comercializan en el mercado de su localidad: *“Yo he visto que a veces va un señor, en el mercado, a vender lo que es el tronco del ch'iin took”* (Yerbatera, 50 años). Finalmente, la playa fue el sitio menos referido (10.5%) por los interlocutores. Cabe destacar que las especies que se pueden encontrar en ese sitio fueron pocas (p. ej. el sargazo): *“Existen muchas plantas que se utilizan para la enfermedad de la piedra, incluso el sargazo que sale del mar y las plantas de coco son usadas para eso de las piedras y son buenas”* (Yerbatera, 55 años).

El lugar en donde son adquiridas las plantas registradas en este estudio, depende del tipo de planta (p. ej. cultivadas o silvestres) (Tabla 2). En el caso del material proveniente de plantas como el abedul, el cañoto, la grama y el *piix t'oon* se obtienen exclusivamente del monte, son especies silvestres. Hay plantas que se pueden obtener en más de un sitio, como el monte y el huerto familiar, ambos fueron los más comunes, ya que el 38.8% de las plantas son colectadas en esos sitios, como el *tok'aban* y el zorrillo. El 11.1% de las plantas pueden ser localizadas en el monte y en el mercado, porque hay personas dedicadas a coleccionar y comercializar especies de plantas con fines medicinales (p. ej. el pepino *kat*, el *ch'iin took'* y el *élemuy*). Finalmente, la especie de alga reportada por los interlocutores es obtenida exclusivamente en la playa, dependerá si la localidad de origen del interlocutor es cercana al mar (p. ej. si es originario de Izamal acude al puerto de Dzilam de Bravo, que están a 56 km).

6.1.3 Preparación del remedio herbolario

Los interlocutores indicaron que la forma de elaborar el remedio herbolario puede ser distinta, según lo hayan aprendido a preparar, la experiencia y, en algunas ocasiones, por la preferencia: *“Los remedios que preparo, los hago a mi manera, porque son más efectivos para curar la enfermedad, además que son los recursos que tengo para prepararlos, así ha sido toda mi vida”* (Yerbatero, 74 años). El tiempo para la preparación del remedio puede variar, puede llevar desde 20 min hasta 10 h, siendo una hora y media el tiempo de preparación más recurrente, situación de cuatro de los 19 remedios referidos. El tipo de presentación del remedio también varía (p. ej. cápsula o solución) y también la composición del remedio (i.e. de una sola planta o combinación de varias). Los interlocutores refirieron 19 remedios distintos, según su composición (Fig. 6).

Entre los remedios que contienen una sola planta destacan los elaborados a base de *ch'iin took'* (28.1%) y *tok'aban* (3.1%). Un interlocutor señaló: *“La mera verdad, no te voy a mentir, sólo utilizó el ch'iin took' para tratar la piedra, es la mera buena esa planta para curar esta enfermedad de piedras”* (Yerbatero, 70 años). Respecto a los remedios que contienen dos especies de plantas, se mencionó la combinación de riñonina más riñosán y la de *ch'iin took'* con chaya de monte, señaladas por un interlocutor, respectivamente. Uno de los interlocutores considera que las otras plantas, comúnmente utilizadas para curar la litiasis renal, no son efectivas, incluso, sugirió que podrían producir efectos no deseados: *“Yo uso esas dos plantas porque son muy buenas para esa enfermedad, las otras te pueden causar otras cosas peores”* (Jmeen, 50 años) (Fig. 6).

Otros remedios contienen tres plantas diferentes (Fig. 6), siendo el más sobresaliente (referido por cuatro interlocutores), el compuesto por el *ch'iin took'*, la chaya de monte y el *élemuy*. Estas plantas son la base de otros remedios referidos por los interlocutores, que forman parte de la composición de otros remedios (8/19), a los cuales adicionan diversas plantas (desde una hasta cuatro diferentes), como el pepino *kat*, el cañoto, la grama y/o el maíz. Uno de los remedios, compuesto por siete plantas distintas, fue el elaborado combinando: alpiste, chaya de monte, *ch'iin took'*, *élemuy*, maíz, pepino *kat* y pitahaya.

Es importante señalar que la cantidad de tejido que se utiliza para preparar cada remedio, tiene proporciones similares cuando contienen más de una especie. Sin embargo, dependiendo de la especie, es el órgano de la planta que se utilizó en la elaboración del remedio, las proporciones de dicho material pueden variar en su peso, aunque el volumen sea similar. Un ejemplo de esto es un remedio referido por uno de los interlocutores, el cual utiliza como medida un “puño” (posición que consiste en realizar la acción de sujetar una determinada cantidad de material con la mano cerrada) de cada uno de los materiales vegetales requeridos, esto es: un puño de la corteza de *ch'iin took'* que pesa alrededor de 39 g, un puño de la raíz de la chaya de monte que puede pesar aproximadamente 52 g y un puño de pelo de elote cuyo peso es de alrededor de 6 g.

En relación con la presentación del remedio, los médicos tradicionales señalaron dos tipos distintos: solución (93.8%) y cápsulas (6.2%).

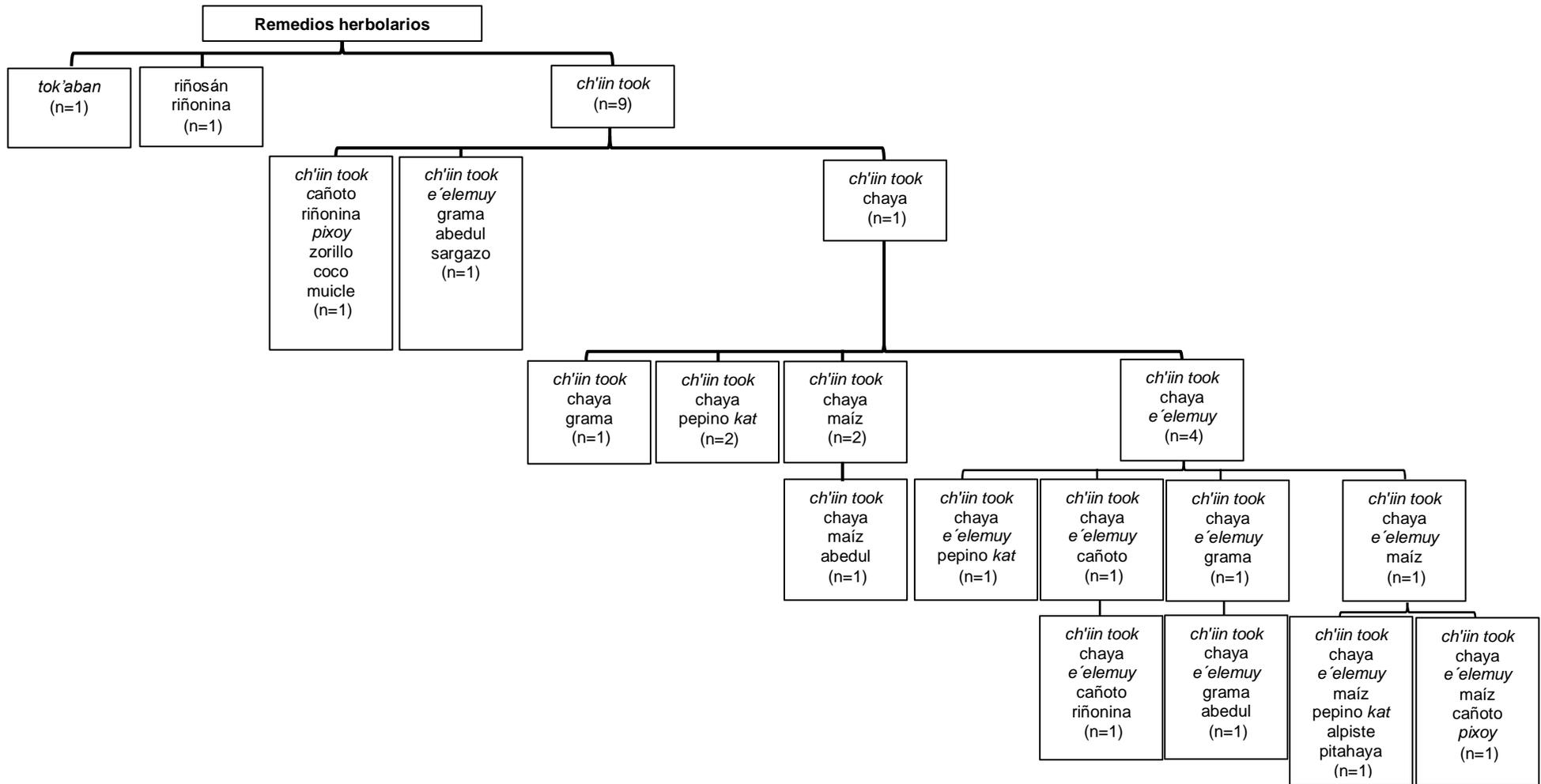


Figura 5. Diagrama de composición de los remedios herbolarios referidos por médicos tradicionales (n=32) de la región centro de Yucatán. La “n” entre paréntesis es la frecuencia de menciones.

A) Remedio herbolario en forma de solución

El proceso de preparación de la solución consta de cuatro pasos:

Paso 1: Colecta del material vegetal

La forma de colecta del material vegetal utilizado para preparar el remedio herbolario depende del sitio de colecta y del tipo de materia prima requerida. Por ejemplo, en caso de que el material vegetal se tenga que coleccionar directamente en el monte, los interlocutores refirieron que se trasladan desde su casa hasta una zona aledaña a la localidad en donde saben que es probable encontrar la planta requerida. Posteriormente, comienzan a buscar la planta según las características que conocen de ella. Estas características pueden ser el tamaño, la forma de las hojas, el tipo de fruto e incluso por la coloración y textura del tronco de la planta. Una vez identificada la planta, se colecta la parte que se necesite, que pueden ser las hojas, ramas, frutos, raíz e incluso toda la planta. Esto dependerá del conocimiento que el interlocutor tenga sobre la parte necesaria, ya que consideran que algunas partes son más efectivas que otras. En particular, para aquellas especies de las cuales se necesita obtener su corteza, como el *ch'iin took'*, los interlocutores refirieron que se deben seleccionar aquellas ramas con un diámetro mínimo de 10 cm, porque consideran que la planta está en su etapa adulta y puede ser colectada (Fig. 7i). Con ayuda de una coa se desgajan las ramas que necesitan y las cortan en partes pequeñas, depositandolos en un *sabucán* (una bolsa de plástico tipo criba) para su traslado. Si lo que se requiere recolectar de la planta es la raíz, como la chaya de monte, los interlocutores mencionaron que escarban la

tierra con un pico o zapapico, mientras que para cortar una porción de la raíz (por lo general la zona terminal de la raíz) se utiliza un machete o hacha. Para colectar hojas, como las de la riñonina, los interlocutores recomiendan identificar la parte de la planta donde es más abundante su follaje para cosecharlas. En relación con la temporada de colecta, los interlocutores mencionaron que puede ser en cualquier época del año.



Figura 6. Preparación del remedio herbolario a base de ch'iin took' en presentación de solución referido por médicos tradicionales (n=9) de la región centro de Yucatán. i) Colecta del material vegetal (p. ej. corteza), ii) Secado del material, iii) Obtención del extracto medicinal, iv) Filtración del extracto, v) Remedio herbolario en presentación de solución.

Paso 2: Secado del material vegetal

El secado del material recién colectado, tanto del monte como del huerto familiar (p. ej. corteza de *ch'iin took'*, raíz de chaya de monte), de acuerdo con los interlocutores,

se lleva a cabo colocando el material vegetal al aire libre durante el día (de preferencia bajo el sol), mientras que, por la noche, es resguardado para ponerlo a salvo de la humedad nocturna. El tiempo de secado puede ir desde dos días hasta una semana. Este proceso de secado no aplica para el caso de las hojas (p. ej. de riñonina y de *tok'aban*), así como de los frutos (p. ej. de coco y de maíz), ya que por lo regular se utilizan en fresco. Por su parte, los diferentes materiales vegetales que pueden ser adquiridos en el mercado (p. ej. el *e'elemuy*), por lo general ya los venden en forma seca, ya están listos para ser utilizados en el siguiente paso de preparación del remedio (Fig. 7ii).

Paso 3: Obtención del extracto medicinal

Para obtener los remedios herbolarios en forma de solución, el 93.8% de los interlocutores señalaron que se realiza una extracción a través de la cocción del material vegetal requerido o de diferentes mezclas (p. ej. hojas, fruto, corteza, raíz y semillas). Este proceso se realiza colocando una determinada cantidad de material vegetal (que dependerá de la especie y del órgano que contendrá el remedio) en una olla con cantidades variables de agua, pudiendo ser desde uno hasta seis litros. Posteriormente, se coloca al fuego directo, ya sea en la candela, formada con leña, o en la estufa, durante un periodo de tiempo que varía entre 20 min y 10 h. Una vez transcurrido el tiempo de cocción se deja atemperar durante unos minutos para continuar con el siguiente paso de preparación del remedio (Fig. 7iii).

Paso 4: Filtración del extracto medicinal

Ya atemperado el extracto, se filtra para obtener únicamente el sobrenadante o el extracto líquido, libre de cualquier residuo del material vegetal utilizado, para que el remedio sea ingerido. Posteriormente, el extracto es envasado en botellas de plástico (pudiendo ser botellas nuevas o recicladas) y almacenadas en refrigeración a 4 °C aproximadamente (Fig. 7iv).

B) Remedio herbolario en forma de cápsulas

El proceso de preparación del remedio herbolario en forma de cápsulas consiste en cuatro pasos: colecta del material vegetal, secado, trituración y encapsulado del polvo. Tanto el primer como el segundo paso son muy similares a los descritos previamente en la preparación de la solución, ya que incluso puede utilizarse el material vegetal en fresco. Por lo que a continuación se describe el proceso de preparación de las cápsulas a partir del Paso 3:

Paso 3: Trituración del material vegetal

Los interlocutores indicaron que el material vegetal que se utiliza para la preparación encapsulada consta principalmente de hojas y tallos. Para preparar el remedio, es importante que el material vegetal colectado mida como máximo 50 cm (p. ej. tallos y hojas de *ch'iin took'* y *e'elemuy*), para introducirlo en un trozador manual. Posteriormente, el material vegetal obtenido se introduce en un molino que pulveriza el material vegetal (Fig. 8iii).

Paso 4: Encapsulado del material medicinal

Ya pulverizado el material vegetal se procede a introducirlo en las cápsulas, pequeños contenedores solubles, generalmente se fabrican a base de gelatina. Los interlocutores refirieron que suelen conseguir las cápsulas en las farmacias locales. Rellenarlas con el material pulverizado se realiza con la ayuda de una cuchara de plástico, hasta el 90% de su capacidad. En caso de que el remedio que se requiera preparar contenga dos o más especies distintas, las cantidades de material vegetal van en proporciones iguales. La forma de presentación final para la comercialización de las cápsulas es un frasco de plástico, etiquetado con el nombre del material vegetal que contiene, el número de cápsulas, 100 por lo general; así como la forma de administración recomendada (Fig. 8iv-v).



Figura 7. Preparación del remedio herbolario a base de ch'iin took' en presentación de cápsula referido por médicos tradicionales (n=2) de la región centro de Yucatán. i) Colecta del material vegetal (hojas y tallos), ii) Secado del material, iii) Trituración del material, iv) Encapsulado del material medicinal, v) Remedio herbolario en presentación de cápsula.

6.1.4 Tratamiento para combatir la litiasis renal

Los interlocutores señalaron que el tipo de tratamiento para combatir la litiasis renal dependerá de la forma de preparación del remedio herbolario, si se trata de solución o de cápsulas. La solución fue el tipo de remedio más frecuentemente referido por los interlocutores (93.8%). Sin embargo, se observó una variación en la forma de llevar a cabo el tratamiento, respecto a la dosis de administración (de uno a cuatro litros), así como del tiempo de ingesta del remedio. En relación con las cápsulas, los dos interlocutores que las preparan y recomiendan, coincidieron en que el tratamiento consiste en tomar una cápsula después de cada comida (i.e. tres veces al día) y se suspende hasta que los pacientes logran expulsar los cálculos renales: *“Bien, yo doy lo que es un frasco de remedio, que se tiene que tomar hasta que se expulse la piedra”* (Yerbatero, 87 años). Pese a las diferencias en las formas en que se llevan a cabo los tratamientos recomendados por los médicos tradicionales, de manera general, explicaron que los tratamientos pueden tener una duración de entre siete y 14 días. Indicaron que dependerá del tamaño del cálculo renal y de si el paciente sigue las recomendaciones de ingesta del remedio recomendado: *“La duración de la medicina tiene mucho que ver con que si lo toma y qué tan grande está la piedra en el riñón”* (Sobadora, 72 años).

Todos los interlocutores señalaron que los tratamientos que ellos mismos recomiendan para combatir la litiasis renal a sus pacientes han sido efectivos, porque los cálculos renales de todos los pacientes que han atendido han sido expulsados a través de la orina. Esta información es conocida por los interlocutores, ya que en ocasiones los pacientes acuden a agradecer los resultados obtenidos con

el tratamiento que recibieron. La efectividad de los remedios empleados se puede manifestar en los primeros días del tratamiento o hasta finalizarlo: *“Las piedras son expulsadas por medio de la orina. No es necesario muchos días para que la piedra salga, es muy bueno el remedio, no necesitas operación”* (Yerbatera, 50 años). Sin embargo, el 50% de los interlocutores refirió que es posible que existan efectos secundarios no deseados, siendo los más frecuentemente referidos la caída de los dientes (46.9%) y parálisis (3.1%) (principalmente la facial). Al respecto, el 46.9% de los interlocutores señaló que cuando los pacientes ingieren remedios (en forma de solución) que contienen *ch'iin took'* de forma directa, sin usar un popote, puede provocar la caída de los dientes: *“Bueno tengo que decirte que este remedio que contiene el ch'iin took' se toma con un popote, no lo puedes tomar solo así, porque te bota el diente”* (Sobadora, 53 años).

La parálisis de alguna parte del cuerpo, que los interlocutores han asociado con la ingesta de remedios a base de riñonina y riñosán; por ejemplo, explicaron que la parálisis es debida a que la persona que lo ingirió probablemente era alérgica a alguno de los compuestos que contenía el remedio: *“...muchas personas tienen alergia a ciertos remedios y muchas veces no lo saben ni ellos, pues uno les receta algo y resulta les hace daño”* (Yerbatero, 84 años). Finalmente, el 50% de los interlocutores restantes señaló que no consideran que existan efectos secundarios al ingerir el remedio tradicional para combatir la litiasis renal: *“Las plantas no causan nada malo, son naturales, al contrario, los medicamentos que dan los doctores [Refiriéndose a los médicos alópatas], esos sí dañan, pero las plantas para nada”* (Sobadora, 55 años).

6.2 Ensayo de nucleación de cristales de oxalato de calcio (*in vitro*) del remedio herbolario a base de *ch'iin took'*

El remedio herbolario más frecuentemente referido por los interlocutores de este estudio fue elaborado exclusivamente con *ch'iin took'* (28.1%) y, como se describió, el *ch'iin took'* también constituyó un componente común en la preparación de otros remedios elaborados con mezclas de plantas (referidos por 30 interlocutores); por ello se decidió probar el efecto en la nucleación del *ch'iin took'* por medio de un ensayo de nucleación de cristales de oxalato de calcio. El material vegetal (corteza) de *ch'iin took'* para este ensayo fue adquirido en el mercado local del municipio de Izamal y se obtuvo un rendimiento de 0.83% (p/p) del extracto.

Los resultados obtenidos del ensayo de nucleación de cristales de oxalato de calcio (*in vitro*) del citrato de potasio ($C_6H_5K_3O_7$) fue significativamente diferente de cero ($F_{1,2}=13.52$, $P=0.07$) y positivo (Coeficiente= 26.52 ± 1.38) (Fig. 8), señalando que a mayor concentración del control positivo mayor es la inhibición (%), es menor el proceso de la nucleación de los cristales de oxalato de calcio. El coeficiente de determinación fue relativamente alto ($R^2= 0.87$).

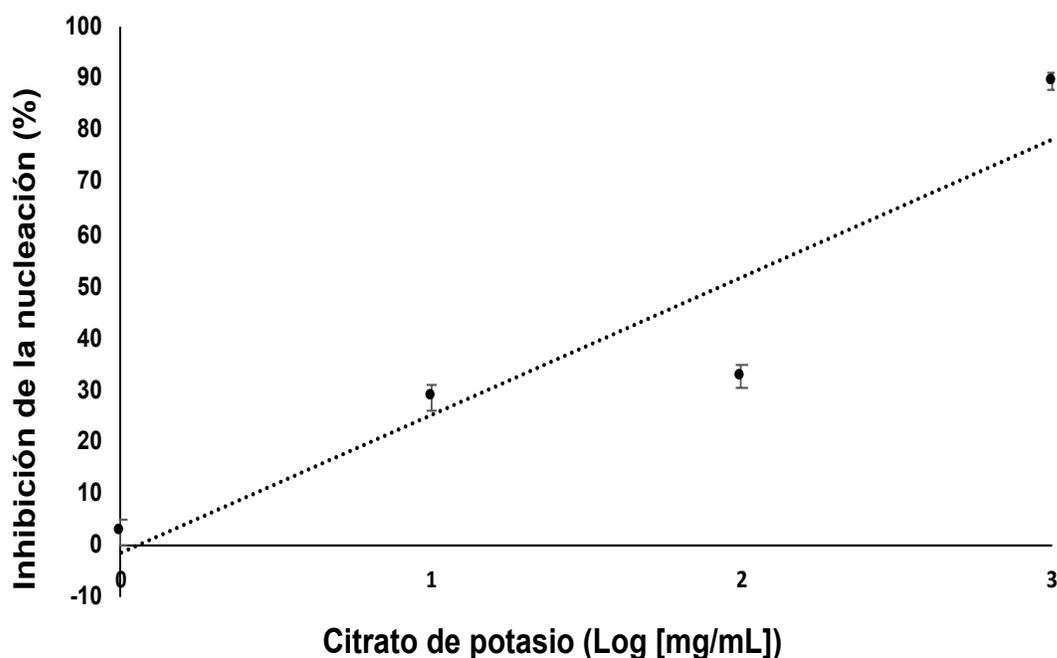


Figura 8. Regresión lineal de la relación entre el % de inhibición de la nucleación y el citrato de potasio ($C_6H_5K_3O_7$) en un gradiente de concentración en escala logarítmica.

La relación entre el porcentaje de inhibición y el gradiente de concentración del extracto de *ch'iin took'* señalan una tendencia que sugiere un posible efecto en la inhibición de la nucleación. Se observó una mayor (%) inhibición de la nucleación a medida que se incrementó la concentración del extracto (100-1 000 mg/mL) (Fig. 9). Alcanzando un 75.5% de inhibición a una concentración de 1 000 mg/mL del extracto de *ch'iin took'*. Sin embargo, las desviaciones estándar sugieren que existe una amplia variación y, por lo tanto, estudios con una mayor replicación pueden ser necesarios.

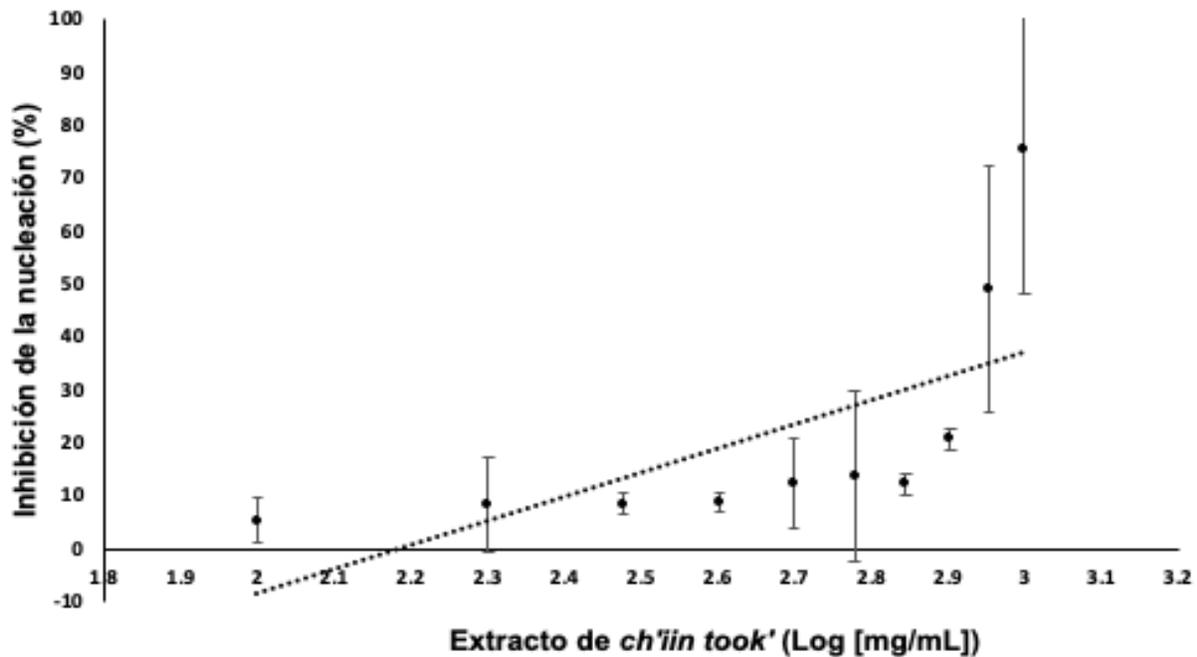


Figura 9. Regresión lineal de la relación entre el % de inhibición de la nucleación y el extracto de *ch'iin took'* en un gradiente de concentración en escala logarítmica.

La relación entre el porcentaje de inhibición y el gradiente de concentración del extracto de *ch'iin took'* también fue significativamente diferente a cero ($F_{1,8}=5.5$ $P < 0.05$) y positivo (Coeficiente= 45.76 ± 100.1) (Fig. 9), indicando un comportamiento similar al control positivo, a mayor concentración del extracto de *ch'iin took'* mayor es la inhibición (%). El coeficiente de determinación fue de $R^2=0.41$.

7. DISCUSIÓN

7.1 Conocimiento relacionado con el uso de plantas medicinales para el tratamiento de la litiasis renal

Los resultados obtenidos en este trabajo evidencian que, en la zona de estudio, un grupo diverso de 18 especies de plantas, tanto silvestres como cultivadas, y un alga son utilizadas para el tratamiento de la litiasis renal. Los interlocutores señalaron que esas plantas medicinales son efectivas para combatir la enfermedad. El tratamiento para la litiasis renal puede variar, así como la forma de preparación. La forma principal de transmisión del conocimiento local acerca del uso y manejo de las plantas con fines medicinales es por la tradición oral entre familiares consanguíneos, y la observación de la práctica cotidiana. La planta más frecuentemente mencionada fue el *ch'iin took'*, para la cual se corroboró su eficacia *in vitro*, como inhibidor de la nucleación de cristales de oxalato de calcio; uno de los procesos más comunes que originan la litiasis renal. En este sentido la medicina tradicional puede jugar un papel mucho más importante en el tratamiento de esta afección en los tiempos actuales, y es necesario documentar este conocimiento para evitar su pérdida. Este conocimiento es muy valioso y con un gran potencial utilitario, las plantas aquí reportadas pueden ser fuente de nuevos compuestos que pueden ayudar al desarrollo de nuevas opciones terapéuticas.

Existe evidencia de algunos trabajos que reportan especies de plantas utilizadas para el tratamiento de la litiasis renal, que coinciden con la información obtenida en este estudio. En otro trabajo reportado en Yucatán por Balam (1988), los interlocutores refirieron las plantas del *ch'iin took'*, la chaya de monte, el

e *elemuy*, el cañoto, la grama, el pepino *kat* y el maíz. Sin embargo, algunas especies señaladas por Balam (1988) no fueron referidas en este estudio, tal es el caso del café *ak* (*Arrabidaea floribunda*, Bignoniaceae), el carrizo (*Arundo donax*, Poaceae), el copaché (*Exostema caribaeum*, Rubiaceae), el *xanamucuy* (*Euphorbia hirta*, Euphorbiaceae) y el *kabal ya'ax niik* (*Ruellia nudiflora*, Acanthaceae), pertenecientes a cinco familias diferentes. De igual manera, en un trabajo de investigación publicado por el banco de germoplasma del Parque Científico Tecnológico de Yucatán (PCTY) (Méndez *et al.*, 2016), señalan especies de plantas utilizadas para el tratamiento de la litiasis renal; entre las que destacan y coinciden con el presente trabajo se encuentra el *tok'aban*, la chaya de monte, el coco, el cañoto y el e *elemuy*. No obstante, en dicho trabajo, los autores señalan dos especies no referidas en el presente estudio, siendo estas el *siit* (*Lasiacis divaricata*, Poaceae) y la uña de gato negro (*Pisonia aculeata*, Nyctaginaceae).

La mayoría las plantas reportadas para el tratamiento de la litiasis renal, son silvestres, de áreas boscosas o monte, y con el paso del tiempo han sido adoptadas (cultivadas) y/o toleradas en los huertos familiares, teniéndose accesibles cuando lo requieran; por sus propiedades medicinales. Ejemplo de esta práctica se reportó en un trabajo realizado por Eyssartier y colaboradores (2009), quienes señalan que los huertos familiares de la comunidad semirural del Valle de Pilcaniyeu, Argentina, constituyen reservorios de plantas medicinales (cultivadas) utilizadas para el tratamiento de diversas enfermedades. Bennett y Prance (2000) destacaron la importancia de introducir especies de plantas silvestres en el conocimiento

tradicional, sugieren que esto permite utilizar una mayor variedad de especies para el tratamiento de las enfermedades.

Con la información obtenida en este estudio, las hojas y la corteza fueron los órganos de las plantas más utilizados para preparar los remedios herbolarios, ya que los interlocutores explicaron que ahí se concentra lo mejor de la planta (refiriéndose a los compuestos activos). En algunos trabajos que han evaluado el efecto en la nucleación de cristales de oxalato calcio de algunas plantas, el órgano que utilizan, de forma recurrente, para extraer metabolitos secundarios son las hojas; evidenciando la importancia de este órgano vegetal en la preparación de remedios para combatir la litiasis renal (Atmani y Khan, 2000; Bensatal y Ouahrani, 2008; Pérez *et al.*, 2015; Soundararajan *et al.*, 2006).

La especie referida con mayor frecuencia (93.8%) por los médicos tradicionales fue el *ch'iin took'*, indicando que esta especie es conocida en la región centro de Yucatán por su efecto contra la litiasis renal, lo cual concuerda con lo reportado por Balam (1988), sobre el uso de esta planta para tratar la litiasis renal. Los interlocutores refirieron que esta especie puede ser el único componente en el remedio, pero también estar en combinación con otras especies de plantas. Aunado a lo anterior, varios estudios han optado por evaluar el efecto en la nucleación de cristales de oxalato de calcio *in vitro* de una planta en particular, para observar el comportamiento del extracto en la inhibición de la nucleación (Khan *et al.*, 2012; Saha y Verma, 2013; Sasikala *et al.*, 2013). Sin embargo, pocos estudios han evaluado el efecto en la inhibición de la nucleación de combinaciones de especies,

para probar su eficacia en un ensayo de nucleación de cristales de oxalato de calcio (Garimella *et al.*, 2001; Joshi *et al.*, 2005).

Los resultados en relación con la prevalencia de la enfermedad por género coincidieron con lo reportado por García-Perdomo y colaboradores (2016), en donde señalan que los hombres son quienes tienen mayor porcentaje de prevalencia que las mujeres. También señalaron que la enfermedad de la litiasis renal se presenta en menores de 18 años de edad, coincidiendo con lo encontrado en el presente estudio.

De acuerdo con la información obtenida de los médicos tradicionales contemporáneos, la presentación del remedio en forma de solución fue el tipo de remedio más frecuentemente referido; forma de presentación que coincide con lo reportado en diversos trabajos que documentan la preparación de remedios herbolarios para tratar la litiasis renal (Joshi *et al.*, 2005; Pérez *et al.*, 2015; Saha y Verma; Sasikala *et al.*, 2013). No obstante, la presentación del remedio en forma de cápsula puede significar un avance importante en la medicina tradicional, al facilitar la ingesta del remedio a quienes lo requieran e incluso prevenir posibles efectos adversos por la ingesta de la solución; tal como la caída de los dientes que puede producir el *ch'iin took'* (Rodríguez, 2009).

La información obtenida en la región centro de Yucatán muestra que la enfermedad de litiasis renal es frecuente entre sus habitantes, coincidiendo de esta manera con un estudio epidemiológico realizado por Otero y colaboradores (1995), en el que incluso se señala un aumento en la prevalencia e incidencia de la litiasis renal en Yucatán. De ahí que los habitantes de esta región recurren a diversas

alternativas para el tratamiento de la litiasis renal, encontrando en las plantas una de las principales alternativas para su tratamiento. Sin embargo, el conocimiento acerca del uso y manejo de plantas medicinales puede estar amenazado ante diversos factores, tal es el caso del uso de la tecnología médica o por la falta de un perceptor del conocimiento sobre el uso de las plantas medicinales (Luna-Morales, 2002; Ramirez, 2007). La pérdida de interés por parte de las nuevas generaciones puede estar influenciada por el uso de tecnologías como el internet, debido a que facilita el acceso a la información. Sin embargo, en la mayoría de las ocasiones la información puede ser perjudicial al no estar fundamentada por especialistas (Gómez-Baggethun, 2009; Luna-Morales, 2002).

7.2 Ensayo de nucleación de cristales de oxalato de calcio del remedio herbolario elaborado con *ch'iin took'*

En el presente estudio se identificó que la especie *Krugiodendron ferreum* (*ch'iin took'*) mostró una tendencia que sugiere un posible efecto en la inhibición del proceso de nucleación de cristales de oxalato de calcio, uno de los procesos más comunes que originan la litiasis renal. A pesar de existir literatura que ha reportado el uso empírico de esta planta, por sus propiedades medicinales para combatir la litiasis renal (Balam, 1988; Barrera y Barrera, 1979; Méndez y Durán, 1998), a la fecha no existen reportes de estudios que hayan evaluado el efecto de la nucleación *in vitro* del *ch'iin took'*.

En décadas recientes, el interés por investigar el efecto en la nucleación *in vitro* de especies vegetales que inhiban la nucleación de cristales de oxalato de

calcio ha aumentado. Entre las especies reportadas destacan *Berberis trifoliata* (Berberidaceae), *Bergenia ciliata* (Saxifragaceae), *Herniaria hirsuta* (Caryophyllaceae), *Rotula aquatica* (Boraginaceae) y *Tamarix gallica* (Tamaricaceae) (Atmani y Khan, 2000; Bensatal y Ouahrani, 2008; Pérez *et al.*, 2015; Saha y Verma, 2013; Sasikala, 2013). Los resultados obtenidos al evaluar el efecto de la nucleación *in vitro* de las especies *B. ciliata*, *B. trifoliata* y *T. gallica* muestran porcentajes de inhibición de la nucleación de los cristales de oxalato de calcio superiores al 80%. La especie *R. aquatica* presentó un porcentaje de inhibición moderado, de aproximadamente un 60%. No obstante, la especie *H. hirsuta* reportó un valor de inhibición de la nucleación apenas superior al 20%. Las concentraciones con las cuales se obtuvieron los resultados en el efecto de inhibición de la nucleación de cristales de oxalato de calcio es de 1 y 10 mg/mL.

En el presente estudio, los resultados del ensayo de nucleación de cristales de oxalato de calcio, el extracto de *ch'iin took'*, presentó un porcentaje de inhibición dosis-dependiente, encontrando que a una concentración de 1 000 mg/mL se obtuvo una inhibición de 75%. Sin embargo, las desviaciones estándar señalan que existe una amplia variación en los resultados obtenidos en la inhibición de cristales de oxalato de calcio.

De acuerdo con la información obtenida, se demostró que la especie *Krugiodendron ferreum* muestra un potencial efecto contra la formación del cálculo, y similar a lo reportado para las otras especies antes señaladas. Sin embargo, en el presente estudio no se han identificado ni evaluado los compuestos activos responsables de inhibir el proceso de nucleación de los cristales de oxalato de

calcio. Por lo que se sugiere realizar estudios que analicen la composición química de los extractos, para identificar los componentes activos capaces de inhibir la nucleación.

Realizar estudios que analicen la composición química de especies vegetales con potencial efecto contra la litiasis renal permite identificar los compuestos activos que inhiben el proceso de nucleación de cristales de oxalato de calcio. Un ejemplo de esto es el trabajo realizado por Byahatti y colaboradores en 2010, donde se identificó que la fracción de acetato de etilo y compuesto P₁ de la especie *Bergenia ciliata* inhiben, en porcentajes mayores al 50%, la formación de los cálculos de oxalato de calcio y de fosfato de calcio.

Es importante resaltar que los compuestos presentes en las especies vegetales pueden variar y por ende su eficacia, según el órgano evaluado en la nucleación de cristales de oxalato de calcio *in vitro*. Sasikala (2013) evaluó el extracto de la raíz de la especie *R. aquatica*, el cual presentó una mayor capacidad para inhibir la formación (80%) de la nucleación de cristales de oxalato de calcio, en comparación con los extractos de éter de petróleo, cloroformo y metanol de hojas y tallos. En la actualidad hay trabajos realizados que evalúan el efecto en la nucleación de cristales de oxalato de calcio *in vivo* para el tratamiento de la litiasis renal. En estos trabajos se evaluó las especies *Berberis vulgaris* (Berberidaceae) y *Aerva lanata* (Amaranthaceae) en modelos animales (ratas albinas Wistar), obteniendo como resultado la presencia de efecto en la nucleación (Bashir *et al.*, 2010; Soundararajan *et al.*, 2006). Basados en estos estudios se podrían obtener nuevos compuestos activos, con uso potencial para el tratamiento de la litiasis renal.

Por lo tanto, considerando los avances en los trabajos presentados, que evalúan la actividad contra la litiasis renal *in vivo*, se observa la importancia de realizar un estudio posterior con la especie *K. ferreum* que evalúe la actividad contra la litiasis renal *in vivo* al igual que realizar un análisis de la composición química que permita identificar aquellos compuestos activos útiles, con uso farmacéutico potencial para el tratamiento de la litiasis renal.

8. CONCLUSIONES

En el presente estudio se registraron 32 entrevistas a médicos tradicionales en la región centro de Yucatán relacionadas con el tratamiento para la litiasis renal. Los médicos tradicionales refirieron un total de 18 especies de plantas y un alga utilizados como remedios herbolarios para el tratamiento de la litiasis renal. En cuanto la preparación de los remedios herbolarios cada uno de los médicos tradicionales entrevistados preparan sus remedios de forma distinta, esto puede ser en las proporciones del material vegetal a utilizar, la parte de la planta utilizada, la cantidad de agua en el que se prepara el remedio y el tiempo para prepararlo.

Finalmente, el extracto de *ch'iin took'* mostró un posible efecto positivo en el tratamiento de la litiasis renal. No obstante, los resultados demuestran que sería necesario la realización de una mayor cantidad de réplicas, ya que permiten calcular una respuesta más precisa del ensayo de nucleación de cristales de oxalato de calcio. Entre mayor sea el número de réplicas en el experimento, mejor será el resultado obtenido.

9. RECOMENDACIONES

El conocimiento de los médicos tradicionales en la región centro de Yucatán en relación con el uso y manejo de plantas medicinales es amplio. Este conocimiento ha sido adquirido por la transmisión a lo largo de las generaciones. Sin embargo, dichos saberes se están perdiendo por factores como puede ser la falta de un receptor del conocimiento sobre el uso de las plantas medicinales, ocasionado en la mayoría de las veces por la pérdida del interés de las nuevas generaciones. De tal manera que rescatar el conocimiento acerca del uso y manejo de plantas medicinales será importante para un futuro, ya que ahí se encuentra una alternativa fundamental para el tratamiento de diversas enfermedades que se puedan presentar al ser humano.

El presente estudio optó por analizar solo una especie de planta, siendo esta especie la más frecuentemente referida por médicos tradicionales (n=32) para el tratamiento de la litiasis renal. No obstante, existen otras especies que llaman la atención, tal es el caso de la chaya de monte, el *e'elemuy*, el maíz y el pepino *kat*, por lo que se recomienda se realicen estudios que prueben su posible efecto para el tratamiento de la litiasis renal.

En relación con la parte de la planta utilizada para el tratamiento de la litiasis renal las respuestas de los médicos tradicionales fue que para el tratamiento solo se utiliza una parte, pueden ser las hojas, corteza, frutos o semillas. De tal manera, que el resto de la planta no es utilizada y se desecha, al considerar que utilizan la parte más importante de la planta. Aunque, sería importante evaluar si las partes desechadas no tienen el mismo valor, como lo señalaron.

En la actualidad existe la percepción de una pérdida del conocimiento tradicional relacionado con el uso y manejo de plantas medicinales, ocasionado por diversos factores socioculturales. En este sentido, se recomienda realizar estudios que permitan evaluar y monitorear el nivel de pérdida del conocimiento tradicional en las nuevas generaciones en relación con el uso de plantas medicinales.

Se recomienda dar a conocer a los médicos tradicionales y comunidades en general la importancia de conservar y transmitir el conocimiento tradicional del uso y manejo de plantas medicinales a las nuevas generaciones. De igual manera, sería importante concientizar a las nuevas generaciones la importancia de preservar el conocimiento tradicional del uso de plantas medicinales en diversos espacios de convivencia social (p. ej. escuelas y talleres comunitarios).

El conocimiento tradicional relacionado con el uso y manejo de plantas medicinales debe seguir siendo estudiado, para lograr tener una mejor comprensión de la importancia de la cosmovisión y procesos cognitivos que las personas poseen. Finalmente, se debe atribuir un reconocimiento a las personas que poseen un conocimiento acerca del uso y manejo de plantas medicinales, debido a que en la mayoría de las veces ocurre una apropiación del conocimiento.

10. REFERENCIAS

- Adeniran O. I., Olajide O. O., Igwemmar N. C., y Orishadipe A. T. (2013). Phytochemical constituents, antimicrobial and antioxidant potentials of tree spinach [*Cnidocolus aconitifolius* (Miller) IM Johnston]. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(19): 1310-1316.
- Aggarwal K., Narula S., Kakkar M., y Tandon C. (2013). Molecular mechanism of renal stone formation and the critical role played by modulators. *Biomed Research International*, 2013: 1-21.
- Ankli A., Sticher O., y Heinrich M. (1999). Yucatec Maya medicinal plants versus nonmedicinal plants: indigenous characterization and selection. *Human Ecology*, 27(4): 557-580.
- Assimos D. G., y Holmes R. P. (2000). Role of diet in the therapy of urolithiasis. *Urologic Clinics of North America*, 27(2): 255-268.
- Atmani F., y Khan S. R. (2000). Effects of an extract from *Herniaria hirsuta* on calcium oxalate crystallization *in vitro*. *Bju International*, 85(6): 621-625.
- Bacallao M. R. A., Mañalich C. R., Caldevilla R. Y., y Badell M. A. (2015). Contenido de oxalato en los preparados de plantas medicinales utilizadas en el tratamiento de las urolitiasis. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 25(2): 405-410.
- Balam G. (1988). Cálculos renales, 78. En: Balam G. (Ed). *Flora Maya Medicinal*. Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados Unidad Mérida. Maldonado Editores del Mayab, Yucatán, México.
- Balasubramanian K., y Padma P. R. (2013). Anticancer activity of *Zea mays* leaf extracts on oxidative stress-induced Hep2 Cells. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 6(3): 149-158.
- Barrera A., y Barrera A. V. (1979). *El libro del judío, su ubicación en la tradición botánica y en la medicina tradicional yucatanense*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Compañía Editorial Continental S.A. México.: 53 p.

- Bashir S., Gilani A. H., Siddiqui A. A., Pervez S., Khan S. R., Sarfaraz N. J., y Shah A. J. (2010). *Berberis vulgaris* root bark extract prevents hyperoxaluria induced urolithiasis in rats. *Phytotherapy Research*, 24(8): 1250-1255.
- Bashir S., y Gilani, A. H. (2011). Antiurolithic effect of *berberine* is mediated through multiple pathways. *European Journal of Pharmacology*, 651(1-3): 168-175.
- Bennett B. C., y Prance, G. T. (2000). Introduced plants in the indigenous pharmacopoeia of Northern South America. *Economic Botany*, 54(1): 90-102.
- Bensatal A., y Ouahrani M. R. (2008). Inhibition of crystallization of calcium oxalate by the extraction of *Tamarix gallica* L. *Urological Research*, 36(6): 283-287.
- Bhavik P., Paresh P., y Rakesh P. (2011). Effect of different extracts from *Celosia argentea* on calcium and phosphate inhibition *in vitro*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*, 3(4): 337-339.
- Byahatti V. V., Pai K. V., y D' Souza M. G. (2010). Effect of phenolic compounds from *Bergenia ciliata* (Haw.) Sternb. leaves on experimental kidney stones. *Ancient Science of Life*, 30(1): 14-17.
- Caravia P. I., Reyes A. R., de la Concepción G. O., y Alonso R. L. (1997). Uropatía obstructiva. *Revista Cubana de Cirugía*, 36(1): 40-46.
- Castro T., Reyes L., Almaguer M., y Valdivia J. (2002). Estudio clínico-epidemiológico de la urolitiasis en un área urbana caribeña. *Nefrología*, 22(3): 239-244.
- Chevallier M. A. (1997). ¿Cómo actúan las plantas medicinales?, 10-13. En: Chevallier M. A. (Ed). *Enciclopedia de Plantas Medicinales*. Acento Editorial, Madrid, España.
- Coe F. L., Keck J., y Norton E. R. (1977). The natural history of Hyperuricosuric calcium urolithiasis. *Jama*, 238(14): 1519-1523.
- CONAPO, Consejo Nacional de Población (2015). Índice de marginación por entidad federativa y municipio (2015).
- CONEVAL, Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2010). Pobrece a nivel municipio (2010).

- Curhan G. C., Willett W. C., Rimm E. B., y Stampfer M. J. (1993). A prospective study of dietary calcium and other nutrients and the risk of symptomatic kidney stones. *New England Journal of Medicine*, 328(12): 833-838.
- Curhan G. C., Willett W. C., Rimm E. B., Speizer F. E., y Stampfer M. J. (1998). Body size and risk of kidney stones. *Journal of the American Society of Nephrology*, 9(9): 1645-1652.
- Curhan G. C., Willett W. C., Knight E. L., y Stampfer M. J. (2004). Dietary factors and the risk of incident kidney stones in younger women: Nurses' Health Study II. *Archives of Internal Medicine*, 164(8): 885-891.
- Danpure C. J. (2000). Genetic disorders and urolithiasis. *Urologic Clinics*, 27(2): 287-299.
- Daudon M., y Jungers P. (2004). Drug-induced renal calculi. *Drugs*, 64(3): 245-275.
- De Sousa A. T. A., Alencar N. L., De Amorim E. L. C., y De Albuquerque U. P. (2008). A new approach to study medicinal plants with tannins and flavonoids contents from the local knowledge. *Journal of Ethnopharmacology*, 120(1): 72-80.
- Delvecchio F. C., y Preminger G. M. (2003). Medical management of stone disease. *Current Opinion in Urology*, 13(3): 229-233.
- Eyssartier C., Ladio A. H., y Lozada M. (2009). Uso de plantas medicinales cultivadas en una comunidad semi-rural de la estepa patagónica. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8(2): 77-85.
- Enquist M., Eriksson K., y Ghirlanda S. (2007). Critical social learning: a solution to Rogers's paradox of nonadaptive culture. *American Anthropologist*, 109(4): 727-734.
- Estomba D., Ladio A., y Lozada M. (2006). Medicinal wild plant knowledge and gathering patterns in a Mapuche community from North-western Patagonia. *Journal of Ethnopharmacology*, 103(1):109-119.
- Flores-Guido J. S. (1983). Vegetación insular de la Península de Yucatán. *Botanical Sciences*, 45: 23-37.

- Frei B., Baltisberger M., Sticher O., y Heinrich M. (1998). Medical ethnobotany of the Zapotecs of the Isthmus-Sierra (Oaxaca, Mexico): Documentation and assessment of indigenous uses. *Journal of Ethnopharmacology*, 62(2): 149-165.
- García C. R., y Manrique C. E. (2016). Oleadas de calor y el efecto de la vegetación en Yucatán. *Desde el Herbario Centro de Investigación Científica de Yucatán*, 8: 97-101.
- García-Perdomo H. A., Solarte P. B., y España P. P. (2016). Fisiopatología asociada a la formación de cálculos en la vía urinaria. *Urología Colombiana*, 25(2): 109-117.
- García-Rodríguez R. V., Gutiérrez-Rebolledo G. A., Méndez-Bolaina E., Sánchez-Medina A., Maldonado-Saavedra O., Domínguez-Ortiz M. Á., y Cruz-Sánchez J. S. (2014). *Cnidoscolus chayamansa* Mc Vaugh, an important antioxidant, anti-inflammatory and cardioprotective plant used in Mexico. *Journal of Ethnopharmacology*, 151(2): 937-943.
- Garimella T. S., Jolly C. I., y Narayanan S. (2001). *In vitro* studies on antilithiatic activity of seeds of *Dolichos biflorus* Linn. and rhizomes of *Bergenia ligulata* Wall. *Phytotherapy Research*, 15(4): 351-355.
- Gómez-Baggethun E. (2009). Perspectivas del conocimiento ecológico local ante el proceso de globalización. *Papeles de Relaciones Ecosociales y Cambio Global*, 107: 57-67.
- Gómez F. O., Reyes G. R. S., Espinosa L. S., Arellano H. P., Ortega M., y Gomez R. R. (1984). Algunos aspectos epidemiológicos de la litiasis renal en México. *Cirugía y Cirujanos*, 52(6): 365-375.
- González V. G. (2013). Litiasis renal: estudio y manejo endocrinológico. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 24(5): 798-803.
- Grases F., Ramis M., Costa-Bauza A., y March J. G. (1995). Effect of *Herniaria hirsuta* and *Agropyron repens* on calcium oxalate urolithiasis risk in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 45(3): 211-214.
- Guillén R., Ruíz I., Stanley J., Ramírez A., y Pistilli N. (2010). Evaluación de parámetros litogénicos en pacientes con urolitiasis que concurren al

- Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud en el año 2009. *Instituto de Investigación en Ciencias de la Salud*, 8(1): 14-21.
- Heinrich M. (2008). Ethnopharmacy and natural product research multidisciplinary opportunities for research in the metabolomic age. *Phytochemistry Letters*, 1(1): 1-5.
- Heinrich M., Ankli A., Frei B., Weimann C., y Sticher O. (1998). Medicinal plants in Mexico: Healers' consensus and cultural importance. *Social Science and Medicine*, 47(11): 1859-1871.
- Heinze-Rodríguez A., Suárez-Ibarrola R., Vázquez-Hernández B. N., Vázquez-Rojas J. A., Gómez-de Regil L., Aguilar-Moreno J. A., Cruz-Nuricumbio E., y Villalobos-Gollas M. (2014). Manejo de litiasis renal con nefrolitotomía percutánea: experiencia de un hospital de referencia. *Revista Mexicana de Urología*, 74(4): 211-215.
- Hennequin C., Lalanne V., Daudon M., Lacour B., y Druke T. (1993). A new approach to studying inhibitors of calcium oxalate crystal growth. *Urological Research*, 21(2): 101-108.
- Henrich J., y Boyd R. (1998). The evolution of conformist transmission and the emergence of between-group differences. *Evolution and Human Behavior*, 19(4): 215-241.
- Hesse A., Brändle E., Wilbert D., Köhrmann K. U., y Alken, P. (2003). Study on the prevalence and incidence of urolithiasis in Germany comparing the years 1979 versus 2000. *European Urology*, 44(6): 709-713.
- Hesse A., y Siener R. (1997). Current aspects of epidemiology and nutrition in urinary stone disease. *World Journal of Urology*, 15(3): 165-171.
- Heyes C. M. (1994). Social learning in animals: categories and mechanisms. *Biological Reviews*, 69(2): 207-231.
- Holmes R. P., y Assimos D. G. (2004). The impact of dietary oxalate on kidney stone formation. *Urological Research*, 32(5): 311-316.
- IMSS, Instituto Mexicano del Seguro Social (2015). *Revista Médica* (2015).
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2010). *Censo de población y vivienda* (2010).

- Jaramillo-Antillón J. (2001). Evolución de la medicina: pasado, presente y futuro. *Acta Médica Costarricense*, 43(3): 105-113.
- Joshi V. S., Parekh B. B., Joshi M. J., y Vaidya A. B. (2005). Herbal extracts of *Tribulus terrestris* and *Bergenia ligulata* inhibit growth of calcium oxalate monohydrate crystals *in vitro*. *Journal of Crystal Growth*, 275(1-2): 1403-1408.
- Karagülle O., Smorag U., Candir F., Gundermann G., Jonas U., Becker A. J., Gehrke A., y Gutenbrunner C. (2007). Clinical study on the effect of mineral waters containing bicarbonate on the risk of urinary stone formation in patients with multiple episodes of CaOx-urolithiasis. *World Journal of Urology*, 25(3): 315-323.
- Kaufman D. W., Kelly J. P., Curhan G. C., Anderson T. E., Dretler S. P., Preminger G. M., y Cave D. R. (2008). *Oxalobacter formigenes* may reduce the risk of calcium oxalate kidney stones. *Journal of the American Society of Nephrology*, 19(6): 1197-1203.
- Khafagi I. K., y Dewedar A. (2000). The efficiency of random *versus* ethno-directed research in the evaluation of Sinai medicinal plants for bioactive compounds. *Journal of Ethnopharmacology*, 71(3): 365-376.
- Khan A., Bashir S., Khan S. R., y Gilani A. H. (2011). Antiurolithic activity of *Origanum vulgare* is mediated through multiple pathways. *Complementary and Alternative Medicine*, 11(1): 1-16.
- Khan A., Khan S. R., y Gilani A. H. (2012). Studies on the *in vitro* and *in vivo* antiurolithic activity of *Holarrhena antidysenterica*. *Urological Research*, 40(6): 671-681.
- Kok D. J., Papafoulos S. E., Blomen L. J., y Bijvoet O. L. (1988). Modulation of calcium oxalate monohydrate crystallization kinetics *in vitro*. *Kidney International*, 34(3): 346-350.
- Krief S. Hladik C. M., y Haxaire C. (2005). Ethnomedicinal and bioactive properties of plants ingested by wild chimpanzees in Uganda. *Journal of Ethnopharmacology*, 101(1-3): 1-15.

- Kuo-Jen L., Po-Hung L., Sheng-Hsien C., Hsiao-Wen C., Ta-Min W., Yang-Jen C., Kuan-Lin L., y Hsu-Han W. (2014). The impact of climate factors on the prevalence of urolithiasis in Northern Taiwan. *Biomedical Journal*, 37(1): 24-30.
- Kvist L. P., Oré-Balbín I. C., Gonzales A., y Llapapasca-Samaniego D. C. (2001). Estudio de plantas medicinales en la Amazonía peruana: una evaluación de ocho métodos etnobotánicos. *Folia Amazónica*, 12(1-2): 53-73.
- Ladio A. H., y Lozada M. (2004). Patterns of use and knowledge of wild edible plants in distinct ecological environments: a case study of a Mapuche community from northwestern Patagonia. *Biodiversity and Conservation*, 13(6): 1153-1173.
- Laland K. N. (2004). Social learning strategies. *Animal Learning and Behavior*, 32(1): 4-14.
- Lauderdale D. S., Thisted R. A., Wen M., y Favus M. J. (2001). Bone mineral density and fracture among prevalent kidney stone cases in the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Journal of Bone and Mineral Research*, 16(10): 1893-1898.
- Lozada M., Ladio A., y Weigandt M. (2006). Cultural transmission of ethnobotanical knowledge in a rural community of northwestern Patagonia, Argentina. *Economic Botany*, 60(4): 374-385.
- Luna-Morales C. D. C. (2002). Ciencia, conocimiento tradicional y etnobotánica. *Etnobiología*, 2(1): 120-136.
- Martínez A. M. A. (1994). Estado actual de las investigaciones etnobotánicas en México. *Boletín de la Sociedad Biológica de México*, 55(1): 65-74.
- Martínez A. (1996). Aceites esenciales. *Journal of Natural Products*, 59(1): 77-79.
- Massey L. K., Liebman M., y Kynast-Gales S. A. (2005). Ascorbate increases human oxaluria and kidney stone risk. *The Journal of Nutrition*, 135(7): 1673-1677.
- May-lx L. A., Rosado-Rubio J. G., Medina-Escobedo M., Castellanos-Ruelas A. F., Chel-Guerrero L. A. y Betancur-Ancona D. A. (2012). Heavy metal quantification in renal tissue of patients in the state of Yucatan and its

association with urolithiasis. *International Scholarly Research Network Toxicology*, 2012: 1-5.

Medina-Escobedo M., González-Herrera L., Villanueva-Jorge S., Gala-Trujano E., Salazar-Canul, M., y Martín-Soberanis G. (2008). Association of polymorphisms Ala62Thr in ZNF365 gene and Taq I and Fok I in VDR gene with metabolic alterations in adults with urolithiasis from Yucatán, México. *European Journal of Human Genetics*, 16(2); 358-369.

Medina-Escobedo M., Alcocer-Dzul R., López-López J., y Villanueva-Jorge S. (2015). Obesidad como factor de riesgo para alteraciones metabólicas en adultos con litiasis urinaria. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 53(6): 692-697.

Méndez I., Namihira D., Moreno L. y Sosa C. (2001). Diferentes tipos de estudio, 208. En: Méndez I., Namihira D., Moreno L. y Sosa C. (Eds). *El protocolo de Investigación*. Trillas, México: 210 p.

Méndez M, y Durán R. (1997) Diagnostico del conocimiento etnobotánico actual de las plantas medicinales de uso actual en la Península de Yucatán. *Botanical Sciences*, 60: 15-24.

Méndez M. G., Dorantes A. E., Pacheco G. G., Durán R. E. (2016). *Guía de la colección de plantas medicinales del Banco de Germoplasma PCTY*. Centro de Investigación Científica de Yucatán: 119 p.

Mesoudi A. (2007). A Darwinian theory of cultural evolution can promote an evolutionary synthesis for the social sciences. *Biological Theory*, 2(3): 263-275.

Mesoudi A., y Whiten A. (2008). The multiple roles of cultural transmission experiments in understanding human cultural evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1509): 3489-3501.

Microrregiones, Unidad de Microrregiones (2013). Catálogo de localidades (2013).

Mollik M. A. H., Hossan M. S., Paul A. K., Taufiq-Ur-Rahman M., Jahan R., y Rahmatulla M. (2010). A comparative analysis of medicinal plants used by folk medicinal healers in three districts of Bangladesh and inquiry as to mode

- of selection of medicinal plants. *Ethnobotany Research and Applications*, 8: 195-218.
- Najeeb Q., Masood I., Bhaskar N., Kaur H., Singh J., Pandey R., Sodhi K. S., Prasad S., y Mahajan R. (2013). Effect of BMI and urinary pH on urolithiasis and its composition. *Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation*, 24(1): 60-66.
- Okokon J. E., Antia B. S., Mohanakrishnan D., y Sahal D. (2017). Antimalarial and antiplasmodial activity of husk extract and fractions of *Zea mays*. *Pharmaceutical Biology*, 55(1): 1394-1400.
- Orozco B. R., y Camaggi M. C. (2010). Evaluación metabólica y nutricional en litiasis renal. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 21(4): 567-577.
- Otero F., Lugo A., y Durán A. (1995). Las enfermedades renales en el Instituto Mexicano del Seguro Social (1982-1989). *Revista de la Asociación de Medicina Interna en México*, 11: 21-29.
- Owoyele B. V., Negedu M. N., Olaniran S. O., Onasanwo S. A., Oguntoye S. O., Sanya J. O., y Soladoye A. O. (2010). Analgesic and anti-inflammatory effects of aqueous extract of *Zea mays* husk in male Wistar rats. *Journal of Medicinal Food*, 13(2): 343-347.
- Pearle M. S., Goldfarb D. S., Assimios D. G., Curhan G., Denu-Ciocca C. J., Matlaga B. R., y White J. R. (2014). Medical management of kidney stones: AUA guideline. *The Journal of urology*, 192(2): 316-324.
- Pak C. Y., Barilla D. E., Holt K., Brinkley L., Tolentino R., y Zerwekh J. E. (1978). Effect of oral purine load and allopurinol on the crystallization of calcium salts in urine of patients with hyperuricosuric calcium urolithiasis. *The American Journal of Medicine*, 65(4): 593-599.
- Pereyra Velásquez W., Romero Hinostraza C., Farfán Daza G., Pérez Peralta P., Corrales Acosta E., Grández Urbina J., y Timaná-Ruiz R. (2019). Guía de práctica clínica para el tratamiento quirúrgico de pacientes con urolitiasis en el Seguro Social del Perú (EsSalud). *Anales de la Facultad de Medicina*, 80(4): 528-536.

- Pérez H. R. A., Leos R. C., Oranday C. A., Hernández L. C. E., Sánchez G. E., y Rivas M. C. (2015). Efecto *in vitro* en la inhibición del proceso de nucleación en litiasis renal, capacidad de captura de radicales libres, actividad antimicrobiana y tóxica del extracto metanólico de *Berberis trifoliata*. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 46(1): 70-76.
- Pérez-González M. Z., Gutiérrez-Rebolledo G. A., Yépez-Mulia L., Rojas-Tomé I. S., Luna-Herrera J., y Jiménez-Arellanes M. A. (2017). Antiprotozoal, antimycobacterial, and anti-inflammatory evaluation of *Cnidocolus chayamansa* (Mc Vaugh) extract and the isolated compounds. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 89: 89-97.
- Pérez-López L. A. (2005). Uso de medicina tradicional, 11-16. En: Pérez-López L. A. (Ed). *Aislamiento y caracterización de compuestos de plantas del noreste de México con actividad contra cepas de Streptococcus pneumoniae, Staphylococcus aureus y Haemophilus influenzae*. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Pierce A. (1999). *The Apha Practical Guide to Natural Medicine: The First Authoritative Home Reference For Herbs And Natural Remedies, From The Nation's Largest And*. The American Pharmaceutical Association. Morrow, New York: 728 p.
- Ramirez C. R. (2007). Etnobotánica y la Pérdida de Conocimiento Tradicional en el Siglo 21. *Ethnobotany Research and Applications*, 5: 241-244.
- Rendell L., Boyd R., Cownden D., Enquist M., Eriksson K., Feldman M. W., y Laland K. N. (2010). Why copy others? Insights from the social learning strategies tournament. *Science*, 328(5975): 208-213.
- Resnick M. I. y Boyce W. H. (1979). Biochemical profiles of stone forming patients: A guide to treatment. *The Journal of Urology*, 121: 706-710.
- Reyes-García V., Broesch J., Calvet-Mir L., Fuentes-Peláez N., McDade T. W., Parsa S., y Taps Bolivian Study Team. (2009). Cultural transmission of ethnobotanical knowledge and skills: an empirical analysis from an Amerindian society. *Evolution and Human Behavior*, 30(4): 274-285.

- Rodríguez R. N (2009). Del pasado al presente. *Fundación de Ciencias de la Salud*, 1: 59-64.
- Saha S., y Verma R. J. (2013). Inhibition of calcium oxalate crystallisation *in vitro* by an extract of *Bergenia ciliata*. *Arab Journal of Urology*, 11(2): 187-192.
- Santillán-Ramírez M. A., López-Villafranco M., Aguilar-Rodríguez S., y Aguilar-Contreras A. (2008). Estudio etnobotánico, arquitectura foliar y anatomía vegetativa de *Agastache mexicana* ssp. mexicana y *A. mexicana* ssp. xolocotziana. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79(2): 513-524.
- Sariego M. E. D., Quintana I. M. S., Macías B. D., y Santana J. V. (2017). Uropatía obstructiva alta. Aspectos clínicos epidemiológicos y terapéuticos. *Multimed*, 19(6): 1148-1159.
- Sasikala V., Radha S. R., y Vijayakumari B. (2013). *In vitro* evaluation of *Rotula aquatica* Lour. for antiurolithiatic activity. *Journal of Pharmacy Research*, 6(3): 378-382.
- Schlaepfer L., y Mendoza-Espinoza J. A. (2010). Las plantas medicinales en la lucha contra el cáncer, relevancia para México. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 41(4): 18-27.
- SEDESOL, Secretaria de Desarrollo Social. (2015). Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (2015).
- Sharma A., Verma R., y Ramteke P. (2009). Antibacterial activity of some medicinal plants used by tribals against UTI causing pathogens. *World Applied Sciences Journal*, 7(3): 332-339.
- Siener R., y Hesse A. (2003). The effect of a vegetarian and different omnivorous diet on urinary risk factors for uric acid stone formation. *European Journal of Nutrition*, 42(6): 332-337.
- Soler C. B. A., y Porto V. M. (1997). Experiencia cubana en el estudio y aplicación de medicamentos herbarios. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 2(1): 30-34.
- Soundararajan P., Mahesh R., Ramesh T. y Begum V. H. (2006). Effect of *Aerva lanata* on calcium oxalate urolithiasis in rats. *Indian Journal of Experimental Biology*, 44: 981-986.

- Spirnak P., y Resnick M. (1989). Litiasis Urinaria, 251-272. En: Tanagho E. A. y Maninch J. W. (Eds). *Urología General de Smith*. El Manual Moderno, México.
- Stolzmann P., Leschka S., Scheffel H., Rentsch K., Baumüller S., Desbiolles L., Schmidt B., Marincek B., y Alkadhi H. (2010). Characterization of urinary stones with dual-energy CT: improved differentiation using a tin filter. *Investigative Radiology*, 45(1): 1-6.
- Straub M., Strohmaier W. L., Berg W., Beck B., Hoppe B., Laube N., Schmidt M., Hesse A., y Koehrmann K. U. (2005). Diagnosis and metaphylaxis of stone disease. *World Journal of Urology*, 23(5): 309-323.
- Straub M., y Hautmann R. E. (2005). Developments in stone prevention. *Current Opinion in Urology*, 15(2): 119-126.
- Susaeta R., Benavente D., Marchant F., y Gana R. (2018). Diagnóstico y manejo de litiasis renales en adultos y niños. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 29(2): 197-212.
- Taboada G. S. (2015). Transmisión del conocimiento: el origen social de la información y la evolución cultural, 89-104. En: Albuquerque U. P., De Medeiros P. M., y Casas A. (Eds.). *Evolutionary Ethnobiology*. Springer Cham Heidelberg Nueva York Dordrecht Londres.
- Taylor E. N., y Curhan G. C. (2006). Diet and fluid prescription in stone disease. *Kidney International*, 70(5): 835-839.
- Thomas D. F., y Gordon A. C. (1989). Management of prenatally diagnosed uropathies. *Archives of Disease in Childhood*, 64(1): 58-63.
- Trejo-Tapia G., y Rodríguez-Monroy M. (2007). La agregación celular en la producción de metabolitos secundarios en cultivos vegetales *in vitro*. *Revista de Ciencia y Tecnología de América*, 32(10): 669-674.
- Vega M., González M. y Abreu I. (2009). Características clínicoepidemiológicas de la litiasis renal comunidad manzanillo 2006-2007. *Revista Habanera*, 8(5): 52-64.

Verpoorte R., Van der Heijden R., y Memelink J. (2000). Engineering the plant cell factory for secondary metabolite production. *Transgenic Research*, 9(4-5): 323-343.

11. ANEXO

Anexo 1. Entrevista semiestructurada aplicada a médicos tradicionales

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional
Unidad Mérida, Departamento de Ecología Humana
Maestría en Ciencias en la especialidad de Ecología Humana



ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Conocimiento tradicional local sobre plantas para el tratamiento de la litiasis renal en Yucatán (Informante clave)

Introducción: Buenos días, mi nombre es Pedro Villalobos, soy estudiante de la maestría en Ecología Humana en Mérida, Yucatán. Estoy realizando una entrevista para conocer acerca del uso y manejo de plantas con fines medicinales y me gustaría saber si usted quisiera participar. Busco conocer qué plantas son utilizadas para las piedras del riñón, dónde se consiguen, cómo se preparan y cómo es el tratamiento. Su ayuda es únicamente si usted quiere y puede, lo que me dirá me servirá para aprender sobre las opciones para combatir esta enfermedad. Al finalizar, si usted quiere le puedo dar una copia de esta entrevista, con mucho gusto daré.

Datos generales

- 1.- Nombre
- 2.- Edad
- 3.- Lugar de nacimiento
- 4.- Tiempo de residencia
- 5.- Nivel de escolaridad

Sección 1: Conocimiento sobre el uso y manejo de plantas medicinales

- 6.- ¿Cuánto tiempo lleva trabajando con plantas medicinales?
- 7.- ¿Qué lo motivó a aprender sobre el uso de plantas medicinales?
- 8.- ¿Cómo aprendió el uso de estas plantas?
- 9.- ¿Cómo se diferencia su trabajo en comparación a parteras, hueseros, *Jmeen*?

10.- ¿Cuáles son los motivos principales por los que las personas recurren a usted?

Sección 2: La enfermedad de litiasis renal

11.- ¿Qué tipo de enfermedades del riñón ha tratado?

12.- ¿Ha escuchado usted acerca de las piedras en los riñones?

13.- ¿Por qué pasa esta enfermedad?

14.- ¿Qué síntomas se presentan?

15.- ¿Qué tan común es enfermarse de piedras en los riñones en Izamal?

16.- ¿En quiénes es más común que se presente la enfermedad, hombres o mujeres?

17.- ¿En qué edad es más común enfermarse de piedras en el riñón?

Sección 3: Plantas utilizadas para el tratamiento de la litiasis renal

18.- ¿Qué plantas son utilizadas para el tratamiento de las piedras en el riñón?

19.- ¿Cómo consigue las plantas?

20.- ¿Sólo en este lugar se pueden conseguir las plantas? ¿En qué otro lugar se puede conseguir?

21.- ¿Cómo reconocer las plantas?

22.- ¿Cómo aprendió cuáles eran?

23.- ¿Con qué otro nombre conoce las plantas?

24.- ¿En qué temporada se pueden conseguir las plantas?

25.- ¿Qué parte de las plantas se utilizan para preparar el remedio?

26.- ¿Cómo se consiguen?

27.- ¿Una vez que se tienen las plantas se guardan?

28.- ¿Cuánto tiempo puede durar guardado?

29.- ¿Para qué otro tipo de enfermedades pueden usarse estas plantas?

Sección 4: Modo de preparación del remedio herbolario

30.- ¿Qué se utiliza para preparar el remedio?

31.- ¿Una vez que se tiene todo el material que sigue?

- 32.- ¿Cómo se prepara el remedio?
- 33.- ¿Qué se hace primero?
- 34.- ¿Luego qué sigue?
- 35.- ¿Qué otro ingrediente lleva la preparación?
- 36.- ¿Cuánto tiempo lleva cada paso?
- 37.- ¿Qué obtenemos al final? ¿Tiene un nombre en particular?

Sección 5: Tratamiento de la litiasis renal

- 38.- ¿En qué consiste su remedio para las piedras en los riñones?
- 39.- ¿Cómo se tiene que utilizar el remedio?
- 40.- ¿En qué cantidad?
- 41.- ¿Cuántas veces al día se toma o aplica?
- 42.- ¿Cuánto tiempo dura el tratamiento?
- 43.- ¿Qué resultados ha obtenido de sus tratamientos?
- 44.- ¿Es posible que ocurra algo inesperado?