

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



Estudio etnobotánico de plantas medicinales de San Andrés Semetabaj, Sololá, Guatemala y determinación del efecto biocida de extractos acuosos, etanólicos y recetas tradicionales de ruda (*Ruta graveolens* L.), hierba buena (*Mentha spicata* L.) y hierba mora (*Solanum nigrescens* M. Martens & Galeotti)

Trabajo de graduación presentado por
Juan Pablo Rustrián López
para optar a grado académico de Licenciado en Biología

Guatemala
2019

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades



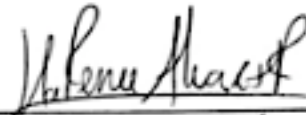
Estudio etnobotánico de plantas medicinales de San Andrés Semetabaj, Sololá, Guatemala y determinación del efecto biocida de extractos acuosos, etanólicos y recetas tradicionales de ruda (*Ruta graveolens* L.), hierba buena (*Mentha spicata* L.) y hierba mora (*Solanum nigrescens* M. Martens & Galeotti)

Trabajo de graduación presentado por
Juan Pablo Rustrián López
para optar a grado académico de Licenciado en Biología

Guatemala
2019

Vo. Bo:

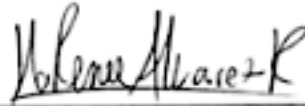
(f)



Lic. María Renée Álvarez

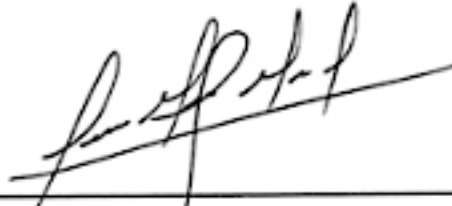
Tribunal Examinador:

(f)



Lic. María Renée Álvarez

(f)



Lic. Jose Miguel Morales

(f)



Lic. Alejandro Vasquez Contreras

Fecha de aprobación: Guatemala, 5 de diciembre 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la fortaleza diaria durante estos cinco años universitarios,

A mi familia por acompañarme en este sacrificio de tiempo, esfuerzos y retos

A mi madre, por confiar en que estudiar biología era una decisión correcta, por su apoyo moral, comprensión, buenos deseos, y amor durante todo este tiempo

A mis amigos de la universidad que hicieron de este sueño algo divertido, a todos los aprecio en gran medida, en especial a Ana Lucía, María José, Melissa, Eduardo, Margarita, María Paula, Rafael, Marcelo, Javier, Solé, Edgar y al inolvidable Andrés

A mis amigos de toda la vida Luis Ralón, Nury Santizo, Ceci Deleón, Marre Villalobos, Michelle Abularach y Laura Rivadeneira

A todos aquellos catedráticos que me instruyeron en estos años universitarios y en el trabajo de graduación, en especial a la Licenciada María Reneé Álvarez quién confió en mí, apoyó, dedicó tiempo y esfuerzos; además de enseñanzas invaluable durante toda la carrera.

A Gabriela Alfaro Marroquín, por su confianza y apoyo en el Departamento de Biología UVG

Al Centro de Investigaciones Antropológicas y Arqueológicas (CIAA) por invitarme a forma parte del proyecto del Jardín Etnobotánico en San Andrés Semetabaj, así como al equipo investigador (Ernesto, Sofía, Claudia, Dania, Amelia, Alejandra y David) y los pobladores de San Andrés por sus invaluable enseñanzas etnobotánicas. Finalmente, a la Universidad del Valle de Guatemala por formarme como un profesional en Biología.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	VI
LISTADO DE CUADROS	X
LISTADO DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
A. Etnobotánica	3
B. Técnicas etnobotánicas.....	7
C. Integración de medicina occidental y tradicional	15
D. Estudios previos.....	16
III. JUSTIFICACIÓN.....	19
IV. OBJETIVOS	21
V. HIPÓTESIS.....	23
VI. METODOLOGÍA	25
A. Área de estudio	25
B. Proyecto Jardín Etnobotánico en San Andrés Semetabaj	26
C. Documentación del conocimiento tradicional etnobotánico.....	26
D. Evaluación farmacológica y toxicológica: Bioensayos.....	27
E. Retribución a la comunidad de San Andrés Semetabaj.....	32
F. Análisis de datos.....	32
VI. RESULTADOS.....	35
A. Conocimiento tradicional etnobotánico	35
B. Evaluación farmacológica y toxicológica: Bioensayos.....	45
C. Retribución a la comunidad de San Andrés Semetabaj.....	48
VII. DISCUSIÓN	51
A. Documentación del conocimiento tradicional.....	51
B. Evaluación farmacológica y toxicológica: Bioensayos.....	56
C. Medicina tradicional y moderna.....	60
D. Retribución a la comunidad de San Andrés Semetabaj.....	61

VIII. CONCLUSIONES.....	63
IX. RECOMENDACIONES	65
X. LITERATURA CITADA.....	67
XI. ANEXOS	77

LISTADO DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Listado de bacterias para las que se necesitan nuevos antibióticos según la OMS.....	13
2.	Tratamientos para evaluación del efecto inhibitorio por planta correspondiente.....	30
3.	Tratamientos para evaluación del efecto citotóxico por planta correspondiente.....	32
4.	Listado de plantas medicinales utilizadas en San Andrés Semetabaj, Sololá.....	35
5.	Listado de plantas medicinales utilizadas en San Andrés Semetabaj, Sololá.....	39
6.	Criterios de selección para evaluación del efecto farmacológico y toxicológico.....	43
7.	Bioactividad de extractos y recetas tradicionales en bacterias seleccionadas.....	48

LISTADO DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Mapa de etnias mayas en Guatemala	6
2.	Municipio de San Andrés Semetabaj, Sololá, Guatemala	25
3.	Diagrama de caja Petri para prueba de inhibición bacteriana.....	31
4.	A) Principales familias de plantas medicinales utilizadas en SAS. B) Partes utilizadas de plantas medicinales. C) Estado de origen de plantas medicinales.....	38
5.	Frecuencia relativa de principales usos medicinales (categorizados en sistemas del cuerpo.....	42
6.	Porcentaje de nauplios de <i>A. salina</i> muertos luego de 24 horas. en extractos acuosos, etanólicos y recetas tradicionales	46
7.	Jardín etnobotánico en San Andrés Semetabaj, Sololá.....	49

RESUMEN

Esta investigación se basó en el conocimiento etnobotánico de la comunidad de San Andrés Semetabaj, Sololá, orientado específicamente a plantas medicinales. Para esto se realizó un estudio etnobotánico en dicha comunidad y posteriormente se determinó el efecto biocida de extractos acuosos, etanólicos y recetas tradicionales de tres plantas usadas como medicinales. Se realizaron 16 encuestas a comunitarios de San Andrés Semetabaj que utilizaran plantas medicinales (comadronas, médicos mayas, curanderos, etc.) Con base en las encuestas realizadas, se obtuvo que en San Andrés Semetabaj se utilizan 72 especies de plantas medicinales, en su mayoría usadas para tratar padecimientos estéticos (21%), gastrointestinales (16.6%), reproductivos (14.6%), respiratorios (7%) y osteomusculares (6.4%). De las plantas 72 plantas reportadas se seleccionaron tres para los bioensayos, estas fueron ruda (*Ruta graveolens* L.), hierba buena (*Mentha spicata* L.) y hierba mora (*Solanum nigrescens* M. Martens & Galeotti). Se hizo un ensayo de citotoxicidad de *Artemia salina* y un ensayo de efecto inhibitorio en bacterias. En los resultados de citotoxicidad, los extractos acuosos y etanólicos de ruda presentaron 87% y 100% de nauplios muertos. La hierba mora y hierba buena presentaron el 100% de muertes de nauplios en sus extractos etanólicos, de estas mismas plantas en sus extractos acuosos no se presentó el 100% de nauplios muertos (98%). Las recetas tradicionales de las tres plantas indican la posible presencia de un efecto citotóxico; ruda (99%), hierba mora 98% y hierba buena (65%). En el ensayo inhibitorio de bacterias los extractos etanólicos sin utilizar filtros de membrana de ruda presentaron zonas de inhibición en *Salmonella enterica* (1/3), *Staphylococcus aureus* (2/3), *Pseudomonas aeruginosa* (1/3) y *Escherichia coli* (2/3) y la hierba buena en sus extractos etanólicos presentó zonas de inhibición en *Staphylococcus aureus* (3/3). Para ninguna de las tres plantas en sus distintas formas de preparación (extractos o recetas tradicionales) utilizando filtros de membrana se presentaron zonas de inhibición.

I. INTRODUCCIÓN

Derivada de la etnobiología, la etnobotánica es una ciencia interdisciplinar que toma y analiza conocimientos, costumbres, rituales y creencias que se originan de las interacciones hombre-plantas, respondiendo a la utilidad que el hombre le da a estas (Begossi 1993). Se dice que la etnobotánica es una ciencia interdisciplinaria porque abarca diversas áreas: botánica, medicina, farmacología, toxicología, química, nutrición, historia, lingüística y arqueología, entre otras (Martin 2001). Gran parte de los estudios etnobotánica se enfocan a nivel mundial en las plantas medicinales, generando intereses farmacológicos en este tipo de estudios (De Santayana y Gómez 2003).

En Guatemala son diversos los factores que hacen que el conocimiento tradicional etnobotánico sea relevante. El primero corresponde a que Guatemala es considerado miembro del Grupo de Países Megadiversos Afines (GPMA) y que, según el V Informe Nacional de Cumplimiento a los Acuerdos del Convenio sobre la Diversidad Biológica la riqueza florística comprende alrededor de 11,350 especies (Cano y Schuster 2012; CONAP 2013). Luego, en cuanto a etnicidad, Guatemala posee 25 etnias reconocidas oficialmente, de las cuales 22 etnias son de origen maya siendo las más representativas las etnias K'iche', la Q'eqchi', la Kaqchikel y la Mam (PNUD 2005). Además, el sistema de salud guatemalteco no alcanza a cubrir a más de 16 millones de habitantes en el territorio, por lo que gran cantidad de personas por debajo de las líneas de pobreza recurren al uso de la medicina tradicional, siendo este un reto para el sistema de salud guatemalteco: integrar la medicina tradicional y la occidental (Becerril-Montekio y López-Dávila 2011).

Previamente se ha documentado la riqueza de conocimiento tradicional etnobotánico en Guatemala. La Universidad de ETH Zürich (2010) inició un proyecto interdisciplinario para comprender las concepciones maya y occidental médico del cáncer como parte del proyecto denominado MACOCC (Maya and Contemporary Conception of Cancer). Se analizaron casos de pacientes diagnosticados con cáncer que fueron tratados por médicos mayas, enfocado en tres componentes: biomédico, antropología médica y etnobotánica en dos etnias, Kaqchikel y Q'eqchi'. En este estudio identificaron 23 especies botánicas de 18

familias diferentes que son utilizadas para el tratamiento de cáncer como parte del componente etnobotánico (Barrios 2017). En la Reserva de Usos Múltiples Cuenca del Lago de Atitlán (RUMCLA), Barreno (2010) documentó el uso de medicina tradicional de varios municipios de la zona, identificando 227 especies medicinales, de las cuales un 45% eran especies nativas. A pesar de esto, uno de los pasos en estudios etnobotánicos que consiste en la validación científica del conocimiento tradicional, generalmente no siempre se alcanza. Considerando lo anterior, se hizo una validación del conocimiento tradicional de plantas medicinales de San Andrés Semetabaj, Sololá, utilizando ensayos bactericidas y citotóxicos, con recetas tradicionales propuestas por la comunidad, en la espera de poder sentar las bases para futuras investigaciones en Guatemala que permitan incorporar conocimientos tradicionales y occidentales.

II. ANTECEDENTES

A. Etnobotánica

1. Definición de etnobotánica

La etnobotánica es una ciencia derivada de la etnobiología, la cual, según Posey (1987), se centra en el estudio del conocimiento y conceptualización por una cultura o sociedad acerca de la biología. Teniendo como principal objetivo asociar los conocimientos naturales y sociales, y así captar una amplitud mayor de conocimientos para la clasificación y uso de recursos naturales por las sociedades.

De acuerdo con Begossi (1993), uno de los campos con mayor condensación de trabajos es la etnobotánica. Esta última se ha definido como una ciencia interdisciplinar que toma y analiza conocimientos, costumbres, rituales y creencias que se originan de las interacciones hombre-plantas, dicho término fue utilizado por primera vez por Harshberger (1986).

Por tener una naturaleza interdisciplinaria, la etnobotánica, abarca diversas áreas: botánica, medicina, farmacología, toxicología, química, nutrición, historia, lingüística y arqueología, entre otras (Martin 2001). De acuerdo con Berlin (1992), esta disciplina posee una corriente cognitiva y una utilitaria, la primera se centra en la percepción de los humanos de la naturaleza y la segunda en el uso o manejo de esta. Con el tiempo las investigaciones etnobotánicas han adquirido relevancia debido a la creciente pérdida del conocimiento tradicional y la degradación de los ecosistemas. Estas investigaciones juegan un valor importante en la conservación de la diversidad biológica y en el desarrollo de las comunidades locales (Bermúdez *et al.* 2005).

2. Importancia de la etnobotánica

Gran parte de los trabajos etnobotánicos tienen una clara tendencia hacia el conocimiento de las aplicaciones puramente medicinales, esto debido a su practicidad haciendo que este tipo de estudios tengan un claro sesgo de importancia etnofarmacológico (De Santayana y Gómez 2003). Esta importancia etnofarmacológica forma parte de la medicina tradicional, la cual según a la Organización Mundial de la Salud – OMS- (2013)

es la suma total de todos los conocimientos, capacidades y prácticas que son basados en teorías, creencias y experiencias propias de distintas culturas ya sean explicables o no, para mantener la salud o prevenir enfermedades.

En la medicina tradicional se hace uso principalmente de las plantas y en menor grado de animales o minerales (Ocampo y Valverde 2000). Las investigaciones sobre el uso de plantas medicinales forman parte de la etnobotánica (Bermúdez *et al.* 2005). Las plantas medicinales son definidas por la OMS (1979) como cualquier especie vegetal que posee sustancias que pueden ser empleadas para fines terapéuticos o el desarrollo de nuevos fármacos a partir de sus principios activos. La procedencia de estas plantas de uso etnofarmacológico depende del grupo étnico que habite determinada región biogeográfica (Ocampo y Valverde 2000).

Las plantas forman parte de un recurso importante en los sistemas de salud de países en desarrollo (Bermúdez *et al.* 2005). Según Calixto (2005) a partir de datos de la OMS, entre 65 a 80% de la población de países en desarrollo dependen principalmente de plantas para sus sistemas de salud primario, ya que según Toledo (2009) esto ocurre en virtud de la realidad socioeconómica de los países en desarrollo, sin embargo, en países desarrollados el conocimiento tradicional etnobotánico también se encuentra presente como parte de terapias alternativas. Históricamente, las plantas medicinales han tenido un papel importante en investigaciones farmacológicas y en el descubrimiento de nuevos medicamentos, son fuentes de agentes terapéuticos, son materia prima para medicamentos semisintéticos y sus principios activos pueden servir como un modelo para drogas sintéticas (Newman y Cragg 2007; Akerele 1993).

En Guatemala la presencia del conocimiento tradicional resulta relevante debido a aspectos biológicos, culturales y socioeconómicos:

Biológicamente, Guatemala es un país con una importante riqueza. Guatemala fue declarado miembro del Grupo de Países Megadiversos Afines (GPMA) durante el desarrollo de la décima reunión de la Conferencia de las Partes (COP-10) celebrada en la Ciudad de Nagoya, Japón. Según el V Informe Nacional del Cumplimiento a los Acuerdos

del Convenio Sobre la Diversidad Biológica, para el año 2013 el número de especies vegetales reportadas comprendía alrededor de 11,350 (Cano y Schuster 2012; CONAP 2013). Según Véliz (2013), tomando en cuenta las especies vegetales endémicas de Guatemala, se establece al país como un tipo de “hotspot” de endemismos, los cuales se distribuyen en toda Guatemala; sin embargo, se identifica que son las áreas con bosque nuboso y montañas con altitudes de 1,500 a 4,220 msnm las que presentan mayor riqueza de endemismos. Ser un país megadiverso y con hotspot de endemismos brinda al territorio especies únicas e importantes que enriquecen el conocimiento etnobotánico del país

En el uso del conocimiento tradicional, uno de los factores que hace que este varíe en cada lugar o comunidad, es la etnicidad (Ayantunde *et al* 2008). Lo anterior podría dar una idea de la presencia y riqueza del conocimiento tradicional etnobotánico presente en Guatemala. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2005) en Guatemala existe la presencia de diversos grupos étnicos, los cuáles se definen como aquellos grupos de personas que comparten rasgos culturales comunes como la religión, costumbres e idiomas. En Guatemala se reconocen oficialmente 22 etnias de origen maya: Achi’, Akateko, Awakateko, Ch’orti’, Chuj, Itza, Ixil, Jakalteco, Kaqchikel, K’iche’, Mam, Mopan, Poqomam, Poqomchi’, Q’anjob’al, Q’eqchi’, Sakapulteko, Sipakapense, Tektiteko, Tz’utujil, Chachilteko y Uspanteko (Ver Figura 1). Siendo las etnias K’iche’, la Q’eqchi’, la Kaqchikel y la Mam las más representativas con un 81% del total de población indígena; el resto es representado por los grupos étnicos Xinka, Garífuna y Ladino. En estos grupos étnicos (pueblos indígenas y culturas rurales), es donde más se centra la etnobotánica, debido a la relación directa que estos tienen con la naturaleza, ya que la diversidad cultural y biológica están estrechamente relacionadas, formando relaciones únicas de conocimientos y prácticas tradicionales. (De Santayana y Gómez 2003; Véliz 2013).

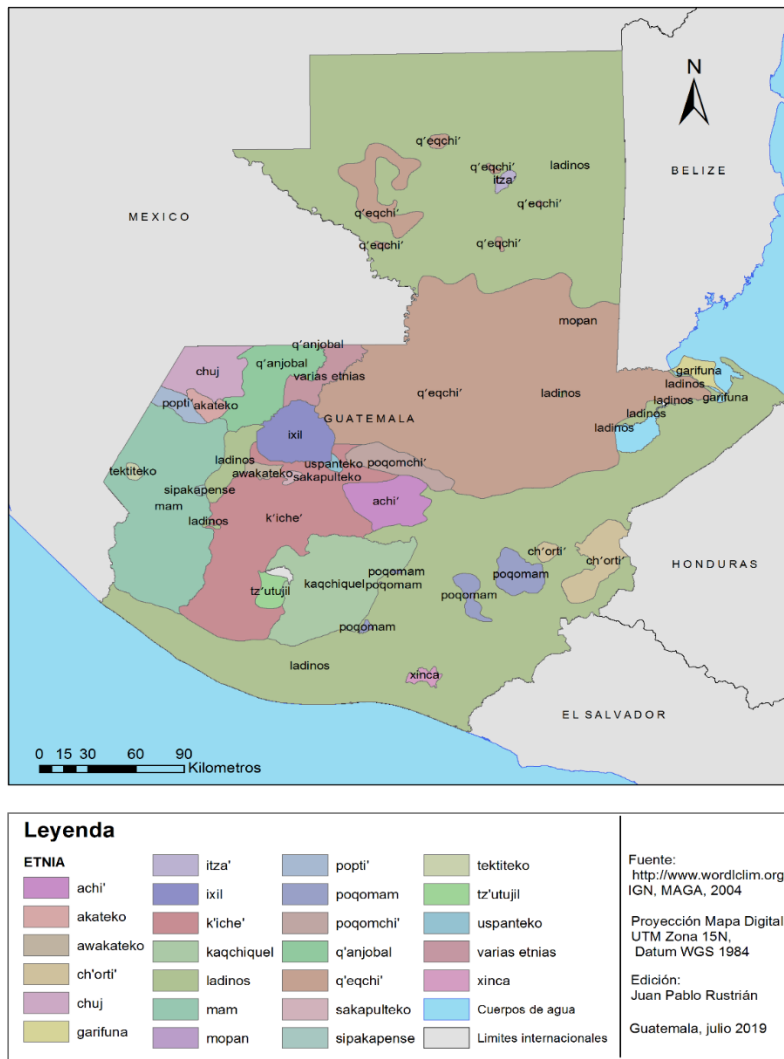


FIGURA 1. Mapa de etnias mayas en Guatemala

Las comunidades tropicales, debido a la dificultad para la obtención de productos farmacéuticos, han aprovechado la diversidad biológica, así como el conocimiento cultural para la valoración de productos naturales como una fuente de medicamentos con precios accesibles y de mayor disponibilidad (Navarro *et al.* 1996). En los últimos años se ha presentado un incremento en el uso de plantas medicinales en muchos países ya que contribuyen en el sistema público de salud (Rabearivony *et al.* 2015). El uso de plantas medicinales es indispensable para los sistemas de salud en países en desarrollo ya que más de un 65% de la población de estos países dependen de estas, tomando en cuenta que esta

dependencia está ligada a la realidad socioeconómica (Bermúdez *et al.* 2005; Calixto 2005; Toledo 2009).

En Guatemala, para el año 2015, la población estimada correspondía a más de 16 millones de habitantes (Ministerio de Salud Pública *et al.* 2016). El 41% de la población es indígena; 51% del total vive por debajo de la línea de pobreza y un 15.2% en pobreza extrema, siendo predominante la población en áreas urbanas con más del 50% (Becerril-Montekio y López-Dávila 2011). El sistema de salud de Guatemala se clasifica a niveles internacionales como fragmentado, esto se refiere a que existen diversos tipos de proveedores de salud lo cual no significa necesariamente que estos se coordinen y trabajen en conjunto (ACCESA 2015). El sistema de salud guatemalteco está compuesto por un sector público y otro privado. El sector público comprende, en primera instancia, al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) el cual brinda atención a un 70% de la población, seguido del instituto Guatemalteco de Seguridad Social – IGSS (17% de cobertura) y por último la Sanidad Militar (0.5% de cobertura). Únicamente el 12% de la población guatemalteca recurre al sector privado (Becerril-Montekio y López-Dávila 2011). Además, se estima que el 75% de la población no cuenta con ningún tipo de seguro médico (Ávila *et al.* 2015). A lo que se enfrenta el sistema de salud guatemalteco descrito anteriormente es de suma importancia. En promedio, mueren tres niños cada dos horas o 30 por cada 1000 nacimientos, el aumento de enfermedades crónicas como la diabetes y cáncer se presentan más en la población, el desabastecimiento de medicamentos, servicios excluyentes debido a la capacidad económica y cobertura de red hospitalaria sugiriendo la construcción de un sistema de salud bien organizado y eficiente (ACCESA 2015).

De acuerdo con Becerril-Montekio y López-Dávila (2011) y bajo la perspectiva del MSPAS, el principal reto del sistema de salud en Guatemala es alcanzar una mayor cobertura de servicios básicos, entre las propuestas se señala la necesidad de incorporar un enfoque étnico en el sistema; incluyendo métodos de la medicina tradicional indígena

B. Técnicas etnobotánicas

Una ciencia interdisciplinaria como la etnobotánica, consiste en forma general de cuatro o más fases, dentro de una comunidad o región específica:

1. Documentación del conocimiento tradicional.

Esta fase consiste en la documentación de conocimiento tradicional sobre plantas medicinales, considerando los permisos oficiales que autoricen la investigación y colecta de muestras de especímenes botánicos. En esta fase es fundamental la forma de retribución a la comunidad donde se realice el estudio, así como la selección de los informantes en la comunidad que participarán en la investigación. Una de las técnicas más utilizadas para documentar el conocimiento son las entrevistas a determinados miembros de la población; estas últimas generalmente contienen preguntas abiertas, las cuales brindan la libertad al entrevistado para que respondan con sus propias palabras y tienen la ventaja de proveer abundante información (Alexiades 1996; Anguita *et al.* 2003).

a. Documentación del conocimiento tradicional a nivel internacional.

La información valiosa proporcionada por los estudios etnobotánicos y la cadena de transmisión de dicho conocimiento puede llegar a estar en riesgo. En la mayoría de los casos esto depende de la disponibilidad de las plantas, la cual se ha visto reducida por la degradación de los bosques a su transformación en campos agrícolas en países en desarrollo (Joshi y Joshi 2000; Tabuti *et.* 2003). En contraste, no todas las amenazas a la información etnobotánica son puramente antropogénicas, también pueden deberse a razones ecológicas como niveles bajos en la población y la introducción de especies invasoras (Amusa *et al.* 2010). A partir de esto nace un gran interés del conocimiento tradicional etnobotánico. Solamente en los bosques tropicales habitan el 70% de millones de especies de plantas superiores, solo alrededor de 250 000 especies han sido nombradas y muchas otras que no se conocen se extinguen rápidamente; de estas plantas muchas son utilizadas en la medicina tradicional por comunidades y seguramente muchas de las especies que ellos usan no han sido nombradas (Maybury-Lewis 1992).

La etnobotánica fue reconocida por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (1994) y su rol en la conservación de la biodiversidad, ya que gracias a los datos etnobotánicos es

posible priorizar especies vegetales para su conservación (Albuquerque *et al.* 2011). La integración del conocimiento tradicional en investigaciones ecológicas puede mejorar el éxito en estrategias de conservación, además concientizar a la población local para proteger especies prioritarias puede ser de utilidad para muchas especies arbóreas como describe Ahoyo *et al.* (2017).

A nivel mundial hay entre 35 000 a 70 000 especies de plantas que se han usado con fines medicinales (Rajaei y Mohamadi 2012). Estudios etnobotánicos han documentado y reportado una gran variedad de plantas con potencial etnofarmacológico. Por ejemplo, García *et al.* 2017 en Puebla, México, documentaron 148 plantas que son utilizadas para distintos tipos de afecciones, entre las principales destacan las digestivas, respiratorias y tegumentarias. En Holguín, Cuba se registraron 195 plantas medicinales correspondientes a 70 familias y 166 géneros, siendo Fabaceae, Asteraceae y Lamiaceae las más representativas para padecimientos o afecciones asociadas al sistema respiratorio, problemas gastrointestinales, hígado, patologías del sistema urinario, etc. (Heredia-Díaz *et al.* 2018). En Bogotá, Colombia, las plantas medicinales que se comercializan tienen diversos usos relacionados a padecimientos urogenitales, respiratorios, gastrointestinales y problemas en la piel y ojos; que corresponden a 122 plantas citadas y recomendadas por los herbolarios locales (Pabón *et al.* 2017). En el viejo mundo también se han reportado diversidad de plantas medicinales Louw *et al.* (2002) reportan alrededor de 147 familias de plantas medicinales utilizadas en Suráfrica en las que se incluyen Amaryllidaceae, Hypoxidaceae e Iridiaceae como las familias con mayores especies medicinales. En casos particulares, los estudios etnobotánicos pueden recopilar información específica relacionada a un valor de uso de plantas medicinales puntual o algún padecimiento en particular, Mostacero-León *et al.* (2019) registraron en la región de Trujillo, Perú, plantas con propiedades anticancerígenas utilizadas por hierbateros (personas que utilizan plantas) presentes en los mercados de dicha región, evidenciando que se usan para este padecimiento 46 especies botánicas representadas en 24 géneros y 19 familias.

2. Análisis cuantitativo

La segunda fase de una investigación etnobotánica comprende la determinación cuantitativa de la importancia relativa, distribución y abundancia de las plantas medicinales que usa la comunidad, se aplican técnicas cuantitativas para el análisis etnobotánico documentado y se tiene como fin último estimar lo significativo del uso de una especie (Alexiades 1996).

Para esto se han descrito diversos índices de uso, el índice de valor de uso de especies (IVU) expresa que tanta importancia o valor cultura posee una especie para los informantes entrevistados. El conocimiento relativo de la especie por varios informantes (RVU) donde se expresa qué tan significativo puede ser el uso de una especie específica. El nivel de uso significativo Tramit (UST) permite estimar el nivel de uso significativo y aceptación cultural de cada especie, expresado en porcentaje (Zambrano-Intriago *et al.* 2015).

3. Evaluación farmacológica y toxicológica

En la tercera fase se procede a la evaluación farmacológica y toxicológica de las especies botánicas culturalmente importantes, las cuales se evalúan de forma experimental y así se conoce la composición química y se determina si su actividad farmacológica corresponde al uso citado por los informantes; esta fase es de utilidad para la selección de especies potenciales para el desarrollo de nuevos medicamentos (Bermúdez *et al.* 2005).

a. Bioensayos.

Considerando que, en los estudios etnobotánicos de plantas medicinales, una de las fases importantes y que en muchas ocasiones no es realizada, es evaluar a las especies botánicas medicinales culturalmente importantes de forma farmacológica y toxicológica. Para lo anterior se utilizan ensayos experimentales específicos (Bermúdez *et al.* 2005; Frei *et al.* 1998).

Estos ensayos de laboratorio o bioensayos consisten en métodos que permiten estimar la naturaleza, constitución o potencial de un material, o bien son la estimación o determinación de la concentración de algún agente químico, físico o biológico tomando en cuenta la magnitud de respuesta del material contra un estándar sobre cualquier sistema

biológico (Agatonovic-Kustrin *et al.* 2015). Es posible clasificar a los bioensayos de acuerdo con el sistema biológico al que se le aplica el agente de interés. La observación de efectos en animales vivos correspondería a un método *in vivo* y en tejidos aislados sería un método *in vitro* (Panuganti 2015). La finalidad de los bioensayos en general conduce al descubrimiento y desarrollo de nuevos productos con bases naturales (McLaughlin *et al.* 1998). Permiten aislar moléculas con estructuras novedosas y compuestos bioactivos con potencial natural que puedan llegar a ser la base de modificaciones sintéticas, estos compuestos son sintetizados por diversos organismos, entre ellos las plantas (Pino *et al.* 2008; Singh *et al.* 2016).

Conociendo entonces que la evaluación farmacológica de los extractos de un organismo es fundamental para el descubrimiento de nuevos fármacos, es importante saber que primero debe realizarse un bioensayo primario y posteriormente uno secundario. Los bioensayos primarios son aplicables a un amplio número de muestras de forma rápida únicamente para determinar si hay bioactividad presente deseada, por lo tanto, tienen una alta capacidad, costos bajos y resultados rápidos. En los bioensayos secundarios se implican procedimientos más complejos, ya que aquí se seleccionan compuestos para pruebas clínicas, son de baja capacidad, costos altos y resultados lentos (Rahman *et al.* 2005).

En el desarrollo de nuevas drogas farmacológicas los productos naturales han sido la base durante muchos años pues de ellos se han tomado las sustancias o compuestos bioactivos (Jones 2011). Para determinar si estas sustancias o compuestos son producidos por un determinado organismo, se han utilizado una gran variedad de pruebas experimentales o bioensayos primarios, entre ellos se pueden mencionar a los ensayos antimicrobianos, ensayos de toxicidad, ensayos antivirales, anticancerígenos, entre otros (Rahman *et al.* 2005).

1) Ensayos antimicrobianos.

Las infecciones por microbios hoy día son una amenaza clínica importante, con una asociación significativa en cuanto a morbilidad y mortalidad, que principalmente se relaciona con el desarrollo de resistencia de algún microbio ante un agente antimicrobiano

ya desarrollado (Pfaller *et al* 2004). A nivel mundial existe una preocupación ante el desarrollo de resistencias microbianas para los grupos de antibióticos principales descubiertos a partir 1960 (tetraciclinas, cefalosporinas, aminoglucósidos y macrólidos) corriendo el riesgo de perder su efectividad ante una gran diversidad de microbios, principalmente bacterias (NASEM 2017).

De forma común uno de los bioensayos antimicrobianos utilizados corresponde al método de difusión en disco y sus variaciones. Con este método se puede evaluar la susceptibilidad de un microorganismo basándose en la inhibición de su crecimiento en placas con agar. El compuesto de interés es impregnado en discos de papel estériles y colocado en placas con agar con el microorganismo a prueba ya inoculado y posteriormente se mide el diámetro de las zonas de crecimiento de inhibición, además se compara con la zona de inhibición producida por una solución de antibiótico ya conocida, la gran ventaja de este método es que entre cinco y seis muestras pueden ser probadas simultáneamente (Lage *et al.* 2018; Rahman *et al* 2005).

A partir de lo anterior y tomando en cuenta que recientemente la Organización Mundial de la Salud (2017) publicó una primera lista de patógenos prioritarios resistentes a antibióticos (Cuadro 1) que incluye doce familias de bacterias peligrosas para la salud humana, se sugiere guiar y promover la investigación y desarrollo de nuevos antibióticos y así combatir el desarrollo de resistencias a los antimicrobianos.

CUADRO 1. Listado de bacterias para las que se necesitan nuevos antibióticos según la OMS publicado en el 2017

Bacteria	Resistencia	Prioridad*
<i>Acinetobacter baumannii</i>	Carbapenémicos	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Carbapenémicos	1 - Crítica
Enterobacteriaceae	Arbapenémicos, productoras de ESBL	
<i>Enterococcus faecium</i>	Vancomicina	
<i>Staphylococcus aureus</i>	Meticilina, con sensibilidad intermedia y resistencia a la vancomicina	
<i>Helicobacter pylori</i>	Claritromicina	2 - Elevada
<i>Campylobacter</i> spp.	Fluoroquinolonas	
<i>Salmonellae</i>	Fluoroquinolonas	
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Cefalosporina, fluoroquinolonas	
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Penicilina	
<i>Haemophilus influenzae</i>	Ampicilina	3 – Media
<i>Shigella</i> spp.	Fluoroquinolonas	

*La prioridad según la OMS corresponde a las categorías definidas como urgencia en que se necesitan nuevos antibióticos: crítica, alta y media.

2) Ensayos toxicidad.

Uno de los ensayos con mayor utilidad para evaluar toxicidad lo ocupa el ensayo de *Artemia* spp. o camarón salino, organismo de tamaño diminuto perteneciente a la clase Crustaceae y subclase Brachiopoda (Pino y Lazo 2010). Este método fue descrito originalmente con la especie *Artemia salina* por Michael *et al.* (1956) como un organismo candidato para bioensayos como detectores de residuos de insecticidas. Este ensayo

determina el efecto letal de algún compuesto sobre las larvas (nauplios) de *Artemia* spp., obteniendo la dosis letal media (DL₅₀), la cual se refiere a la dosis de una sustancia o compuesto que es letal para la mitad de la población o conjunto de organismos en los cuales es evaluada (Pino y Lazo 2010; Lagarto *et al.* 2001).

Debido a su versatilidad hoy día tiene una aplicación común para la evaluación biológica de productos naturales en plantas superiores: extractos crudos, compuestos puros o fracciones para la determinación de nuevos fármacos, siendo un ensayo preliminar para el monitoreo de compuestos bioactivos (Pino y Lazo 2010; Rahman *et al.* 2005). Este ensayo es relativamente simple, los huevos de artemia son eclosionados en agua salina luego de 48 horas aproximadamente, proveyendo un gran número de larvas y posteriormente se adicionan a distintas concentraciones los compuestos o extractos de interés para determinar la DL₅₀. Además de ser una metodología rápida, el ensayo de artemia es muy versátil ya que puede realizarse dónde sea, las colonias de nauplios no deben mantenerse con vida de forma permanente y es un ensayo barato (Pino y Lazo 2010; Michael *et al.* 1956).

Desde su origen este ensayo pretende sustituir el uso de animales superiores en la evaluación de extractos vegetales para el desarrollo de nuevos fármacos, tomando una gran importancia para el descubrimiento de compuestos con actividad antitumoral y citotóxica (Meyer *et al.* 1982). El ensayo de *Artemia* spp. por sí solo es inadecuado para evaluar propiedades anticancerígenas, pero es ideal para detectar los materiales vegetales que pueden ser aplicables a una preselección de tratamiento alternativo para cáncer (Bajracharya y Tuladhar 2011); sin embargo, se ha demostrado que existe una correlación positiva entre la mortalidad de los nauplios de artemia y diversas líneas celulares cancerígenas (McLaughlin *et al.* 1998). De acuerdo con Bajracharya y Tuladhar (2011) el ensayo del camarón salino resultó útil para determinar la toxicidad de aceites esenciales en especies botánicas utilizadas como especias preventivas de cáncer, en otros casos este bioensayo ha sido efectivo a partir de extractos vegetales de cortezas, tallos, hojas y raíces (Matata *et al.* 2018) y en algunos casos de frutos frescos (Mukherjee y Patil 2012). Esta gran aplicabilidad como un pre-ensayo para citotoxicidad resulta importante ya que a nivel

mundial el cáncer es la segunda causa de muerte después de las enfermedades cardiovasculares atribuyéndole una de cada ocho muertes (Mostacero-León 2019).

4. Retribución a la comunidad

Por último, se deben establecer los mecanismos para la compensación a la comunidad por su participación en la investigación, así como el reconocimiento de los derechos de propiedad del conocimiento tradicional obtenido (Alexiades 1996). Para esto, a nivel internacional, la Carta de las Naciones Unidas reconoce un principio fundamental llamado Consentimiento libre, previo e informado o CLPI, el cual consiste en una serie de instrumentos legales internacionales que incluyen Declaración de las Naciones Unidas sobre Derechos de los Pueblos Indígenas (UNDRIP), el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT 169) y el Convenio sobre la Diversidad Biológica. EL CLPI es un derecho perteneciente a los pueblos indígenas que les permite otorgar o negar el consentimiento a un proyecto que pueda o no afectarles a ellos (FAO 2016).

C. Integración de medicina occidental y tradicional

En la 65ª Asamblea Mundial de la Salud, la OMS declaró que la cobertura sanitaria universal representa la mayor expresión de equidad que debe asegurar que todas las personas puedan acceder a servicios sanitarios de promoción, prevención, rehabilitación y curativos de buena calidad. Lo anterior debe superar los obstáculos a los que se enfrentan las personas para acceder a los servicios de salud, en lo particular la fragmentación de esos servicios. La integración de la medicina tradicional a los sistemas nacionales de salud podría ofrecer a sus usuarios posibilidades de elección aún más amplias al momento de acceder a estos servicios, contribuyendo positivamente al alcance de la cobertura sanitaria universal (OMS 2013).

Considerando lo anterior y tomando en cuenta que, en los estudios etnobotánicos, parte de sus objetivos consisten en la identificación de las formas de preparación de cada una de las recetas tradicionales de plantas medicinales, el interés de estas últimas comienza a incrementar por el mundo moderno ya que ha llevado al desarrollo de nuevos fármacos

(Bermúdez *et al.* 2005; Idu y Onyibe 2007). Combinar la medicina tradicional y occidental podría dar validez científica y ética a los conocimientos tradicionales en plantas medicinales utilizadas por comunidades locales, tal como demuestra Rajat *et al.* 2017 en la validación de la habilidad de plantas medicinales para el control de enfermedades bacterianas tal cual son usadas por los comunitarios en Kenya; demostrando que las formas de preparación tradicionales presentan bioactividad sobre *E. coli* y *S. aureus*. Con esto se podría alcanzar la integración de ambos sistemas de salud, ya que la OMS sugiere que una de las formas de integrar la medicina tradicional consiste en estudiar su utilización, en lo particular sus ventajas y riesgos, y promover una apreciación más precisa de su papel y posibilidades.

D. Estudios previos

En Latinoamérica, Martínez (1994) recopiló información de los estudios etnobotánicos, donde para esa fecha correspondían 20 estudios etnobotánicos. Posteriormente Albuquerque *et al.* (2013) reportan el estado actual de la investigación etnobiológica para Latinoamérica, donde entre 1963 a 2012 se documentan 679 estudios etnobiológicos que investigan directamente la relación entre grupos de humanos y diferentes tipos de recursos naturales, dentro de esta recopilación para Guatemala se reportan 10 en la línea de etnobotánica, 1 en etnofarmacología y 1 en etnomedicina.

En Guatemala se ha documentado el conocimiento tradicional etnobotánico en casos particulares, la Universidad de ETH Zürich (2010) inició un proyecto interdisciplinario para comprender las concepciones maya y occidental del cáncer como parte del proyecto denominado MACOCC (Maya and Contemporary Conception of Cancer) por sus siglas en inglés. El fin de este proyecto era determinar y analizar casos de pacientes diagnosticados con cáncer que fueran tratados por médicos mayas, bajo una perspectiva patológica y socio antropológicamente. Este estudio tenía tres componentes: biomédico, antropología médica y etnobotánica enfocado en 2 etnias, Kaqchikel y Q'eqchi', en las cuales se identificaron 23 especies botánicas de 18 familias diferentes que son utilizadas para el tratamiento de cáncer como parte del componente etnobotánico (Barrios 2017).

En la Reserva de Usos Múltiples Cuenca del Lago de Atitlán (RUMCLA), Barreno (2010) documentó el uso de medicina tradicional de varios municipios de la zona, incluyendo San Andrés Semetabaj, entrevistando a 110 informantes claves donde se incluyen comadronas, curanderos, sacerdotes mayas, etc. De esta iniciativa se identificaron 227 especies medicinales, de las cuales un 45% eran especies nativas y entre las más usadas por los municipios se encuentran el apazote (*Chenopodium ambrosioides*), manzanilla (*Matricaria* sp.) y té de limón (*Cymbopogon* sp.). Además, se encontró que en cada etnia se presentan factores antropológicos como la interpretación de la salud y enfermedades propias, las plantas utilizadas por los 11 municipios estudiados eran las mismas; sin embargo, las formas de preparación eran variadas.

III. JUSTIFICACIÓN

A nivel mundial la medicina tradicional forma parte del sistema de salud de países en desarrollo. Más de un 65% de la población en dichos países utiliza plantas como parte del sistema de salud primaria (Calixto 2005) para tratar un gran número de condiciones físicas. En países desarrollados la medicina tradicional se utiliza como una terapia alternativa en sistema de salud. A nivel mundial el costo de la medicina moderna sobrepasa al de la medicina tradicional o alternativa, en países desarrollados como Estados Unidos la medicina moderna puede costar anualmente US\$2.6 trillones contra US\$27 billones de la medicina alternativa (Kennedy *et al.* 2009). En países pertenecientes a Asia, África y América del Sur la medicina tradicional se considera más asequible y accesible que la medicina moderna; en tratamientos para malaria los costos para el tratamiento con medicina moderna son US\$1.6 contra US\$ 0.10 en uso de hierbas como tratamiento (Ahorlu *et al.* 2007). Estas hierbas o plantas medicinales han sido históricamente importantes para el desarrollo de nuevos fármacos pertenecientes a la medicina occidental, sirven como un modelo para drogas sintéticas y se estima que entre 35,000 y 70,000 plantas se usan con fines medicinales a nivel mundial (Rajaei y Mohamadi 2012), los estudios etnobotánicos recopilan gran variedad información acerca de plantas con potencial farmacológico relacionadas a un sin fin de patologías: gastrointestinales, del sistema urinario, problemas de piel, sistema respiratorio e incluso afecciones específicas como cáncer y VIH.

En Guatemala, el conocimiento tradicional etnobotánico tiene un fuerte potencial como fuente de investigación, teniendo relevancia por diversas razones. Durante el desarrollo de la décima reunión de las partes (COP-10) Guatemala fue declarado miembro del Grupo de Países Megadiversos Afines (GPMA) y se estima que se poseen alrededor de 11,350 plantas vasculares (Cano y Schuster; CONAP 2013). Además de la riqueza biológica, Guatemala es considerado un país rico en cultura, oficialmente en el territorio se reconocen 25 etnias, de las cuáles 22 son de origen maya (De Santayana y Gómez 2003). El sistema de salud guatemalteco es considerado un sistema fragmentado por diversas razones: posee diversos proveedores de salud, (sector público y privado) que, según el MSPAS, deben alcanzar una mayor cobertura de servicios básicos ya que este se enfrenta al aumento en la incidencia de enfermedades crónicas y desabastecimiento de medicamentos. Además, debe

dar cobertura a más de 16 millones de habitantes, de los cuales el 51% vive bajo la línea de pobreza y un 15.2% en pobreza extrema (Ministerio de Salud Pública et al. 2015; Becerril-Montekio y López-Dávila 2011) haciendo que el sistema de salud sea excluyente debido a la capacidad económica.

Incorporar el sistema de medicina tradicional y occidental forma parte de las metas del sistema de salud en Guatemala. Validar las especies botánicas utilizadas permitiría ampliar su uso en sistemas de salud nacional, determinar su potencial farmacológico, así como un mejoramiento en estrategias de conservación para las especies botánicas utilizadas por ambos sistemas de salud. El conocimiento tradicional de las especies botánicas se debe considerar importante porque permitiría al sistema de salud guatemalteco ser más inclusivo para quien lo necesite, alcanzando a un mayor grupo de personas sin importar su realidad socioeconómica. Considerando entonces la asociación que existe entre la diversidad biológica y cultural, además del porcentaje de guatemaltecos que viven por debajo de la línea de pobreza, el uso de las recetas tradicionales brindará fundamento y ética al conocimiento tradicional etnobotánico en los grupos étnicos que lo utilicen; y permitirá evaluar su factibilidad para incorporar ese conocimiento a la medicina moderna.

IV. OBJETIVOS

A. General

- Realizar un estudio etnobotánico de plantas medicinales de San Andrés Semetabaj, Sololá, Guatemala y determinar el efecto biocida de extractos acuosos, etanólicos y recetas tradicionales de ruda (*Ruta graveolens* L.), hierba buena (*Mentha spicata* L.) y hierba mora (*Solanum nigrescens* M. Martens & Galeotti)

B. Específicos

- Elaboración de un listado de plantas medicinales con recetas tradicionales y valores de uso de San Andrés Semetabaj, Sololá, Guatemala
- Selección de tres plantas de uso medicinal utilizadas en San Andrés Semetabaj, Sololá
- Determinación del efecto inhibitorio en bacterias a partir de extractos acuosos, etanólicos y recetas tradicionales
- Determinación del efecto citotóxico de extractos acuosos, etanólicos y recetas tradicionales contra nauplios de *Artemia salina*

V. HIPÓTESIS

- Ha: hay presencia de actividad biocida en por lo menos una de las formas de preparación de cada planta (extracto acuoso, etanólico o preparación original)
- Ho: no hay presencia de actividad biocida en por lo menos una de las formas de preparación de cada planta (extracto acuoso, etanólico o preparación original)

VI. METODOLOGÍA

A. Área de estudio

San Andrés Semetabaj (SAS) es un municipio perteneciente al departamento de Sololá (Ver Figura 2). Se encuentra ubicado en la parte Este del departamento, limitando al Norte con el municipio de Chichicastenango y al Sur con los municipios de Santa Catarina Palopó. La extensión territorial es de 48 kilómetros cuadrados y se ubica a 1,945 metros sobre el nivel del mar lo que propicia un clima generalmente frío. En dicho municipio el sector económico predominante es la agricultura, dónde el 95% de la población del área rural se dedica a ella (UVG 2007).

En SAS existen dos zonas de vida correspondientes a Bosque Montano Bajo Subtropical Húmedo presente en las partes más baja del municipio y Bosque Montano Bajo Subtropical Muy Húmedo en las partes más altas. Poseen diversidad de arbustos, árboles frutales, gran variedad de plantas con propiedades medicinales y árboles maderables de pino y ciprés.

(Consejo Municipal de Desarrollo 2007).

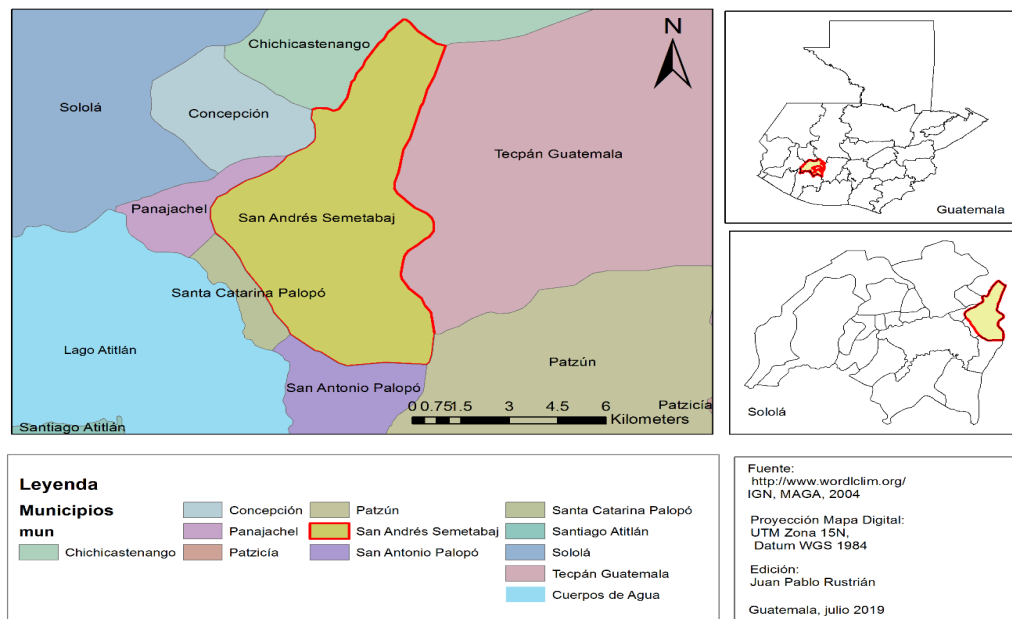


FIGURA 2. Municipio de San Andrés Semetabaj, Sololá, Guatemala

B. Proyecto Jardín Etnobotánico en San Andrés Semetabaj

El sitio de estudio de este trabajo se escogió debido al Proyecto del Jardín Etnobotánico en San Andrés Semetabaj, Sololá (Fase Inicial), a cargo del Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Antropológicas (CIAA) de la Universidad del Valle de Guatemala. El objetivo general de este proyecto fue la creación de un jardín con plantas que tuvieran diversos valores de uso: alimenticios, medicinales, artesanales, culturales, etc. En esta fase inicial se recolectó información de las plantas que utilizaba el grupo focal seleccionado en el municipio y posteriormente se incluirían estas plantas en el Sitio Arqueológico Semetabaj donde se diseñaría el jardín. Para este proyecto se conformó un equipo de trabajo compuesto, por un director y subdirector, 2 estudiantes de antropología, 1 estudiante de farmacología, 1 estudiante de ciencias agroforestales y 1 estudiante de biología.

Los datos de plantas medicinales obtenidos fueron los utilizados para el estudio planteado en esta investigación, a partir de esta información se realizó un análisis de estos, así como ensayos a nivel de laboratorio para cumplir los objetivos mencionados anteriormente.

C. Documentación del conocimiento tradicional etnobotánico

Se solicitó autorización al COCODE (Ver Anexo 1) correspondiente del municipio para la implementación del instrumento etnobotánico para su autorización (Ver Anexo 2). Se realizaron entrevistas a comunitarios bajo los siguientes criterios de inclusión: (i) habitantes actuales del municipio de San Andrés Semetabaj (ii) personas que trabajen con plantas en general, sin importar el valor de uso que le atribuyan a las plantas: alimenticio, cultural, medicinal, artesanal, etc., (iii) respuesta positiva para participar y responder las preguntas de la entrevista. Las entrevistas fueron grabadas en audio y transcritas para recopilar información adicional que no sea captada en la entrevista personal. Para realizar cada entrevista se debía tener la aprobación previa de cada participante, a través de la firma y aceptación del consentimiento informado (Ver Anexo 3).

A partir de la entrevista semi-estructurada (Ver Anexos 4 y 5) se obtuvo información de las plantas que utiliza el entrevistado: nombre común de las plantas, parte utilizada, forma de preparación, padecimiento asociado y sitio/fuente de obtención. Con lo anterior se colectaron especies botánicas en los huertos o jardines de las personas entrevistadas o mercado local que no sean de uso común o bien desconocidos, las especies botánicas de uso muy común o ya conocidas no fueron colectadas. Las plantas colectadas fueron herborizadas con prensas de herborización, cada muestra fue secada, registrada y depositada en el Herbario UVAL.

Para la identificación taxonómica se utilizaron las guías de Flora de Guatemala de Standley y Steyermark (1946) y Trees of Guatemala por Parker (2008); además se utilizaron en algunos casos guías de nombres comunes de plantas de la región para discernir entre especies, como: Plantas autóctonas de Guatemala Usadas en Medicina Tradicional (Pöll y Álvarez 2015), Plantas Útiles de Sololá (McVean 2006) y Medicina Maya' en Guatemala (Berger 2016).

A partir del listado general de plantas utilizadas en SAS, se elaboró un listado de solo las plantas medicinales utilizadas en dicho municipio que contenía la siguiente información: (i) nombre común (ii) nombre científico (iii) familia (iv) parte de la planta utilizada (v) padecimiento asociado o categorías y (vi) receta o modo de preparación.

D. Evaluación farmacológica y toxicológica: Bioensayos

1. Selección de plantas medicinales

Del listado etnobotánico obtenido se seleccionó únicamente tres plantas de uso medicinal bajo los siguientes criterios de selección: (i) plantas con un IVU mayor a 0.5 (ii) plantas con un UST mayor a 10% (iii) plantas con recetas completas y descritas por algún informante del grupo focal (iv) plantas de fácil acceso, aproximadamente 50 g en peso fresco. Para asegurar la colecta de las tres plantas, de todas las plantas que cumplieran con los criterios anteriores se seleccionaron diez plantas preliminares y de esas, tres se seleccionaron según su disponibilidad en los huertos o mercados de SAS o afines.

2. Colecta de material

De las tres plantas seleccionadas, se colectó aproximadamente 50 g del tejido específico utilizado por los informantes del grupo focal: hojas (jóvenes y adultas), tallos, cortezas, raíz, frutos y flores. Estos fueron obtenidos en el mercado local, viveros o huertos en SAS o en sitios pertinentes de acuerdo con lo indicado por lo entrevistados. Cada especie colectada fue almacenada en bolsas o sobres de colecta con sus respectivos datos de identificación y secadas en un horno a 50°C durante al menos una semana. Posteriormente se limpió el material vegetal seco, removiendo contaminación por tierra, musgos, insectos, etc. con ayuda de pinzas y cernidor. El material para extractos etanólicos y acuosos limpio fue triturado en un molino de café hasta pulverizar.

3. Preparación de extractos y recetas tradicionales

Para la preparación de los extractos acuosos y etnólicos se tomaron como base las metodologías de Bussmann *et al.* 2010 y Chaieb *et al.* 2013:

En frascos de vidrio rotulados y cubiertos de papel aluminio se agregaron 3 g del material vegetal triturado y 30 mL de solvente (etanol al 95% o agua destilada), se dejaron en agitación constante durante 3 días. Posteriormente se colectó por filtración el extracto en beakers de 100 mL, para esto se filtró una primera vez con una gaza de 10 cm x 10 cm y una segunda vez con algodón. Adicionalmente se filtró parte del volumen de estos extractos con membrana de nitrato de celulosa (47 mm, 0.45µm). El extracto se almacenó 4°C en alícuotas de aproximadamente 15 mL en viales de 30 mL. El porcentaje de rendimiento fue calculado con base al volumen final obtenido.

Las recetas tradicionales fueron elaboradas tomando en cuenta las especificaciones de las personas del grupo focal y/o forma de preparación exacta (infusiones, decocciones, etc.) de la planta citada. La forma de preparación se elaboró un día antes del ensayo de efecto bactericida o citotóxico, para evitar degradación de compuestos activos y apegarse a las recomendaciones de cada informante. Para los detalles en la preparación de recetas tradicionales se tomó como base la metodología de Rajat *et al.* 2017, utilizando agua

destilada estéril como solvente, y el extracto (receta tradicional) fue preparado en proporción 3:10, 3 g de material seco y 30 ml de solvente, se filtró cada receta utilizando papel filtro estéril 0.1 y luego se filtró por membrana de nitrato de celulosa (47 mm, 0.45 µm). Cada receta se enfrió a 4°C antes de realizar el bioensayo correspondiente.

4. Efecto inhibitorio de bacterias

a. Cultivo de bacterias

Se utilizaron bacterias Gram-positivo y Gram-negativo provenientes del cepario del Departamento de Biología de la Universidad del Valle de Guatemala. Las bacterias que se utilizaron fueron: *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli*.

Para la preparación del cultivo, con un asa bacteriológica, se picó una colonia del cultivo a evaluar (*S. typhimurium*, *S. aureus* o *P. aeruginosa*), se transfirió a un tubo de ensayo estéril con 5 mL de caldo tripticasa soya y se incubaron a 36°C durante toda la noche (overnight) en incubadora con agitación constante. A partir de cada cultivo, se preparó una dilución según estándar 0.5 McFarland agregando solución salina estéril al 0.9%, con esto se aseguraron que el número de bacterias llegaran a un rango establecido.

b. Ensayo por difusión en agar (Método Kirby-Bauer)

Se prepararon discos de papel filtro estériles agregando 10 µL de cada una de las siguientes sustancias:

CUADRO 2. Tratamientos para evaluación del efecto inhibitorio por planta correspondiente

Tratamiento	Sustancia
Control negativo acuoso	Agua destilada
Control negativo etanólico	Etanol 95%
Control positivo	Antibiótico comercial
Extracto acuoso	Extracto vegetal 3:3
Extracto etanólico	Extracto vegetal 3:3
Receta tradicional	Infusión o decocción de planta correspondiente

Los tratamientos corresponden a cada planta a utilizar, por lo tanto, serán los mismos para todas las plantas seleccionadas

Para la evaluación del efecto inhibitorio se tomaron como base las metodologías de Cates *et al.* (2013) y Rojas *et al.* (2005). En cajas Petri con agar Müeller Hinton se inocularon 100 μ L del cultivo diluido de la bacteria correspondiente y se distribuyó homogéneamente con hisopos estériles, se trabajó en triplicado por cada bacteria y planta; por lo tanto, se inocularon 9 cajas Petri para cada bacteria, para un total de 36 cajas inoculadas.

Se colocaron 6 discos por caja Petri (Ver Figura 3) previamente preparados con las soluciones descritas, posteriormente se incubaron las cajas Petri a 36°C por 24 horas. Luego del tiempo establecido se revisaron las cajas y con ayuda de un Vernier digital se midieron los halos de inhibición alrededor de los discos de papel filtro en caso de estar presentes. El control positivo debía presentar halo inhibitorio y el control negativo no debía presentar halo, si los criterios no se cumplían la caja debía descartarse. Para considerar actividad antibacteriana debe presentarse inhibición de crecimiento alrededor del disco.

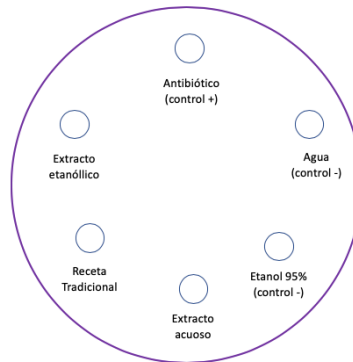


FIGURA 3. Diagrama de caja Petri para prueba de inhibición bacteriana

5. Efecto citotóxico en *A. salina*

a. Preparación de agua de mar

Para la evaluación del efecto citotóxico se tomaron como base las metodologías descritas por Meyer *et al.* 1982; Lagarto *et al.* 2001; Mukherjee y Patil 2002. En una pecera de 3 litros, se adicionó 2 litros de agua destilada más 38 g/L de sal marina, se agitó con varilla de vidrio hasta disolver la sal, se revisó que el pH fuese de 8.5.

b. Cultivo de *A. salina*

Los huevecillos de *A. salina* fueron obtenidos en Animal World Guatemala. En la pecera se adicionó 25 mg de huevos, la eclosión duró 48 horas, a las 24 horas se adicionó levadura comercial en pequeñas cantidades, esto sirvió de alimento para las larvas. Para favorecer la colecta de larvas la pecera se colocó cercana a una fuente de luz artificial, los nauplios nadaron de la parte oscura a la parte iluminada de la pecera. La incubación se realizó a temperatura ambiente entre 22-29°C. Para que la pecera estuviera en constante aireación se colocó una piedra difusora de oxígeno.

c. Ensayo de citotoxicidad

Con ayuda de una pipeta Pasteur y utilizando un esteroscopio (Leica) se transfirieron 10 nauplios a cada vial de vidrio de 10 mL con 4.5 mL de agua salada, se adicionó 0.5 mL del extracto de planta (acuoso o etanólico) o receta tradicional (extractos crudos) para un total de 5 mL por pozo. Como controles negativos se utilizaron por separado 5 mL de agua salada, 0.5 mL de agua destilada más 4.5 mL de agua salada y 0.5 mL de agua destilada estéril más 4.5 mL de agua salada; y como control positivo se utilizó 0.5 mL de etanol en 4.5 mL de agua salada (Ver Cuadro 2). Se trabajó en décuple por planta, los tratamientos de nauplios se mantuvieron a temperatura ambiente, con luz artificial por 24 horas. Luego de transcurrido el tiempo se contaron en estereoscopio los nauplios muertos y vivos.

CUADRO 3. Tratamientos para evaluación del efecto citotóxico por planta correspondiente

Tratamiento	Sustancia
Control negativo	5 mL agua salada
Control positivo	Etanol 95%
Extracto acuoso	Extracto vegetal 3:3
Extracto etanólico	Extracto vegetal 3:3
Receta tradicional	Infusión o decocción de planta correspondiente

*Los tratamientos corresponden a cada planta a utilizar, por lo tanto serán los mismos para todas las plantas **seleccionadas**

E. Retribución a la comunidad de San Andrés Semetabaj

Considerando que los datos utilizados para esta investigación provienen del proyecto del Jardín Etnobotánico dirigido por el CIAA, el proyecto planteó la forma de retribución a la comunidad como la elaboración del jardín para contribuir a la educación de la herencia maya en la comunidad y que este a futuro sea un sitio semillero para los mismos comunitarios.

F. Análisis de datos

1. Etnobotánica

Besándose en el listado de plantas medicinales se tabularon en histogramas de frecuencia las especies más utilizadas, familias más abundantes de acuerdo con el uso, parte de la planta más utilizada, frecuencia de especies nativas y exóticas y enfermedades más

tratadas con cada planta utilizando Excel (V 16.27). A partir de esto se estimaron los índices de valor de uso de especies (IVU), y nivel de uso significativo tramil (UST) a partir de las siguientes fórmulas:

Índice de valor de uso de especies o IVUs: este índice expresa la importancia o valor cultural de una especie específica para todos los informantes entrevistados, se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$IVUs = \frac{\sum iVUs}{Ns}$$

(Zambrano-Intriago 2015)

Donde *VUs* es el valor de uso de la especie por cada informante, y *Ns* es el número de informantes para cada especie.

Nivel de uso significativo Tramil o UST: este permite verificar la aceptación cultural de cada especie, estimando el nivel de uso significativo, es aplicado a aquellos usos medicinales citados con frecuencia superior o igual al 20% por los encuestados, se calcula a través de la siguiente formula:

$$UST = \frac{Uso\ especie\ (s)}{Nis} \times 100$$

(Zambrano-Intriago 2015)

Donde *Uso especie (s)* es el número de citas para cada especie y *Nis* corresponde al número de informantes encuestados.

2. Bioensayos

a. Efecto inhibitorio

Para determinar el efecto inhibitorio de cada planta, se utilizó la presencia de zona de inhibición (halos de inhibición) como un resultado positivo. Si no se presentan halos de inhibición se consideró lo anterior como un resultado negativo indicando la no presencia de bioactividad. Estos resultados fueron tabulados en cuadros en Hojas de cálculo de Excel.

b. Efecto de citotoxicidad

Se registró el número de nauplios muertos para cada tratamiento. Utilizando el software Real Statistics de Excel (V 6.6). A partir de número de muertos se realizó una prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los datos y una prueba de Levene para evaluar si las varianzas eran homogéneas. Considerando que los resultados no presentaron normalidad ni varianzas homogéneas se realizó una prueba de Scheirer-Ray-Hare, que es un método no paramétrico para dos factores. La prueba fue trabajada con un 95% de confianza. Además se realizó una prueba de Kruskal-Wallis para evaluar cuál de las tres plantas poseía diferencia en el número de nauplios muertos en sus recetas tradicionales.

VI. RESULTADOS

A. Conocimiento tradicional etnobotánico

1. Plantas medicinales utilizadas en San Andrés Semetabaj

A partir de las entrevistas realizadas y la identificación taxonómica se obtuvo un listado con 72 plantas medicinales, representadas en 34 familias y 69 géneros (Ver Cuadro 4)

CUADRO 4. Listado de plantas medicinales utilizadas en San Andrés Semetabaj, Sololá

Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábito*	Estado de origen**
Amaranthaceae	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Apazote/Epazote	Hierba	Nativa
Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i> L.	Cebolla	Hierba	Exótica
Annonaceae	<i>Annona</i> sp.	Anona	Árbol	Nativa
Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Hinojo	Hierba	Exótica
Araceae	<i>Monstera deliciosa</i> Liebm.	Mano de León	Arbusto	Nativa
Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i> L.	Milenrama	Hierba	Exótica
Asteraceae	<i>Dahlia imperialis</i> Roezl ex Ortgies	Tunay/Saico	Hierba	Nativa
Asteraceae	<i>Galinsoga urticifolia</i> (Kunth) Benth.	Macash/Mololent	Hierba	Nativa
Asteraceae	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Manzanilla	Hierba	Exótica
Asteraceae	<i>Tagetes lucida</i> Cav.	Pericon	Hierba	Nativa
Asteraceae	<i>Artemisia absinthium</i> L.	Ajenjo	Hierba	Exótica
Asteraceae	<i>Senecio salignus</i> DC.	Chilca	Arbusto	Nativa
Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass	Siguapate	Arbusto	Nativa
Asteraceae	<i>Baccharis inamoena</i> Gardner	Santo Domingo	Hierba	Nativa
Asteraceae	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	Cardo Mariano	Hierba	Exótica
Asteraceae	Morfoespecie 1	Árnica***	Hierba	N/A
Asteraceae	<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Sch.Bip.	Altamisa	Hierba	Exótica
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Abedul Rojo/Aliso/Ílamo	Árbol	Nativa
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Bolsa de pastor	Hierba	Exótica
Brassicaceae	<i>Brassica campestris</i> L.	Hierba blanca	Hierba	Exótica
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i> L.	Jiliplege	Hierba	Nativa
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Papaya	Arbusto	Nativa
Commelinaceae	<i>Tradescantia zebrina</i> Bosse	Hierba de pollo	Hierba	Nativa

Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábito*	Estado de origen**
Cucurbitaceae	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Güisquil	Arbusto	Exótica
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Cipres	Árbol	Nativa
Equisetaceae	<i>Equisetum giganteum</i> L.	Cola de caballo	Hierba	Nativa
Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i> sp.	Hierba de cáncer	Hierba	Nativa
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerillo	Arbusto	Exótica
Fabaceae	<i>Erythrina berteroana</i> Urb.	Pito	Árbol	Nativa
Fabaceae	<i>Crotalaria longirostrata</i> Hook. & Arn	Chipilin	Hierba	Nativa
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i> Baill.	Taray	Árbol	Nativa
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Frijol Negro	Arbusto	Nativo
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> L.	Alfalfa	Hierba	Exótica
Fagaceae	<i>Quercus brachystachys</i> Benth	Encino	Árbol	Nativa
Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Romero	Hierba	Exótica
Lamiaceae	<i>Mentha spicata</i> L.	Hierba buena	Hierba	Exótica
Lamiaceae	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	Chan	Hierba	Nativa
Lamiaceae	<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	Bretónica	Hierba	Nativa
Lamiaceae	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Tomillo	Hierba	Nativa
Lamiaceae	<i>Lavandula</i> sp.	Lavanda	Hierba	Exótica
Lamiaceae	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Albahaca	Hierba	Exótica
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.	Aguacate	Árbol	Nativa
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> L.	Malva/Malma	Hierba	Exótica
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Escobillo	Hierba	Nativa
Myrtaceae	<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	Clavo	Árbol	Exótica
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	Árbol	Nativa
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto	Árbol	Exótica
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea</i> sp.	Buganvillea	Árbol	Exótica
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	Pasiflora	Arbusto	Nativa
Pinaceae	<i>Pinus</i> sp.	Pino	Árbol	Nativo
Piperaceae	<i>Piper nigrum</i> L.	Pimienta	Arbusto	Exótica
Plantaginaceae	<i>Plantago major</i> L.	Llanten/Lanten	Hierba	Exótica
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	Maiz	Hierba	Nativa
Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	Té de limón	Arbusto	Exótica
Polygonaceae	<i>Persicaria glabra</i> (Wild.) M. Gómez	Pimienta de Agua	Hierba	Exótica
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	Lengua de buey/vaca	Hierba	Exótica
Polygonaceae	<i>Rheum rhaponticum</i> L.	Ruibarbo	Hierba	Exótica
Pteridaceae	<i>Adiantum</i> sp.	Culantrillo	Hierba	Exótica
Rosaceae	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Durazno criollo	Árbol	Exótica

Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábito*	Estado de origen**
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Nispero	Árbol	Exótica
Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i> L.	Ruda	Hierba	Exótica
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	Lima-limón	Árbol	Exótica
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i> La Llave	Matasano	Hierba	Nativa
Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	Limón	Árbol	Exótica
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	Árbol	Exótica
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	Hierba- Mora/Macuy/Maru bio	Hierba	Nativa
Urticaceae	<i>Urtica</i> sp.	Ortiga	Hierba	Exótica
Verbenaceae	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P. Wilson	Salvia Santa	Hierba	Nativa
Verbenaceae	<i>Phyla scaberrima</i> (Juss. ex Pers.) Moldenke	Orozuz	Hierba	Nativa
Verbenaceae	<i>Aloysia citriodora</i> Palau	Maria Luisa	Hierba	Exótica
Verbenaceae	<i>Verbena carolina</i> L.	Verbena	Hierba	Nativa
Xanthorrhoeaceae	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	Sábila	Hierba	Exótica

*Para la clasificación del estado de origen se utilizó Flora de Guatemala por Standley y Steyermark (1946), también se tomó en cuenta la información brindada por los informantes clave al describir a algunas especies como “criollas” o propias de Guatemala

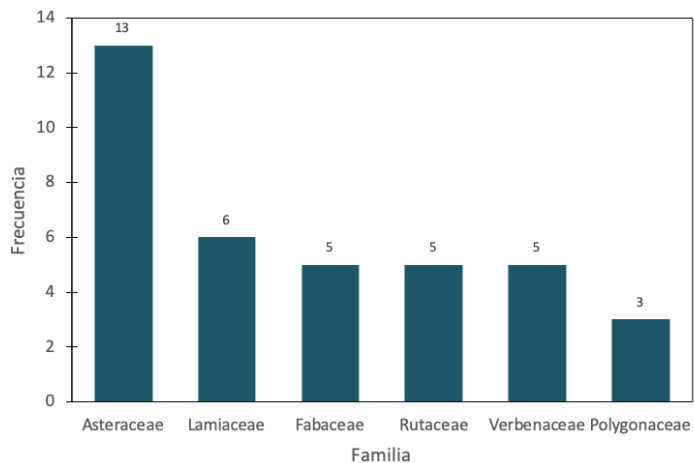
**Para la determinación del hábito de cada planta se visitó algunos jardines medicinales de los informantes clave y además se verificaron en base a Plantas útiles de Sololá, Guatemala por MacVean (2006)

***Planta sin determinar, posiblemente *Tithonia longiradiata* (Bertol.) S.F.Blake

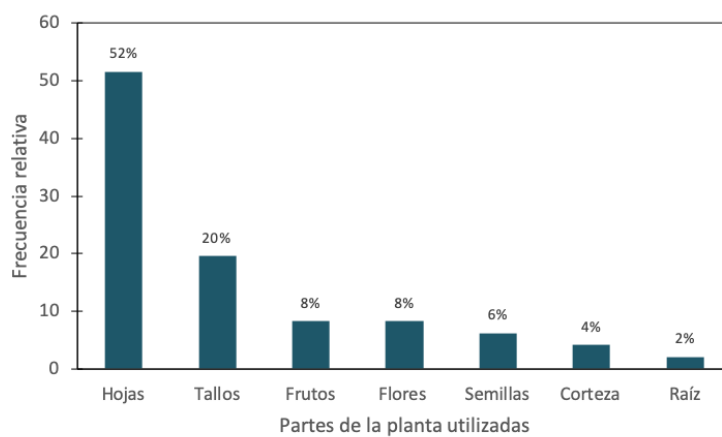
En el Cuadro 4 se presentan las especies medicinales utilizadas en San Andrés Semetabaj. El nombre común de cada planta fue brindado por los informantes. Algunas plantas pueden tener más de un nombre común como sucede con *Solanum nigrescens* que en San Andrés se denomina como macuy, hierba mora o marubio. De las 72 plantas presentadas, 9 fueron identificadas hasta nivel de género y 63 hasta nivel de especie.

En la Figura 4, se representaron las siguientes características de las plantas medicinales utilizadas en San Andrés Semetabaj: familias más utilizadas, partes utilizadas y estado de origen

A)



B)



C)

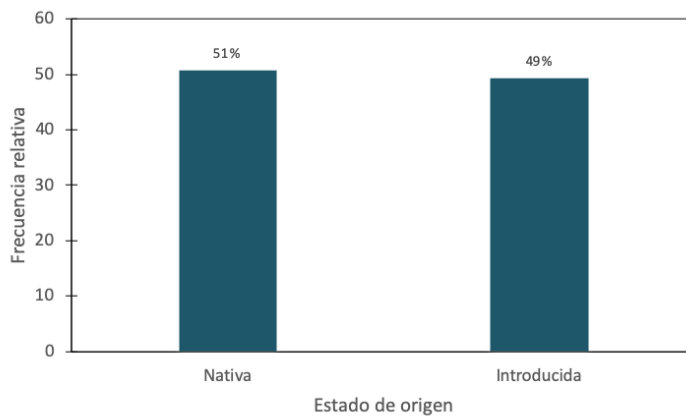


FIGURA 4. A) Principales familias de plantas medicinales utilizadas en SAS. B) Partes utilizadas de plantas medicinales. C) Estado de origen de plantas medicinales

En la Figura 4 se representan A) las 6 familias de plantas medicinales más utilizadas en San Andrés Semetabaj, el total de familias utilizadas corresponde a 34, de estas la familia Asteraceae posee 13 especies, Lamiaceae 6 especies, luego Fabaceae, Rutaceae y Verbenaceae con 5 especies cada una y Polygonaceae con 3 especies, las otras 29 familias poseen 2 o 1 una especie cada una. B) Frecuencia relativa del estado de origen de las plantas medicinales citadas por los informantes, a la categoría de plantas nativas corresponden un 51% de las especies, mientras que para las plantas introducidas/exóticas corresponden un 49%. no existe preferencia por el estado de origen ($X^2 = 0.014085$, $df = 1$, $p = 0.9055$). C) Frecuencia relativa de las partes más utilizadas de las plantas medicinales, de estas las hojas son la parte más utilizada (52%) para cada receta tradicional. Los tallos son los siguientes más utilizados con un 20%, las flores, fruto, semillas, corteza y raíz se usan en menor cantidad con menos de 10% de uso para cada parte.

2. Usos de plantas medicinales (categorías) con índice de valor de importancia (IVU) y nivel significativo Trámil (UST)

A partir de las citaciones y valores de uso mencionados por los informantes de SAS se determinó el IVU y UST (Ver Cuadro 5).

CUADRO 5. Uso medicinal (categorizado en sistemas del cuerpo asociados a enfermedades) e índices de uso de las plantas de San Andrés Semetabaj

Nombre científico	Parte utilizada*	Sistema del cuerpo (Categorías)**	Citaciones	IVU	UST (%)
<i>Acalypha</i> sp.	-.***	GAS	3	0.67	18.75
<i>Achillea millefolium</i> L.	H	P	1	1	6.25
<i>Adiantum</i> sp.	H	REP	1	1	6.25
<i>Allium cepa</i> L.	H	ES	1	1	6.25
<i>Alnus</i> sp.	H, R	SAN	1	1	6.25
<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	H	P, ES	2	0.5	12.5
<i>Aloysia citriodora</i> Palau	H	NEU	1	2	6.25
<i>Annona</i> sp.	H	ES	1	1	6.25
<i>Artemisia absinthium</i> L.	H	GAS, REP, OSTE, ES	4	1.5	25
<i>Baccharis inamoena</i> Gardner	H	OSTE, ENT, ES	1	3	6.25
<i>Bougainvillea</i> sp.	F	RES	1	1	6.25
<i>Brassica campestris</i> L.	H, T	SAN	1	1	6.25
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.)	TD	P, ES	2	1.5	12.5

Nombre científico	Parte utilizada*	Sistema del cuerpo (Categorías)**	Citaciones	IVU	UST (%)
Medik.					
<i>Carica papaya</i> L.	H	ES	1	1	6.25
<i>Casimiroa edulis</i> La Llave	H, S, FR	NEU	1	1	6.25
<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	FR, H	REP, RES, ES	3	1	18.75
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	FR, H	REP, OSTE, ES	2	1	12.5
<i>Citrus sp.</i>	H	GAS, CDV	1	4	6.25
<i>Crotalaria longirostrata</i> Hook. & Arn	H	ES	1	1	6.25
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	TP	RES	1	1	6.25
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	H	GAS, RES	4	0.5	25
<i>Dahlia imperialis</i> Roez. ex Ortgies	T, F	RES, R/U, ES	1	3	6.25
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	H	GAS, REP	6	1	37.5
<i>Equisetum giganteum</i> L.	T	GAS	2	1	12.5
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	H, FR	ES	1	1	6.25
<i>Erythrina berteroana</i> Urb.	C	NEU	1	2	6.25
<i>Eucalyptus sp.</i>	H	ES	2	0.5	12.5
<i>Eysenhardtia adenostylis</i> Baill.	T	R/U	1	1	6.25
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	H	CDV, NEU, REP	2	0.5	12.5
<i>Galinsoga urticifolia</i> (Kunth) Benth.	H, T	GAS	1	1	6.25
<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	S	GAS	2	1.5	12.5
<i>Lavandula sp.</i>	H, T	RES	2	0.5	12.5
<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	–	OSTE	1	1	6.25
<i>Lepidium virginicum</i> L.	H, T	RES, ES	3	1	18.75
<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P. Wilson	H, T	CDC, ES	5	1.2	31.25
<i>Malva sylvestris</i> L.	TP	GAS	3	0.67	18.75
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	F, T, H	GAS, RES, ES	4	1	25
<i>Medicago sativa</i> L.	H	GAS	1	1	6.25
<i>Mentha spicata</i> L.	H	GAS	4	1	25
<i>Monstera deliciosa</i> Liebm.	H	GAS	1	1	6.25
Morfoespecie1	H, T	OSTE	1	1	6.25
<i>Ocimum basilicum</i> L.	H, T	GAS	4	1.25	25
<i>Passiflora sp.</i>	H	NEU	1	1	6.25
<i>Persea americana</i> Mill.	H	OSTE	1	1	6.25
<i>Persicaria glabra</i> (Wild.) M. Gómez	H	R/U	1	1	6.25
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	S	R/U	1	1	6.25

Nombre científico	Parte utilizada*	Sistema del cuerpo (Categorías)**	Citaciones	IVU	UST (%)
<i>Phyla scaberrima</i> (Juss. ex Pers.) Moldenke	H	OSTE, RES, ES	2	1.5	12.5
<i>Pinus</i> sp.	H, C	P	3	0.67	18.75
<i>Piper nigrum</i> L.	FR	REP	1	1	6.25
<i>Plantago major</i> L.	H	GAS, P, R/U	3	1	18.75
<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass	–	–	1	1	6.25
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	FR	ENT	3	1	18.75
<i>Psidium guajava</i> L.	H	ES	1	1	6.25
<i>Quercus brachystachys</i> Benth	C	P	1	1	6.25
<i>Rheum rhaponticum</i> L.	R	INM, HEP	1	2	6.25
<i>Ricinus communis</i> L.	S	OSTE	1	1	6.25
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	H, T	P, OSTE, GAS, ES	2	2	12.5
<i>Rumex crispus</i> L.	H, R	GAS, ES	1	2	6.25
<i>Ruta graveolens</i> L.	F, T, H	GAS, RES, NEU, REP, ES	9	1.56	56.25
<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	F	P, ES	1	1	6.25
<i>Senecio salignus</i> DC.	H, T	ES	3	1	18.75
<i>Sida rhombifolia</i> L.	H	RES, ES	1	2	6.25
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	H	GAS	1	1	6.25
<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	H, T, FR	RES, ES	3	0.67	18.75
<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	F	REP	1	1	6.25
<i>Tagetes lucida</i> Cav.	F, T, H	GAS	4	0.75	25
<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Sch.Bip.	TP	RES, REP, ES	6	0.83	37.5
<i>Thymus vulgaris</i> L.	H, T	RES, ES	2	1	12.5
<i>Tradescantia zebrina</i> Bosse	H	R/U, REP	1	2	6.25
<i>Urtica</i> sp.	H	SAN	1	1	6.25
<i>Verbena carolina</i> L.	H, T	GAS	3	0.67	18.75
<i>Zea mays</i> L.	S	R/U	1	1	6.25

*Parte utilizada: H = Hojas, T = Tallos, F = Flores, S = Semilla, FR = Fruto, R = Raíz, C = Corteza, TP = Toda la planta

**Sistemas del cuerpo (categorías): CDV = Cardiovascular, ENT = sistema sensorial, GAS = Gastrointestinal, HEP = Hepático, INM = Inmunológico, NEU = Neurológico, OSTE = Osteomuscular, ES = Estético, P = Piel, R/U = Renal urológico, RES = Respiratorio, SAN = Sanguíneo, REP = Reproductivo, DC = Dolor de cabeza, FIE = Fiebre, E/O = Energético/Ojo, DIA = Diabetes. Para los sistemas del cuerpo (categorías) en los que se clasifican las plantas medicinales utilizadas se tomaron como base las utilizadas por Zambrano-Intriago *et al.* (2015), las categorías y lo que se incluye en cada una se describen en anexos (Ver Anexo 6).

***No se especifica por los informantes

En el Cuadro 5 se presentan las plantas medicinales con las categorías y/o sistemas del cuerpo en donde se agrupan las enfermedades para las cuáles son útiles. Se representan un

total de 17 categorías, que corresponden a enfermedades/padecimientos. Las formas de preparación específicas para cada planta se describen en anexos (Ver Anexo 7). Los IVUs más altos corresponden a Lima-Limón (*Citrus* sp.) con IVU = 4, Tunay (*Dahlia imperialis* Roetzl ex Ortgies) con IVU = 3 y Santo Domingo (*Baccharis inamoena* Gardner) con IVU = 3. El UST mayor corresponde a la ruda (*Ruta graveolens* L.) con UST = 56.25%, altamisa (*Tanacetum parthenium* (L.) Sch.Bip.) y apazote UST = 37.5% respectivamente y salvia santa (*Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P. Wilson) con UST = 31.25%. En el Anexo 10 se encuentran en graficados en histogramas las 5 plantas con IVU y UST más alto.

En la Figura 5 se representaron los usos medicinales categorizados en sistemas del cuerpo asociados a enfermedades de las plantas utilizadas en San Andrés Semetabaj:

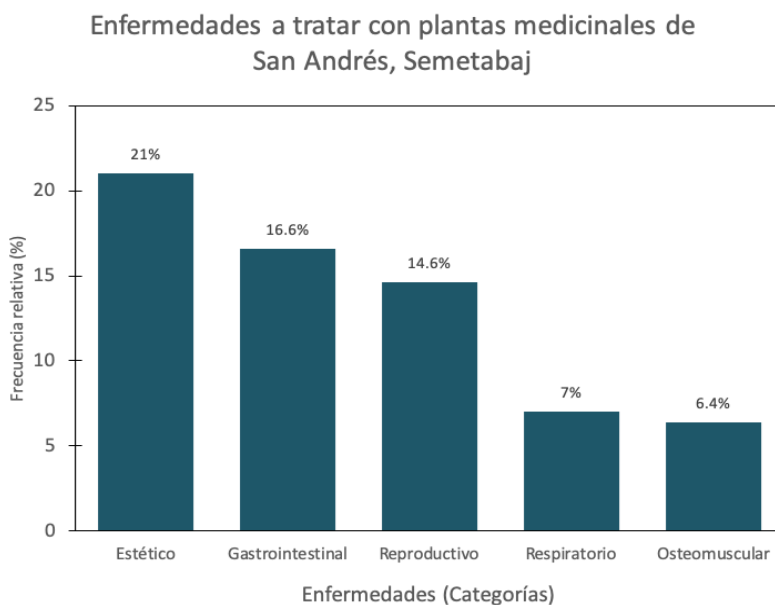


FIGURA 5. Frecuencia relativa de principales usos medicinales (categorizados en sistemas del cuerpo).

En la Figura 5 se representó la frecuencia relativa de las enfermedades en las cuáles se utilizan las plantas medicinales de los informantes de San Andrés Semetabaj. El 21% son utilizadas para aspectos estéticos en los cuales se incluyen ejemplos como bajar de peso,

reparar caída del cabello, mordeduras o piquetes de animales. Las enfermedades asociadas al sistema digestivo/gastrointestinal son la segunda categoría principal para la que se utilizan las plantas reportadas, con 16.6% seguido del sistema reproductivo con un 14.6%; siendo estos los 3 sistemas o categorías con un uso superior al 10%. Cada una de las categorías restantes (14) poseen un uso menor al 10%, siendo la menor el sistema inmunológico.

3. Selección de especies para la evaluación

Se evaluaron los criterios de inclusión de IVU, UST, recetas tradicionales específicas y accesibilidad a la planta fresca para la selección de las tres plantas a utilizar en este estudio (Ver Cuadro 6).

CUADRO 6. Criterios de selección para evaluación del efecto farmacológico y toxicológico

Nombre científico	IVU superior a 0.5	UST (%) mayor a 10%	Receta medicinal específica	Accesibilidad de material fresco*
<i>Acalypha</i> sp.	0.67	18.75	No	No
<i>Achillea millefolium</i> L.	1	6.25	Sí	No
<i>Adiantum</i> sp.	1	6.25	No	Sí
<i>Allium cepa</i> L.	1	6.25	Sí	Sí
<i>Alnus</i> sp.	1	6.25	No	Sí
<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	0.5	12.5	Sí	Sí
<i>Aloysia citriodora</i> Palau	2	6.25	Sí	No
<i>Annona</i> sp.	1	6.25	No	Sí
<i>Artemisia absinthium</i> L.	1.5	25	No	Sí
<i>Baccharis inamoena</i> Gardner	3	6.25	No	No
<i>Bougainvillea</i> sp.	1	6.25	No	Sí
<i>Brassica campestris</i> L.	1	6.25	No	Sí
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	1.5	12.5	Sí	No
<i>Carica papaya</i> L.	1	6.25	No	Sí
<i>Casimiroa edulis</i> La Llave	1	6.25	No	No
<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	1	18.75	Sí	Sí
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	1	12.5	Sí	Sí
<i>Citrus</i> sp.	4	6.25	Sí	No

Nombre científico	IVU superior a 0.5	UST (%) mayor a 10%	Receta medicinal específica	Accesibilidad de material fresco*
<i>Crotalaria longirostrata</i> Hook. & Arn	1	6.25	Sí	Sí
<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	1	6.25	Sí	Sí
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	0.5	25	Sí	Sí
<i>Dahlia imperialis</i> Roez1 ex Ortgies	3	6.25	Sí	Sí
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	1	37.5	Sí	Sí
<i>Equisetum giganteum</i> L.	1	12.5	No	Sí
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	1	6.25	Sí	Sí
<i>Erythrina berteroana</i> Urb.	2	6.25	Sí	Sí
<i>Eucalyptus</i> sp.	0.5	12.5	Sí	Sí
<i>Eysenhardtia adenostylis</i> Baill.	1	6.25	No	Sí
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	0.5	12.5	No	Sí
<i>Galinsoga urticifolia</i> (Kunth) Benth.	1	6.25	No	No
<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	1.5	12.5	No	No
<i>Lavandula</i> sp.	0.5	12.5	Sí	No
<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	1	6.25	No	No
<i>Lepidium virginicum</i> L.	1	18.75	Sí	Sí
<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P. Wilson	1.2	31.25	Sí	Sí
<i>Malva sylvestris</i> L.	0.67	18.75	Sí	Sí
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	1	25	Sí	Sí
<i>Medicago sativa</i> L.	1	6.25	No	Sí
<i>Mentha spicata</i> L.	1	25	Sí	Sí
<i>Monstera deliciosa</i> Liebm.	1	6.25	Sí	Sí
Morfoespecie1	1	6.25	Sí	No
<i>Ocimum basilicum</i> L.	1.25	25	Sí	Sí
<i>Passiflora</i> sp.	1	6.25	Sí	No
<i>Persea americana</i> Mill.	1	6.25	Sí	Sí
<i>Persicaria glabra</i> (Wild.) M. Gómez	1	6.25	No	No
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	1	6.25	No	Sí
<i>Phyla scaberrima</i> (Juss. ex Pers.) Moldenke	1.5	12.5	No	Sí
<i>Pinus</i> sp.	0.67	18.75	No	Sí
<i>Piper nigrum</i> L.	1	6.25	Sí	Sí
<i>Plantago major</i> L.	1	18.75	Sí	No
<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass	1	6.25	No	No

Nombre científico	IVU superior a 0.5	UST (%) mayor a 10%	Receta medicinal específica	Accesibilidad de material fresco*
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	1	18.75	No	Sí
<i>Psidium guajava</i> L.	1	6.25	Sí	Sí
<i>Quercus brachystachys</i> Benth	1	6.25	Sí	Sí
<i>Rheum rhaponticum</i> L.	2	6.25	No	No
<i>Ricinus communis</i> L.	1	6.25	Sí	Sí
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	2	12.5	Sí	Sí
<i>Rumex crispus</i> L.	2	6.25	No	No
<i>Ruta graveolens</i> L.	1.56	56.25	Sí	Sí
<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	1	6.25	Sí	Sí
<i>Senecio salignus</i> DC.	1	18.75	Sí	Sí
<i>Sida rhombifolia</i> L.	2	6.25	Sí	No
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	1	6.25	No	No
<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	0.67	18.75	Sí	Sí
<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	1	6.25	Sí	Sí
<i>Tagetes lucida</i> Cav.	0.75	25	Sí	Sí
<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Sch.Bip.	0.83	37.5	Sí	Sí
<i>Thymus vulgaris</i> L.	1	12.5	No	Sí
<i>Tradescantia zebrina</i> Bosse	2	6.25	Sí	Sí
<i>Urtica</i> sp.	1	6.25	No	No
<i>Verbena carolina</i> L.	0.67	18.75	Sí	Sí
<i>Zea mays</i> L.	1	6.25	Sí	Sí

*La disponibilidad del material fresco se consideró según con las citaciones de cada planta, lo observado durante las entrevistas y el valor comercial que la planta tiene en San Andrés Semetabaj

En el Cuadro 6 se observan los criterios de selección de plantas medicinales para la evaluación del efecto farmacológico y toxicológico. De las plantas citadas, 16 cumplen con los cuatro criterios de selección, de estas se escogieron la ruda (*R. graveolens* L.), hierba mora (*S. nigrescens* M. Martens & Galeotti) y hierba buena (*Mentha spicata* L.) para evaluación del efecto farmacológico y toxicológico, sus recetas tradicionales se describen en el Anexo 8.

B. Evaluación farmacológica y toxicológica: Bioensayos

1. Efecto citotóxico en *A. salina*

En la Figura 6. se representó el porcentaje de nauplios de *A. salina* muertos utilizando los extractos acuosos, etanólicos y recetas tradicionales:

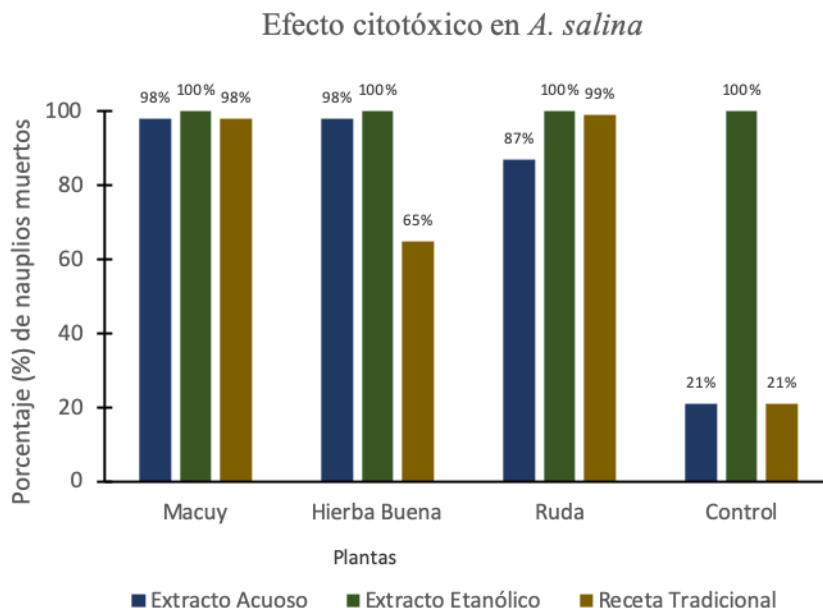


FIGURA 6. Porcentaje de nauplios de *A. salina* muertos luego de 24 horas. en extractos acuosos, etanólicos y recetas tradicionales

En la Figura 6 se muestran los resultados del ensayo de citotoxicidad de *Artemia salina*, los extractos acuosos y etanólicos de ruda (*Ruta graveolens* L.) poseen 87% y 100% de nauplios muertos respectivamente, mientras que su receta tradicional presentó un 99% de nauplios muertos. En el caso de hierba mora (*Solanum nigrescens* M. Martens & Galeotii) y hierba buena (*Mentha spicata* L.) se presentó el 100% de las muertes de nauplios con sus extractos etanólicos respectivos. Para estas mismas plantas con sus extractos acuosos no se presentó el 100% de muertes de todos los nauplios sino el 98% de muertes. En recetas tradicionales tampoco se presentó la muerte de todos los nauplios para ambas plantas, 98% y 65%. En las pruebas control el etanol presentó la muerte total (100%) de todos los nauplios, mientras que el control de extracto acuoso (agua destilada) y receta tradicional (agua destilada estéril) presentaron solo el 21% para ambas.

Para determinar si existía diferencia en el número de muertes de cada tratamiento utilizado en el ensayo de citotoxicidad se realizó una prueba de Scheirer-Ray-Hare (método no para métrico) considerando que no existía normalidad ($p < \alpha (0.05)$) para todos los tratamientos de este ensayo y tampoco varianzas homogéneas ($p < \alpha (0.05)$). Los extractos etanólicos de las tres plantas no fueron aplicados para la prueba Scheirer-Ray-Hare ya que la prueba control demostró que los nauplios de *Artemia* morían sin necesidad de combinar el solvente con cualquiera de las plantas, por lo tanto, la prueba fue aplicada solo para solventes acuosos y recetas tradicionales.

Según la prueba de Scheirer-Ray-Hare, existe diferencia en los extractos de las tres plantas y la prueba control (ruda $p 0.000017 < \alpha 0.05$; hierba mora $p 0.000003 < \alpha 0.05$; hierba buena $p 0.00018 < \alpha 0.05$), por lo tanto, los extractos acuosos y recetas tradicionales poseen diferencia en el número de muertes de *A. salina* a diferencia de los controles de agua y agua estéril. Al comparar las recetas tradicionales de las tres plantas y utilizando una prueba de Kruskal-Wallis se determinó que existe diferencia en el número nauplios muertos ($p 9.4275E-06 < \alpha 0.05$), siendo la receta tradicional de hierba buena la que posee el menor número de nauplios muertos.

2. Efecto inhibitorio en bacterias

En el Cuadro 7 se presentan los resultados del ensayo de efecto de inhibitorio en bacterias, se trabajó en triplicado por planta y bacteria, los signos “+” indican presencia de zonas de inhibición para esa bacteria, los signos “-” indican la ausencia de zonas de inhibición. Considerando que se trabajó en triplicado, los signos son proporcionales a la presencia o ausencia de zonas de inhibición por caja Petri, es decir tres signos “+” indican presencia en las tres réplicas, lo mismo sucede con los signos “-”.

CUADRO 7. Bioactividad de extractos en bacterias seleccionadas

Bacteria	Planta	Extracto						Control*	
		Acuoso		Etanólico		Receta Tradicional		Negativo	Positivo
		SM ¹	CM ²	SM	CM	SM	CM		
<i>E. coli</i>	Ruda	---**	---	++	---	---	---	---	+++
	Hierba mora	---	---	---	---	---	---	---	+++
	Hierba buena	---	---	---	---	---	---	---	+++
<i>S. aureus</i>	Ruda	---	---	++	---	---	---	---	+++
	Hierba mora	---	---	---	---	---	---	---	+++
	Hierba buena	---	---	+++	---	---	---	---	+++
<i>P. aeruginosa</i>	Ruda	---	---	+	---	---	---	---	+++
	Hierba mora	---	---	---	---	---	---	---	+++
	Hierba buena	---	---	---	---	---	---	---	+++
<i>S. enterica</i>	Ruda	---	---	+	---	---	---	---	+++
	Hierba mora	---	---	---	---	---	---	---	+++
	Hierba buena	---	---	---	---	---	---	---	+++

*Para los controles se utilizó antibiótico comercial específico para cada bacteria: tetraciclina (*E. coli*), gentamicina (*S. aureus* y *P. aeruginosa*) y ampicilina (*S. enterica*).

**La presencia (+) o ausencia (-) de bioactividad se representa para el triplicado de cada bacteria y planta.

1. Indica sin membrana (filtro de membrana)
2. Indica con membrana (filtro de membrana)

En el Cuadro 6 se representa la bioactividad de ruda, hierba mora y hierba buena en las tres formas de preparación diferentes. De las tres plantas, la ruda (*R. graveolens*) es la que presenta efecto inhibitorio en cada bacteria para los extractos etanólicos. La hierba buena presentó bioactividad en *S. aureus* en su extracto etanólico. Los extractos acuosos y recetas tradicionales no presentaron bioactividad en ninguna bacteria, los controles negativos (agua destilada estéril) no presentaron actividad, y el control positivo (antibiótico) presentan actividad para todas las bacterias. En el Cuadro 6 únicamente se presentan extractos sin utilizar filtros de membrana, ya que los extractos filtrados con membrana no presentaron para ninguna bacteria efectos inhibitorios, solamente para los controles utilizados.

C. Retribución a la comunidad de San Andrés Semetabaj

1. Jardín Etnobotánico en San Andrés Semetabaj

En la Figura 7. se muestra parte del jardín etnobotánico como resultado de la fase inicial del Proyecto del Jardín Etnobotánico en San Andrés Semetabaj, Sololá a cargo del Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Antropológicas (CIAA) de la Universidad del Valle de Guatemala.



FIGURA 7. Jardín etnobotánico en San Andrés Semetabaj, Sololá

Para la elaboración de este jardín se presentó la participación de los comunitarios de San Andrés, así como el equipo que conformo la parte de documentación del conocimiento etnobotánico y su director y subdirector. Este jardín no solo incluye plantas medicinales, si no otros valores de uso como alimenticios, culturales, construcción, etc.

VII. DISCUSIÓN

A. Documentación del conocimiento tradicional

1. Plantas medicinales utilizadas en San Andrés Semetabaj

Con las 16 entrevistas realizadas, se documentó el uso de 72 plantas medicinales descritas en el Cuadro 4. Esto representa una parte de todas las plantas medicinales utilizadas en San Andrés Semetabaj (SAS). En SAS se ha documentado hasta 132 especies botánicas con 92 encuestas realizadas (Barreno 2010). Por esto es necesario realizar un mayor número de entrevistas para documentar una mayor riqueza posible de conocimiento tradicional etnobotánico. Además es probable que existan más plantas medicinales en SAS, tomando en cuenta que se ha documentado el uso de otras especies no reportadas en este estudio (Barreno 2010 y MacVean 2006). En algunos casos, el listado de plantas medicinales podría variar dependiendo de la disponibilidad de los especímenes botánicos para su identificación taxonómica o bien de acuerdo con las personas entrevistadas. Por ejemplo, en este estudio se colectó muestras de Aliso que también es conocido en SAS como Abedul o Ílamo, de acuerdo con las guías consultadas (Parker 2008; Standley y Steyermark 1946) el aliso colectado corresponde a *Alnus acuminata* Kunth, sin embargo, en Sololá se ha documentado con anterioridad a *Alnus jorullensis* Kunth que también es conocido como Abedul, Abedul rojo o Ílamo (Berger 2016 y MacVean 2006). Esto podría atribuir un valor de uso medicinal incorrecto a cada especie, debido a esto la identificación taxonómica debe ser rigurosa. Por lo tanto, se sugiere determinar si en efecto en SAS se utilizan ambas especies del género *Alnus*. En el caso de la planta de árnica, no determinada e identificada como morfoespecie 1, anteriormente se ha documentado en Sololá (Berger 2016) a *Tithonia longiradiata* (Bertol.) S.F.Blake conocida bajo este nombre, a la cual se le atribuyen los mismos valores medicinales que a la árnica encontrada en este estudio; esto sugiere que es necesario colectar dicha planta y determinar si en efecto es la especie reportada anteriormente o en diferente para el caso de SAS. Casos similares suceden con la lavanda (*Lavandula* sp.), hierba de cáncer (*Acalypha* sp.), pasiflora (*Passiflora* sp.) entre otras dónde la identificación a nivel de especie no fue posible. Lo anterior es debido a que no se logró colectar muestra de esos especímenes o bien las muestras no se encontraban en

buen estado (sin flores o frutos, no duplicados, etc.), ya que en general los informantes no poseían dichas plantas en sus jardines, otros compraban sus plantas fuera de SAS. Además, las entrevistas se realizaron durante la época seca, por lo que los informantes atribuían a que las plantas estaban “secas” o no se encontraban disponibles. En las 16 entrevistas realizadas se incluyeron hombres y mujeres de SAS, se ha demostrado que, en ocasiones, el sexo es una variable que puede influir en la obtención del conocimiento tradicional. Generalmente se espera que el hombre puede identificar más plantas herbáceas debido a la relación que estas tienen con la responsabilidad masculina en la siembra y cosecha para subsistencia. En otros casos tanto hombres y mujeres pueden poseer el mismo conocimiento en cuanto a plantas medicinales (Ayantunde *et al.* 2008).

Las plantas medicinales determinadas en este estudio corresponden directamente a las mencionadas por los informantes clave de la comunidad de SAS. Algunas plantas medicinales citadas en este estudio han sido reportadas anteriormente como medicinales, pero con otros usos (Barrios 2017), como sucede con el aliso y salvia santa que se han citado como medicinales para el tratamiento de cáncer; sin embargo, en SAS son citadas para usos depurativos y antidepresivos respectivamente. Además muchas plantas reportadas como medicinales en SAS ya han sido reportadas anteriormente como medicinales basándose en usos etnobotánicos, los ejemplos más comunes ruda, clavo de olor, guayaba, durazno, romero, albahaca, verbena, etc. (Paván *et al.* 2017; Heredia-Díaz *et al.* 2018; Pabón *et al.* 2017; Berger 2016). Según Ghorbani *et al.* (2006), y tomando como ejemplo lo mencionado anteriormente, la colecta de plantas medicinales con potencial farmacológico basándose en usos etnobotánicos ha demostrado ser más eficiente que la colecta de especímenes aleatorios; ya que una misma planta puede tener diferentes usos medicinales. Con esto se duplica la cantidad de plantas con potencial medicinal, sugiriendo que los estudios etnobotánicos optimizan la identificación de compuestos bioactivos presentes en las plantas medicinales, además muchas de las plantas mencionados en los estudios anteriores corresponden a plantas herbáceas, que en esta investigación fueron de igual forma las más abundantes.

Las familias con mayor número de especies (Figura 4A) son Asteraceae (13), Lamiaceae (6), Fabaceae (5), Rutaceae (5), Verbenaceae (5) y Polygonaceae (3); el resto de las familias posee menos de tres especies. En diversos estudios etnobotánicos (Zambrano-Intriago *et al.* 2015; Paván *et al.* 2017; Heredia-Díaz *et al.* 2018) se citan a las familias Asteraceae y Lamiaceae como las de mayor riqueza. Además Paredes *et al.* (2015) atribuye que el frecuente uso de la familia Lamiaceae puede estar relacionada con su fácil disponibilidad y con sus propiedades medicinales, atribuidas a sus glándulas con aceites terpenoides con propiedades antioxidantes y antimicrobianas. Lo mismo sucede con la familia Asteraceae que se usa de forma tradicional a nivel mundial como astringentes, antisépticas, cicatrizante, antiinflamatorias, etc., que se asocian a metabolitos secundarios como flavonoides, ácidos fenólicos, cumarinas, terpenos, etc. (Achika *et al.* 2014). En el caso de la familia Fabaceae, a muchas de sus especies se les atribuyen propiedades antioxidantes y antibacteriales que explican sus usos etnobotánicos variados (Masoko *et al.* 2010), considerando la gran riqueza de plantas que poseen propiedades medicinales (Rajaei y Mohamadi 2012).

De estas familias, las partes vegetales que se utilizan mayormente por los pobladores de SAS (Figura 4C) son las hojas con un uso mayor al 50% de todas las partes citadas para cada planta. A la categoría de hojas le siguen los tallos con un uso del 20% y el resto de los órganos utilizados (frutos, flores, semillas, corteza y raíz) poseen una frecuencia relativa menor al 10%. El uso de las hojas puede relacionarse a que estas almacenan de forma más eficiente una mayor cantidad de metabolitos secundarios con bioactividad (Angulo *et al.* 2012); además las hojas son el principal órgano fotosintético por lo tanto diversos procesos bioenergéticos toman lugar en ellas produciendo los metabolitos mencionados anteriormente (Ghorbani 2005). Otro aspecto que favorece el uso de hojas por sobre los tallos y otros órganos, es su fácil obtención a partir de una planta completa y la cantidad que se puede obtener de las mismas, a diferencia de tallos o raíces (Heredia-Díaz 2018).

En SAS el estado de origen de las plantas utilizadas como medicinales (Figura 4C) parece no ser discriminativo en cuanto al uso de estas. Sin embargo, el uso similar de plantas introducidas a las nativas podría traer en consecuencia el desplazamiento de las

especies nativas (Antonio y Meyerson 2002), y por lo tanto pérdida del conocimiento tradicional etnobotánico de estas especies. Varias de estas plantas citadas en SAS se han comercializado desde hace tiempo en Guatemala, por esto es común encontrarlas en SAS.

2. Usos de plantas medicinales (categorías), índice de valor de importancia (IVU) y nivel significativo Trámil (UST)

Las plantas medicinales y las categorías de las enfermedades a las cuales se les atribuyen sus valores medicinales (Figura 5) se basaron en las categorías descritas por Zambrano-Intriago *et al.* (2015). Las categorías generales de las enfermedades para las plantas de SAS fueron 17. Los valores estéticos fue la categoría con mayor uso (21%), esta categoría es amplia e incluye aspectos como bajar de peso, reparación del cabello, ojeras, entre otros; esto hace que la cantidad de plantas utilizadas eleven dicha categoría. Las otras categorías con mayor uso de plantas corresponden a: gastrointestinal (16.6%), reproductivo (14.6%) y respiratorio (7%) pueden relacionarse con los retos que posee el sistema de salud guatemalteco. En cifras, una de las 20 primeras causas de mortalidad general entre el 2012 y 2018 planteadas por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala (MSPAS) corresponde a diarrea y gastroenteritis. En otros casos la mortalidad materna para Sololá corresponde a 97 casos por cada 1,000 nacidos (MSPAS *et al.* 2015) y según Becerril-Montekio y López-Dávila, (2011) la atención de partos atendidos por personal calificado (medicina occidental) corresponde al 40% para el año 2009. Siguiendo esta misma línea de investigación mencionada por el autor, entre las 10 causas de muerte para mujeres y hombres guatemaltecos se encuentran las enfermedades respiratorias como neumonías y bronconeumonías con 3466 y 4132 casos respectivamente; además el MSPAS también coloca a las neumonías para el 2018 dentro de las 20 causas de mortalidad con más de 5,000 casos. El resto de las categorías reportadas en este estudio poseen menos del 7% del uso de las plantas, sin embargo, siguen siendo categorías de importancia, ya que se citan algunas plantas para padecimientos específicos como diabetes y enfermedades cardiovasculares que se encuentran dentro de las 20 causas de mortalidad para el 2018 según el MSPAS. Esto podría explicar el uso de plantas medicinales para estas categorías, ya que atienden a los principales padecimientos de la población guatemalteca, siendo éstas posiblemente las principales enfermedades que padecen los habitantes de SAS.

El análisis cuantitativo de las especies medicinales (Cuadro 4) utilizando el índice de valor de uso (IVU) y el nivel de uso significativo Tramil (UST) demostraron que las especies con mayor valor cultural corresponden a Lima-Limón (*Citrus* sp.) con IVU = 4, Tunay (*Dahlia imperialis* Roetzl ex Ortgies) con IVU = 3 y Santo Domingo (*Baccharis inamoena* Gardner) con IVU = 3. El IVU de cada una representa la importancia cultural que la planta tienen en la comunidad donde se utiliza (Zambrano-Intriago *et al.* 2015). El IVU de 4 y 3 respectivamente supera al de otras plantas como la ruda (*Ruta graveolens* L.) con IVU = 1.56, esto se debe a que tanto la lima-limón, tunay y santo domingo tienen pocos usos para los padecimientos descritos anteriormente, usos que son específicos como el tunay para problemas de riñones; a diferencia de la ruda que fue citada hasta 9 veces con diversos usos para distintas enfermedades o sistemas (categorías). Lo mismo sucede con otras plantas citadas varias veces como el apazote (*Dysphania ambrosioides* L.) con IVU = 1. En otros casos algunas plantas pueden tener IVUs muy bajos como el té de limón (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) con IVU = 0.5 debido a su poco uso en la comunidad. Los pocos usos que algunas de estas plantas poseen hacen que sean importantes culturalmente porque sus usos podrían ser o no exclusivos para SAS o bien el número total de informantes clave fue pequeño (0.17%) comparada a la población de habitantes de SAS de 9,411 habitantes (Consejo Municipal de Desarrollo 2007).

El nivel de uso significativo Tramil o UST (Cuadro 5), que expresa la aceptación cultural de cada planta (Zambrano-Intriago *et al.* 2015), demostró que las plantas con mayor utilidad en SAS con un UST mayor 30% son: la ruda UST = 56.25%, altamisa (*Tanacetum parthenium* (L.) Sch.Bip.), apazote UST = 37.5% respectivamente y salvia santa (*Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P. Wilson) con UST = 31.25%. Estas plantas corresponden a las más utilizadas por los habitantes de SAS con diversos usos medicinales, lo cual explica los valores de aceptación cultural que en la comunidad tienen para cada planta. Siendo utilizadas para afecciones gastrointestinales, maternidad, respiratorios, etc.

Tanto el IVU como UST demuestran el valor que las plantas medicinales tienen en SAS, el uso de plantas medicinales para el tratamiento de enfermedades representa una alternativa ante el uso de medicamentos modernos, lejanía de centros de salud de calidad y reducida capacidad económica de los habitantes de quienes las utilicen (Paredes *et al.* 2015). Por lo tanto, el uso de plantas medicinales, en especial de aquellas con valores altos de IVU y UST, prestan un servicio constante y preventivo de la salud, lo que permite mejorar la calidad de vida de la comunidad local (Zambrano-Intriago *et al.* 2015).

3. Selección de plantas para bioensayos

La selección de plantas de medicinales para bioensayos se basó en los criterios de IVU superior a 0.5, UST superior a 10%, receta tradicional específica y disponibilidad del material. De las plantas citadas en SAS, 16 cumplieron con los cuatro criterios de selección, de estas se escogieron la ruda (*R. graveolens* L.), hierba mora (*S. nigrescens* M. Martens & Galeotti) y hierba buena (*Mentha spicata* L.) para evaluación del efecto farmacológico y toxicológico. La selección de las tres plantas finales fue basada en la disponibilidad del material fresco en los mercados de SAS y alrededores, considerando que en peso fresco se necesitaban por lo menos 50 g aproximadamente.

B. Evaluación farmacológica y toxicológica: Bioensayos

1. Efecto citotóxico en *A. salina*

Los extractos etanólicos de las tres plantas utilizadas (hierba mora, hierba buena y ruda) presentaron la muerte de todos los nauplios de *A. salina* (100%), esto podría indicar que los extractos etanólicos de las tres plantas presentan actividad citotóxica. Sin embargo, la prueba control de etanol también indica un 100% de las muertes de nauplios, por lo tanto, la citotoxicidad del extracto no se le puede atribuir directamente a las plantas, pero si podría corresponder al solvente utilizado. Se ha demostrado que el uso de etanol como solvente para ensayos de letalidad en *Artemia* es útil si se remueve el solvente en su mayoría (dos Santos *et al.* 2007). Además, el uso de etanol como solvente es recomendado para el ensayo de *Artemia* a bajas concentraciones, Geethaa *et al.* 2013 determinan que la concentración

para este solvente debería de ser del 3.4% aproximadamente; o bien trabajar con otros solventes (Tween 20, DMSO, Metanol) a bajas concentraciones. La concentración del etanol utilizado en este ensayo fue de 95%, esto no permite atribuir el efecto citotóxico a las plantas utilizadas con este solvente, descartando a estos extractos para la prueba de Scheirer Ray Hare. Lo anterior sugiere que es necesario concentrar (evaporar) solvente, con rotavapor u otros métodos sugeridos (dos Santos *et al.* 2007).

Los extractos acuosos y recetas tradicionales de cada planta, por otro lado, demuestran la posibilidad de actividad citotóxica, en este caso el porcentaje de muertes de la prueba control para extractos acuosos (agua destilada) y recetas tradicionales (agua destilada estéril) no indican el 100% muertes como el control etanólico. Para lo anterior la prueba de Scheirer-Ray-Hare demuestra que existe diferencia significativa entre el extracto acuoso y receta tradicional contra las pruebas control, indicando que en este caso la citotoxicidad podría atribuirse a las plantas. La planta hierba mora (*S. nigrescens*) ha demostrado tener efectos citotóxicos en *A. salina* a partir de extractos con hexano, acetato de etilo y metanol a bajas concentraciones (Gómez *et al.* 2013) donde dicha propiedad podría atribuirse a la presencia cumarinas, taninos, saponinas y antraquinonas. En algunos casos, en las especies del género *Solanum* comestibles se ha determinado que el contenido de glicoalcaloides pueden representar toxicidad a determinadas concentraciones (Milner *et al.* 2011). Para la elaboración de los extractos acuosos y recetas tradicionales se utilizaron hojas y tallos de plantas adultas, Paredes *et al.* (2015) han caracterizado histológicamente a *S. nigrescens* para determinar la localización de metabolitos presentes en determinados órganos de dicha especie, tanto en hojas como tallos se ha demostrado la presencia de alcaloides y saponinas que son responsables de la toxicidad en dicha planta en *Artemia nauplii*. Por lo tanto lo reportado anteriormente para el hierba mora con solventes orgánicos parece tener el mismo efecto con los solventes acuosos utilizados en esta investigación.

En el caso de ruda (*Ruta graveolens*) se ha reportado la presencia de actividad tóxica utilizando a esta planta a partir de extractos con metanol (Lagarto-Parra *et al.* 2001.) en *A. salina*. Tanto para de *R. graveolens* y otras especies de mismo género se han reportado efectos a partir de extractos acuosos en concentraciones 1:10 en *A. salina*. Los efectos

tóxicos de la ruda se le atribuyen a los metabolitos secundarios que produce, como cumarinas, alcaloides y furanocumarinas (Reyes-Quintanar *et al.* 2014) que han demostrado además efectos inhibitorios en el crecimiento de otros grupos como hongos. A partir de esto, *R. graveolens* ha sido propuesto por su amplia variedad de metabolitos secundarios, como una fuente de desarrollo de agentes anticancerígenos (Réthy *et al.* 2007), demostrando lo valioso de sus propiedades citotóxicas. Dichas propiedades parecen estar presentes en la forma tradicional de preparar la ruda (decocción) por los comunitarios de SAS.

La hierba buena (*Mentha spicata*) se ha reportado como una planta no tóxica a partir de extractos de metanol en *A. salina* (Naidu *et al.* 2014), con una dosis letal media (LD50) superior a 1000 µg/mL. En vertebrados se ha demostrado que con *M. spicata* y extractos etanólicos a partir de sus hojas no tienen efectos agudos en sistemas reproductivos, crecimiento de cuerpo y mortalidad de esperma (Nozhat *et al.* 2014). A pesar de no demostrar efectos tóxicos en *A. salina* y otros grupos, se ha demostrado que extractos acuosos de *M. spicata* si presentan actividad citotóxica en líneas cancerígenas de fibrosarcoma y leucemia mieloide (Hajighasemi *et al.* 2011). En este caso los resultados positivos de *M. spicata* en esta investigación si demuestran actividad citotóxica en *A. salina*, en la receta tradicional preparada con el método sugerido por los informantes (decocción) el calentamiento de la receta podría ser un método ideal para la extracción de compuestos activos en la planta, ya que Hajighasemi *et al.* (2011) en sus extractos acuosos para las líneas celulares de cáncer utilizan calentamiento del extracto como parte de sus metodologías. Lo discutido anteriormente podría explicar la baja toxicidad que tuvo la hierba buena comparada con la hierba mora y la ruda.

Considerando el posible efecto citotóxico presente en los extractos acuosos y recetas tradicionales obtenido a partir de la ruda, hierba mora y hierba buena, el ensayo de *A. salina* es recomendable trabajar con una mayor cantidad de nauplios de *Artemia*. En este caso se trabajó por décuple bajo una prueba no paramétrica, trabajar con una mayor cantidad de *Artemia* podría permitir la utilización de un método más riguroso que asegure que en efecto hay bioactividad presente. Este ensayo es una buena aproximación para evaluar el potencial tóxico presente en las plantas para considerar sus usos como un

tratamiento seguro (Lagarto *et al* 2001) en este caso el uso de extractos acuosos o recetas tradicionales.

2. Efecto inhibitorio de bacterias

El efecto inhibitorio fue positivo (Cuadro 6) para la ruda (*R. graveolens*) en por lo menos cada una de las bacterias y hierba buena (*M. spicata*) en *S. aureus*, ambas plantas a partir de sus extractos etanólicos. No se observó presencia de bioactividad para las preparaciones de extractos acuosos y recetas tradicionales, esto podría sugerir que los solventes utilizados para estas preparaciones (agua destilada) no son efectivos para la extracción de metabolitos que inhiban el crecimiento bacteriano. El etanol podría funcionar como un buen solvente para la extracción de metabolitos, ya que es usado ampliamente para la extracción de compuestos activos en diversas especies botánicas (Bonilla y Amaral 2017).

Se ha demostrado que la ruda posee actividad antimicrobiana en *E. coli* y *S. aureus* a partir de extractos etanólicos de sus tallos (Pandey *et al.* 2011), en *P. aeruginosa* también posee actividad antimicrobiana en menor medida. Lo anterior podría indicar que a los tallos de la ruda se les atribuye dichas propiedades antimicrobianas, que coincide con lo recomendado por los informantes clave de este estudio para usos y preparación de la ruda (Ver anexo 7 y 8). Además, los informantes la recomiendan para aliviar padecimientos asociados al sistema gastrointestinal y respiratorio; que son los asociados a la patogenicidad reportada para las bacterias utilizadas (Pandey *et al.* 2011). En el caso de la hierba buena, se ha reportado que los aceites esenciales contenidos en sus hojas poseen actividad antimicrobiana contra bacterias del género *Staphylococcus* y *Escherichia* gracias a su composición rica en alcaloides. (Bardaweel *et al.* 2018). Lo anterior coincide con los resultados positivos de zona de inhibición obtenidos para la hierba buena para *S. aureus* y con el uso de las hojas citado por los informantes. Además, lo recomendado por los informantes para utilizar la planta es para afecciones gastrointestinales, y en efecto *M. spicata* obtuvo zona de inhibición para las bacterias asociadas a la patogenicidad correspondiente (*E. coli*) En el caso de la hierba mora (*S. nigrescens*) no se obtuvieron resultados positivos para zonas de inhibición, sin embargo (Koduru *et al.* 2006) ha

reportado a partir de extractos metanólicos actividad antimicrobiana para todas las bacterias del mismo género utilizadas en este estudio, utilizando frutos y hojas de plantas del género *Solanum*.

Los extractos acuosos y recetas tradicionales de las tres plantas utilizadas, a pesar de no indicar un efecto inhibitorio positivo, no significa que en realidad no inhiban el crecimiento bacteriano o bien sean efectivas contra alguna de estas bacterias. Las recetas tradicionales utilizadas por los comunitarios de SAS son consumidas en volúmenes mayores de lo utilizado en el ensayo de inhibición bacteriano (10 μ L) cuando en SAS se pueden consumir hasta 250 mL dichas recetas así sus efectos podrían estar ligados a la cantidad consumida y no necesariamente a la concentración. En algunos casos los extractos acuosos y recetas tradicionales mostraron contaminación con bacterias y hongos ajenos al ensayo. Por esto se utilizaron filtros de membrana de nitrato de celulosa descritos en la metodología, a pesar de esto ninguna de los extractos y recetas de las tres plantas utilizadas mostró zonas de inhibición. Esto sugiere que los metabolitos a quienes se les confieren las zonas de inhibición de los extractos etanólicos sin utilizar membrana fueron eliminados al momento de esterilizar perdiendo posiblemente sus propiedades inhibitorias.

C. Medicina tradicional y moderna

Los resultados del ensayo de citotoxicidad e inhibición bacteriana demostraron que los métodos de preparación y uso tradicional de plantas en SAS poseen bioactividad en la mayoría de los casos, sobre los organismos utilizados para estos ensayos. Esto podría brindar una aproximación a la importancia que la medicina tradicional debería de tener para un sistema de medicina moderna. La incorporación de la medicina tradicional a la moderna requiere de una serie de pasos tal como sugiere la OMS, uno de estos pasos es el estudio de la medicina tradicional, permitiendo conocer sus efectos y dar fundamento y validez a dicha técnicas. En Guatemala la medicina moderna es de gran beneficio, pero no suele ser inclusiva, por lo tanto una futura incorporación de la medicina tradicional podría ser la respuesta a la cobertura que necesita alcanzar el sistema de salud guatemalteco.

D. Retribución a la comunidad de San Andrés Semetabaj

1. Jardín Etnobotánico en San Andrés Semetabaj

La idea de diseñar un jardín etnobotánico en SAS consistía en la preservación de la herencia cultural que la comunidad posee acerca de las plantas y sus diversos usos. En un futuro se espera que el jardín se incluyan la totalidad de las plantas obtenidas en la fase inicial del proyecto, así como su implementación como un sitio educativo para la comunidad y un sitio semillero para la conservación de muchas de las especies utilizadas en SAS.

VIII. CONCLUSIONES

- Se obtuvo un listado con 72 plantas reportadas como medicinales en San Andrés Semetabaj, Sololá, pertenecientes a 34 familias y 69 géneros.
- Las familias de plantas medicinales con mayor número de especies son Asteraceae (13), Lamiaceae (6), Fabaceae (5), Rutaceae (5), Verbenaceae (5) y Polygonaceae (3)
- No existe preferencia por los pobladores de San Andrés Semetabaj en el uso de especies nativas (36) e introducidas (35), con ($X^2 = 0.014085$, $df = 1$, $p\text{-value} = 0.9055$)
- La parte más utilizada de las plantas citadas en este estudio corresponde a las hojas (52%), seguida de los tallos (20%).
- Las plantas medicinales reportadas en este estudio tratan principalmente padecimientos estéticos (21%), problemas gastrointestinales (16.6%), padecimientos asociados al sistema reproductivo (14.6%) y problemas respiratorios (7%); y en menor cantidad otros sistemas del cuerpo.
- Las plantas medicinales con mayor índice de valor de uso son la lima-limón (*Citrus* sp.) con IVU = 4, tunay (*Dahlia imperialis* Roetzl ex Ortgies) con IVU = 3 y santo domingo (*Baccharis inamoena* Gardner) con IVU = 3.
- Las plantas medicinales con mayor nivel de uso significativo tramil son la ruda (*Ruta graveolens* L.) UST = 56.25%, altamisa (*Tanacetum parthenium* (L.) Sch.Bip.) y apazote (*Dysphania ambrosioides* L.) UST = 37.5% respectivamente y salvia santa (*Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P. Wilson) con UST = 31.25%.
- Los extractos acuosos y recetas tradicionales poseen diferencia en el número de muertes de *A. salina* comparados con los grupos controles (ruda $p = 0.000017 < \alpha = 0.05$; hierba mora $p = 0.000003 < \alpha = 0.05$; hierba buena $p = 0.00018 < \alpha = 0.05$), indicando un posible efecto citotóxico a partir de dichos extractos.

- Las recetas tradicionales de las tres plantas poseen diferencias en el número nauplios muertos ($p = 9.4275E-06 < \alpha 0.05$), siendo la receta tradicional de hierba buena la que posee el menor número de nauplios muertos.
- La ruda (*R. graveolens*) mostró presencia de zonas de inhibición para *E. coli* (2/3), *S. aureus* (2/3), *P. aeruginosa* (1/3) y *S. enterica* (1/3) a partir de extractos etanólicos sin utilizar filtro de membrana
- La hierba buena (*M. spicata*) mostró presencia de zona de inhibición para *S. aureus* (3/3) a partir de extractos etanólicos sin utilizar filtros de membrana
- Para las tres plantas utilizadas en el ensayo de efecto inhibitorio de bacterias no se presentó zonas de inhibición en extractos acuosos y recetas tradicionales con o sin filtro de membrana

IX. RECOMENDACIONES

- Colectar plantas que incluyan flores y frutos durante época lluviosa en San Andrés Semetabaj, considerando que el estudio etnobotánico fue realizado durante la época seca, con el fin de identificar las especies no determinadas como morfoespecies o a nivel de género
- En el ensayo de *A. salina* aumentar el número de nauplios en cada vial, colocando más de 10 nauplios por vial utilizando 10 viales por tratamiento y con esto realizar un análisis estadístico más riguroso para asegurar que en efecto las tres plantas utilizadas poseen efectos citotóxicos
- Realizar un conteo de nauplios muertos luego de 12 horas y luego de más de 24 horas, para evaluar los distintos efectos citotóxicos en diferentes intervalos de tiempo
- En el ensayo de *A. salina* utilizar rotavapor para evaporar solvente etanólico, con el fin de no descartar a dichos extractos y determinar si a partir de estos hay efectos citotóxicos
- En el ensayo de inhibición de bacterias trabajar en cuadruplicado por planta y bacteria, y así hacer posible trabajar con las mediciones de halos inhibitorios y no solo con presencia o ausencia de estos
- Con los resultados positivos en el ensayo de inhibición de bacterias realizar un ensayo en caldo (medio líquido) para confirmar la presencia de bioactividad de cada bacteria

X. LITERATURA CITADA

- Achika, J., Ebuka, D., Gerald, I. y Adedayo, A. 2014. *A Review on the Phytoconstituents and Related Medicinal Properties of Plants in the Asteraceae Family*. Journal of Applied Chemistry. 7 (8): 1-8.
- Agatonovic-Kustrin, S., Morton, D. Y Yusof, A. 2015. *Thin-Layer Chromatography - Bioassay as Powerful Tool for Rapid Identification of Bioactive Components in Botanical Extracts*. Modern Chemistry & Applications. 3: e120.
- Ahoyo, C. et al. 2017. *A quantitative ethnobotanical approach toward biodiversity conservation of useful woody species in Wari-Marô forest reserve (Benin, West Africa)*. Journal of Environment, Development and Sustainability. 20 pp.
- Akerele, O. 1993. *Las plantas medicinales: un tesoro que no debemos desperdiciar*. Foro Mundial de la Salud. 14: 390-395.
- Albuquerque, U. et al. 2011. *Rapid ethnobotanical diagnosis of the Fulni-ô Indigenous lands (NE Brazil): Floristic survey and local conservation priorities for medicinal plants*. Development and Sustainability. 13: 277-292.
- Albuquerque, U., Soares, J., Almeida, L., et al. 2013. *The current status of ethnobiological research in Latin America: gaps and perspectives*. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine. 9: 72.
- Alexiades, M. 1996. *Protocol for Conducting Ethnobotanical Research in the Tropics*. New York Botanical Garden. Nueva York. 5-18 pp.
- Alianza por el acceso universal de la salud (ACCESA). 2015. *El acceso universal a la salud: algunos elementos para la discusión*. Servi-prensa. Guatemala. 48 pp.
- Amusa, T., Jimoh, S., Aridanzi, P. y Haruna, M. 2010. *Ethnobotany and Conservation of Plant Resources of Kainji Lake National Park, Nigeria*. 8: 181-194.
- Anguita, J., Repullo, J. Y Donado, J. 2003. *La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I)*. Aten Primaria. 31 (8): 527-538.
- Angulo, A., Rosero, R. y Gonzales, M. 2012. *Estudio etnobotánico de las plantas medicinales utilizadas por los habitantes del corregimiento de Genoy, Municipios de Pasto, Colombia*. Revista Universidad y Salud. 14 (2): 168-185.

- Antonio, C. y Meyerson, L. 2002. *Exotic Plant Species as Problems and Solutions in Ecological Restoration: A Synthesis*. Society for Ecological Restoration. 10 (4): 703-713.
- Ávila, C., Bright, R., Gutiérrez, J., Hoadley, K., Manuel, C., Romero, N. Y Rodríguez, M. 2015. *Guatemala, Análisis del Sistema de Salud 2015*. Abt Associates Inc. Maryland. 150 pp.
- Ayantunde, A., Briejer, M., Hiernaux, P., Udo, H. y Tabo, R. 2008. *Botanical Knowledge and its differentiation by age, gender and ethnicity in Southwestern Niger*. Human Ecology. 36 (6): 881-889.
- Bajracharya, G. y Tuladhar, S. 2011. *Brine-shrimp Bioassay for Assessment of Anticancer Property of Essential Oils from Spices*. Nepal Journal of Science and Technology. 12: 163-170.
- Bardaweel, S. et al. 2018. *Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and Antiproliferative activities of essential oil of Mentha spicata L. (Lamiaceae) from Algerian Saharan atlas*. BCM Complementaty and Alternative Medicine. 18: 1-7.
- Barreno, F. 2010. *Recuperación y revalorización del conocimiento tradicional etnomedicinal en once municipios de la Reserva de Usos Múltiples Cuenca del Lago de Atitlán*. FODECYT. Guatemala. 223 pp.
- Barrios, S. 2017. *Concepción del cáncer desde la medicina maya y la medicina tradicional occidental (proyecto MACOCC): verificación patológica y reconstrucción antropológica de 10 casos de pacientes con cáncer tratados por médicos mayas*. FODECYT. Guatemala. 67 pp.
- Becerril-Montekio, V. y López-Dávila, L. 2011. *Sistema de Salud de Guatemala*. Salud Pública de México. 53: 197-207.
- Begossi, A. 1993. *Ecología humana: un enfoque de las relaciones hombre-ambiente*. Interciencia. 18: 121-132.
- Berger, Mónica. 2016. *Medicina Maya' en Guatemala. Consejo Mayor de los Médicos Maya'ob' por Nacimiento*. Guatemala. 318 pp.
- Berlín, B . 1992. *Ethnobiological classification. Principles of categorization of plants and animals in traditional societies*. New Jersey. 354 pp.
- Bermúdez, A., Oliveira-Miranda, M y Velázquez, D. 2005. *La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: una revisión de sus objetivos y enfoques actuales*. Interciencia. 30 (8): 453-459.

- Bonilla, J. Y Amaral, J. 2017. *Antioxidant and antimicrobial properties of ethanolic extracts of guarana, boldo, rosemary and cinnamon*. Brazilian Journal of Food Technology. 20: 1-8.
- Breidenstein, E., De la Fuente-Nuñez, C. y Hancock, R. 2011. *Pseudomonas aeruginosa: all roads lead to resistance*. 19 (8): 419-426.
- Bussmann, R.W., A. Glenn y D. Sharon. 2010. *Antibacterial activity of medicinal plants of Northern Peru*. Indian Journal of Traditional Knowledge. 9 (4): 742-753.
- Calixto, JB. 2005. *Twenty-five years of research on medicinal plants in Latin America: a personal review*. Journal of Ethnopharmacology. 100: 131-141.
- Cano, E. y Schuster, J. 2012. *Biodiversidad de Guatemala*. Volumen 2. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 328 pp.
- Cates, R.G., B. Prestwich, A. Innes, M. Rowe, M. Stanley, S. Williams, A. Thompson, S. McDonald, S. Cates, G. Shrestha, J.A. Fuentes, L.V. Espinoza y J.V. Martinez. 2013. *Evaluation of the activity of Guatemalan medicinal plants against cancer cell lines and microbes*. Journal of Medicinal Plants Research. 7 (35): 2616-2627.
- CBD. (1994). *Convention on biological diversity*. Interim Secretariat for the Convention on Biological Diversity. Switzerland.
- Cervantes-García, E., García-González, R. y Salazar-Schettino, P. 2014. *Características generales del Staphylococcus aureus*. Revista Latinoamericana de Patología Clínica. 61: 28-40.
- Chaieb, K., B. Kouidhi, R.B. Slama, K. Fdhila, T. Zmantara y A. Bakhrouf. 2013. *Cytotoxicity, Antibacterial, Antioxidant, and Antibiofilm Properties of Tunisian Juglans regia Bark Extract*. Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants. 19 (2): 168-179.
- Consejo Municipal de Desarrollo. 2007. *Plan de Desarrollo Municipal con Enfoque Territorial 2008-2012 San Andrés Semetabaj, Departamento de Sololá, Guatemala*. Secretaria de Planificación de Desarrollo y Programación de la Presidencia. Guatemala. 42 pp.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 2014. *V Informe Nacional de Cumplimiento a los Acuerdos del Convenio Sobre la Diversidad Biológica*. Guatemala. Documento Técnico No. 3. 109 pp.
- De Santayana, M y Gómez, E. 2003. *Etnobotánica: aprovechamiento tradicional de plantas y patrimonio cultural*. Anales del Jardín Botánico de Madrid. 60 (1): 171-182.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2016. *Consentimiento libre, previo e informado*. FAO. 52 pp.
- Frei, B., Baltisberger, M., Sticher, O. y Heinrich, M. 1998. *Medical ethnobotany of the Zapotecs of the Isthmus-Sierra (Oaxaca, México): documentation and assessment of the indigenous uses*. Journal of Ethnopharmacology. 62: 149-165.
- García, E., Bonilla, E., Tlapapal, M. Y Méndez, R. 2017. *Uso de plantas medicinales en el municipio de Cuetzalan del Progreso, Puebla*. Revista de Alta Tecnología y la Sociedad. 9 (2): 60-64.
- Ghorbani, A. 2005. *Studies on pharmaceutical ethnobotany in the region of Turkmen Sahra North of Iran (Part 1): general results*. Journal of Ethnopharmacology 102: 58 - 68.
- Ghorbani, A.m Naghibi, F. y Mosaddegh, M. 2006. *Ethnobotany, Ethnopharmacology and Drug Discovery*. Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences. 2 (2): 109-118.
- Gómez, P. et al. 2013. *Toxicity analysis, phytochemical and pharmacological study of the plant known as Mora Herb, collected at the Environmental Education Center of Yautlica (CEA-Yautlica)*. Asian Journal of Plants Sciences. 12 (4): 159-164.
- Hajighasemi, F., Hashemi, V. y Khoshzaban, F. 2011. *Cytotoxic effect of Mentha spicata aqueous extract on cancerous cell lines in vitro*. Journal of Medicinal Plants Research. 5 (20): 5142-5147.
- Harshberger, J. W. 1896. *The purpose of ethnobotany*. Botanical gazette. 21 (3): 146-154.
- Heredia-Díaz, Y. et al. 2018. *An ethnobotanical survey of medicinal plants used by inhabitants of Holguín, Eastern Region, Cuba*. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas. 17 (2): 160-196.
- Hernández, A. Yagüe, G., Vázquez, E. 2018. *Infecciones nosocomiales por Pseudomonas aeruginosa multiresistente incluido carbapenémicos: factores predictivos y pronósticos: Estudio prospectivo 2016-2017*. Sociedad Española de Quimioterapia. 31 (2): 123-130.
- Jones, W. 2011. *Early drug discovery and the rise of pharmaceutical chemistry*. Drug Test. And Analysis. 3: 337-344.
- Joshi, A. y Joshi, K. 2000. *Indigenous knowledge and uses of medicinal plants by local communities of the Kali Gandaki Watershed Area, Nepal*. Journal of Ethnopharmacology. 73: 175- 183.
- Koduru, S., Grierson, D. Y Afolayan, A. 2006. *Antimicrobial Activity of Solanum aculeastrum*. Pharmaceutical Biology. 44: (4) 283-286.

- Lagarto, A., Silva, R., Guerra, I. y Iglesias, L. 2001. *Comparative study of the assay of Artemia salina L. and the estimate of the medium lethal dose (LD50 value) in mice, to determine oral acute toxicity of plant extracts*. Phytomedicine. 8 (5): 395-400.
- Lage, O., Ramos, M., Calisto, R., Almeida, E., Vasconcelos, V. y Vicente, F. 2018. *Current Screening Methodologies in Drug Discovery for Selected Human Diseases*. Marine Drugs. 16: 1-31.
- Louw, C., Regnier, T. y Korsten, L. 2002. *Medicinal bulbous plants of South Africa and their traditional relevance in the control of infectious diseases*. Journal of Ethnopharmacology. 82: 147-154.
- MacVean, Ana. 2006. *Plantas útiles de Sololá, Guatemala*. Herbario UVAL Instituto de Investigaciones Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 221 pp.
- Mar, M., Caraffini, A., Montamat, M., et al. 2010. *Empiema causado por Salmonella typhimurium*. Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias. 26: 91-94.
- Martin, G. 2001. *Etnobotánica: Manual de métodos*. Nordan-Comunidad. Montevideo, Uruguay. 240 pp.
- Martinez, M. 1994. *Estado actual de las investigaciones entobotánicas en México*. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 55: 65-74.
- Masoko, P. et al. 2010. *Evaluation of the antioxidant, antibacterial, and antiproliferative activities of the acetone extract of the roots of Senna italica (fabaceae)*. African Journal of Traditional, Complementary, and Alternative Medicines. 7 (2): 138-148.
- Matata, D., Ngassapa, O., Machumi, F. y Moshi, M. 2018. *Screening of Plants Used as Traditional Anticancer Remedies in Mkuranga and Same Districts, Tanzania, Using Brine Shrimp Toxicity Bioassay*. Evidence-Based Complementary and Alternative. 16.
- Maybury-Lewis, D. (1992). *Millennium: Tribal Wisdom and the Modern World*. Viking. New York. 416 pp.
- McLaughlin J., Lingling, L. y Anderson, J. 1998. *The use of biological assays to evaluate botanicals*. Drug Information Journal. 32: 513-524.
- Meyer, B., Ferrigni, N., Putnam, J., Jacobsen, L., Nichols, D., y McLaughlin, J. 1982. *Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents*. Planta Medica. 45: 31-34.
- Michael, A., Thompson, C. y Abramovitz, M. 1956. *Artemia salina as a test organism for bioassay*. Science. 123: 464.

- Milner, S. *et al.* 2011. *Bioactivities of Glycoalkaloids and Their Aglycones from Solanum Species*. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 59: 3454-3484.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala, Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. 2016. *Desigualdades en salud en Guatemala*. 43 pp.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala. *Morbilidad y Mortalidad: 20 primeras causas de morbilidad y mortalidad general*.
<https://sigsa.mspas.gob.gt/datos-de-salud/morbilidad/principales-causas-de-morbilidad-y-mortalidad> [Consultado 28 de septiembre 2019]
- Mostacero-León, J. *et al.* 2019. *Plantas utilizadas para el tratamiento del cáncer expendidas en los principales mercados de la provincia de Trujillo, Perú, 2016 – 2017*. Boletín Latinoamericano del Caribe de plantas medicinales y aromáticas. 18: 81-94.
- Mukherjee, A. y Patil, S. 2012. *Effects of Alkaloid Rich Extract of Citrullus colocynthis Fruits on Artemia Salina and Human Cancerous (MCF-7 AND HEPG-2) Cells* Journal of PharmaSciTech. 1 (2): 15-19.
- Naidu, J., Ismail, R. y Sasidharan, S. 2014. *Acute Oral Toxicity and Brine Shrimp Lethality of Methanol Extract of Mentha Spicata L (Lamiaceae)*. Tropical Journal of Pharmaceutical Research. 13: 101-107.
- National Academies of Sciences Engineering Medicine – NASEM. 2017. *Combating Antimicrobial Resistance: A One Health Approach to a Global Threat: Proceedings of a Workshop*. The National Academies Press. USA. 172 pp.
- Navarro, V., Villarreal, M., Rojas, G. y Lozoya, X. 1996. *Antimicrobial evaluation of some plants used in Mexican traditional medicine for the treatment of infectious diseases*. Journal of Ethnopharmacology. 53: 143-147.
- Newman, D. Y Cragg, G. 2007. *Natural Products as Sources of New Drugs over the Last 25 Years*. Journal of Natural Products. 70: 461-477.
- Nozhat, F. *et al.* 2014. *Evaluation of possible toxic effects of spearmint (Mentha spicata) on the reproductive system, fertility and number of offspring in adult male rats*. Avicenna Journal of Phytomedicine. 4 (6): 420-429.
- Ocampo, R. y Valverde, R. 2000. *Manual de cultivo y conservación de plantas*. 1ª ed. Tramil. San José. 152 pp.
- Organización Mundial de la Salud. 1979. *The selection of essential drugs*. WHO Technical Report Series 641: 1-44.

- Organización Mundial de la Salud. 2013. *Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023*. OMS. Ginebra. 75 pp.
- Organización Mundial de la Salud. 2017. *Lista de bacterias para las que se necesitan urgentemente nuevos antibióticos*. <https://www.who.int/es/news-room/detail/27-02-2017-who-publishes-list-of-bacteria-for-which-new-antibiotics-are-urgently-needed> [Consultado 15 de julio 2019].
- Pabón, L., Rodríguez, M. Y Hernández-Rodríguez, P. 2017. *Plantas medicinales que se comercializan en Bogotá (Colombia) para el tratamiento de enfermedades infecciosas*. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas. 16 (6): 529-546.
- Pandey, P., Mehta, A. y Hajra, S. 2011. *Evaluation of Antimicrobial Activity of Ruta graveolens Stem Extracts by Disc Diffusion Method*. Journal of Phytology. 3 (3): 92-95.
- Panuganti, S. 2015. *Principles Involved in Bioassay by different Methods: A Mini-Review*. Journal of Biology. 3 (2): 1-18.
- Paredes, D., Buenaño-Allauca, M. Y Mancera-Rodríguez, N. 2015. *Usos de plantas medicinales en la comunidad san jacinto del cantón ventanas, los ríos – Ecuador*. Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica. 18: 39-50.
- Paredes, M. et al. 2015. *Identity characteristics of three Guatemalan edible and medicinal species*. International Journal of Phytocosmetics and Natural Ingredients. 2 (4): 1-7.
- Parker, T. 2008. *Trees of Guatemala*. The Tree Press. EE.UU. 1033 pp.
- Paván, M., Furlan, V., Caminos, S. y Ojeda, M. 2017. *Las personas y las plantas medicinales en el noroeste de Córdoba, Argentina. Reconocimiento y valoración de los recursos naturales locales*. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 16: 78 – 87.
- Pfaller, M., Sheehan, D. Y Rex, J. 2004. *Determination of Fungicidal Activities against Yeasts and Molds: Lessons Learned from Bactericidal Testing and the Need for Standardization*. Clinical Microbiology Reviews. 17: 268-280.
- Pino, O. Y Lazo, F. 2010. *Ensayo de Artemia: útil herramienta de trabajo para ecotoxicólogos y químicos de productos naturales*. Revista de Protección Vegetal. 22: 34-43.
- Pino, O., Lazo, J., Leon, O., Khambay, BPS. y Branford-White C. 2008. *Cuban flora as a source of bioactive compounds*. The International Journal of Cuban Studies. 1: 1-9.

- Pöll, Elfriede. y Álvarez, María. 2015. *Plantas autóctonas de Guatemala Usadas en Medicina Tradicional*. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala. 127 pp.
- Posey, D.A. 1987. *Etnobiología: Teoría y práctica*. Suma etnológica brasileira. 1: 15-26.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2005. *Diversidad étnico-cultural: la ciudadanía en un Estado plural*. PNUD. 450 pp.
- Rabearivony, AD. et al. 2015 *Ethnobotanical study of the medicinal plants known by men in Ambalabe, Madagascar*. Ethnobotany Research and Applications. 14: 123-138.
- Rahman, A., Choudhary, A. y Thomsen, W. 2005. *Bioassay techniques for drug development*. Taylor & Francis. USA. 214 pp.
- Rajaei, P. y Mohamadi, N. 2012. *Ethnobotanical study of medicinal plants of Hezar mountain allocated in south east of Iran*. Iranian Journal of Pharmaceutical Research. 11: 1153-1167.
- Réthy, B. et al. 2007. *Investigation of Cytotoxic Activity on Human Cancer Cell Lines of Arborinine and Furanoacridones Isolated from Ruta graveolens*. Planta Med. 73: 41-48.
- Reyes-Quintanar, C. et al. 2014. *Effect of the extract of rue (Ruta graveolens) on the mycelial growth of Trichoderma*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 5 (8). 1433-1446.
- Rojas, J., A.M. García y A.J. López. 2005. *Evaluación de dos metodologías para determinar la actividad antimicrobiana de plantas medicinales*. Boletín Latinoamericano de Plantas Medicinales y Aromáticas. 4 (2): 28-32.
- Singh, R., Kumar, M., Mittal, A. y Mehta, P. 2016. *Microbial enzymes: Industrial progress in 21st century*. Biotech, 6 (2): 174.
- Standley, P. y Steyermark, J. 1946. *Flora de Guatemala*. Chicago Natural History Museum. EE. UU. 1-12,
- Stover, C., Pham, X., Erwin, A., Mizoguchi, S. Warrenner, P. et al. 2000. *Complete genome sequence of Pseudomonas aeruginosa PA01, an opportunistic pathogen*. Nature. 406: 959-964.
- Tabuti, J., Lye, K. y Dhillion, S. 2003. *Traditional herbal drugs of Bulamogi, Uganda. Plants, use and administration*. Journal of Ethnopharmacology. 88: 19-44.
- Toledo, B. 2009. *Diversidad de usos, prácticas de recolección y diferencias según género y edad en el uso de plantas medicinales en Córdoba, Argentina*. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas. 8: 389-401.

- Universidad del Valle de Guatemala. 2007. *Comisión Presidencial para el desarrollo local. Na'oj Qatinamit Tz'olaj Ya'*. Directorio cultural Sololá. Guatemala.
- Véliz, M. 2013. *Determinación, caracterización y evaluación del estado actual y uso de las especies endémicas de Guatemala*. CONCYT, SENACYT, FONACYT, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. 554 pp.
- Zambrano-Intriago, L., Buenaño-Allauca, M., Mancera-Rodríguez, N. y Jiménez-Romero, E. 2015. *Estudio etnobotánico de plantas medicinales utilizadas por los habitantes del área rural de la Parroquia San Carlos, Quevedo, Ecuador*. Revista Universitaria de Salud. 17: 97-111

XI. ANEXOS

Anexo 1. Permiso proyecto COCODES



UVG
UNIVERSIDAD
DEL VALLE
DE GUATEMALA

CENTRO DE INVESTIGACIONES
ARQUEOLÓGICAS Y ANTROPOLÓGICAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES

Guatemala 29 de enero del 2019

Lic. Gaspar Chumil Morales
Alcalde Municipal de San Andrés Semetabaj

El motivo de la presente es manifestarle que la Universidad del Valle de Guatemala como parte de los proyectos que tiene contemplados realizar en San Andrés Semetabaj implementara un Jardín Etnobotánico temático y educativo dentro de su propiedad. El objetivo del proyecto consiste en resguardar y revalorizar el conocimiento sobre el uso de las plantas tradicionales de San Andrés Semetabaj. Para ello recurriremos a visitas de campo, entrevistas y herborización en diferentes áreas del municipio. Con el aval de la Municipalidad, solicito que se haga conocimiento a los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODES).

Asimismo, me permito presentarle a los integrantes del proyector:

- Sofia Kazmi Høgsbro, Encargada del proyecto, UVG Central
- Amelia Lupez, estudiante de agroforestal, UVG Altiplano
- Claudia Morales, estudiante de antropología, UVG Central
- Dania de León, estudiante de antropología, UVG Central
- Juan Pablo Rustrian López, estudiante de biología, UVG Central
- Alejandra Santos Alvarado, estudiante de farmacología, UVG Central

Le agradezco de antemano su colaboración y me pongo a su disposición para cualquier duda o aclaración.

Atentamente,



Pablo Estrada

Delegado de la Universidad del Valle de Guatemala
en San Andrés Semetabaj

*Autorizado
05-02-2019*

MUNICIPALIDAD SAN ANDRÉS SEMETABAJ
DEPARTAMENTO CHIMEL
RECIBO
29 ENE 2019
FIRMA: HORA: 2:50 pm

Anexo 2. Autorización proyecto por COCODES



San Andrés Semetabaj 05 de Febrero del 2019

A Paola Estrada
Delegada de la Universidad del Valle de Guatemala
San Andrés Semetabaj Sololá

Presente

Por este medio en mi calidad de Alcalde Municipal me permito el honor de dirigirme a usted, deseando toda clase de éxitos en sus actividades diarias. La presente va con el fin de manifestarle que en mi calidad de Alcalde Municipal y personero legal de esta Municipalidad, AVALO la actividad que tiene programado la Universidad del Valle para implementar el JARDIN ETNOBOTANICO TEMATICO Y EDUCATIVO y realizar las visitas de campo, entrevistas y herborización en diferentes áreas del Municipio comprometiéndome a informar a los Consejos Comunitario de Desarrollo (COCODES) En la próxima reunión del presente mes

Sin más que mencionar quedo de usted muy respetuosamente


Lic. GASPAR CHUMIL MORALES
ALCALDE MUNICIPAL



"Comprometidos con el desarrollo Integral"

Administración
Municipal 2016-2020

Anexo 3. Consentimiento informado

Universidad del Valle de Guatemala Proyecto de Arqueología San Andrés Semetabaj - Subproyecto Etnobotánica 2019 Consentimiento informado para participar en entrevista semi-estructurada

Estamos realizando un estudio sobre el uso tradicional de las plantas en esta comunidad como parte del proyecto arqueológico en San Andrés Semetabaj. Esta entrevista busca identificar los distintos tipos de plantas que son importantes para la comunidad y conocer sus nombres, usos y los cuidados que requieren. El objetivo del proyecto es crear un jardín botánico educativo, utilizando las prácticas tradicionales, para mostrar las plantas representativas de este municipio y poder compartir este conocimiento con personas interesadas en el tema.

Estudiantes de la Universidad del Valle de Guatemala estarán realizando esta investigación. Usted fue identificado como una persona de interés por su posible conocimiento en el tema. Es por ello que quisiéramos hacerle una entrevista para conocer más de su experiencia y su relación con el uso de plantas en San Andrés Semetabaj.

La entrevista durará aproximadamente 1 hora o más. Su participación en el estudio es voluntaria, si usted no quiere participar, no hay consecuencias. Si decide participar puede dejar preguntas sin responder o terminar la entrevista en cualquier momento. Esta entrevista no cuenta con ningún tipo de remuneración económica y participar no conlleva ningún tipo de riesgos.

La información que nos brinde será analizada por el equipo de investigación. Para esto las respuestas que proporcione serán completamente anónimas. Su nombre no será asociado directamente con ninguna respuesta ya que se le asignará un código y sus datos personales no serán revelados.

Finalmente, le queremos pedir permiso para grabar esta entrevista. De esta forma nos aseguraremos de que todo lo que usted nos diga, quede como usted nos lo compartió. Puede indicarnos en cualquier momento si desea parar la grabación. Esta, si decide aceptar, será transcrita por el equipo y los audios serán borrados después de la transcripción.

Si tiene preguntas respecto al estudio, ahora o después de participar, puede comunicarse directamente con Sofia Kazmi, coordinadora del proyecto de etnobotánica en la Universidad del Valle de Guatemala del Valle, al: 57249738.

Completar los siguientes campos:

Acepta participar en la entrevista:	sí	no
Acepta que sea grabada:	sí	no

Fecha: _____ Código de la entrevista: _____

Nombre y firma del participante: _____

Anexo 4. Extracto de entrevista para obtención de datos etnobotánicos de Médicos Mayas, Curanderos y Comadronas

**Proyecto Etnobotánica San Andrés Semetabaj
Formato de Entrevista Semi-estructurada - Médicos Mayas-Comadronas**

I. Datos generales:

1. Nombre
2. Edad
3. Cuánto tiempo lleva viviendo en San Andrés
4. Familia - estado civil (casado, unido, soltero)
5. Religión
6. Grupo étnico con el que se identifica
7. A qué se dedica

II. Información personal sobre las plantas:

1. ¿Cómo usa usted las plantas en su trabajo?
2. ¿Le gusta trabajar con plantas? ¿Por qué?
3. ¿Qué importancia tienen las plantas para usted?
4. ¿Podría realizar su trabajo si no tuviera plantas?
5. ¿Un médico común (occidental) podría utilizar estas plantas para curar?
6. ¿Qué tan seguido recibe usted pacientes?
7. ¿En qué tratamiento se usan las plantas? ¿Qué enfermedades trata?
 - a. Enfermedades físicas, mentales, espirituales, otras, etc.
8. ¿Cuáles son las plantas más importantes para usted en su trabajo?
 - a. ¿Cómo se llama la planta? (Nombre en kaqchikel y español)
 - b. ¿Cómo la utiliza en su trabajo? ¿Para qué tratamiento?
 - i. Este tratamiento es solo de plantas o tiene algún componente espiritual para que funcione.
 - c. ¿Cómo prepara el tratamiento?
 - d. ¿Qué parte de la planta se utiliza?
 - e. ¿A dónde se consigue esta planta?
 - f. ¿Es fácil obtener esta planta?
 - g. ¿Por qué considera que es difícil/fácil obtenerla?
 - h. ¿Requiere algún cuidado especial?
 - i. ¿Tiene esta planta en su casa?
9. ¿Cómo maneja su jardín? (Si tuviera)
 - a. ¿Cómo lo mantiene? (lo riega, lo abona, etc)
 - b. ¿Plantas hierbas o arbustos juntos por alguna razón? (compartir nutrientes, sombra, tradición, etc)
 - c. ¿Usa algún tipo de abono? (¿es químico o natural?)

Anexo 5. Extracto de entrevista para obtención de datos etnobotánicos de Agricultores

Proyecto Etnobotánica San Andrés Semetabaj Formato de Entrevista Semi-Estructurada a Agricultores-Productores

I. Datos generales:

1. Nombre
2. Edad
3. A qué se dedica
4. Cuánto tiempo lleva viviendo en San Andrés
5. Familia - estado civil (casado, unido, soltero)
6. Religión
7. Grupo étnico con el que se identifica

II. Información sobre su producción:

1. ¿Qué especies se cultivan comúnmente en esta área? (Árboles, arbustos, plantas)
2. ¿Y qué plantas tiene Usted? (nombres locales y españoles)
3. ¿Cuál es el ciclo de sus plantas y la temporada de producción?

Anexo 6. Sistemas del cuerpo y categorías para las que se utilizan las plantas medicinales en San Andrés Semetabaj, utilizando como base las categorías propuestas por Zambrano-Intriago *et al.* (2015) con sus respectivas modificaciones

Sistema/Categorías	Descripción
Cardiovascular	Enfermedades del corazón, dolor de corazón
ENT (Sistema sensorial)	Dolores de nariz, ojos, oídos, sinusitis, y dolor dental
Gastrointestinal	Diarrea, vómitos, dolor de estómago, gastritis, parásitos
Hepático	Enfermedades hepáticas, hígado graso
Inmunológico	Enfermedades autoinmunes, cáncer, enfermedades infecciosas
Neurológico	Adormecimiento de las extremidades, parálisis
Osteomuscular	Frácturas, dolores, articulaciones, inflamación
Estético	Estético: bajar de peso, caída del cabello, morderuras/piquetes de animales, etc.
Piel	Infecciones, heridas, inflamaciones
Renal/urológico	Enfermedades renales, infecciones de tracto urinario, prostata
Respiratorio	Dificultad para respirar, dolor de garganta, dolor de pecho, bronquitis, tos, resfriados,
Sanguíneo	Colesterol, presión arterial, circulación sanguínea
Reproductivo	Testículos, ovarios, placenta, útero, y relacionados a concepción humana
Dolor de cabeza	Sensación dolorosa en cualquier parte de la cabeza
Fiebre	Temperatura corporal fuera de lo normal
Energético/Ojo	Relacionado a valores energéticos espirituales
Diabetes	Cualquier tipo de diabetes

Anexo 7. Plantas medicinales en San Andrés Semetabaj y formas de preparación

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de uso	Parte utilizada	Sistema del cuerpo (Categorías)
Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i> sp.	Hierba de cáncer	N/A	-	Gastrointestinal
Asteraceae	<i>Achillea millefolium</i> L.	Milenrama	Pomada	Hojas	Piel
Pteridaceae	<i>Adiantum</i> sp.	Culantrillo	N/A	Hojas	Reproductivo
Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i> L.	Cebolla	Crudo	Hojas	Otros
Betulaceae	<i>Alnus</i> sp.	Abedul Rojo/Aliso/Ílamo	Vapor Infusión, Pomada,	Hojas, Corteza	Sanguíneo
Xanthorrhoeaceae	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	Sábila	Shampoo	Hojas	Piel, otros
Verbenaceae	<i>Aloysia citriodora</i> Palau	María Luisa	Infusión	Hojas	Neurológico
Annonaceae	<i>Annona</i> sp.	Anona	N/A	Hojas	Otros
Compositae	<i>Artemisia absinthium</i> L.	Ajenjo	N/A	Hojas	Gastrointestinal, reproductivo, Osteomuscular, otros
Compositae	<i>Baccharis inamoena</i> Gardner	Santo Domingo	N/A	Hojas	Osteomuscular, ENT (sensorial), Otros
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea</i> sp.	Buganvillea	N/A	Flores	Respiratorio
Brassicaceae	<i>Brassica campestris</i> L.	Hierba blanca	N/A	Hojas, tallos	Sanguíneo
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Bolsa de pastor	Pomada, Crudo	Toda la planta	Piel, otros
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Papaya	N/A	Hojas	Otros
Rutaceae	<i>Casimiroa edulis</i> La Llave	Matasano	Crudo	Hojas, semillas, frutos	Neurológico
Rutaceae	<i>Citrus aurantifolia</i> (Christm.) Swingle	Limón	Infusión, Decocción	Fruto, hojas	Reproductivo, respiratorio, otros Reproductivo, osteomuscular,
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	Lima-limón	Infusión	Fruto, hojas	Otros
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> sp.	Naranja	Infusión	Hojas	Gastrointestinal, Cardiovascular
Fabaceae	<i>Crotalaria longirostrata</i>	Chipilín	Tintura	Hojas	Otros

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de uso	Parte utilizada	Sistema del cuerpo (Categorías)
	Hook. & Arn				
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Cípres	Vapor, pomada	Toda la planta	Respiratorio
Poaceae	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf	Té de limón	Infusión, Decocción	Hojas	Gastrointestinal, respiratorio
Asteraceae	<i>Dahlia imperialis</i> Roezl ex Ortgies	Tunay/Saico	Crudo	Tallos, flores	Respiratorio, renal/urológico, Otros
Amaranthaceae	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Apazote/Epazote	Antibiótico	Hojas	Gastrointestinal, reproductivo
Equisetaceae	<i>Equisetum giganteum</i> L.	Cola de caballo	N/A	Tallos	Gastrointestinal
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Níspero	Decocción	Hojas, fruto	Otros
Fabaceae	<i>Erythrina berteroana</i> Urb.	Pito	Crudo	Corteza	Neurológico
Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto	Decocción	Hojas	Otros
Fabaceae	<i>Eysenhardtia adenostylis</i> Baill.	Taray	N/A	Tallos	Renal/urológico Cardiovascular, neurológico,
Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Hinojo	N/A	Hojas	Reproductivo
Asteraceae	<i>Galinsoga urticifolia</i> (Kunth) Benth.	Macash/Mololent	N/A	Hojas, tallos	Gastrointestinal
Lamiaceae	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	Chan	N/A	Semilla	Gastrointestinal
Lamiaceae	<i>Lavandula</i> sp.	Lavanda	Decocción, Compresas	Hojas, Tallos	Respiratorio
Lamiaceae	<i>Lepechinia caulescens</i> (Ortega) Epling	Bretónica	N/A	–	Osteomuscular
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i> L	Jiliplege	Decocción	Hojas, tallos	Respiratorio, otros
Verbenaceae	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P. Wilson	Salvia Santa	Decocción	Hojas, tallos	Cardiovascular, otros

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de uso	Parte utilizada	Sistema del cuerpo (Categorías)
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i> L.	Malva/Malma	Decocción, Lavados	Toda la planta	Gastrointestinal
Compositae	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Manzanilla	Decocción	Flores, tallos, hojas	Gastrointestinal, respiratorio, Otros
Fabaceae	<i>Medicago sativa</i> L.	Alfalfa	Crudo	Hojas	Gastrointestinal
Lamiaceae	<i>Mentha spicata</i> L. <i>Monstera deliciosa</i> Liebm.	Hierba buena	Decocción	Hojas	Gastrointestinal
Araceae	<i>Ocimum basilicum</i> L.	Mano de León	Crudo	Hojas	Gastrointestinal
Lamiaceae	<i>Passiflora</i> sp.	Albahaca	Decocción	Hojas, tallos	Gastrointestinal
Passifloraceae	<i>Persea americana</i> Mill. <i>Persicaria glabra</i> (Wild.) M. Gómez	Pasiflora	Infusión Pomada, Cataplasma	Hojas	Neurológico Osteomuscular
Lauraceae	<i>Phaseolus vulgaris</i> L. <i>Phyla scaberrima</i> (Juss. ex Pers.) Moldenke	Aguacate	N/A	Hojas	Renal/Urológico
Polygonaceae	<i>Pinus</i> sp.	Pimienta de agua	N/A	Hojas	Renal/Urológico
Fabaceae	<i>Piper nigrum</i> L.	Frijol negro	Infusión	Semillas	Reproductivo
Verbenaceae	<i>Plantago major</i> L. <i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass	Orozuz	Infusión, Emplasto	Hojas	Osteomuscular, respiratorio, Otros Gastrointestinal, piel, Renal/Urológico
Pinaceae	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Pino	N/A	–	–
Piperaceae	<i>Psidium guajava</i> L. <i>Quercus brachystachys</i> Benth	Pimienta	Infusión	Fruto	Reproductivo
Plantaginaceae	<i>Rheum rhaponticum</i> L.	Llantén/Lantén	Infusión, Emplasto	Hojas	Gastrointestinal, piel, Renal/Urológico
Compositae	<i>Rosmarinus officinalis</i> L. Romero	Siguapate	N/A	–	–
Rosaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Durazno criollo	N/A	Fruto	ENT (sensorial)
Myrtaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Guayaba	Decocción	Hojas	Otros
Fagaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Encino	Decocción, Lavados	Corteza	Piel
Polygonaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Ruibarbo	N/A	Raíz	Inmunológico, hepático
Euphorbiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Higuerillo	Pomada	Semillas	Osteomuscular
Lamiaceae	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Romero	Pomada, Baños,	Hojas, tallos	Piel, osteomuscular,

Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma de uso	Parte utilizada	Sistema del cuerpo (Categorías)
			Vapores		Gastrointestinal, otros
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	Lengua de buey/vaca	Antibiótico	Hojas, raíz	Gastrointestinal, otros
Rutaceae	<i>Ruta graveolens</i> L.	Ruda	Decocción,	Flores, tallos, hojas	Gastrointestinal, respiratorio,
Cucurbitaceae	<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Güisquil	Vapores		Neurológico, reproductivo, Otros
Compositae	<i>Senecio salignus</i> DC.	Chilca	Crudo	Fruto	Piel, otros
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Escobillo	Vapores	Hojas, tallos	Otros
Compositae	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	Cardo Mariano	Decocción	Hojas	Respiratorio, otros
Solanaceae	<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	Hierba-Mora/Macuy/Marubio	N/A	Hojas	Gastrointestinal
Myrtaceae	<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	Clavo	Vapores, Infusión	Hojas, tallos, frutos	Respiratorio, otros
Compositae	<i>Tagetes lucida</i> Cav.	Pericón	Infusión	Flores	Reproductivo
Compositae	<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Sch.Bip.	Altamisa	Decocción	Flores, tallos, hojas	Gastrointestinal
Lamiaceae	<i>Thymus vulgaris</i> L.	Tomillo	Decocción	Toda la planta	Respiratorio, reproductivo, otros
Compositae	<i>Tithonia longiradiata</i> (Bertol.) S.F.Blake	Árnica	Pomada	Hojas, tallos	Respiratorio, piel
Commelinaceae	<i>Tradescantia zebrina</i> Bosse	Hierba de pollo	Cataplasma,	Hojas, tallos, flores	Osteomuscular
Urticaceae	<i>Urtica</i> sp.	Ortiga	Emplasto		
Verbenaceae	<i>Verbena carolina</i> L.	Verbena	Infusión	Hojas	Renal/Urológico, reproductivo
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	Maiz	N/A	Hojas, tallos	Sanguíneo
			N/A	Semilla	Gastrointestinal
					Renal/Urológico

Anexo 10. Gráficos de las 5 plantas con IVU y UST más altos

