

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**ESTUDIO DE LOS PRINCIPIOS ACTIVOS DEL METABOLISMO SECUNDARIO EN
PASHTÍO (*Luffa operculata* L.) DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN
MONTEERRICO, MUNICIPIO DE TAXISCO, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.**

FRANCISCO ANDRÉS ROQUE SOSA

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**ESTUDIO DE LOS PRINCIPIOS ACTIVOS DEL METABOLISMO SECUNDARIO EN
PASHTÍO (*Luffa operculata* L.) DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN
MONTEERRICO, MUNICIPIO DE TAXISCO, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

FRANCISCO ANDRÉS ROQUE SOSA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M. A. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M. Sc. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	Per. Agr. Walter Yasmani Godoy Santos
VOCAL QUINTO	P. C. Neydi Yasmine Juracán Morales
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2017

Guatemala, septiembre de 2017

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación titulado: **“Estudio de los principios activos del metabolismo secundario en pashtío (*Luffa operculata* L.), diagnóstico y servicios prestados en Monterrico, municipio de Taxisco, Santa Rosa, Guatemala, C.A.”**, como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Francisco Andrés Roque Sosa

ACTO QUE DEDICO

A:

MIS PADRES Lic. Carlos Francisco Roque Gálvez y Lida. Mirna Marilena Sosa Marroquín de Roque, por su increíble sensatez, sabiduría, conocimiento y amor que me brindaron con su apoyo y ayuda incondicional. Un grito de emoción al cielo para ti padre.

MIS HERMANOS Dr. Pablo Roque e Ing. Agr. Juan Carlos Roque, por ser mis amigos durante toda la vida y compartir su corazón conmigo en las buenas y en las malas, terminamos de profesionalizar la familia, los amo.

MI CAMARADA Sofía Méndez, sin ti la vida sería más difícil, gracias por compartir tu cálido corazón conmigo y todos los “trabaja en tu tesis”. Sin ti, todos los caminos fueran más largos.

MIS AMIGOS Francisco Cuellar, Alejandra Gómez, Erick Reyes, Devick Chavajay y Oscar Machic, por su invaluable amistad y desinteresada compañía. A la sixteen, Danilo, Tuercas, Jacobo, Ricky y George, por ser mis aleros y mis interminables buenos momentos. Al chino y a los García, en especial a Mirna y Carmen, por quererme como solo ustedes pueden, los amo, gracias por sus infinitos consejos y sus eternas palabras de aliento.

AGRADECIMIENTOS

A:

Pueblo de Guatemala

Porque gracias a las labores cotidianas de cada integrante de este hermoso país, pagaron mis estudios superiores, tengo una deuda de vida con ustedes.

La Universidad de San Carlos de Guatemala

Por todo el conocimiento científico aprendido y por sus docentes que desinteresadamente forjaron mi meta y mi saber.

Mi asesor

Lic. Enrique Flores, por su conocimiento científico en química orgánica, sus comentarios y graciosas anécdotas compartidas.

Mi supervisor

Ing. Agr. Freddy Hernández, por apoyarme y aconsejarme en todo este camino recorrido. Lo considero un amigo.

CECON-Monterrico

A todo el personal del CECON-Monterrico, pero en particular a Tito, Pablo y Noé, quienes hicieron que el trabajo, a pesar de ser difícil, fuera de una forma agradable, un gusto trabajar con ustedes. Al Ing. Agr. Roberto González, por su apoyo en mi EPS y los buenos momentos compartidos.

EPSUM

A la Licda. Jennifer Pinzón e Ing. Agra. Regina Valiente, por su apoyo incondicional durante el EPS.

Laboratorio de Investigación de Productos Naturales (LIPRONAT)

A la Dra. Sully Cruz y todo el personal de laboratorio, por permitirme hacer uso de sus instalaciones y su amable ayuda en la elaboración de los ensayos químicos de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Página
1. CAPÍTULO I.....	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	3
1.2 MARCO REFERENCIAL	4
1.2.1 Origen	4
1.2.2 Creación.....	4
1.2.3 Ubicación geográfica.....	4
1.2.4 Fauna.....	5
1.2.5 Flora.....	5
1.2.6 Zona de vida.....	5
1.2.7 Uso de la tierra (año 2,006).....	6
1.2.8 Topografía y suelos.....	6
1.2.9 Clima e hidrología	6
1.2.10 Diagrama institucional de la RNUMM	10
1.2.11 Características socioeconómicas	11
1.2.12 Grupos étnicos	11
1.2.13 Educación	12
1.2.14 Religión	12
1.2.15 Economía	13
1.2.16 Servicios.....	13
1.2.17 Pesca	14
1.2.18 Artesanías	14
1.2.19 Microempresas y Comercios	14
1.3 OBJETIVOS	15
1.3.1 Objetivo General:	15
1.3.2 Objetivos Específicos:	15
1.4 METODOLOGÍA	16
1.4.1 Fase de gabinete I.....	16
1.4.2 Fase de campo.....	16
1.4.3 Fase de gabinete II.....	16

	Página
1.5 RESULTADOS.....	17
1.5.1 Uso de plantas medicinales como alternativa medicinal	17
1.5.2 Árbol de problemas	18
1.5.3 Censo poblacional.....	20
1.5.4 Plantas medicinales.....	21
1.6 CONCLUSIONES.....	23
1.7 RECOMENDACIONES.....	24
1.8 BIBLIOGRAFÍA.....	25
2. CAPÍTULO II.....	27
2.1 PRESENTACIÓN	29
2.2 MARCO TEÓRICO.....	31
2.2.1 Marco conceptual.....	31
2.2.3 Características generales de las plantas presentes.....	34
2.2.4 Características de algunas familias de plantas presentes	35
2.2.5 Metabolismo secundario de las plantas.....	35
2.2.6 Clases principales de metabolitos secundarios	36
2.2.7 Metabolitos secundarios frecuentes en las plantas.....	37
2.2.8 Tamizaje fitoquímico.....	40
2.2.9 Principales plantas medicinales utilizadas por la población de la aldea Monterrico ...	40
2.2.10 <i>Luffa operculata</i> L.....	41
2.2.11 Usos de <i>Luffa operculata</i> L.....	41
2.2.12 Forma de uso del pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.)	42
2.2.13 Sinusitis y su tratamiento farmacológico.....	43
2.3 OBJETIVOS	44
2.3.1 Objetivo General:	44
2.3.2 Objetivos Específicos:	44
2.4 HIPÓTESIS.....	44
2.5 METODOLOGÍA	45
2.5.1 Materiales.....	45
2.5.2 Encuesta rápida para determinar usos y popularidad del pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.) en la aldea Monterrico.....	46

	Página
2.5.3 Recolección de especímenes	47
2.5.4 Identificación taxonómica	47
2.5.5 Tamizaje Fitoquímico	47
2.5.6 Ensayo para identificación de alcaloides	48
2.5.7 Ensayo para la detección de saponinas	48
2.5.8 Ensayo para la detección de flavonoides y antocianinas	49
2.5.9 Ensayo para la detección de cumarinas	49
2.5.10 Ensayo para la detección de antraquinonas	50
2.5.11 Ensayo para la detección de taninos	50
2.5.12 Ejemplo visual de presencia de metabolitos secundarios	50
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
2.6.1 Resultados a la encuesta rápida.....	51
2.6.2 Alcaloides.....	52
2.6.3 Antocianinas.....	53
2.6.4 Cumarinas.....	54
2.6.5 Flavonoides.....	55
2.6.6 Saponinas	55
2.6.7 Antraquinonas y taninos	56
2.7 CONCLUSIONES.....	59
2.8 RECOMENDACIONES.....	60
2.9 BIBLIOGRAFIA.....	61
2.10 ANEXOS.....	64
3. CAPÍTULO III.....	68
3.1 PRESENTACIÓN	70
3.2 SERVICIO 1. Actualización de las coordenadas geográficas de la RNUMM.....	72
3.2.1 Problemática.	72
3.2.2 Objetivos	72
3.2.3 Metodología	73
3.2.4 Resultados obtenidos	73
3.2.5 Evaluación.....	74
3.3 SERVICIO 2. Salinidad de los pozos artesanales de la Aldea Monterrico.....	76

	Página
3.3.1 Problemática	76
3.3.2 Objetivos	76
3.3.3 Metodología	76
3.3.4 Resultados obtenidos	77
3.3.5 Evaluación.....	78
3.4 SERVICIO 3. Establecimiento de un grupo de voluntarios de apoyo al CECON-Monterrico	80
3.4.1 Problemática	80
3.4.2 Objetivos	80
3.4.3 Metodología	80
3.4.4 Resultados obtenidos	81
3.4.5 Evaluación.....	82
3.5 CONCLUSIONES.....	82
3.6 RECOMENDACIONES.....	82
3.7 BIBLIOGRAFÍA	83

INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Ubicación de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico.	7
Figura 2.	Zona de vida de Holdridge de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico.	8
Figura 3.	Mapa del uso de la tierra al año 2,006 en la RNUMM, según la cartografía digital del IGN-MAGA.	9
Figura 4.	Diagrama institucional de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico.	10
Figura 5.	Gráfica de la población aproximada según los comités comunitarios de desarrollo.	11
Figura 6.	Gráfica de las diferentes actividades económicas como fuente de ingresos en la aldea Monterrico.	13
Figura 7.	Árbol de problemas.	18
Figura 8.	Grafica de la relación de edades en la población de la aldea Monterrico.	21
Figura 9.	Gráfica del uso de algunas de las plantas medicinales por la población de la aldea Monterrico.	22
Figura 10.	Gráfica de la incidencia en % de familias botánicas registradas en la RNUMM por encuestas etnobotánicas.	32
Figura 11.	Clasificación de las especies de plantas medicinales y comestibles de la RNUMM con base en su origen.	33
Figura 12.	Diagrama de la ruta metabólica de los principales metabolitos secundarios en las plantas como resultado del metabolismo primario y secundario del carbono.	37
Figura 13.	Ejemplo visual de precipitados y cambios de coloración en uno de los ensayos de laboratorio realizados.	50
Figura 14.	Gráfica de la popularidad del uso del pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.) vs. Otras especies utilizadas de forma medicinal.	52
Figura 15A.	Entrevista sobre conocimientos de especies de plantas medicinales a pobladores de la aldea Monterrico.	64
Figura 16A.	Herborización y secado de las especies de plantas medicinales.	64
Figura 17A.	Resultados de la prueba de Mayer, Dragendorff y Wagner para detección de alcaloides.	65
Figura 18A.	Resultados para la prueba de saponinas.	65
Figura 19A.	Resultados en prueba de luz UV (365 nm) para cumarinas.	66
Figura 20A.	Resultados en la prueba de taninos.	66
Figura 21.	Actualización de las coordenadas geográficas de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico	75
Figura 22.	Mapa de la sectorización de la aldea Monterrico.	77
Figura 23.	Ubicación de los puntos y contenido de salinidad en partes por millón del agua en los pozos artesanales de la aldea Monterrico.	79

INDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.	Aspectos educativos pertenecientes a la RNUMM.	12
Cuadro 2.	Especificación de las distintas religiones practicadas en la aldea Monterrico.	13
Cuadro 3.	Población de sexo masculino por edad y en porcentaje de la aldea Monterrico.	20
Cuadro 4.	Población de sexo femenino por edad y en porcentaje de la aldea Monterrico.	21
Cuadro 5.	Síntesis de los tipos de uso y tratamientos para las enfermedades que es utilizado el pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.).	42
Cuadro 6.	Resumen de los resultados para la identificación de alcaloides en pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.), resultado positivo a presencia (+), resultado negativo o ausente (-).	53
Cuadro 7.	Resultados del ensayo para identificación de antocianinas en fruto y semilla de Pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.).	54
Cuadro 8.	Resultados del ensayo para la identificación de cumarinas en fruto y semilla de Pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.).	54
Cuadro 9.	Resultados para la prueba de flavonoides en semilla y fruto de Pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.).	55
Cuadro 10.	Resultados de la prueba para detección de saponinas en semilla y fruto de Pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.).	56
Cuadro 11.	Resultados de las pruebas para antraquinonas en semilla y fruto de Pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.).	57
Cuadro 12.	Resultados de las pruebas para taninos en semilla y fruto de Pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.).	57
Cuadro 13.	Resumen de los resultados obtenidos de las pruebas a las que fue sometido el fruto y la semilla de Pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.).	58
Cuadro 14.	Resultados de la evaluación de salinidad mediante refractómetro en el agua de los pozos artesanales de la aldea Monterrico.	78
Cuadro 15.	Número de sesiones y temas que se llevaron a cabo en las capacitaciones que se realizaron con el grupo de voluntarios del instituto básico de Monterrico.	81

RESUMEN GENERAL

Este documento contempla el producto final del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en el Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) en Monterrico, Taxisco, Santa Rosa, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, entre los meses de febrero a noviembre del año 2015. Los objetivos principales de la institución han sido, desde su creación, la investigación y mantenimiento del área protegida, por lo que la investigación realizada durante este período, involucra el conocimiento científico con el fin de comprender de una mejor manera los recursos ecosistémicos que el área posee.

El conocimiento ancestral de plantas medicinales, es la base para la creación de investigaciones sobre el contenido de sustancias químicas que se encuentran dentro de cada especie vegetal y que funcionan como terapéutica a las enfermedades padecidas por el ser humano. Las nuevas generaciones han comenzado a cambiar este conocimiento ancestral por nuevas terapias basadas en la medicina occidental, sin embargo, es de gran importancia reconocer y conservar el conocimiento ancestral, produciendo así, un conocimiento científico que serviría de base para la creación de productos naturales que contribuyan al beneficio de la salud en la población dentro de la reserva.

El diagnóstico realizado y la elaboración del censo poblacional por parte de la primera cohorte de EPSUM 2015, significó la base para la creación de la investigación realizada en este trabajo de graduación.

Por la razón descrita anteriormente, se planteó como problema de investigación un “estudio de los principios activos del metabolismo secundario en pashtío (*Luffa operculata* L.) Monterrico, municipio de Taxisco, Santa Rosa, Guatemala, C.A.”, con el fin de dar la oportunidad a posteriores investigadores, bases para la creación de productos naturales a partir del pashtío.

Entre los servicios prestados, se realizó una evaluación de los vértices de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, recomendando la implementación de mojones que contengan las coordenadas actualizadas de la reserva.



1.1 PRESENTACIÓN

El presente informe se realizó con el fin de diagnosticar la situación actual de la Aldea Monterrico, en la cual se detectaron una serie de necesidades y problemáticas sociales, económicas, culturales, agrícolas y ambientales. Por esto, se llevó a cabo una priorización de los distintos problemas, tratando de enfocarse en desarrollar propuestas que, al ser implementadas, colaboren con el desarrollo de la aldea Monterrico. Bajo estas circunstancias y considerando que las actividades de conservación para lo que fue creada la reserva, deben de realizarse en el mismo ambiente que el de las comunidades presentes y sus actividades económicas, ambas deben integrarse, siendo las actividades económicas pesca, uso del mangle, agricultura, la prestación de servicios de turismo etc. De gran interés en la población de Monterrico.

Monterrico, por encontrarse en un ecotono, es una zona de gran riqueza e interés biológico, necesitando de una gestión adecuada la cual puede darse únicamente si existe información que sirva de base para la adecuada toma de decisiones. Esta información debe corresponder a datos actualizados, accesibles, ordenados, sistematizados y debidamente interpretados (Martínez, 2006). Por lo que el siguiente diagnóstico presenta un árbol de problemas en las que todos estos datos fueron tomados en cuenta, en un período comprendido entre el 16 de febrero de 2015 y el 19 de marzo del mismo año.

Los datos fueron recabados mediante información primaria y secundaria, siendo la primaria, una actualización del CENSO realizado en 2013 por estudiantes de la Universidad de San Carlos de Guatemala, específicamente la Escuela de Trabajo Social, en el cual se censó y entrevistó a personas en todas las casas de habitación de la aldea Monterrico.

El censo confirmó un total de 1,154 personas que habitan en la aldea Monterrico. El aproximado que fue otorgado por el Consejo Comunitario de Desarrollo de la aldea Monterrico fue de 1,804 personas.

Debido a investigaciones anteriores sobre etnobotánica y al interés particular sobre plantas medicinales, se realizaron preguntas sobre este tema y su popularidad a 29 personas censadas, siendo esta, una muestra representativa del total de la población de la aldea Monterrico, en el marco del muestreo aleatorio simple. Con esto, se obtuvo que la población comienza a tener un abandono por el conocimiento etnobotánico y una mayor aceptación por la medicina occidental. A pesar de esto, solo se cuenta con 4 farmacias dentro de la aldea y según información del Instituto Nacional de Estadística (INE), Monterrico es una aldea de escasos recursos.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Origen

Según el Instituto de Antropología e Historia (IDAEH) toda la Costa Sur, incluso las áreas de humedales, alguna vez estuvieron pobladas por grupos precolombinos. Dentro de la RNUMM no se han hecho trabajos de excavación ni registro, pero se conoce la existencia de un sitio arqueológico llamado El Pumpo, en la aldea del mismo nombre (Sigüenza, 1999).

En la década de 1930 se inicia la historia de Monterrico, con el asentamiento de 10 familias. Durante el gobierno de Jorge Ubico y se realizó el dragado y construcción del canal de Chiquimulilla.

La primera vía de acceso terrestre fue construida en el período de gobierno de Juan José Arévalo, entre los años 1945 y 1951. Dicho camino fue asfaltado en la administración de Eugenio Laugerud García. Esto permitió la población de la aldea, ya que la construcción del camino, trajo consigo los establecimientos educativos. En el año 1949 llega la primera visita turística al lugar. Pero no es hasta la década de 1970 que inicia la verdadera actividad turística con la construcción del primer hotel y restaurante. Además, la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) adquiere terrenos en el área, lo que, según los ancianos de la aldea, “da más realce a la comunidad”. (Hernández, 2011).

1.2.2 Creación

Según el Plan Maestro 2000-2005, la reserva fue fundada el 16 de diciembre de 1977, publicándose en el diario oficial el 3 enero de 1978; como una Reserva para la protección especial de la fauna, flora constituyente del ecosistema natural y biotopo. Para el año siguiente (1979) se constituye como la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico y pasa formar parte de las áreas protegidas bajo la administración de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1.2.3 Ubicación geográfica

La RNUMM se delimita por las coordenadas geográficas entre los meridianos 90°26'21" y 90°30'14" longitud Oeste y paralelos 13°58'28" y 14°0'38" latitud Norte". La altitud oscila entre 1 y 8 msnm. Se necesita realizar una actualización de las coordenadas existentes en literatura, ya que en toda la información secundaria recabada aparecen las coordenadas geográficas expuestas anteriormente, que pertenecen al Datum del Geoide “North American

Datum of 1927” y en coordenadas planas la proyección encontrada fue la de Clarck de 1866, por lo que ambas se encuentran desactualizadas en toda la revisión de literatura incluido el Plan Maestro 2000-2005 (Castillo, 2012). Un acercamiento a la actualización de las coordenadas geográficas de la reserva, se presenta en la figura 1.

1.2.4 Fauna

La RNUMM pertenece al corredor biológico mesoamericano, ya que está representada como un humedal que alberga muchos nichos y hábitats específicos de diversas especies. Es importante mencionar que gran parte de la reserva la componen estuarios y lagunas costeras. Estos son sitios de crianza para una gama de especies diadromos de peces y crustáceos quienes cumplen sus ciclos de vida en aguas mezcladas. Algunos se reproducen en el mar y migran a aguas más dulces o viceversa. Así también son hábitat de aves migratorias, moluscos, insectos, reptiles, anfibios y mamíferos.

1.2.5 Flora

Dentro de la reserva natural, la principal formación vegetal la componen los arboles de mangle, que dentro de la reserva son evidentes 3 especies *Rizophora mangle*, mangle rojo, *Laguncularia racemosa*, mangle blanco y *Avicennia germinans*, mangle negro.

Dentro de la reserva también existen más de una decena de especies de plantas acuáticas. Además, existen aproximadamente setenta y siete especies de plantas medicinales propias de la reserva (Pardo, 2011), de las cuales se mencionan las especies que aparecen con mayor frecuencia: el apazote (*Chenopodium ambrosioides* L.), chalchupa (*Rauvolfia tetraphylla* L.), morro de llano (*Crescentia alata* Kunth), pashtillo (*Luffa operculata* L.), hierba del cáncer (*Acalypha arvensis* Poepp.), piñón (*Jatropha curcas* L.), sapotón (*Pachira aquatica* Aubl.), ipacín (*Petiveria alliacea* L.), quina (*Coutarea hexandra* (Jacq.) K. Schum.), chuchofinto (*Hamelia patens* Jacq.), y la Cuajatinta (*Cordia inermis* (Mill.) I.M. Johnst.). (Pardo, Daniel et. al. 2011). Todas las plantas anteriormente mencionadas son utilizadas por la población para el tratamiento de enfermedades propias del lugar (Pardo, 2011).

1.2.6 Zona de vida

Según el sistema de Holdridge (figura 2), la reserva se encuentra localizada en la zona de vida “Bosque seco Subtropical (bs-S) y Bosque húmedo subtropical cálido (bh-Sc)” identificado principalmente por la flora representativa (Madre Cacao, Guachimol y arbustos espinosos), y es un humedal que desempeña importantes funciones hidrológicas, biológicas

y ecológicas de gran importancia para el funcionamiento natural de las cuencas hidrográficas de la zona y de los sistemas costeros. Cuenta con dos asociaciones naturales definidas, el ecosistema estuarino y el ecosistema costero-marino, los cuales funcionan como hábitats de gran variedad de plantas y animales en períodos críticos de sus ciclos biológicos (MAGA, 2006).

1.2.7 Uso de la tierra (año 2,006)

El uso de la tierra ha ido avanzando en sus fronteras agrícolas, principalmente por la implementación de áreas de caña después de las fronteras de la RNUMM. Los demás usos de la tierra se muestran en la figura 3.

1.2.8 Topografía y suelos

La Reserva se caracteriza por tener una pendiente no mayor al 5%, se considera un área bastante plana. El área de playa presenta una pendiente de 20% siendo la más alta de toda la reserva.

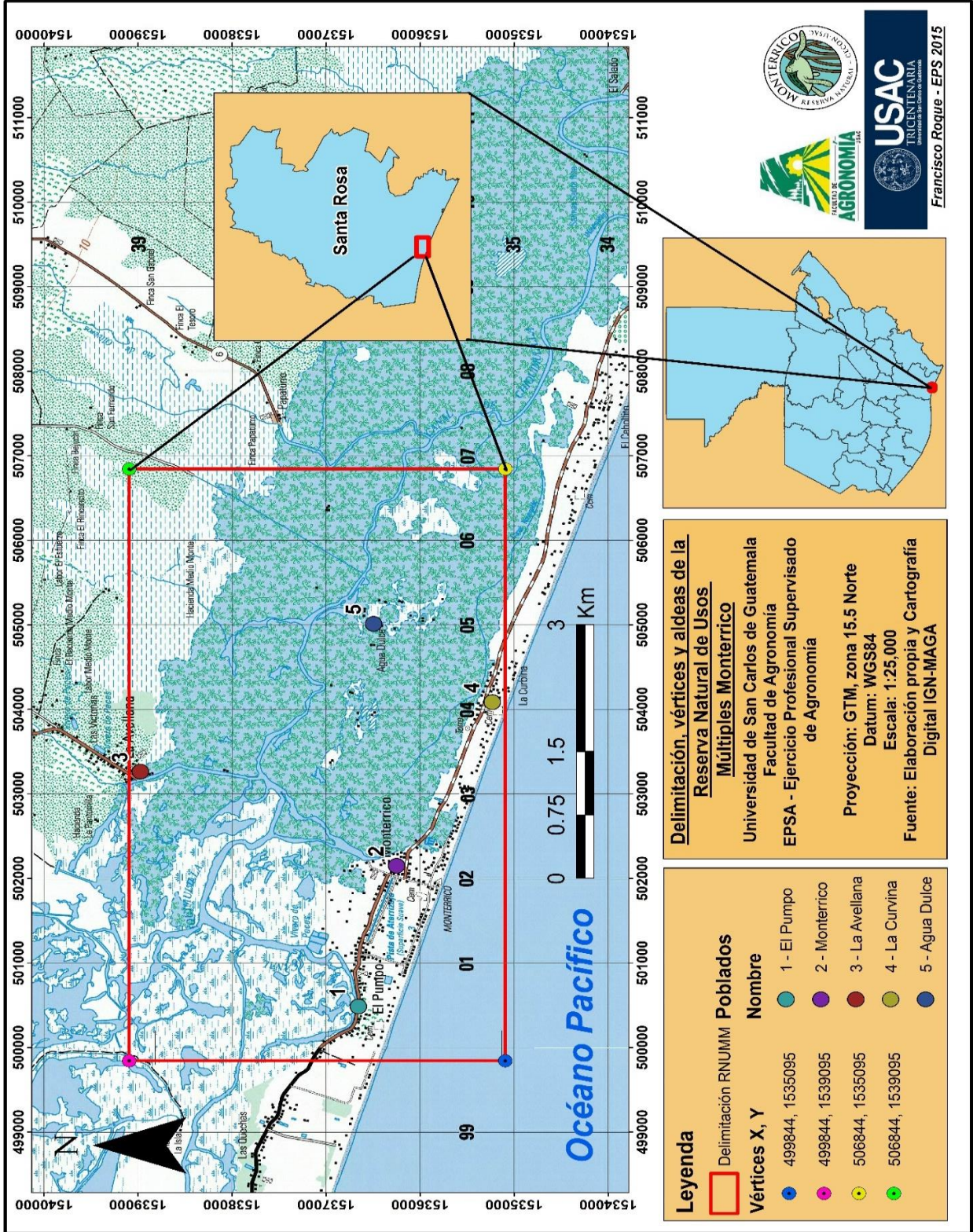
Clasificación del suelo dentro de la reserva:

- Arena de Playa: Franja de 300 m de ancho a la orilla de mar. Arena suelta y de color oscuro.
- Suelos de Valles no diferenciales: Caracterizados por la falta de dominancia de uno de los materiales formadores del suelo. (Sigüenza, 1999)
- Fangoso-arcilloso para el sistema lagunar y de canales. Sustrato del mangle.

1.2.9 Clima e hidrología

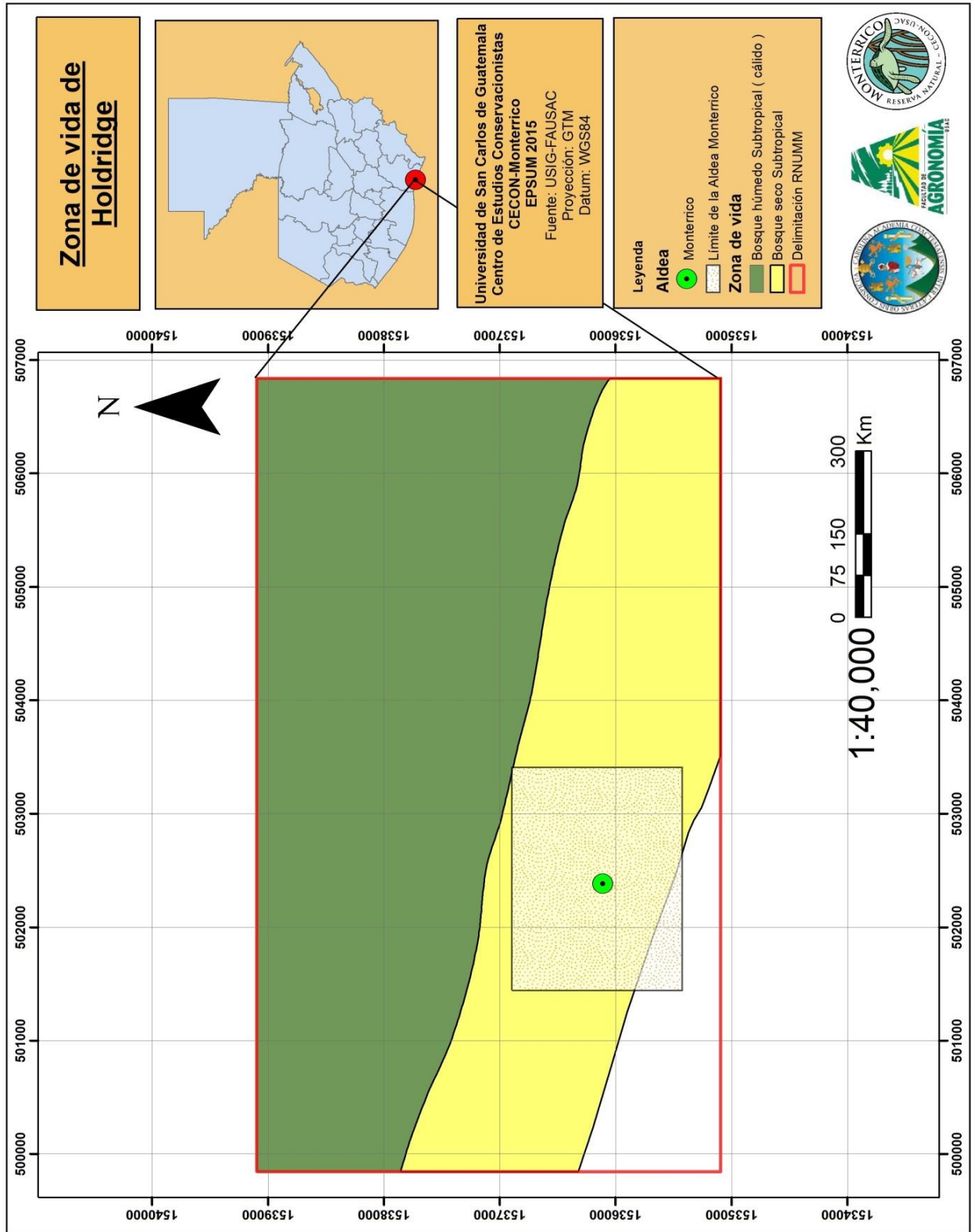
Dentro de la reserva existen dos estaciones marcadas; seca noviembre a abril y lluviosa de mayo a octubre.

La reserva es considerada un humedal y está constituida por más de un 65% de sistemas acuáticos, entre lagunas costeras perennes, temporales y canales que vierten a un canal principal que desemboca directamente al océano en la barra de Hawaii. La precipitación media anual es 1500mm y la temperatura promedio es de 30°C (MAGA, 2006).

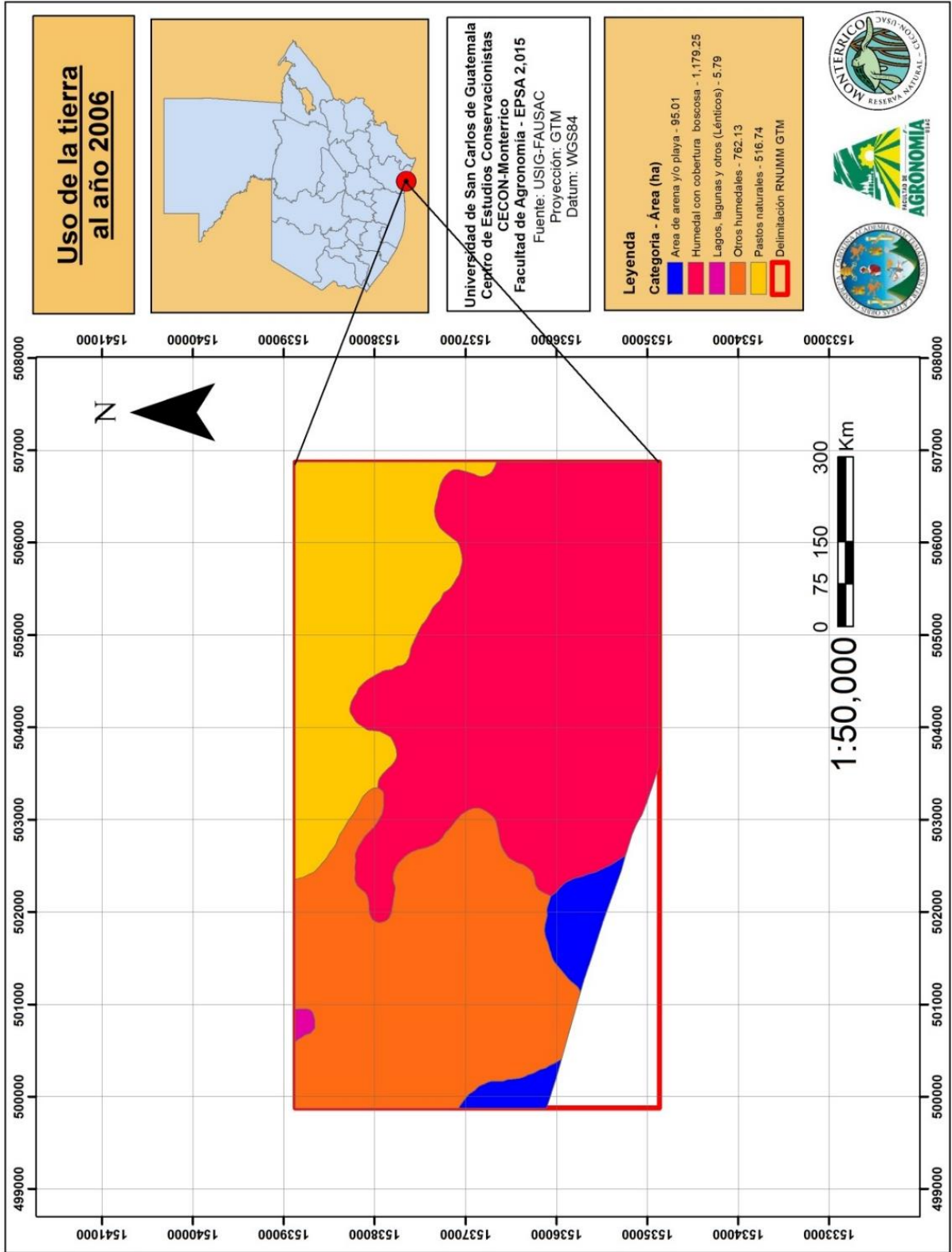


Fuente: Elaboración Propia, 2015.

Figura 1. Ubicación de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico.



Fuente: Elaboración propia, 2016.
Figura 2. Zona de vida de Holdridge de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico.

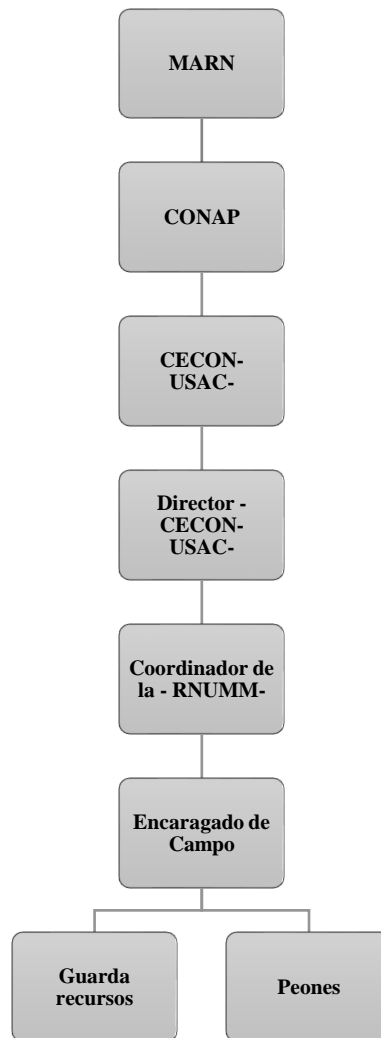


Fuente: elaboración propia, 2015.

Figura 3. Mapa del uso de la tierra al año 2,006 en la RNUMM, según la cartografía digital del IGN-MAGA.

1.2.10 Diagrama institucional de la RNUMM

En la figura 4, se muestra el diagrama institucional de la reserva, empezando por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), que es la entidad de gobierno de todas las áreas protegidas de Guatemala. Cabe mencionar que el CECON, siendo la unidad competente para la administración de las áreas protegidas universitarias, es la encargada de siete áreas protegidas en el país, incluyendo la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, sin embargo, entidades como CONAP, INAB y la Municipalidad de Taxisco también se encuentran involucradas en su administración.



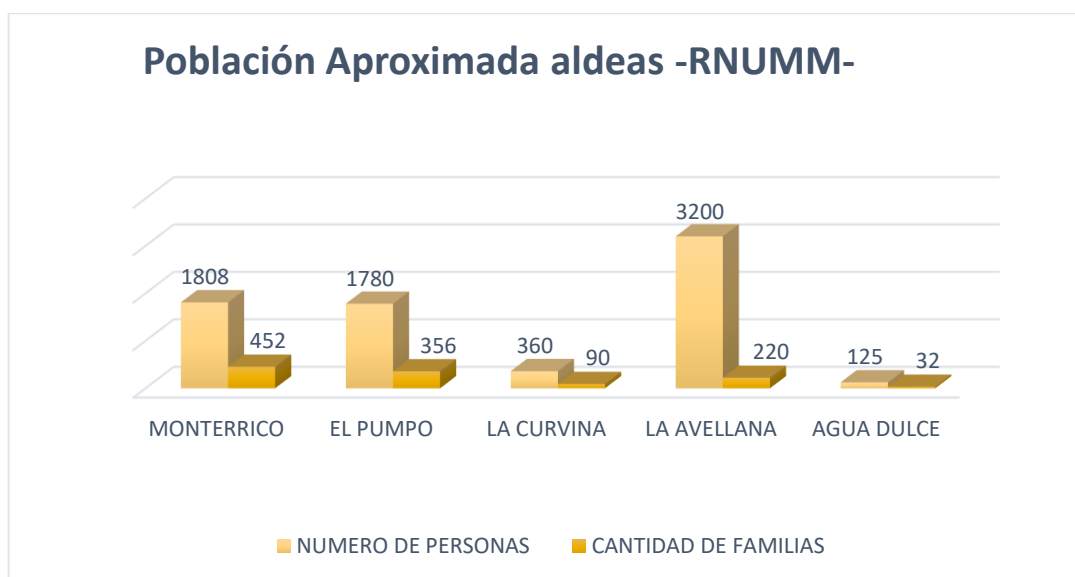
Fuente: Elaboración propia, 2015.

Figura 4. Diagrama institucional de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico.

1.2.11 Características socioeconómicas

Población

Basada en la información de los Comités Comunitarios de Desarrollo (COCODE) de las aldeas pertenecientes a la RNUMM, se establecieron aproximados de la población total y por familia por aldea. Los datos se muestran en la figura 5.



Fuente: Mazariegos, 2013.

Figura 5. Gráfica de la población aproximada según los comités comunitarios de desarrollo.

1.2.12 Grupos étnicos

Guatemala es un país pluricultural, multiétnico y multilingüe, posee una riqueza cultural que se aprecia, y se da a conocer por sus costumbres, tradiciones y valores en diferentes espacios de la sociedad. La información histórica indica que los primeros habitantes del área de la reserva pertenecían a la etnia Xinca, pero actualmente no existen familias que posean rasgos propios de dicha cultura (Mazariegos, 2013).

Gran parte de la población es originaria de las comunidades pertenecientes a la RNUMM predominando la etnia mestiza (Pardo, 2011).

1.2.13 Educación

Un dato importante de la reserva, es que a pesar de que las cinco aldeas pertenecientes son de escasos recursos, cada una de ellas posee una escuela, teniendo una escolaridad hasta sexto primaria. Monterrico y la Avellana, son las únicas aldeas que poseen un instituto básico. En el cuadro 1 se muestra de una forma más detallada las escuelas e institutos que se encuentran dentro de la reserva. La problemática encontrada en las escuelas fue consultada a los comités comunitarios de desarrollo.

Cuadro 1. Aspectos educativos pertenecientes a la RNUMM.

ALDEA	ESCUELA	INSTITUTO	PROBLEMA EXISTENTE
MONTERRICO	X	X	Hacinamiento, falta de personal docente, repitencia y ausentismo.
EL PUMPO	X		Infraestructura en condiciones precarias (área de Pre-primaria).
LA CURVINA	X		Falta de personal docente y espacio físico.
LA AVELLANA	X	X	Migración de población de aldeas aledañas (falta de espacio físico por la demanda de estudiantes)
AGUA DULCE	X		Por ser una aldea muy pequeña la población estudiantil es baja, solo posee 1 maestra, no cuentan con educación Pre-primaria

Fuente: Mazariegos, 2013.

1.2.14 Religión

Una religión es una colección organizada de creencias, sistemas culturales y cosmovisiones. En la aldea Monterrico se han establecido sectas evangélicas desde 1970, en una región que antes era predominantemente católica. Según los datos del censo del año 2015 y que se muestran en el cuadro 2, la población de la Aldea Monterrico se divide en:

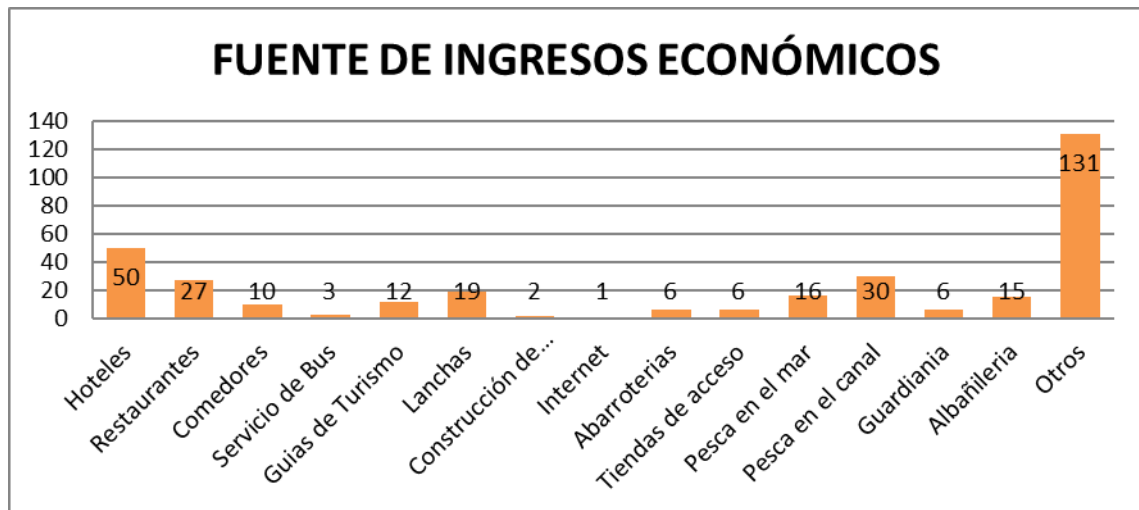
Cuadro 2. Especificación de las distintas religiones practicadas en la aldea Monterrico.

Religión	Católica	Evangélica	Adventista	Tes. Jehová	Ninguna
Cantidad	108	138	5	11	72

Fuente: Elaboración propia, 2015.

1.2.15 Economía

Las principales actividades económicas de la Aldea Monterrico son: Hoteles, Restaurantes, Guías de Turismo, Servicio de Bus, Comedores, Lanchas, Construcción de Ranchos, Internet, Abarroterías, Pesca en el Mar, Guardianía, Tiendas de Acceso, Pesca en el Canal, Albañilería, entre otros. El resumen de las fuentes de ingresos económicos se muestra en la figura 6.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Figura 6. Gráfica de las diferentes actividades económicas como fuente de ingresos en la aldea Monterrico.

1.2.16 Servicios

La principal fuente de ingreso económico en la Aldea Monterrico es el turismo, cada vez son más los visitantes y de la misma manera los hoteles y restaurantes que ofrecen sus servicios. Con el crecimiento de la población también se incrementó la variedad de negocios.

1.2.17 Pesca

Otra industria importante es la agropecuaria, dentro de la reserva existen diferentes monocultivos, viveros de camarones, peces y pequeños esfuerzos ganaderos.

1.2.18 Artesanías

Se elaboran tejidos de algodón, cohetería, cestería y cerería. Así como la elaboración de atarrayas y redes para la pesca, se elaboran aretes, pulseras, collares y dijes a base de ostras, caracoles y almejas; también son muy populares las artesanías de coco, manualidades de tul o junco como petates y abanicos (Guzmán, 2010).

1.2.19 Microempresas y Comercios

El comercio es uno de los factores fundamentales en la economía de la aldea, la mayoría de la población está inmersa en actividades comerciales que permiten obtener ingreso económico para satisfacer sus necesidades básicas y de ese modo mejorar su calidad de vida. La mayoría de comercios que pueden encontrarse son abarroterías y tiendas de ropa de verano.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General:

Conocer la situación actual de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico enfocándose en las problemáticas de recursos medicinales alternativos que afectan a la Aldea Monterrico.

1.3.2 Objetivos Específicos:

1. Identificar las principales problemáticas que afectan al uso de plantas medicinales como medicina alternativa.
2. Analizar la problemática encontrada en la aldea Monterrico, para la elaboración de un plan de servicios posterior a este diagnóstico y opciones de proyectos de investigación.

1.4 METODOLOGÍA

Para la elaboración del diagnóstico de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico (RNUMM) se utilizaron softwares de SIG, específicamente Quantum GIS, en conjunto con la base de datos de la Unidad de Sistemas de Información Geográfica (USIG) de la Facultad de Agronomía y la cartografía digital del IGN-MAGA, para la elaboración de mapas como fuentes de información, y se determinaron problemáticas únicamente de la aldea Monterrico.

1.4.1 Fase de gabinete I

Por medio de información de carácter secundario se indagó y recopiló características y funciones del Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala en la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, centrándose en la aldea Monterrico. Esto se realizó mediante lo siguiente:

- Consultas a tesis, sitios web de la institución, y demás revisión de literatura en la cual sea incluida la institución.
- Consulta a publicaciones realizadas por la institución.
- Base de datos del USIG.
- Recopilación de toda la información.

1.4.2 Fase de campo

Esta fase hace referencia a todos los procesos de reconocimiento del área protegida, incluyendo la institución en estudio y las funciones que realiza en la RNUMM.

- Observación: Esta técnica se llevó a cabo en la RNUMM.
- CENSO: Por parte del equipo de EPSUM-Monterrico 2015, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se realizó un censo en el que se introdujo una encuesta recabó información necesaria para el planteamiento de posibles proyectos de investigación.

1.4.3 Fase de gabinete II

En esta fase se recopiló toda la información generada mediante las dos fases anteriores para su análisis e integración en el informe del diagnóstico. Para obtener posibles proyectos de investigación, se realizó una lluvia de ideas y al mismo tiempo se generó un árbol de problemas. Este se realizó con una idea central objetiva, el cual ayudó a escoger un tema de investigación.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Uso de plantas medicinales como alternativa medicinal

Las plantas siempre han jugado un papel importante dentro de la medicina tradicional, según reportes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 80% de la población mundial utiliza plantas como medicina en forma de té, decocción o extractos, preparados de una variedad de formas. La población de la aldea Monterrico no es la excepción, pero el conocimiento etnobotánico se ha ido perdiendo con el transcurso de las generaciones.

Sin embargo, no todas las especies de plantas medicinales, han sido estudiadas con el fin de obtener los beneficios directos de los principios activos que estas poseen (Hoffman, 1979).

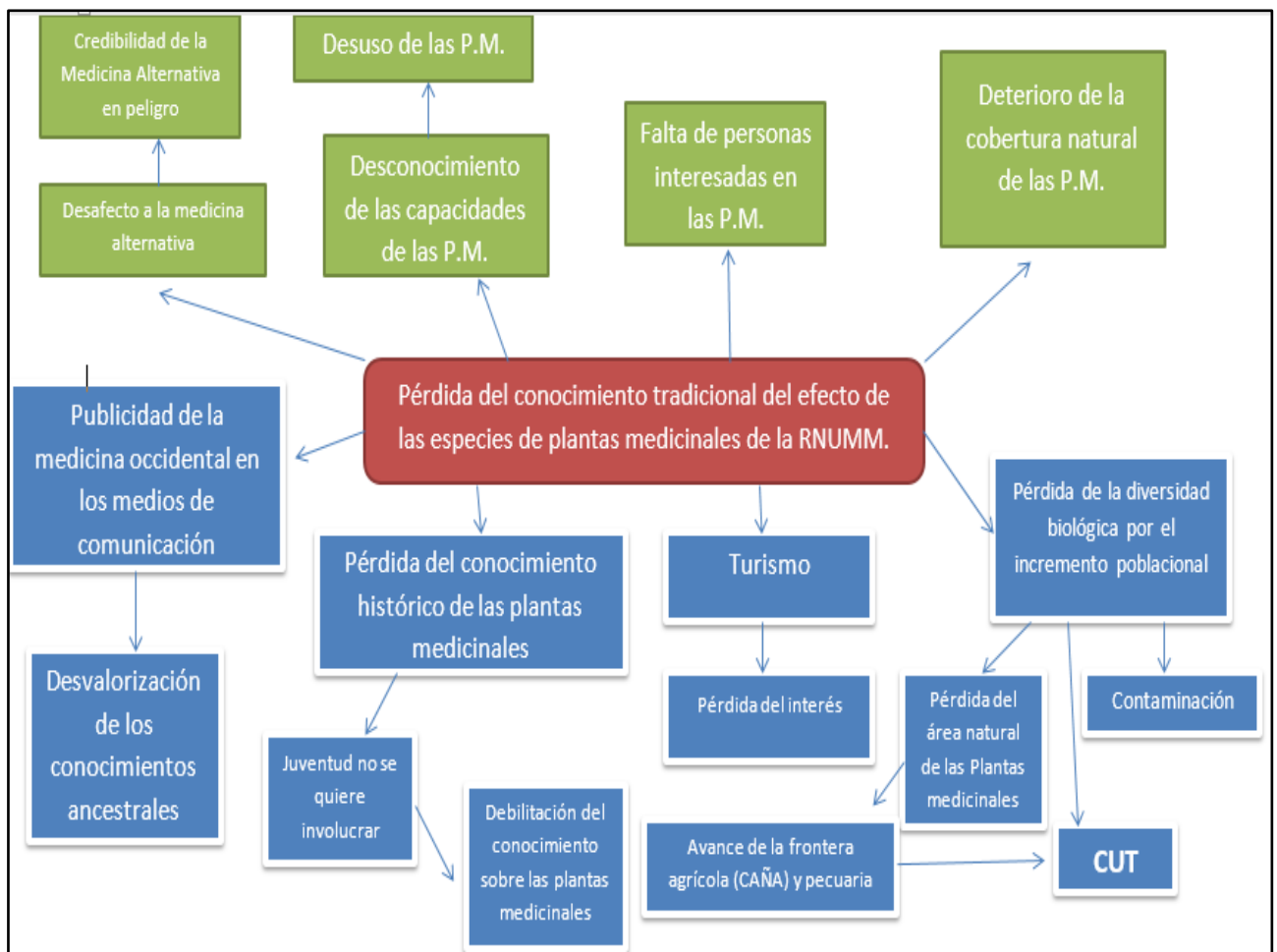
Dentro del censo realizado por la primera cohorte de EPSUM 2015, se realizaron preguntas a pobladores de la aldea, con el fin de determinar la popularidad del uso de plantas medicinales como alternativa medicinal y cuáles eran las plantas utilizadas. Con esto, se obtuvo que el pashtío (*Luffa operculata* L.), es una de las especies con mayor uso para contrarrestar o disminuir los efectos ocasionados por enfermedades del sistema respiratorio superior.

En el cuadro de problemas elaborado (figura 7), se intentó describir objetivamente el problema central del abandono del uso de plantas medicinales por la población, el cual está aunado a una gran variedad de problemas en los que está involucrada la población de la reserva, el turismo, avance de la frontera agrícola; específicamente el avance de las cañeras sobre terreno perteneciente a la reserva, debilitando el área de amortiguamiento que especies como el mangle necesita para absorber el impacto negativo y así no dañar a otras especies de flora y también de fauna, preservando así el ecosistema natural, con esto, las especies medicinales fueran encontradas de una manera más fácil y resguardando el conocimiento etnobotánico de generación en generación.

1.5.2 Árbol de problemas

Continuando con los problemas anteriormente expuestos, se elaboró el árbol de problemas (figura 7) que figuró en la problemática del conocimiento actual en la RNUMM, enfocándose en el uso de los recursos medicinales alternativos y el creciente efecto negativo que poseen por parte de la población joven de la aldea Monterrico por sus respectivas causas y efectos que se producen. Todos los problemas encontrados fueron mediante la entrevista a pobladores de la aldea y a guarda-recursos de la reserva.

Se identificaron los principales problemas que aquejan a este recurso natural y los efectos que proyectan en la población y posteriormente se obtuvo una lluvia de ideas para posibles investigaciones que se pudieran llevar a cabo durante la realización del Ejercicio Profesional Supervisado y los posibles servicios que se podrían prestar durante el período de febrero a noviembre del año 2015.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Figura 7. Árbol de problemas.

La pérdida del conocimiento tradicional del efecto de las especies de plantas medicinales en la reserva, fue uno de los temas apropiados y que se continuó especificando para la elaboración de la investigación presente en este documento. Para el efecto, fue necesario que, en dicha investigación, se proveyera de bases científicas y resultados concretos que ayudasen a que la población no pierda este conocimiento, se interese por el mismo y aumente su credibilidad.

A. Causas

La pérdida del conocimiento tradicional del efecto de las especies medicinales en el trato de enfermedades comunes en la RNUMM, es una de las principales problemáticas enfrentadas durante la fase de campo y análisis de la información entre las comunidades de la RNUMM, específicamente en la aldea Monterrico. Esto descubierto por las encuestas realizadas en la región y en la revisión bibliográfica de todas las demás aldeas de la reserva. Uno de los principales problemas, es el desinterés por parte de la población joven que se niega al uso de la misma.

Turismo

Según consultas y entrevistas a pobladores, el turismo afecta este conocimiento, debido a que las personas, al encontrar alguna afección durante su estadía, acuden siempre a farmacias, coadyuvando a que los niños locales se identifiquen más con el tipo de medicina proporcionada en dichos lugares y provocando un desinterés por la medicina tradicional.

Publicidad

No está de más decir, que el avance de la tecnología en poblaciones rurales, afectan este tipo de conocimiento, debido a la publicidad encontrada en medios de comunicación y que las nuevas generaciones tienen un mayor acceso a esta, desvalorizando el conocimiento ancestral en general.

Crecimiento poblacional

El crecimiento poblacional involucra un incremento en la fabricación de casas, carreteras, caminos, parques etc., obteniendo un cambio de uso de la tierra que no beneficia a la biodiversidad biológica de la región. Con esto, se comienza a perder lugares en los que, según pobladores de la aldea, anteriormente cosechaban sus plantas medicinales. Al mismo

tiempo, el surgimiento de basureros clandestinos en terrenos baldíos o aledaños a la carretera disminuyen el área en la cual puede encontrarse plantas medicinales herbáceas.

No existe una presión por parte de la población en la continuación del uso de este tipo de especies de plantas medicinales para el tratamiento de enfermedades comunes en el área, por lo que la población joven utiliza mayormente la medicina occidental.

B. Efectos

Los principales efectos de la problemática encontrada radican en que se ve afectada la credibilidad y el uso de la medicina alternativa (plantas medicinales) para el tratamiento de enfermedades propias de la región. Las nuevas alternativas de negocios socio-económicos aceptables como el turismo, afecta el interés por la gente joven de conocer e involucrarse en proyectos que contemplen la creación de espacios que puedan ser utilizados en un grado de producción sustentable y aceptable de plantas medicinales que pueden ser utilizadas, no únicamente para el tratamiento de enfermedades, sino para la venta.

El conocimiento etnobotánico según el Laboratorio de Productos Naturales (LIPRONAT) de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, es de fundamental importancia para reconocer especies que tengan un potencial en la creación de productos naturales que contrarresten dolencias o afecciones a enfermedades padecidas por el humano.

1.5.3 Censo poblacional

Basado en la recopilación de información por medio de la ejecución del censo poblacional de la Aldea Monterrico, se determinan los cuadros 3 y 4, los siguientes datos por sexo, número de personas y por porcentaje (%), ascendieron a un total de 1151 habitantes, donde la mayoría es del sexo femenino y el promedio más alto de edad está entre 11 a 20 años. Existe minoría en población de adulto mayor, pues es considerado el promedio de vida de 65 a 80 años de edad. Esta relación de edades se muestra en la figura 8.

Cuadro 3. Población de sexo masculino por edad y en porcentaje de la aldea Monterrico.

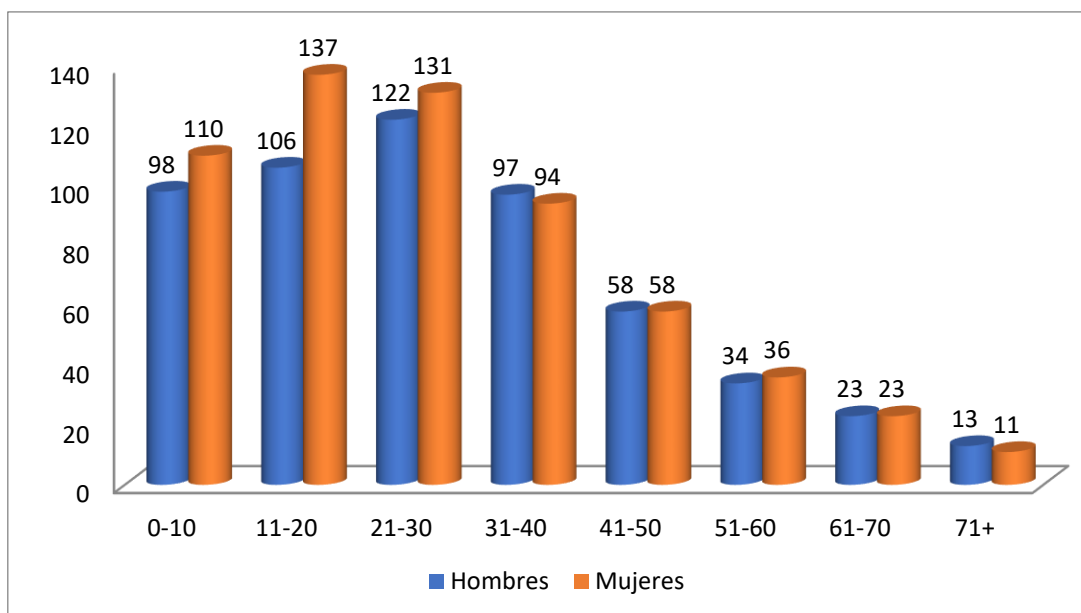
Edad	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71 y más
Porcentaje	18%	19%	22%	18%	11%	6%	4%	2%

Fuente: Elaboración propia equipo EPSUM, 2015.

Cuadro 4. Población de sexo femenino por edad y en porcentaje de la aldea Monterrico.

Edades	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71 y más
Porcentaje	18%	23%	22%	15%	10%	6%	4%	2%

Fuente: Elaboración propia equipo EPSUM, 2015.



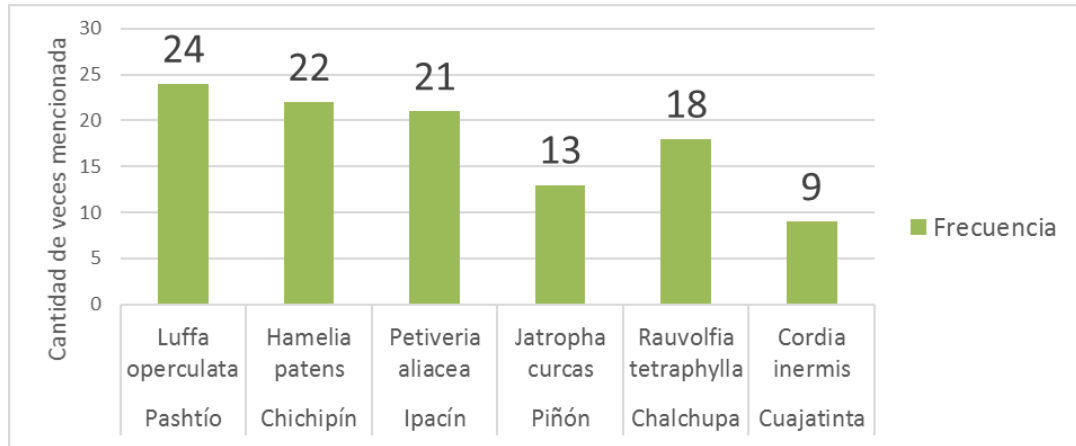
Fuente: Elaboración propia equipo EPSUM, 2015.

Figura 8. Grafica de la relación de edades en la población de la aldea Monterrico.

1.5.4 Plantas medicinales

La planta utilizada con mayor frecuencia es el Pashtío (*Luffa operculata* L.). Esta planta es utilizada principalmente para las afecciones o dolencias en el sistema respiratorio superior, especialmente para contrarrestar la sinusitis. Sin embargo, la población aun utiliza muchas otras especies de plantas de forma medicinal para distintas afecciones. En la figura 7 se muestran algunas de las plantas medicinales mencionadas.

En la figura 9, la frecuencia corresponde a la totalidad de las veces que fueron mencionadas las seis especies descritas, haciendo un total de 107 menciones correspondiente al 100 %. Con esto, el pashtío fue la especie con mayor cantidad de menciones, obteniendo un 22 % y luego el chichipín con 21 %, ipacín con 20 %, la chalchupa con 17 %, el piñón con 12 % y por último la cuajatinta con 8 %.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 9. Gráfica del uso de algunas de las plantas medicinales por la población de la aldea Monterrico.

1.6 CONCLUSIONES

1. Se conoció la realidad con respecto a los recursos medicinales alternativos que hay dentro de la RNUMM, enfocándose en la aldea Monterrico, ligando a la población joven con el desuso del mismo debido a causas como el crecimiento poblacional, el turismo y los cambios de uso de la tierra que se han dado dentro de los límites de la aldea.
2. Las plantas medicinales mencionadas durante las distintas entrevistas que se realizaron a la población de la aldea Monterrico, fueron la base para la creación de la investigación realizada durante el período de febrero a noviembre del año 2015.
3. Posterior a este diagnóstico, se realizó un plan de servicios, los cuales fueron prestados a la institución del CECON-Monterrico.
4. Por ser una aldea de escasos recursos, la población no posee el suficiente suministro de medicina occidental que proporcionan las únicas cuatro farmacias presentes en la aldea.
5. En la RNUMM no se ha dado a conocer a mucha parte de la población joven, el uso que se le puede dar a ciertas plantas medicinales para tratar enfermedades comunes en el área como las enfermedades respiratorias, dengue, problemas gastrointestinales etc. Esto es de suma importancia para el desarrollo de la población ya que necesita reducir morbilidad para poder crear un ambiente de desarrollo integral social.

1.7 RECOMENDACIONES

1. El tiempo para la realización del diagnóstico debe de ampliarse para generación de información de una mejor calidad, centrada y enfocada en las verdaderas necesidades de la población.
2. Es necesaria una asesoría técnica para el cultivo de tilapia dentro de la población de Monterrico.
3. Es necesaria más investigación en cuanto a plantas medicinales para comprobar la efectividad de las mismas contra enfermedades comunes del área o si estas funcionan únicamente como placebos para la población.
4. Debe de realizarse una actualización de los datos en cuanto a localización y delimitación de la RNUMM ya que se encuentran en el sistema de coordenadas geográficas con el North American Datum of 1927 y este está desactualizado para Guatemala. La nueva delimitación debe de realizarse con el sistema de coordenadas planas GTM y el Datum World Geodetic System of 1984.
5. Deben implementarse proyectos que interesen a la población joven a adquirir el conocimiento ancestral de las plantas medicinales.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Castillo, Fernando; Dávila, Cecilia; Morales, Ana; García, Antonio. 2012. Actualización del Plan Maestro de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico. Dirección General de Investigación. 64 págs.
2. Hernández, Sindy; López, Silvia; Pardo, Pedro; Gómez, Patricia. 2011. Dinámica socio-ambiental asociada a las áreas protegidas de Guatemala: El Sistema Universitario de Áreas Protegidas (SUAP). Dirección General de Investigación. 137 págs.
3. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala. 1 DVD.
4. Martínez, Oswaldo. 2006. Determinación de la calidad físico-química del agua del Canal de Chiquimulilla en la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico. Tesis Lic. Química. Guatemala. USAC. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 146 págs.
5. Mazariegos, Juan Carlos. 2013. Diagnóstico de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, Taxisco, Santa Rosa. Guatemala. USAC. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura. 157 págs.
6. Pardo Pedro; Burgos, Carlos. 2011. Plantas medicinales y comestibles de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico –RNUMM-, Taxisco, Santa Rosa. Guatemala, USAC, Dirección General de Investigación. 187 p.
7. Sigüenza, R. 1999. Plan Maestro de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico. Centro de Estudios Conservacionistas. 45 págs.

The seal of the University of Coahuila de Zaragoza is a circular emblem. It features a central shield with a figure holding a staff, flanked by two lions. Above the shield is a crown and a cross. The shield is set against a background of green hills and a blue sky. The text "UNIVERSIDAD DE COAHUILA DE ZARAGOZA" is written around the top inner edge of the seal, and "1824" is at the bottom. The text "CONSPICUA CAROLINA" is written across the top of the seal.

2. CAPÍTULO II

ESTUDIO DE LOS PRINCIPIOS ACTIVOS DEL METABOLISMO SECUNDARIO EN PASHTÍO (*Luffa operculata* L.) MONTERRICO, MUNICIPIO DE TAXISCO, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.

STUDY OF THE ACTIVE PRINCIPLES IN THE SECONDARY METABOLISM OF PASHTÍO (*Luffa operculata* L.) MONTERRICO, MUNICIPALITY OF TAXISCO, SANTA ROSA, GUATEMALA, CA.

INFORME DE INVESTIGACIÓN

RESEARCH REPORT

2.1 PRESENTACIÓN

El presente documento constituye el proyecto de investigación con fines de Ejercicio Profesional Supervisado, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Fue realizado en la aldea Monterrico, como parte de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, de febrero a noviembre de 2015.

La Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico (RNUMM), es una de las siete áreas protegidas del Sistema Universitario de Áreas Protegidas de la Universidad de San Carlos de Guatemala (SUAP-USAC) y los objetivos primarios son la conservación e investigación de las especies de flora y fauna de la localidad. Tomando en cuenta estos objetivos, durante el año 2011 se elaboró una investigación por parte de la Dirección General de Investigación (DIGI) de la USAC, sobre etnobotánica, con el fin de conocer, qué plantas medicinales y comestibles existen en el área, el uso que se les da y el conocimiento tradicional asociado a las mismas.

Según la morbilidad del registro clínico completo (año 2013) del Puesto de Salud de la aldea Monterrico, la principal causa de asistencia a este centro fue por resfriados comunes, con un total de 916 personas atendidas.

Se sabe que existe un aproximado de 181 especies utilizadas como plantas medicinales y/o comestibles por la población de la RNUMM, como medicina popular, complementaria y tradicional (Pardo, 2011). En la aldea Monterrico, no existe conocimiento sobre los compuestos químicos sintetizados por las plantas como parte de las funciones no esenciales en ellas (metabolitos secundarios). Por lo que la población se basa únicamente en el conocimiento empírico y tradicional que han adquirido a lo largo de los años de uso de estas plantas, según los distintos efectos terapéuticos que producen.

El uso de pashtío (*Luffa operculata* L.) para el alivio de enfermedades relacionadas con el sistema respiratorio, es por conocimiento ancestral de la población de la aldea Monterrico. En Guatemala no se han encontrado investigaciones científicas que determinen el beneficio directo del uso de esta planta para contrarrestar este tipo de enfermedades, sin embargo, la población controla enfermedades como los resfriados comunes, rinitis alérgica, sinusitis, influenza y otras enfermedades a causa de infecciones respiratorias superiores por medio de infusiones hechas con el fruto del pashtío.

Al examinar los procesos metabólicos en las plantas, se puede determinar que estas no solo contienen sustancias que son esenciales para su supervivencia, sino que también presentan sustancias que les ayudan en su interacción con el entorno. Es desde esta perspectiva la diferenciación entre metabolismo primario y secundario (Valle 2012).

El metabolismo secundario de las plantas es el encargado de crear sustancias, que, en un sentido, no aportan mayor función elemental en la vida de la planta, por lo cual difiere del

metabolismo primario, encargado del crecimiento y desarrollo mediante la elaboración de sustancias químicas fundamentales para la vida como carbohidratos, aminoácidos, ácidos grasos, poliaminas, citocromos, clorofilas, etc. Pero se encuentran ligados a otros procesos que crean productos secundarios como alcaloides, saponinas, flavonoides, etc. que sirven de protección y ligados a la reproducción (atracción a polinizadores, aromas, pigmentos, sabores, etc.), permitiendo interacciones ecológicas de la planta con su entorno (Valle 2012).

El conocimiento tradicional sobre plantas medicinales por parte de las poblaciones rurales, sirve de base para profundizar e investigar una especie determinada (Hoffman, 1979). Para el efecto, se sometió al fruto del pashtío (*Luffa operculata* L.) a pruebas de laboratorio para detectar alcaloides, antraquinonas, antocianinas, cumarinas, flavonoides, saponinas y taninos, ya que estas familias de metabolitos están ligados a estudios que demuestran una acción terapéutica en las enfermedades para las que ésta planta es utilizada (Kuklinski et. al. 2000).

Debido a que la población de la aldea Monterrico utiliza el fruto completo, este se separó en dos muestras diferentes, semillas y cuerpo fructuoso. Ambas muestras fueron sometidas en las mismas condiciones (peso, tamizado y porcentaje de humedad menor al 10%) y pruebas de laboratorio. La metodología utilizada para la detección de los metabolitos secundarios mencionados, fue proporcionada por el Laboratorio de Investigación de Productos Naturales (LIPRONAT), en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Los resultados a las pruebas cualitativas marcaron la presencia de alcaloides, antocianinas, flavonoides y cumarinas para las muestras de semilla, con ausencia de saponinas, antraquinonas y taninos. Para las muestras del cuerpo fructuoso, hubo presencia de alcaloides, saponinas, antocianinas y flavonoides, con ausencia de antraquinonas, taninos y cumarinas. Por ser utilizado el fruto completo en las distintas formas de uso medicinal, se puede indicar que la forma de uso terapéutico contiene las siguientes familias de compuestos orgánicos: alcaloides, saponinas, antocianinas, flavonoides y cumarinas.

Los efectos de los metabolitos secundarios mencionados, en el humano, son variados, pero se generalizan según la familia de cada metabolito. Siendo así, en general, los alcaloides estimulan el sistema nervioso (Arango, 2002), las saponinas poseen propiedades antimicrobianas, antitumorales y antiinflamatorias entre otras (Martínez, 2001), las antocianinas y flavonoides, son protectores hepáticos, antiinflamatorios y reguladores de la permeabilidad capilar de los conductos sanguíneos (Martínez, 2005), mientras que la amplia gama de cumarinas aisladas, tienden a generar actividades biológicas como anticoagulantes, antibacteriales y antibióticas (Arango, 2010).

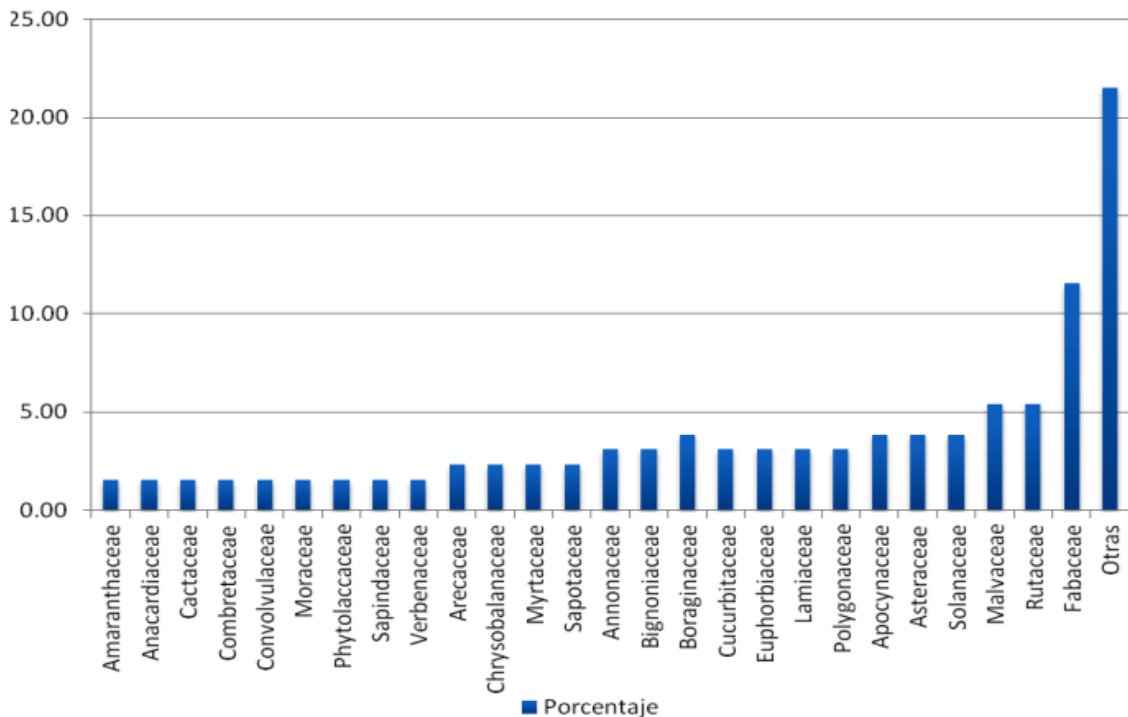
2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Marco conceptual

Concepto	Definición	Autor	Año
Alcalinidad	La alcalinidad del agua se puede definir como una medida de su capacidad para neutralizar ácidos.	J. Glynn Henry	1999
Biomasa	La biomasa es la cantidad de materia acumulada en un individuo, un nivel trófico, una población o un ecosistema.	Gerald Karp	1996
Citoplasma	El citoplasma es la parte del protoplasma que, en una célula eucariota, se encuentra entre el núcleo celular y la membrana plasmática.	WorldReferenc e	2005
Citosol	El citosol o hialoplasma es la parte soluble del citoplasma de la célula. Está compuesto por todas las unidades que constituyen el citoplasma excepto los orgánulos.	Jimeno Fernández <i>et al.</i>	2010
Estrés iónico	Es un tipo de estrés en plantas a consecuencia de la presencia de un exceso en iones de cualquier elemento ya sean esenciales o no.	Alcáraz, Francisco	2012
Etnobotánica	La etnobotánica estudia las relaciones entre los grupos humanos y su entorno vegetal, es decir el uso y aprovechamiento de las plantas en los diferentes espacios culturales y en el tiempo.	Hofmann, Albert y Richard Schultes.	1979
Homeostasis	Es una propiedad de los organismos vivos que consiste en su capacidad de mantener una condición interna estable compensando los cambios en su entorno mediante el intercambio regulado de materia y energía con el exterior (metabolismo).	Cannon, Walter	1926
Planta medicinal	Es un recurso, cuya parte o extractos se emplean como droga medicinal en el tratamiento de alguna afección.	Aguilar, J.	1966
Salinidad	Es el contenido de sales minerales disueltas en un cuerpo de agua.	Lewis, E.	1980

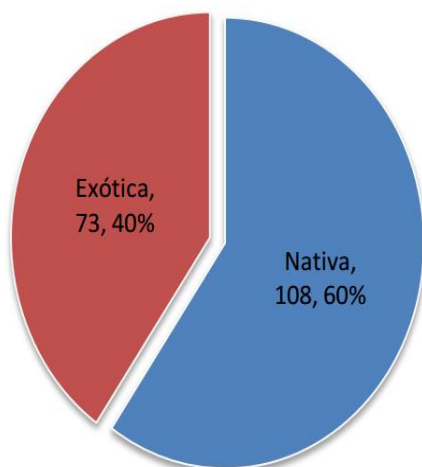
A. Vegetación

La vegetación ubicada dentro de la Reserva está representada por cinco formaciones vegetales o asociaciones vegetales predominantes, las cuales son: manglares, bosque seco, tulares, bosque de galería y vegetación acuática. La formación vegetal más abundante son los manglares donde predominan los géneros *Rhizophora* (Mangle rojo), *Laguncularia* (Mangle blanco) y los tulares donde predomina *Scirpus*, *Thypa*, *Phragmites*, *Cabomba* y *Ceratophyllum*. Al mismo tiempo, según estudios etnobotánicos realizados en la Reserva, se registraron 181 especies vegetales que se clasificaron en función de la forma de uso. Las 181 especies registradas, corresponden a 54 familias botánicas. Las familias botánicas más abundantes en el estudio fueron: Fabaceae (12%), Malvaceae (5%), Rutaceae (5%), Apocynaceae (4%), Asteraceae (4%), Boraginaceae (4%) y Solanaceae (4%); seguidas por familias como: Annonaceae, Bignoniaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae, Polygonaceae, con un 3%. La predominancia de ciertas familias sobre otras obedece al tipo de ecosistema del área, lo cual viene determinado por condiciones tales como clima, suelo y topografía (Pardo, 2011) como se muestra en la figura 10.



Fuente: Pardo, 2011.

Figura 10. Gráfica de la incidencia en % de familias botánicas registradas en la RNUMM por encuestas etnobotánicas.



Fuente: Pardo, 2011.

Figura 11. Clasificación de las especies de plantas medicinales y comestibles de la RNUMM con base en su origen.

Se pudo encontrar, que de las plantas medicinales y comestibles de la Reserva, existe un mayor número de especies encontradas en un crecimiento silvestre y que califica como plantas nativas y las plantas introducidas tienen una menor incidencia como se muestra en la figura 11. Por lo que realizar investigaciones que conlleven el uso de este tipo de especies del lugar, es factible considerando el tipo de suelo, clima y calidad del agua que las plantas utilizan para realizar su ciclo de vida (Pardo 2011).

B. Características de los suelos y paisajes

Según Simmons, Tárano y Pinto, en la Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala, estos pertenecen a la serie de suelos Arena de Playa de Mar, la cual se encuentra localizada a lo largo de la costa sur del país, adyacente al Océano Pacífico. El material predominante es la arena suelta de color oscuro, casi negro, originada por deposiciones marinas. El Instituto Geográfico Nacional (IGN), clasifica estos suelos como suelos aluviales y marinos con 1% de pendiente, mal drenados y arena como material predominante. Generalmente son suelos con poca provisión de humedad en la superficie y son fuertemente influenciados por las brisas del mar (IGN-MAGA, 2006).

C. Fisiografía

El Gran Paisaje predominante es Zona de marismas del Litoral del Pacífico, el cual se encuentra ubicado en toda la línea costera del Océano Pacífico y presenta un relleno de fracciones finas de limo y arcilla. Se relaciona con el mal drenaje de los suelos y las mareas, por lo que generalmente esta unidad fisiográfica está sujeta a inundaciones permanentes (IGN-MAGA, 2006).

D. Taxonomía de suelos

Según la cartografía digital del IGN-MAGA en el 2006, la RNUMM presenta 4 órdenes de suelos: Mollisoles, Alfisoles, Entisoles y Vertisoles, siendo los últimos los que abarcan una mayor área de la Reserva, 1,993 ha aproximadamente. Los Vertisoles tienen propiedades

físicas y químicas muy características relacionadas con su alto contenido de arcillas expansivas, en general con texturas finas que se agrietan durante períodos secos, son muy plásticos y pegajosos, de permeabilidad muy lenta y tienen una alta capacidad de retención de agua, al igual que una alta capacidad de intercambio catiónico, alta saturación de bases y carecen de un contacto lítico a menos de 50 cm de profundidad con suelos Melánicos (USDA-NRCS, 2014).

E. Serie de suelos

Dentro de la RNUMM se presentan varias series de suelos, siendo predominante la Serie Tecojate, los cuales su material originario son depósitos marinos, con mal drenaje, alcalinos, no útiles para cultivos agrícolas y con un pH ponderado de 7.4 (IGN-MAGA, 2006).

2.2.3 Características generales de las plantas presentes

Las plantas encontradas en la Reserva corresponden a la Zona de Vida según Holdridge. Las especies encontradas en la Reserva pertenecen a plantas propias de Bosque seco subtropical (bs-S) y Bosque húmedo subtropical cálido (bh-Sc), aunque por ser un área que contempla humedales y zonas estuarinas, también se encuentran varias especies de plantas halófitas como el mangle (Pardo, 2003).

A su vez, el tipo de plantas características de la región, poseen sistemas que permiten su desarrollo en suelos y agua salobre absorbiendo muchas sales. En ciertos casos las sales de los suelos o en solución pueden generar problemas en las plantas, generando un desequilibrio iónico y estrés osmótico. Un fuerte estrés salino rompe la homeostasis del potencial hídrico y la distribución de iones en la planta (Alcaraz, 2012).

El estrés salino rompe la homeostasis iónica de las plantas al provocar un exceso tóxico de sodio (Na^+) en el citoplasma y una deficiencia de iones como el potasio (K^+). El sodio inhibe muchas enzimas y por eso es importante prevenir la entrada del mismo al citoplasma. Las plantas emplean varias estrategias para combatir el estrés iónico que les impone la salinidad. La compartimentación del sodio es una respuesta económica para la prevención de la toxicidad por este ion en el citosol, porque el ion sodio puede ser usado como osmolito en la vacuola para ayudar a conseguir la homeostasis iónica (Alcaraz, 2012). Las vacuolas son orgánulos presentes en todas las células de plantas y hongos, aunque también aparecen en algunas células protistas y eucariotas. La célula vegetal inmadura contiene una gran cantidad de vacuolas pequeñas, estas aumentan de tamaño y se van fusionando en una sola y de mayor tamaño a medida en que la célula va creciendo. En la célula madura, el 90 % de su volumen puede estar ocupado por una vacuola, con el citoplasma reducido a una capa muy estrecha y apretada contra la pared celular. Las plantas pueden contener vacuolas que cumplan múltiples funciones, entre las que podemos mencionar:

almacenamiento de reservas, **almacenamiento de productos tóxicos**, crecimiento de las células por presión de turgencia, **homeostasis del interior celular**, **sustancias elaboradas por el metabolismo secundario**, etc. (De Robertis, 2004).

2.2.4 Características de algunas familias de plantas presentes

Familias como Fabaceae, Apocynaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae y Lamiaceae, son familias adaptadas a ecosistemas con un clima seco y suelos poco profundos. Especies de la familia Polygonaceae, Fabaceae y Chrysobalanceae, son típicas de áreas costeras, resistentes a suelos salinos provocados por inundaciones costero-marinas, estuarios y brisa marina. En este contexto es importante mencionar que las plantas medicinales y comestibles que se registraron en la investigación por parte de la Dirección General de Investigación (DIGI) de la USAC, corresponden a especies nativas en un 60%, siendo encontradas de forma silvestre o cultivadas, mientras que especies exóticas en un 40%, ampliamente naturalizadas y se encuentran sembradas en huertos familiares y jardines. Muchas de estas fueron introducidas posiblemente desde la llegada de los europeos, por lo que en el área existen variedades criollas propias de la región (Pardo, 2011).

2.2.5 Metabolismo secundario de las plantas

El metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que realizan las células de los seres vivos para sintetizar sustancias complejas a partir de otras más simples, o para degradar las complejas y obtener las simples. Las plantas, organismos autótrofos, además del metabolismo primario presente en todos los seres vivos, poseen un metabolismo secundario que les permite producir y acumular compuestos de naturaleza química diversa. Estos compuestos derivados del metabolismo secundario, se distribuyen diferencialmente entre grupos taxonómicos, presentan propiedades biológicas, muchos desempeñan funciones ecológicas y se caracterizan por sus diferentes usos y aplicaciones como medicamentos, insecticidas, herbicidas, perfumes o colorantes, entre otros (Ávalos, 2009).

Las plantas, a diferencia de otros organismos vivos, destinan una cantidad significativa del carbono asimilado y de la energía a la síntesis de una amplia variedad de moléculas orgánicas que no parecen tener una función directa en procesos fotosintéticos, respiratorios, asimilación de nutrientes, transporte de solutos o síntesis de proteínas, carbohidratos o lípidos, y a estas moléculas orgánicas se les denomina metabolitos secundarios (Ávalos, 2009).

Los metabolitos secundarios además de no presentar una función definida en los procesos mencionados, difieren también en que no todos se encuentran en todas las especies vegetales o grupos de plantas. Se sintetizan en pequeñas cantidades y no de forma

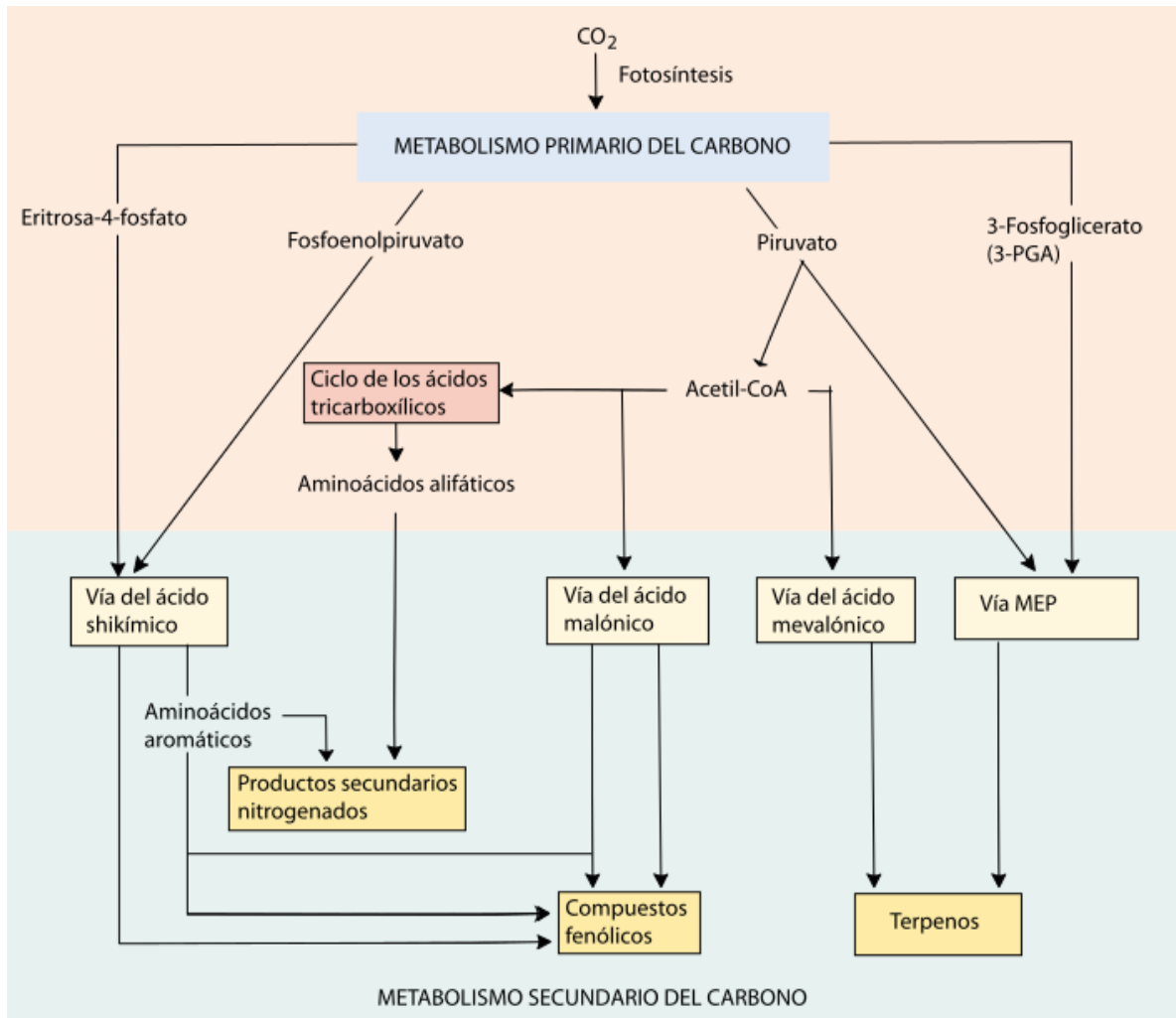
generalizada, estando a menudo su producción restringida a un determinado género de plantas, a una familia, o incluso a algunas especies (Ávalos 2009).

2.2.6 Clases principales de metabolitos secundarios

Existe gran cantidad de metabolitos secundarios presentes en las plantas y se pueden clasificar según la presencia o no de nitrógeno en su composición, y es por esto que pueden clasificarse en tres grupos: alcaloides (contiene nitrógeno en su estructura), terpenoides (compuestos por isopreno) y fenilpropanoides (o compuestos fenólicos). Estos metabolitos secundarios son utilizados en la interacción ecológica con el medio, por ejemplo, los compuestos fenólicos, encontrados en su mayoría en la pared celular de las plantas (como las ligninas) también sirven para proteger a la planta, dar una naturaleza u otra a la madera, establecer un color específico a la flor y contribuir sustancialmente a los distintos olores y sabores que poseen las plantas (Valle, 2012).

Entre los terpenoides se puede encontrar las saponinas, las cuales constituyen de ayuda a las plantas frente a herbívoros o patógenos o como agentes alelopáticos (Jiménez, 2014) mientras que los alcaloides pueden tener propiedades más o menos tóxicas que actúan principalmente sobre el sistema nervioso central y su función en las plantas es como reguladores y protege a la planta contra insectos y patógenos (Santizo, 2004).

La figura 12 expone como se generan las diferentes clases principales de metabolitos secundarios mencionados anteriormente y la ruta metabólica que siguen a partir del metabolismo primario del carbono en las plantas por medio de la fotosíntesis.



Fuente: Ávalos, 2009.

Figura 12. Diagrama de la ruta metabólica de los principales metabolitos secundarios en las plantas como resultado del metabolismo primario y secundario del carbono.

2.2.7 Metabolitos secundarios frecuentes en las plantas

Los constituyen químicos que se agrupan según su origen biosintético común y así podemos mencionar a los terpenos y esteroides, flavonoides, cromenos y benzofuranos, cumarinas, quinonas, alcaloides entre otras (Lock, 1994). Por lo que, para la presente investigación se utilizaron metodologías las cuales demuestran la presencia únicamente de las clases de compuestos fenólicos, alcaloides y saponinas (terpenoides).

A. Alcaloides

Los alcaloides son compuestos nitrogenados de origen vegetal. Pueden ser sólidos, solubles en alcohol y muy pocos insolubles en el agua. Se extraen mediante agua, alcohol, con álcalis y con disolventes. Son el resultado del metabolismo de los aminoácidos (Lock, 1994).

Se encuentran en el 20 % aproximadamente de las plantas vasculares, la mayoría dicotiledóneas herbáceas. A los valores normales de pH en el citosol y de la vacuola, el nitrógeno está protonado, lo cual confiere el carácter básico o alcalino de estos compuestos en solución. En humanos, los alcaloides generan respuestas fisiológicas y psicológicas, la mayoría de ellas consecuencia de su interacción con neurotransmisores, por lo que, a dosis altas, casi todos los alcaloides son muy tóxicos. Sin embargo, a dosis bajas tienen un alto valor terapéutico como relajante muscular, tranquilizante, antitusivos o analgésicos (Ávalos 2009).

B. Flavonoides

Los flavonoides son pigmentos naturales presentes en los vegetales y que protegen al organismo de los daños producidos por sustancias o elementos oxidantes como los rayos ultravioletas, la contaminación ambiental y de sustancias nocivas presentes en los alimentos, además confieren acciones antiinflamatorias debido a su acción inhibitoria sobre las prostaglandinas (Kuklinski, 2000).

Los flavonoides están ampliamente distribuidos entre los vegetales superiores y se encuentra prácticamente en todas las plantas superiores, sobre todo, en partes aéreas: hojas flores y frutos. Algunos flavonoides son los responsables del color amarillo de ciertas flores. Las principales familias de plantas que contienen flavonoides son: Rutáceae y Polygonáceae (Kuklinski, 2000).

C. Saponinas

Las saponinas son un grupo de glucósidos oleosos, los cuales son solubles en agua produciendo espumosis cuando las soluciones son agitadas. Son metabolitos secundarios vegetales que tienen un interés farmacológico por sus acciones terapéuticas como cardiotónico, expectorante, antitusivo, antimicrobiana, antimicótico, antiinflamatoria y antihepatotóxica (Martínez, 2001).

D. Cumarinas

Las cumarinas en general, son lactonas insaturadas y comprenden otra clase de compuestos C_6C_3 , prácticamente todas las cumarinas, a excepción de la cumarina propiamente dicha, poseen un sustituyente oxigenado en la posición 7, ya sea hidroxilado o combinado (Arango, 2010).

Se han aislado unas 1000 cumarinas naturales en unas 150 especies distribuidas en aproximadamente 30 familias, principalmente Apiaceae, Rutaceae y Fabaceae. La propiedad física más importante de estos compuestos es la fluorescencia generada con luz ultravioleta al rango de longitud de onda de los 365 nm, y poseen una actividad biológica amplia como acción anticoagulante y antibacterial, antibiótica y hepatotóxica (Arango, 2010).

E. Antocianinas

Son pigmentos vegetales de color rojo, hidrosolubles y ampliamente distribuidos en el reino vegetal. Químicamente las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas. La combinación de estas antocianidinas con los diferentes azúcares genera aproximadamente unas 150 antocianinas que han sido identificadas (Aguilera, 2011).

Durante el paso del tracto digestivo al torrente sanguíneo de los mamíferos, las antocianinas permanecen intactas, ejerciendo efectos terapéuticos a enfermedades oculares, efectos anticancerígenos y antidiabéticos y por otra parte, mejora la agudeza visual y como se procesa la información proveniente del medio externo en el psiquismo (comportamiento cognitivo) (Aguilera, 2011).

F. Antraquinonas

Son compuestos aromáticos que en su estado natural sirven como esqueleto para pigmentos en plantas, hongos e incluso hasta en sustancias elaboradas por insectos (Martínez, 2012).

Sus derivados naturales son glucósidos, dando una acción de laxante y purgante sumamente potente, consecuentemente son utilizadas para reducir el estreñimiento (Martínez, 2012).

G. Taninos

Son sustancias de origen vegetal y de estructura polifenólica, con un sabor astringente, solubles en agua e insolubles en solventes apolares. Se utilizan para la curtiembre de cueros por su capacidad de precipitar proteínas (Arango, 2010).

Los taninos presentan actividades biológicas por su capacidad de formar complejos y precipitar metales, alcaloides y proteínas, otorgando efectos astringentes, antidiarreicos, antimicrobianos, antifúngicos y como antidotos para envenenamientos por alcaloides y metales pesados (Arango, 2010).

2.2.8 Tamizaje fitoquímico

El tamizaje (screening) fitoquímico, según el manual de operaciones del Laboratorio de Productos Naturales (LIPRONAT) de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, es una de las etapas iniciales de la investigación fitoquímica, que permite determinar cualitativamente los principales grupos de constituyentes químicos presentes en una planta y a partir de allí, orientar la extracción y/o fraccionamiento de los extractos para el aislamiento de los grupos de mayor interés. Consiste en la extracción de la planta con disolventes apropiados y la aplicación de reacciones de coloración y posibles análisis posteriores por cromatografía en capa fina. Debe permitir la evaluación rápida, con reacciones sensibles, reproducibles y de bajo costo (LIPRONAT, 2005).

2.2.9 Principales plantas medicinales utilizadas por la población de la aldea Monterrico

En la Reserva se utilizan una gran variedad de especies de plantas como medicinales para aliviar dolencias o como uso complementario a las enfermedades que poseen una morbilidad mayor en la región.

Según Pedro Pardo, en su investigación “Principales plantas medicinales y comestibles de la RNUMM...”, existen una gran gama de especies medicinales en toda la reserva, entre las que podemos mencionar: apazote (*Chenopodium ambrosioides* L.), chalchupa (*Rauvolfia tetraphylla* L.), morro de llano (*Crescentia alata* Kunth), pashtillo (*Luffa operculata* L.), hierba del cáncer (*Acalypha arvensis* Poepp.), ipacín (*Petiveria allieacea*), piñón (*Jatropha curcas* L.), quina (*Coutarea hexandra* Schum.), chuchofinto (*Hamelia patens* Jacq.) y la cuajajintina (*Cordia inermis* Mill.).

2.2.10 *Luffa operculata* L.

El pashtío (*Luffa operculata* L.) es una especie perteneciente a la familia Cucurbitaceae. En Guatemala se conoce también por otros nombres como esponjilla, pashte y pepino de monte. Sus frutos son con forma de tubérculo, ovoide a ovoide-oblongos, pubescentes, con menos de 10 centímetros de longitud. Las semillas son rugosas y tienen una longitud entre 7.5 y 10 milímetros. Sus hojas presentan de 3-5 lóbulos a más o menos borde entero, el pedúnculo del fruto mide de 7 a 20 milímetros. Presenta flores unisexuales, la corola es de un color amarillo a amarillo pálido, los lóbulos de las flores estaminadas son cercanas a los 12 milímetros de largo y 6 milímetros de ancho, según Heiser Charles, citado por Natalia Filipowicz, en su obra "Revisiting *Luffa*...". La distribución geográfica de este género en sus hábitats naturales se remonta al viejo continente, según lo explica Charles Heiser y Edward E. Schilling en su obra Phylogeny and distribution of *Luffa* (Cucurbitaceae), con la excepción de la especie *L. operculata*, que pertenece al área de Mesoamérica, pero indica que esta pudo aparecer en el nuevo mundo debido al transporte vía océano Pacífico o Atlántico de *L. graveolens* (o un ancestro en común), la cual está mucho más emparentada que las demás especies de *Luffa* (pertenecientes al viejo continente).

2.2.11 Usos de *Luffa operculata* L.

En la aldea Monterrico se reportan varios usos del pashtío (*Luffa operculata* L.), no solo como medicina tradicional, sino comestible y también como objeto de limpieza debido a las fibras entrelazadas de su cuerpo fructuoso.

- Usos medicinales: El pashtío es ampliamente utilizado como medicina tradicional. La infusión del fruto se utiliza como purgante, para bajar la fiebre, mordeduras de serpientes, dolores del nervio ciático y oftalmia crónica (inflamación de los ojos). También el extracto del fruto se usa como pomada para cicatrizar yagas, heridas y tumores, pero su uso principal, es mediante el extracto acuoso e inhalación del fruto el cual produce alivio de la congestión nasal que se presenta en la sinusitis y en otras enfermedades respiratorias superiores como la gripe común.
- Comestible: el fruto inmaduro se mezcla con otras verduras para comer como ensalada, dando un ligero toque amargo.
- Como producto para limpieza: Debido a que su fruto posee gran cantidad de fibras entrelazadas, se usa como paño limpiador, aunque de esta manera se recomienda blanquearlo antes con gas de azufre. Esto es para evitar que el polvo que desprende el fruto afecte el sistema respiratorio del usuario.

2.2.12 Forma de uso del pashtío (*Luffa operculata* L.)

En el Cuadro 5 se sintetizan los usos del pashtío (*Luffa operculata* L.), la parte que es utilizada y la forma de preparación de las infusiones a partir del fruto. Cabe mencionar que no todas las formas de uso incluyen su ingesta.

Cuadro 5. Síntesis de los tipos de uso y tratamientos para las enfermedades que es utilizado el pashtío (*Luffa operculata* L.).

Tipo de uso	Tratamiento para:	Parte usada	Preparación
Medicinal	Sinusitis y gripe	Fruto entero	Se pone a hervir agua con el fruto maduro y seco, para después inhalar los vapores de esta infusión.
	Control de fiebre	Fruto entero	Se pone a hervir agua con el fruto maduro y seco. Se deja hervir por 5 minutos y luego se extrae el fruto y se bebe el agua.
	Mordedura de serpiente	Fruto entero	Se bebe la infusión del fruto maduro y seco.
	Dolor del nervio ciático	Fruto sin semilla	Se bebe la infusión del fruto maduro y seco.
	Purgante	Fruto entero	Se bebe la infusión del fruto maduro y seco.
	Cicatrizante	Fruto sin semilla	Se hierve agua y con esta se macera el cuerpo fructuoso hasta generar una pomada viscosa. El producto se aplica tópicamente en el área afectada (yagas, heridas y tumores).
	Oftalmia	Fruto sin semilla	Se moja el cuerpo fructuoso y se hacen paños para colocar en los ojos cerrados.
Comestible	Caldo	Fruto inmaduro	Se hace un caldo con otras verduras, pollo o res.
	Ensalada	Fruto inmaduro	Se corta y se mezcla con otras verduras.
Utensilio de limpieza	Esponja	Fruto sin semilla	El fruto maduro y seco se remoja con gas de azufre y se deja secar.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

2.2.13 Sinusitis y su tratamiento farmacológico

La sinusitis, generalmente, es una enfermedad o padecimiento debido a infecciones en las vías aéreas superiores (Vargas 2003). La obstrucción de los orificios nasales, la reducción del aclaramiento ciliar o el aumento de la cantidad o viscosidad de las secreciones, provoca retención de mucosas en el interior de los senos, lo cual favorece a que se produzca una infección bacteriana, vírica o micótica. Como resultado de estas infecciones se produce la sinusitis aguda o crónica (Aristegui, 2000).

Los antibióticos constituyen un grupo de sustancias con diferentes comportamientos en el cuerpo humano, ejerciendo una acción específica sobre alguna estructura o función de un microorganismo. Tienen una elevada potencia biológica actuando a bajas concentraciones con una mínima toxicidad para el humano. El objetivo del antibiótico es controlar y disminuir el número de microorganismos viables, de modo que el sistema inmunológico sea capaz de eliminar la totalidad de los mismos presentes en el cuerpo humano o que afecten cierto padecimiento (Seija, 2006).

Es por esta razón y de acuerdo con los patrones de susceptibilidad de los microorganismos causantes de la sinusitis, que el tratamiento de elección es de antibióticos a dosis altas como Amoxicilina (Aristegui, 2000).

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo General:

Identificar cualitativamente familias de metabolitos secundarios relacionados al uso medicinal tradicional del pashtío (*Luffa operculata* L.), como fuente para posteriores estudios de creación de productos naturales a partir de material vegetal.

2.3.2 Objetivos Específicos:

1. Determinar mediante una encuesta rápida los usos y popularidad del pashtío (*Luffa operculata* L.) en la aldea Monterrico.
2. Detectar cualitativamente las familias de metabolitos secundarios, alcaloides, antocianinas, antraquinonas, cumarinas, flavonoides, saponinas y taninos en pashtío (*Luffa operculata* L.), especie utilizada como planta medicinal en la aldea Monterrico.

2.4 HIPÓTESIS

El pashtío (*Luffa operculata* L.) contiene metabolitos secundarios acordes a los usos medicinales tradicionales para los que se utiliza en la aldea Monterrico, Taxisco, Santa Rosa.

2.5 METODOLOGÍA

2.5.1 Materiales

Equipo

Equipo de Campo:

- Tijeras de jardín
- Prensa botánica
- GPS marca Garmin eTrex Legend H
- Bolsas plásticas grandes (56,775 cm³)
- Libreta de campo
- Lápiz

Equipo de Laboratorio:

- Perillas de succión
- Cámaras cromatográficas
- Asperjador de vidrio
- Estufa
- Agitador magnético
- Lámpara de luz UV
- Horno de secado
- Balanza de humedad

Materiales e instrumentos

- Papel periódico
- Regla
- Micropipetas de 5 mL o capilares.
- Gradilla para tubos de ensayo
- Espátula
- Pinzas
- Papel mayordomo
- Guantes de nitrilo
- Marcadores permanentes
- Embudo
- Papel filtro Whatman 1

Cristalería

- Tubos de ensayo
- Varillas de agitación
- Beakers de 100, 250 y 500 mL
- Erlenmeyer
- Micropipetas
- Probetas
- Vidrios de reloj

Reactivos

- Reactivo de Mayer's (yoduro de mercurio y potasio)
- Reactivo de Dragendorff (yoduro de bismuto y potasio)
- Reactivo de Wagner (yodo-yoduro de potasio)
- NH₄OH al 10 % en concentración peso-volumen.
- Metanol a 60 °C
- HCl
- Etanol al 80 %
- H₂O destilada
- Solución de gelatina al 1 %

Métodos

2.5.2 Encuesta rápida para determinar usos y popularidad del pashtío (*Luffa operculata* L.) en la aldea Monterrico.

- Se procedió a identificar el tamaño de la muestra (individuos) de la población de la aldea Monterrico a encuestar en el marco de Muestreo Aleatorio Simple.
 - Población total de la Aldea Monterrico: 1,154 personas.
 - Nivel de confianza a utilizar: 95%=1.96
 - Nivel máximo de error permitido: 5%=0.05
 - Proporción que se espera encontrar: 0.5
 - Fórmula para el tamaño de la muestra de una población conocida:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}$$

- n= tamaño de la muestra.
- N= población de la aldea Monterrico.
- Z= Nivel de confianza (95%).
- e= error máximo permitido.
- p= proporción que se espera encontrar: al no tener un estudio previo se le otorgó el valor de 0.5
- $$n = \frac{(1,154)(1.96)^2(0.5)(1-0.5)}{(1,154-1)(0.05)^2+(1.96)^2(0.5)(1-0.5)} = \frac{110.83}{3.8429} = 28.84 \text{ personas.}$$
- Se encuestaron a 29 personas adultas.
- Se tabularon los resultados obtenidos de la encuesta rápida.

2.5.3 Recolección de especímenes

La colecta de especímenes de pashtío (*Luffa operculata* L.) se realizó, acompañado de un guarda-recursos de la RNUMM y dos personas locales de la aldea Monterrico. Esto debido a la ambigüedad de los nombres comunes de las plantas, por lo que fue necesario identificar las plantas en el campo por sus características morfológicas según lo indicaron las personas locales; ya que ellos son los que hacen uso constante de estas plantas y conocen la planta a la que refiere su nombre común.

Se procedió a coleccionar 8 especímenes, utilizando tijeras de jardín, GPS, libreta de campo y bolsas de plástico para trasladar los especímenes hasta la estación de investigación en el CECON de Monterrico. Se colectó únicamente el material vegetal que es usado por las personas para auxiliar sus dolencias.

2.5.4 Identificación taxonómica

Los especímenes colectados en el campo fueron identificados taxonómicamente utilizando la guía de identificación (claves dicotómicas) de la Facultad de Agronomía.

2.5.5 Tamizaje Fitoquímico

El tamizaje fitoquímico es una de las etapas iniciales del análisis fitoquímico, este permitió determinar de manera cualitativa los principales grupos de constituyentes químicos presentes en los especímenes colectados. Esto se realizó con el fin de orientar la extracción y/o fraccionamiento de los extractos para el aislamiento de los grupos de mayor interés en posteriores investigaciones. Consistió en la extracción de alcaloides, antocianinas, antraquinonas, cumarinas, flavonoides, saponinas y taninos del extracto del fruto de pashtío (*Luffa operculata* L.), con disolventes apropiados y la aplicación de reacciones de coloración (LIPRONAT 2005).

La metodología que se describe a continuación es la utilizada en el Laboratorio de Productos Naturales (LIPRONAT, 2005) de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, y fue la utilizada para cumplir los objetivos de esta investigación.

2.5.6 Ensayo para identificación de alcaloides

Para los ensayos de identificación de alcaloides se utilizó 1 gramo de material vegetal seco, al cual se le realizó el siguiente procedimiento:

- 1) Se agregó 2 gotas de solución de hidróxido de amonio al 10 % de su concentración peso-volumen.
- 2) Se añadió 25 mL de metanol a 60 °C
- 3) Fue filtrado con papel filtro Whatman 1
- 4) Se acidificó el filtrado con ácido clorhídrico 2 N
- 5) La solución resultante se colocó en 4 tubos de ensayo (etiquetados previamente) y se les aplicaron las siguientes pruebas de reacción:
 1. Tubo 1: 5 gotas del reactivo de Mayer's
Indicador positivo: la solución se torna color blanco o crema
 2. Tubo 2: 5 gotas del reactivo de Dragendorff
Indicador positivo: la solución se torna color rojo a naranja
 3. Tubo 3: 5 gotas del reactivo de Wagner
Indicador positivo: la solución se torna color marrón
 4. Tubo 4: Testigo se utilizó para comparación, no se le agregó ningún reactivo.
(LIPRONAT, 2005; Castro *et al.*, 2002; Gil *et al.*, 2001).

2.5.7 Ensayo para la detección de saponinas

Prueba de espuma:

Tubo 1: Se utilizaron 100 mg de material vegetal pulverizado y seco.

Tubo 2: 2 mL de control de saponinas (0.5 %).

Tubo 3: 2 mL de agua.

A cada tubo se le adiciona 10 mL de agua destilada. Calentar en baño de María (60 °C) durante 30 minutos. Se dejó enfriar, se taparon los tubos, y se agitaron vigorosamente 30 a 40 s. Se dejó reposar los tubos durante 30 min, y se observó la formación de capa de espuma. Si una capa de espuma era mayor de 3 cm y persiste en la superficie líquida después de 30 minutos se presume la presencia de saponinas.

2.5.8 Ensayo para la detección de flavonoides y antocianinas

Ensayos macro: Se extrajo 3 g de material vegetal pulverizado de cada especie con 10 mL de etanol o metanol al 80 por ciento, se filtró y concentró. Luego se dejó enfriar a temperatura ambiente y se procedió a triturar el residuo con 15 mL de éter de petróleo hasta que la extracción sea tornó incolora. El residuo se disolvió en 30 mL de metanol al 80 %, se filtró y se dividió en 5 tubos:

Tubo 1: Se agregó 0.5 mL de ácido sulfúrico concentrado.

Tubo 2: Se agregó de 3 a 5 gotas de cloruro férrico al 10 % en su concentración peso-volumen.

Tubo 3: Se agregó 0.5 mL de ácido clorhídrico concentrado y luego fue calentado en baño de María por 5 min. (prueba para leucoantocianinas).

Tubo 4: Se agregó magnesio metálico y 0.5 mL de ácido clorhídrico concentrado.

Tubo 5: Se agregó un álcali al extracto acuoso.

Tubo 6: Se agregó solución de ácido bórico en anhídrido acético.

Tubo 7: testigo.

Se evaluó las reacciones mediante cambios de color y/o formación de precipitado comparados con el testigo.

Desarrollo inmediato de color flavonas y flavonoles (amarillo a rojo), flavanoles (rojo a magenta), flavanonas (rojo, magenta, violeta, azul), isoflavonas (amarillo); isoflavanonas, chalconas y auronas no dan coloración.

2.5.9 Ensayo para la detección de cumarinas

Se extrajo 0.1 g de material vegetal y se disolvió con 5 mL de metanol absoluto. Se puso en beaker de 10 mL agua destilada hirviendo y se agregó 1 mL al extracto metanólico. Se utilizó un papel filtro para agregar 5 gotas del extracto al que se separó de la siguiente manera:

Muestra 1: Se le agregó 1 gota de hidróxido de potasio (KOH [0.5 N])

Muestra 2: Testigo

Luego las muestras se sometieron a identificación bajo luz UV (365nm) para detectar fluorescencia como resultado positivo.

2.5.10 Ensayo para la detección de antraquinonas

Prueba de Bortränger: Se extrajo 0.1 g de material vegetal y se disolvió con 5 mL de etanol al 95 %. Al mismo se extrajo con 10 mL de tolueno y se le adicionó 5 mL de test de amonio (NH_4OH) para observar los cambios de color en las diferentes fases:

Beaker 1: Fase orgánica: 5 mL de NH_4OH

Beaker 2: Fase acuosa: 5 mL de NH_4OH

2.5.11 Ensayo para la detección de taninos

Se extrajo 0.1 g de material vegetal macerado en 5 mL de metanol y se llevó a sequedad. Se añadió 10 mL de agua destilada al residuo a sequedad y se le agregó cloruro de sodio (NaCl [10 %]) y se dividió en 4 tubos:

Tubo 1: Testigo

Tubo 2: 5 gotas de solución de gelatina al 1% (p/v)

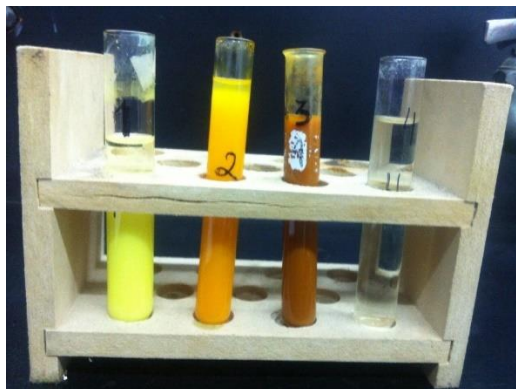
Tubo 3: 5 gotas de solución de gelatina-sal

Tubo 4: 5 gotas de cloruro férrico (FeCl_3 [10%])

Se observaron cambios de color y precipitados en los tubos de ensayo.

2.5.12 Ejemplo visual de presencia de metabolitos secundarios

En la figura 13, se muestra un ejemplo de uno de los ensayos de laboratorio que se realizaron y como éstas pruebas tienden a cambiar de color y formar precipitados si la reacción química lo permite.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Figura 13. Ejemplo visual de precipitados y cambios de coloración en uno de los ensayos de laboratorio realizados.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La encuesta rápida fue utilizada en el marco del muestreo aleatorio simple. Se encuestaron a 29 personas y consistió en preguntas sencillas a pobladores adultos de la aldea Monterrico, definiendo lo siguiente:

1. Usos del pashtío (*Luffa operculata* L.).
2. Otras plantas utilizadas de forma medicinal.
3. Dolencias o afecciones para la cual utilizaban el pashtío (*Luffa operculata* L.) como planta medicinal.

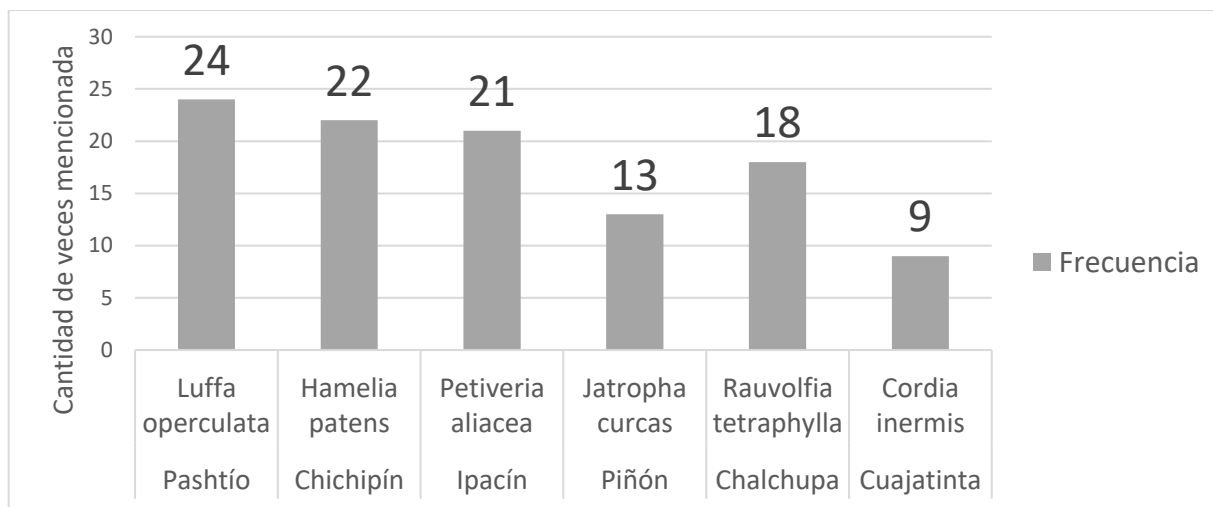
Con esto se determinó la popularidad referente al uso del pashtío dentro de la población de la aldea Monterrico. También se encontraron otras especies utilizadas para distintos síntomas, pero la frecuencia con que se utiliza el pashtío, resultó mayor a las otras especies mencionadas. Para lo antes descrito, se realizó una gráfica de barras y se tomó el total de las veces que fueron mencionadas todas las especies. Con esto se procedió a contabilizar el porcentaje de menciones de cada especie y su popularidad fue expuesta en la Figura 7.

Las diferentes metodologías utilizadas para la detección (presencia ausencia) de las familias de los metabolitos secundarios a las que se sometieron las muestras de fruto y semilla, se llevaron a cabo en el laboratorio de Investigación de Productos Naturales (LIPRONAT) de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, realizadas bajo las condiciones establecidas en los diferentes métodos de cada prueba. La validez del estudio realizado a nivel de laboratorio, fue aprobada por la directora de laboratorio LIPRONAT, Dra. Sully Cruz.

El estudio cualitativo permitió detectar la presencia de las siguientes familias de metabolitos secundarios en la planta de Pashtío (*Luffa operculata* L.): alcaloides, antocianinas, cumarinas, flavonoides y saponinas. No se encontró presencia de antraquinonas y taninos.

2.6.1 Resultados a la encuesta rápida

Los resultados de la encuesta rápida marcaron que la planta utilizada con mayor frecuencia es el Pashtío (*Luffa operculata* L.). Esta planta es utilizada principalmente para las afecciones o dolencias en el sistema respiratorio superior, especialmente para contrarrestar la sinusitis.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura 14. Gráfica de la popularidad del uso del pashtío (*Luffa operculata* L.) vs. Otras especies utilizadas de forma medicinal.

En la Figura 14, la frecuencia corresponde a la totalidad de las veces que fueron mencionadas las seis especies descritas, haciendo un total de 107 menciones correspondiente al 100 %. Con esto, el pashtío fue la especie con mayor cantidad de menciones, obteniendo un 22 % y luego el chichipín con 21 %, ipacín con 20 %, la chalchupa con 17 %, el piñón con 12 % y por último la cuajatinta con 8 %.

2.6.2 Alcaloides

Puesto que los alcaloides son compuestos de carácter básico, su solubilidad en los diferentes solventes varía en función del pH, es decir, según se encuentre en estado de base o de sal (Santizo 2004).

En forma de base, son solubles en solventes orgánicos no polares como benceno, éter etílico, cloroformo, diclorometano, acetato de etilo etc. (Martínez 2002).

En forma de sales, son solubles en solventes polares como agua, alcoholes, soluciones ácidas e hidroalcohólicas (Martínez Alejandro, 2015), por esto mismo se agregó solución metanólica al macerado del Pashtío (*Luffa operculata* L.), disolviendo las sales de alcaloides contenidos y mediante los diferentes reactivos para su detección, se obtuvieron los resultados que se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Resumen de los resultados para la identificación de alcaloides en pashtío (*Luffa operculata* L.), resultado positivo a presencia (+), resultado negativo o ausente (-).

Resultados de las pruebas para identificación de alcaloides		
Reactivo \ Parte vegetal	Pashtío (Luffa operculata L.) Semilla	Pashtío (Luffa operculata L.) Fruto
Reactivo de Mayer	-	+
Reactivo de Dragendorff	+	-
Reactivo de Wagner	+	+

Fuente: elaboración propia, 2015.

Los resultados de las distintas pruebas, confirman la presencia de alcaloides en ambas partes del fruto utilizado (cuerpo fructuoso y semilla). La identificación respondía a cambios de coloración con los distintos reactivos (Mayer, Dragendorff y Wagner) a diferencia del testigo, el cual no fue tratado con los reactivos. Los cambios de coloración fueron de color amarillo, naranja y crema (figura 17A). Como no todos los alcaloides, por su estructura química responden a un reactivo en general, por ejemplo, en el Cuadro 2, el reactivo de Mayer mostró una ausencia del metabolito secundario en la semilla, al igual que el reactivo de Dragendorff en el cuerpo fructuoso, pero esto no implica que no existen alcaloides, ya que otras pruebas con distintos reactivos como el de Wagner, demuestran la presencia.

Según antecedentes, las bajas concentraciones de alcaloides producen un efecto terapéutico en las personas, debido a sus propiedades relajantes, antitusivas y analgésicas (Ávalos, 2009), confiriéndole así, estas propiedades al pashtío.

2.6.3 Antocianinas

Las antocianinas son un grupo de pigmentos ampliamente distribuidos en el reino vegetal los cuales son hidrosolubles, por lo que al extracto vegetal pulverizado se le agregó metanol como solución polar en la cual las antocianinas se separarían de las moléculas de carácter apolar, llevándolo a baño de María a 60 °C se logró la eliminación de esta fase (Aguilera Miguel, 2011). También fue necesario el aumento de la superficie de contacto del extracto vegetal, disolviendo con metanol en baño ultrasonido y vortex. Los resultados de este ensayo se ilustran en el cuadro 7.

La prueba para identificación de antocianinas muestra la presencia en ambas partes del fruto debido a los resultados positivos para ambas pruebas al utilizar el ácido clorhídrico en ambas muestras de extracto metanólico y resultando un cambio de coloración a color purpura en comparación con el testigo. Las antocianinas tienen propiedades anticancerígenas (Aguilera, 2011), pero según los conocimientos etnobotánicos de la población de la aldea Monterrico, el pashtío no es utilizado con estos propósitos.

Cuadro 7. Resultados del ensayo para identificación de antocianinas en fruto y semilla de Pashtío (*Luffa operculata* L.).

Resultados de las pruebas para identificación de antocianinas			
Reactivo \ Parte vegetal	Pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.) Semilla	Pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.) Fruto	Tipo de extracto
HCl concentrado	+	+	Metanólico

Fuente: elaboración propia, 2015.

2.6.4 Cumarinas

Las cumarinas poseen una estructura cristalina e incolora, muy pocas solubles en solventes apolares, no siendo así con solventes polares. Una de sus características físicas más importantes es que esta familia de compuestos posee fluorescencia generada con luz ultravioleta de 365 nm (Arango Gabriel, 2010), la cual fue utilizada para su detección (figura 16A), obteniendo los siguientes resultados que se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8. Resultados del ensayo para la identificación de cumarinas en fruto y semilla de Pashtío (*Luffa operculata* L.).

Resultados de las pruebas para identificación de cumarinas			
Reactivo \ Parte vegetal	Pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.) Semilla	Pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.) Fruto	Tipo de extracto
KOH (0.5N) y luz UV a 365nm	+	-	Metanólico

Fuente: elaboración propia, 2015.

Se confirmó la presencia de cumarinas únicamente en la semilla del pashtío, mientras que, en el cuerpo fructuoso, los resultados fueron negativos al observar bajo luz UV de 365 nm por no generar fluorescencia (figura 19A). El uso medicinal para el que la población de la aldea Monterrico usa el pashtío, implica el uso del fruto entero (semilla y cuerpo fructuoso), por lo que la presencia de cumarinas en la semilla, otorga efectos anticoagulantes, antibacteriales y antibióticos (Arango, 2010).

2.6.5 Flavonoides

Los flavonoides son compuestos orgánicos que se caracterizan por contener dos anillos aromáticos unidos a través de tres átomos de carbono (Martínez, 2005). Por ser moléculas polares, se extrajo el material vegetal con metanol y al igual que las antocianinas, fue necesario aumentar la superficie de contacto del extracto mediante baño ultrasonido y vortex y se observaron cambios de coloración amarillo, crema y violeta y formación de precipitados. Los resultados se muestran en el cuadro 9.

Cuadro 9. Resultados para la prueba de flavonoides en semilla y fruto de Pashtío (*Luffa operculata* L.).

Resultados de las pruebas para identificación de flavonoides			
Reactivo \ Parte vegetal	Pashtío (Luffa operculata L.) Semilla	Pashtío (Luffa operculata L.) Fruto	Tipo de extracto
H2SO4 concentrado	+	+	Metanólico
FeCl3 al 10%	+	+	
Magnesio metálico y 0.5ml de HCL concentrado	+	+	

Fuente: elaboración propia, 2015.

Los resultados para las pruebas de flavonoides confirman la presencia de los mismos en ambas partes utilizadas (semilla y cuerpo fructuoso). La amplia gama de flavonoides descubiertos confiere acciones antiinflamatorias debido a su acción inhibitoria sobre las prostaglandinas, además de ser antioxidantes naturales (Kuklinski, 2000).

2.6.6 Saponinas

Las saponinas pueden reconocerse fácilmente en los análisis fitoquímicos debido a su capacidad para generar espuma como lo hacen los jabones comunes (Martínez, 2001). Esta espuma persistió durante más de 35 minutos en las pruebas realizadas al Pashtío (*Luffa operculata* L.), en el fruto, mientras que en el extracto de semilla la espuma no persistió. En el cuadro 10.

Por la facilidad de observación en la generación de espumas, la identificación de la presencia fue más sencilla, sin la necesidad de utilizar solventes polares o apolares para su extracción. Para tener un control que aportara la veracidad de la prueba de saponinas, se utilizó una solución de control de saponinas al 0.5 % para diferenciar la presencia de la ausencia de saponinas en fruto y semilla de pashtío. En esta solución de control de saponinas, la espuma persistió por mas de 30 min. Al igual que la muestra de cuerpo fructuoso, sin embargo, la muestra de semilla no obtuvo este resultado (figura 18A.), por lo

que se concluyó que solo el cuerpo fructuoso contiene esta familia de metabolitos, otorgando efectos terapéuticos cardiotónicos, expectorantes y antitusivos que, según Alejandro Martínez indica en su investigación sobre saponinas en el año 2011.

Cuadro 10. Resultados de la prueba para detección de saponinas en semilla y fruto de Pashtío (*Luffa operculata* L.).

Resultados de las pruebas para identificación de saponinas			
Reactivo \ Parte vegetal	Pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.) Semilla	Pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.) Fruto	Tipo de extracto
H2O destilada y baño de maría a 60°C por 30 min	-	+	H2O destilada
Solución de control de saponinas (0.5%)	+	+	H2O destilada

Fuente: Elaboración propia 2015.

2.6.7 Antraquinonas y taninos

Las pruebas para antraquinonas y taninos realizadas a las muestras de semilla y fruto de pashtío (*Luffa operculata* L.) fueron negativas, ya que no se mostró ninguna reacción ante los reactivos de hidróxido de amonio para antraquinonas (prueba de Bortränger) y de solución de gelatina al 1 %, gelatina sal y cloruro férrico al 10 % para taninos. Sin embargo, se realizó una segunda metodología para la identificación de antraquinonas (Bortränger modificado), utilizando el hidróxido de amonio (NH₄OH) en ambas fases (polar y apolar), previamente extraído con KOH etanólico, peróxido de hidrógeno (H₂O₂) y llevado en baño de María a 60 °C por 10 min., para luego ser acidificado con ácido acético glacial y al agregar el tolueno, se decantó para la separación de fases. Este proceso se llevó a cabo para extraer los metabolitos a cada fase según su naturaleza polar o apolar. Estas pruebas fueron realizadas a muestras de semilla y fruto y se muestran en el cuadro 11 y 12.

Cabe mencionar, que estas pruebas se realizaron por duplicado, lo que ratifica que ambas familias de metabolitos secundarios no se presentan en el pashtío, al igual que sus propiedades terapéuticas mencionadas en otras investigaciones y que fueron descritas en esta investigación. En la figura 20A, se muestran los resultados de la prueba para la identificación de taninos.

Cuadro 11. Resultados de las pruebas para antraquinonas en semilla y fruto de Pashtío (*Luffa operculata* L.).

Resultados de las pruebas para identificación de antraquinonas (Bortränger y Bortränger modificado respectivamente)					
Reactivo \ Parte vegetal		Pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.) Semilla	Pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.) Fruto	Tipo de extracto	
Prueba de Bortränger	10ml de Tolueno + 5ml de solución de test de amonio (NH ₄ OH) a fase orgánica y acuosa	Fase acuosa	-	-	KOH etanólico
		Fase orgánica	-	-	
Prueba de Bortränger modificado	Acidificado con ácido acético glacial + 10ml de Tolueno + 5ml de solución de test de amonio (NH ₄ OH) a fase orgánica y acuosa	Fase acuosa	-	-	KOH etanólico y H ₂ O ₂ al 3%
		Fase orgánica	-	-	

Fuente: elaboración propia, 2015.

*El hidróxido de potasio etanólico fue elaboración propia. Se produjo a partir de la cantidad necesitada para dichas pruebas, diluyendo la cantidad necesaria de KOH en etanol absoluto para lograr una concentración de (0.5N).

Cuadro 12. Resultados de las pruebas para taninos en semilla y fruto de Pashtío (*Luffa operculata* L.).

Resultados de las pruebas para identificación de taninos			
Reactivo \ Parte vegetal	Pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.) Semilla	Pashtío (<i>Luffa operculata</i> L.) Fruto	Tipo de extracto
Solución de gelatina al 1%	-	-	Etanólico
Solución de gelatina-sal	-	-	
FeCl ₃ al 10%	-	-	

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el cuadro 13, se muestra un resumen de los resultados a todas las pruebas de laboratorio realizado, con el fin de facilitar al lector la presencia-ausencia de los metabolitos secundarios investigados y que, mediante la información recabada en el marco teórico, se muestre la correlación que existe entre los metabolitos secundarios presentes en el pashtío y sus propiedades terapéuticas en el humano.

Cuadro 13. Resumen de los resultados obtenidos de las pruebas a las que fue sometido el fruto y la semilla de Pashtío (*Luffa operculata* L.).

Familia del compuesto orgánico	Especie y parte de la planta utilizada	
	<i>Luffa operculata</i> (semilla)	<i>Luffa operculata</i> (fruto)
Alcaloides	+++	++
Saponinas	-	+
Antocianinas	+	+
Flavonoides	+++	+++
Antraquinonas	-	-
Taninos	-	-
Cumarinas	+	-

Fuente: Elaboración propia, 2015.

El motivo por el cual aparecen en algunas pruebas una mayor cantidad de signos (+) o (-), es debido a que se utilizaron diferentes reactivos en una misma prueba. Esto con el fin de identificar la amplia gama de metabolitos secundarios pertenecientes a cada familia estudiados en esta investigación.

Las pruebas realizadas para la presencia-ausencia de cada familia de metabolito secundario, coincidió con los métodos de separación, así, los alcaloides, por estar en forma de sales, pudieron ser separados mediante la adición de una solución hidrofílica como los alcoholes, en este caso, la solución metanólica. Esto fue igual para las antocianinas y flavonoides, ya que estos compuestos orgánicos presentan las mismas características hidrofílicas. Las cumarinas, muy pocas son solventes en solventes en soluciones apolares, aun así, la mayoría, por tener características hidrofílicas pudieron ser extraídas también con metanol.

2.7 CONCLUSIONES

1. La encuesta rápida y los antecedentes que se recabaron del área en estudio con respecto al pashtío (*Luffa operculata* L.), coincidieron con los usos por los que es utilizado. El pashtío es primordialmente utilizado para contrarrestar enfermedades respiratorias como sinusitis y gripe, por lo que se acepta el conocimiento etnobotánico de la población por su concordancia con el estudio realizado y los estudios previos con metabolitos secundarios por otros autores descritos en esta investigación.
2. De las especies de plantas medicinales utilizadas por los pobladores de la aldea Monterrico, se cuantificó la frecuencia en que se repetían las especies de plantas mencionadas por el conocimiento etnobotánico de los pobladores, obteniendo como resultado seis especies de plantas medicinales que se utilizan con mayor frecuencia por la población, siendo estas: pashtío (*Luffa operculata*), ipacín (*Petiveria alliacea*), chichipin (*Hamelia patens*), piñón (*Jatropha curcas*), chalchupa (*Rauvolfia tetraphylla*) y cuajatinta (*Cordia inermis*). La popularidad de uso del pashtío es mayor en referencia a las demás especies con un 22% de la cantidad de veces que fueron mencionadas todas las especies descritas anteriormente.
3. Las personas de la localidad utilizan el fruto de pashtío (*Luffa operculata* L.) en bruto, por lo que fue necesario la separación del mismo en cuerpo fructuoso y semilla para su análisis químico, siendo este procedimiento efectivo para eliminar variables que afectarían los resultados de los métodos de extracción e identificación macro, de los metabolitos secundarios presentes en la totalidad del fruto.
4. Se obtuvo que la semilla de pashtío, contiene alcaloides, antocianinas, flavonoides y cumarinas. El cuerpo fructuoso contiene alcaloides, antocianinas, flavonoides y saponinas. Ambas partes de la planta no presentan antraquinonas y taninos.
5. Los compuestos que hacen diferencia entre semilla y cuerpo fructuoso son, que las cumarinas únicamente se encuentran en la semilla y las saponinas únicamente en el fruto.
6. Los efectos terapéuticos para los que el pashtío (*Luffa operculata* L.) es utilizado por la población de la aldea Monterrico, concuerdan con los efectos farmacológicos que producen los metabolitos secundarios que fueron encontrados en esta planta.

2.8 RECOMENDACIONES

1. El pashtío, por ser una especie que se consigue fácilmente en su ambiente natural en la aldea Monterrico, y a pesar de sus caracteres de planta medicinal, debe de ser utilizada, respetando sus temporadas de floración y fructificación, con esto se asegura su conservación. Aparte, se recomienda el estudio de factibilidad para que esta planta pueda ser cultivada, disminuyendo así su uso y colecta de su ambiente natural.
2. El estudio de los productos naturales en Guatemala ha abarcado numerosas plantas presentes en nuestro país, sin embargo, hace falta investigación de muchas especies y esto debe de realizarse en compañía del conocimiento etnobotánico que tienen las múltiples poblaciones rurales y de escasos recursos que persisten en el interior del país.
3. Se recomienda fomentar el conocimiento etnobotánico o tradicional en la población joven del interior del país, esto con el fin de recuperar y mantener dicho conocimiento, que ha sido de ayuda para la investigación científica sobre productos naturales y el desarrollo cultural de las poblaciones de escasos recursos.
4. Es importante recomendar la inclusión del estudio fitoquímico y de productos naturales, en el pensum de estudios de las distintas carreras que promueve la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala; estudios que constituirían un fin aplicativo de la química orgánica en el conocimiento de las reacciones orgánicas presentes en el metabolismo de las plantas y sus posibles usos comerciales.

2.9 BIBLIOGRAFIA

1. Aguilera, M. 2011. Propiedades funcionales de las antocianinas. Durango, México, Universidad Juárez. 7 p.
2. Alcaraz, F. 2012. Salinidad y vegetación. España, Universidad de Murcia. 9 p.
3. Arango, G. 2002. Alcaloides y compuestos nitrogenados. Medellín, Colombia, Universidad de Antioquia. 88 p.
4. Arango, G. 2010. Introducción al metabolismo secundario, compuestos derivados del ácido shikímico. Medellín, Colombia, Universidad de Antioquia. 43 p.
5. Arístegui, J. 2000. Infección de las vías respiratorias superiores. España, SEIMC. 19 p.
6. Ávalos, A. 2009. Metabolismo secundario de plantas. Madrid, España, Universidad Complutense. 27 p.
7. CECON (Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios Conservacionistas, Guatemala). 2011. Política para la conservación y sostenibilidad de las áreas protegidas universitarias. Guatemala. 41 p.
8. De Robertis, J. 2004. Fundamentos de biología celular y molecular. 4 ed. Buenos Aires, Argentina, El Ateneo. 441 p.
9. Domínguez, X. 1973. Métodos de investigación fitoquímica. México, Limusa. 281 p.
10. Hofmann, A; Schultes, RE. 1979. Plantas de los dioses – orígenes del uso de los alucinógenos. México, SOLAR. 197 p.
11. Hsie-Tsang, S; *Quintanilla Martín*. 2008. Manual sobre reproducción y cultivo de tilapia. El Salvador, CENDEPESCA. 68 p.
12. Jiménez, A. 2014. Biotransformación de derivados del ácido oleanólico con hongos filamentosos. Tesis PhD. Granada, España, Universidad de Granada. 553 p.
13. Kuklinski, C. 2000. Farmacognosia: estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural. España, Omega. 528 p.
14. LIPRONAT (Universidad de San Carlos de Guatemala, Laboratorio de Investigación en Productos Naturales, Guatemala). 2005. Manual de operaciones: tamizaje fitoquímico. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, LIPRONAT. 9 p.
15. Lock, O. 1994. Investigación fitoquímica: métodos en el estudio de productos naturales. Perú, Pontificia Universidad Católica de Perú. p.

16. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala. 1 DVD.
17. Martínez Rojas, OE. 2006. Determinación de la calidad físico-química del agua del Canal de Chiquimulilla, en la Reserva de Usos Múltiples Monterrico. Tesis Lic. Quim. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 115 p.
18. Martínez, A. 2001. Saponinas esteroides. Medellín, Colombia, Universidad de Antioquia. 22 p.
19. Martínez, A. 2002. Alcaloides esteroidales de solanáceas. Medellín, Colombia, Universidad de Antioquia. 5 p.
20. Martínez, A. 2005. Flavonoides. Medellín, Colombia, Universidad de Antioquia. 76 p.
21. Martínez, A. 2012. Quinonas y compuestos relacionados. Medellín, Colombia, Universidad de Antioquia. 31 p.
22. Mérida, M. 2012. Estudio del rendimiento y composición del aceite esencial de diferentes poblaciones de *Lippia chiapasensis* Loes. del altiplano occidental guatemalteco. Tesis Lic. Quim. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 151 p.
23. Meza, J; Reza, María; Chew, Rodolfo; Meza, Jorge. 2011. Propiedades funcionales de las antocianinas. Durango, México, Universidad de Juárez. 7 p.
24. Pardo Pedro; Burgos, Carlos. 2011. Plantas medicinales y comestibles de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico –RNUMM-, Taxisco, Santa Rosa. Guatemala, USAC, Dirección General de Investigación. 187 p.
25. Pardo, M. 2003. Etnobotánica: aprovechamiento tradicional de plantas y patrimonio cultural. Madrid, España, Real Jardín Botánico. 12 p.
26. Parra, M. 2010. Tamizaje fitoquímico y determinación de la actividad laxante de tallos y semillas de pitahaya (*Hylocereus triangularis*). Tesis Lic. Bioquim. Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. 123 p.
27. Quintana, Y. 2007. Comparación de la ictiofauna asociada a las raíces de mangle rojo (*Rizophora mangle*: Rizophoraceae), en los sitios Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico y Reserva Natural Privada Manchón Guamuchal, durante las épocas seca y lluviosa. Tesis Licda. Biol. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 69 p.
28. Rodríguez Bracamonte, F. 1981. Análisis florístico de las comunidades vegetales del biotopo La Avellana-Monterrico, Taxisco, Santa Rosa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 169 p.

29. Santizo, I. 2004. Identificación de metabolitos secundarios en *Myrica cerífera*. Tesis Lic. Quim. Biol. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 134 p.
30. Seija, V. 2006. Temas de bacteriología y virología médica. 2 ed. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. 447 p.
31. USDA-NRCS. 2014. Clave para la taxonomía de suelos. 10 ed. Estados Unidos. 410 p.
32. Valle, C. 2012. Los valores interiores menos conocidos de las plantas. Málaga, España, Editorial Universitaria. 2 p.
33. Vargas, A. 2003. Manejo médico de la sinusitis. México, UNAM. 4 p.

2.10 ANEXOS



Fuente: Fotografía propia, 2015.

Figura 15A. Entrevista sobre conocimientos de especies de plantas medicinales a pobladores de la aldea Monterrico.



Fuente: Fotografía propia, 2015.

Figura 16A. Herborización y secado de las especies de plantas medicinales.



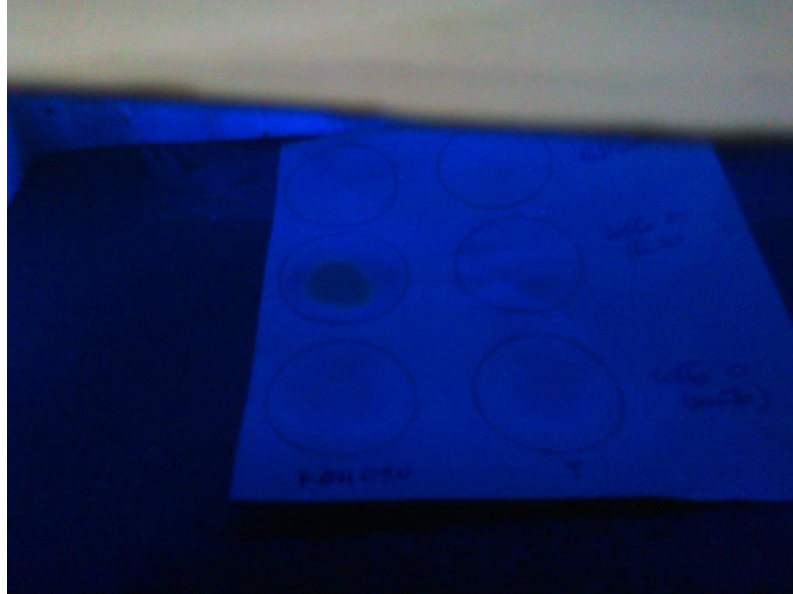
Fuente: Fotografía propia, 2015.

Figura 17A. Resultados de la prueba de Mayer, Dragendorff y Wagner para detección de alcaloides.



Fuente: Fotografía propia, 2015.

Figura 18A. Resultados para la prueba de saponinas.



Fuente: Fotografía propia, 2015.

Figura 19A. Resultados en prueba de luz UV (365nm) para cumarinas.



Fuente: Fotografía propia, 2015.

Figura 20A. Resultados en la prueba de taninos.



3. CAPÍTULO III

**INFORME DE SERVICIOS PRESTADOS AL CENTRO DE ESTUDIOS
CONSERVACIONISTAS DE MONTEERRICO (CECON-MONTEERRICO) DURANTE LOS
MESES DE FEBRERO A NOVIEMBRE DEL AÑO 2015**

3.1 PRESENTACIÓN

El Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, fue creado como una unidad de estudios interdisciplinarios destinados a la investigación con el fin de conservar los ecosistemas naturales de la nación. Esta unidad fue creada mediante el acuerdo de rectoría No. 6680-81 del 17 de agosto de 1,981, por iniciativa de los profesionales egresados de la USAC, Mario Dary Rivera y Luís Villar Anléu. Posteriormente se crea el Sistema Universitario de Áreas Protegidas (SUAP) siendo este la autoridad a cargo el CECON y actualmente administrador de 7 áreas protegidas.

La Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico (RNUMM), es una de las 7 áreas protegidas a cargo del CECON. Esta fue fundada el 16 de diciembre de 1,977, publicándose en el diario oficial el 3 de enero de 1,978 como una reserva para la protección especial de flora y fauna natural. Para el siguiente año (1,979), se constituye como la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico y pasa a formar parte de la administración de la USAC. Su principal objetivo es la conservación e investigación de las especies de flora y fauna de la localidad con el fin de conservar los ecosistemas naturales presentes.

Las áreas protegidas juegan un papel importante en la conservación del patrimonio natural y cultural de Guatemala. El CECON-Monterrico se dedica a contribuir con el manejo de la RNUMM, permitiendo dar a conocer la importancia de proteger los procesos ecosistémicos naturales, involucrando a los diferentes actores sociales económicos y políticos. El crecimiento poblacional, el turismo desinteresado por proteger el área, la poca fertilidad de los suelos y la falta de interés por los lugareños de proteger el ecosistema, son algunas de las razones por lo que el CECON-Monterrico, no se da abasto para proteger la reserva.

Considerando la problemática del lugar y el peligro en el que se encuentra el ecosistema de la reserva administrada por el CECON-Monterrico, se establecieron ciertas ideas centrales que pudiesen ayudar a la institución a darse a conocer de una forma más actualizada, contribuyendo con la actualización del mapa de ubicación de la reserva, otorgar bases científicas para el uso del agua de pozos artesanales para la producción de plantas comestibles y ayudar a la institución, creando una red de voluntarios adolescentes que se involucren en la conservación de la reserva.

El primer servicio realizado fue la actualización de las coordenadas de la RNUMM, esto debido a que los sistemas de localización geográfica utilizados en la literatura encontrada para esta área, se encuentran desactualizados. La evaluación del servicio consistió en capacitar a guarda-recursos para el uso de los mapas que se otorgaron a la institución.

El segundo servicio consistió en la evaluación de la salinidad del agua en los pozos artesanales de la aldea Monterrico, esto debido al temor de la población por practicar

sistemas de producción agrícola, debido a los suelos aluviales y arenosos mal drenados (IGN-MAGA, 2006), proporcionando con este estudio de salinidad, incentivar a la población por originar nuevos sistemas de producción con sustratos específicos, huertos familiares e hidroponía. Los resultados fueron entregados al COCODES de la aldea Monterrico y a las oficinas del CECON-Monterrico con el fin que la población pueda hacer uso de los mismos y para posteriores investigadores que quieran generar nuevas técnicas de producción agrícola local.

El tercer servicio realizado, fue la creación de una red de voluntarios que sirvan como apoyo a la institución (CECON-Monterrico). Uno de los puntos centrales de este servicio, fue involucrar a la población joven de la aldea Monterrico, esta parte de la población es fundamental para la conservación de los ecosistemas naturales, quienes debidamente educados, son los futuros usuarios de los productos ecosistémicos que la naturaleza del lugar proporciona y que serán utilizados de una manera sostenible. Para el efecto, se escogió a los estudiantes de tercero básico del Instituto Básico de Monterrico y se les impartió 7 temas principales que fomentaran la participación e involucramiento en los problemas comunitarios que aquejan a la reserva y su apoyo como voluntarios a la institución. Como mecanismo de evaluación del servicio y al mismo tiempo del grupo de voluntarios, se les exigió a los estudiantes participantes, la creación de una actividad en conjunto con la institución (CECON-Monterrico). Los participantes coordinaron y llevaron a cabo una reforestación de mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.) en conjunto con guarda-recursos del CECON-Monterrico. La metodología utilizada para la creación del grupo de voluntarios fue proporcionada por el programa oficial de voluntariado de la USAC.

3.2 SERVICIO 1. Actualización de las coordenadas geográficas de la RNUMM

3.2.1 Problemática.

En toda la documentación legal de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico (Plan Maestro de la Reserva), la ubicación geográfica se encuentra en un sistema de coordenadas que, actualmente, se encuentra desactualizado y entidades como el Registro de Información Catastral (RIC) y el Instituto Geográfico Nacional (IGN) consideran desactualizado. En la “Política para la conservación y sostenibilidad de las áreas protegidas universitarias” del año 2011, que podría ser el documento más reciente en el que se le dio ubicación a la reserva, esta aparece en el sistema de coordenadas cartográficas Norte 1540000 y 1536000; y Este 770000 y 777000; en la proyección UTM Zona 15 Norte del esferoide de Clarck de 1866 con datum NAD27.

Actualmente el sistema de coordenadas que se maneja para Guatemala, es un sistema de coordenadas planas Transverse Mercator y se le dio el nombre de Guatemala Transverse Mercator (GTM) utilizando el geoide WGS84 (World Geodetic System of 1,984), siendo este el utilizado por él IGN.

3.2.2 Objetivos

Objetivo general:

1. Realizar una actualización de las coordenadas de ubicación de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico evaluando los sistemas de coordenadas encontrados en literatura y los puntos vértices de la reserva.

Objetivos específicos:

1. Actualizar mediante software de SIG las coordenadas de la reserva.
2. Localizar los puntos vértices en campo.
3. Evaluar la calidad de los puntos vértices en campo.
4. Crear un mapa actualizado de la reserva.

3.2.3 Metodología

A. Reconocimiento digital del área de la reserva.

Se realizó una observación mediante software de SIG, ortofotos y mapa cartográfico escala 1:250,000, por parte de la cartografía digital del IGN-MAGA, y se ubicó la reserva en el sistema de coordenadas que indica la Política para la conservación y sostenibilidad de las áreas protegidas universitarias, documentación proporcionada por CECON-Monterrico.

B. Actualización mediante software de SIG.

Mediante software de SIG (QuantumGis), se realizó la actualización de las coordenadas de la reserva. Al cambiar de Datum el geoide (forma de la tierra) cambia y por ende el polígono de la reserva también cambió, deformándose hacia el sur en sus vértices noroeste y suroeste, por lo cual se procedió a una rectificación del polígono hasta coincidir con el área original (2,800ha). Se hizo la creación del nuevo "Shape" digital del perímetro de la reserva, y mediante la cartografía digital del IGN-MAGA, se colocó sobre la capa de la hoja cartográfica escala 1:250,000 y se procedió a la impresión del mapa con toda la información pertinente.

C. Localización y evaluación de los puntos vértices en campo.

Se realizó una salida a campo con el fin de ubicar los puntos vértices de la reserva y observar el estado de mojones o señales de ubicación in situ de los vértices.

3.2.4 Resultados obtenidos

Se logró la actualización de las coordenadas de la reserva y se crearon mapas en digital de la misma en el sistema de coordenadas Guatemala Transverse Mercator (GTM) y datum World Geodetic System de 1984 (WGS84), siendo este el más actualizado para Guatemala según el Instituto de Geografía Nacional (IGN). Estos fueron entregados de forma digital e impresa en tamaño A2 y carta, a CECON-Monterrico y se capacitaron a los guarda-recursos para su uso dentro de la reserva. El mapa actualizado se muestra en la figura 21.

Los mojones que determinan los vértices de la reserva están ausentes. Se intentaron localizar mediante un GPS marca Garmin serie LEGEND H, con 5 metros de error, pero no fueron encontrados, sin embargo, los vértices en ambos sistemas de coordenadas coincidían. No se agregaron a los objetivos del servicio debido a falta de apoyo financiero

para la creación de los mismos y por la introducción del proyecto GEF el cual ampliará el área de la reserva.

3.2.5 Evaluación

Las oficinas del CECON-Monterrico cuentan con los mapas cartográficos en físico y digital de la ubicación de la reserva en el sistema de coordenadas Guatemala Transverse Mercator (GTM) con datum World Geodetic System de 1984 (WGS84) y los guarda recursos fueron capacitados para el uso de los mismos mediante una presentación y repaso de la leyenda que posee el mapa actualizado (figura 21).

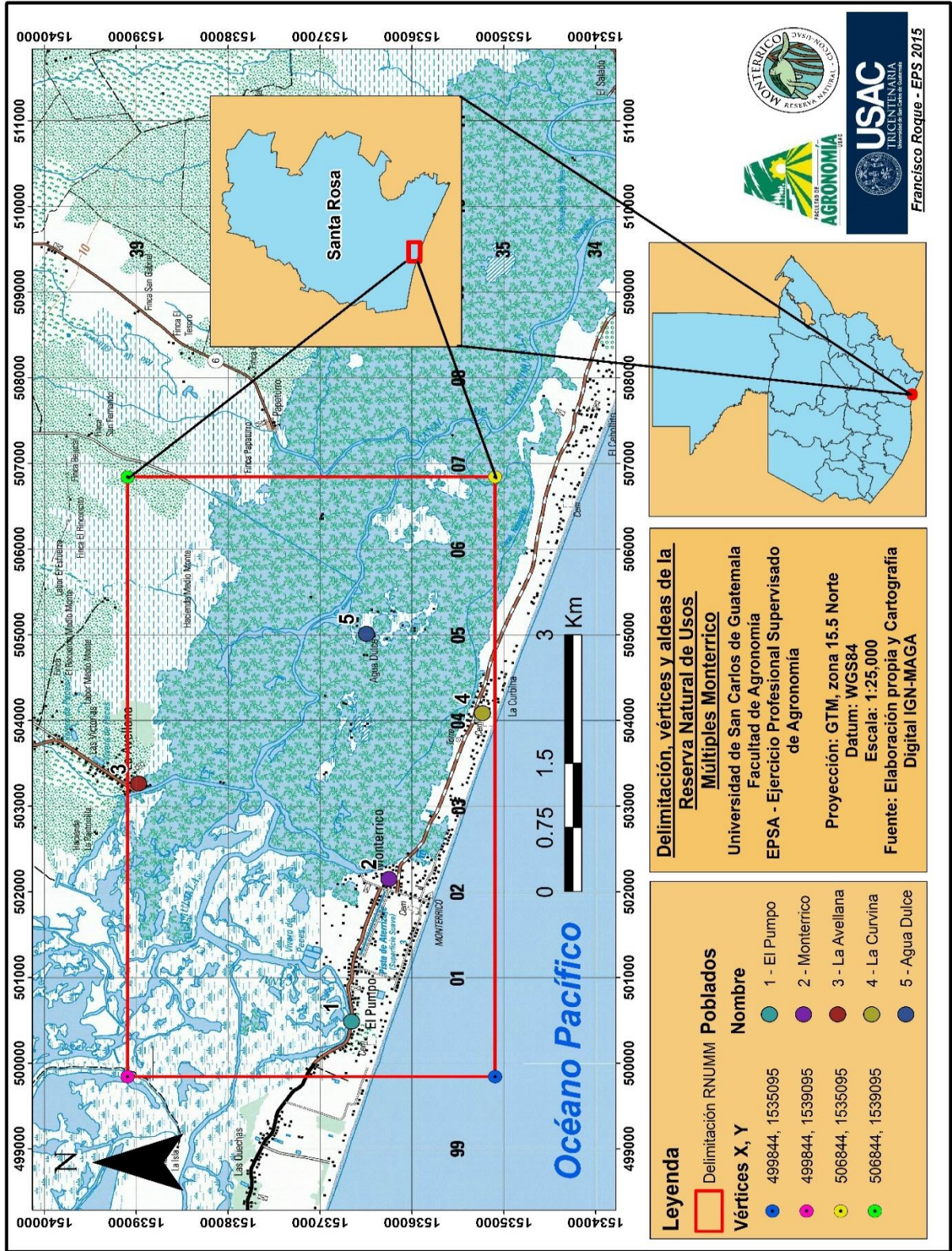


Figura 21. Actualización de las coordenadas geográficas de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico.
 Fuente: Elaboración propia con cartografía digital IGN-MAGA, 2015.

3.3 SERVICIO 2. Salinidad de los pozos artesanales de la Aldea Monterrico

3.3.1 Problemática

El abastecimiento de agua en la aldea Monterrico es principalmente de pozos artesanales ubicados en los terrenos particulares donde habitan los pobladores. Al agua le dan muchos usos como limpieza, construcción y también para consumo, hirviendo la misma. Los pobladores de la aldea, comentan que el agua no la utilizan para riego en horticultura, debido a que es salada, por aparte, mencionan que los suelos de la aldea son arenosos y poco fértiles, por lo que no existen huertos familiares ni horticultura en los hogares.

El estudio de salinidad surge como una necesidad para demostrar de una manera cuantitativa, el contenido de salinidad del agua de los pozos artesanales. Esto con el fin de tener otros métodos de cultivo de plantas como la hidroponía o con algún otro tipo de sustrato, sin que el agua juegue un papel negativo por los índices de salinidad que la población teme para este tipo de producción.

3.3.2 Objetivos

Objetivo general:

1. Evaluar la salinidad del agua de los pozos artesanales de la aldea Monterrico mediante refractómetro.

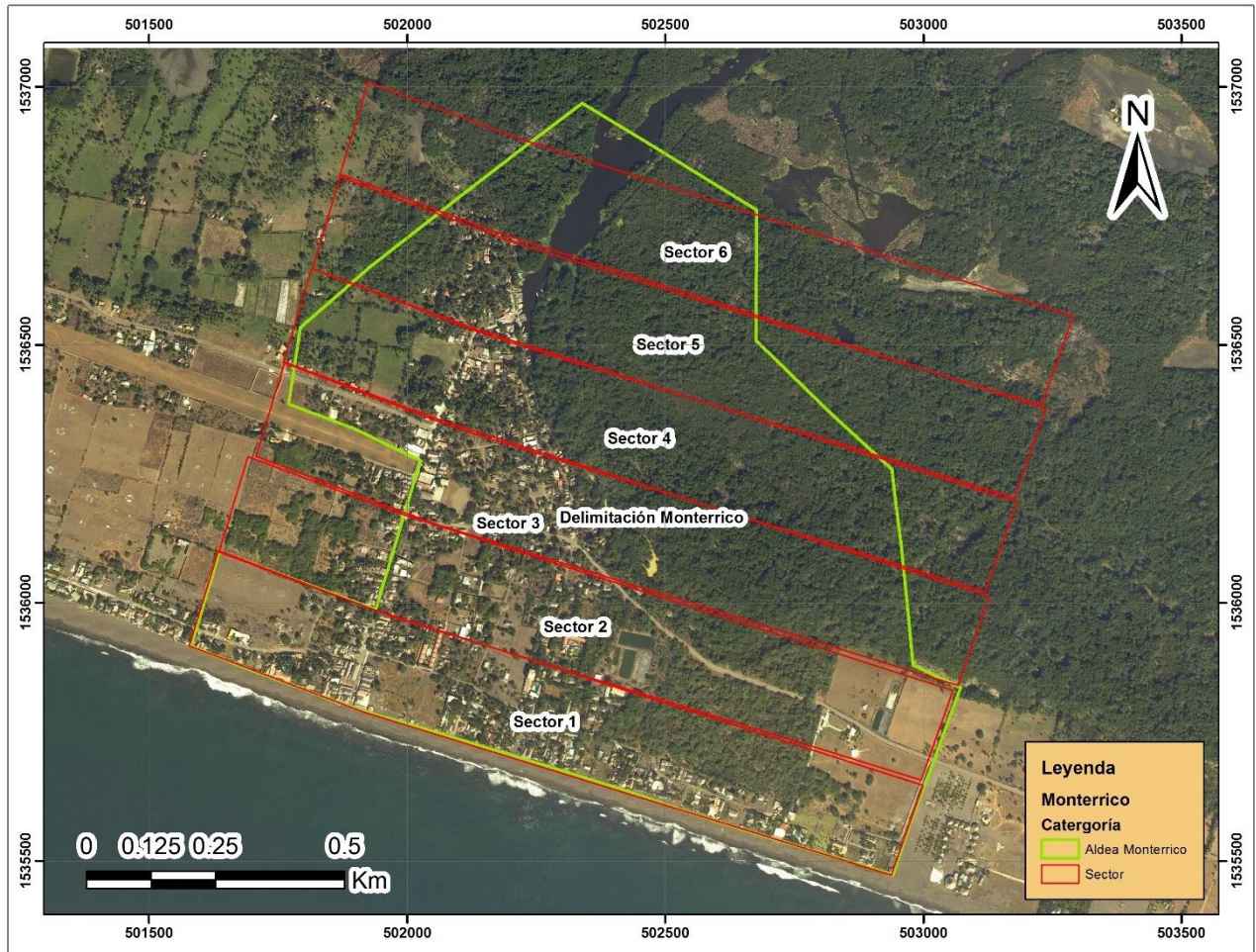
3.3.3 Metodología

A. Sectorizar la aldea Monterrico.

Para que la toma de muestras fuera representativa, se sectorizó la aldea en 6 sectores, todos con 190 metros de ancho con el fin de abarcar toda la aldea desde el mar, hacia el canal de Chiquimulilla. Para esto se utilizó software de SIG y la cartografía digital del IGN-MAGA. El resultado de la sectorización se muestra en la figura 22.

B. Toma de muestras.

Por cada sector se recolectó 3 muestras, una muestra del canal de Chiquimulilla en el área del embarcadero de la aldea Monterrico y una más del mar en la playa pública.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Figura 22. Mapa de la sectorización de la aldea Monterrico.

C. Análisis de muestras mediante refractómetro.

Luego de la toma de muestras se procedió al análisis de las muestras mediante refractómetro, este proporcionado por el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura en su estación de la aldea Monterrico,

3.3.4 Resultados obtenidos

Los resultados no variaron mucho entre las muestras. Se encontró que solo los pozos artesanales de los sectores 1, 2 y 6 presentan lectura de salinidad en el agua encontrada con el refractómetro. Por lo que, en los demás sectores, el agua puede utilizarse para cultivos agrícolas por medio de hidroponía o con otro tipo de sustrato.

3.3.5 Evaluación

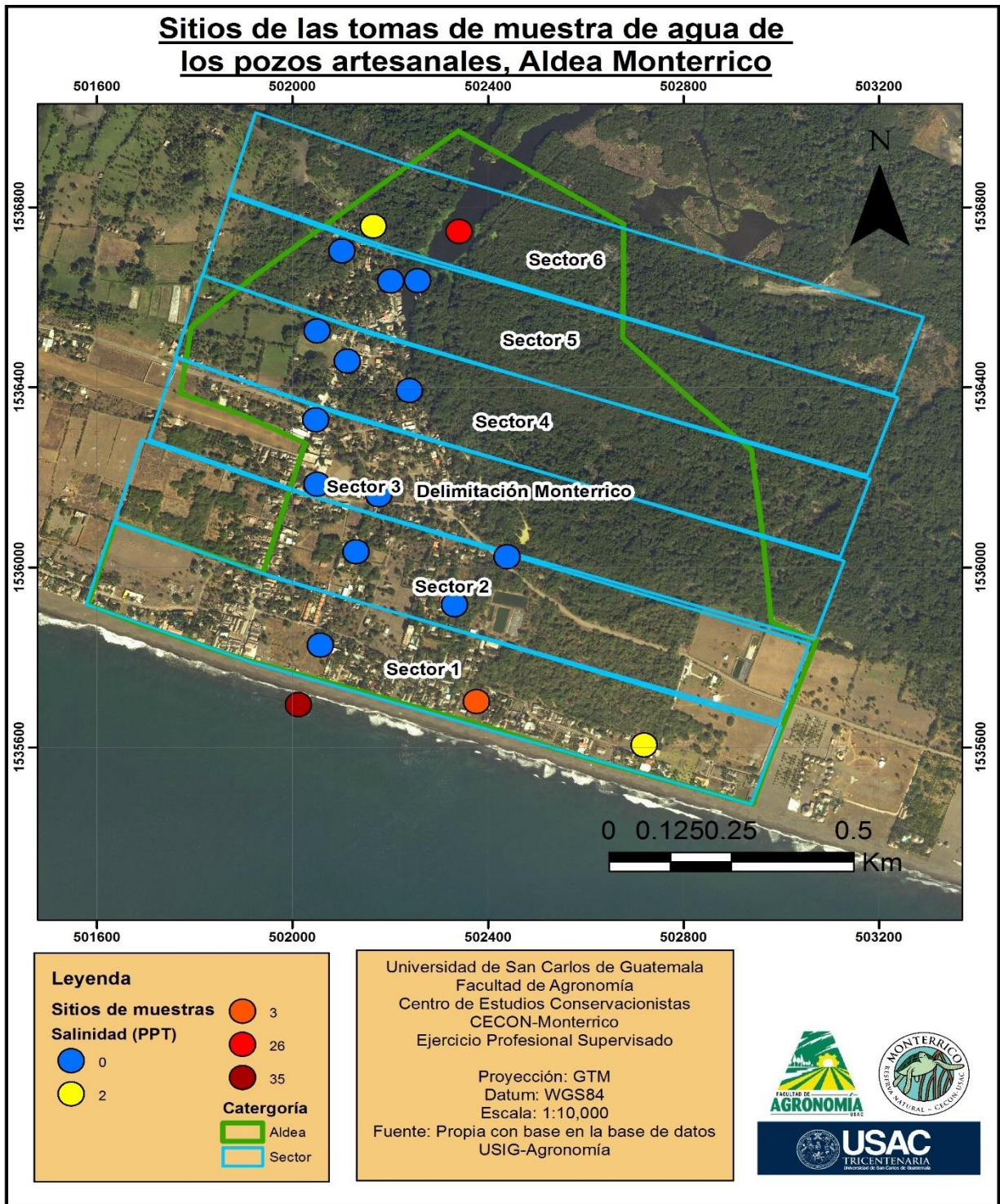
Para la evaluación del servicio, se muestra el cuadro 14 con los resultados del análisis de las muestras recolectadas en campo.

El cuadro 14 muestra las coordenadas de ubicación de cada pozo artesanal al que se sometió su agua mediante refractómetro, con el fin de identificar en partes por millón la salinidad contenida. La figura 23 muestra la ubicación de los puntos dentro de la aldea Monterrico. Los resultados fueron otorgados a las oficinas del CECON-Monterrico y se avisó en las oficinas del COCODES, por lo que pueden ser otorgadas a quien interese esta información, promocionando así a las personas de los sectores 3, 4 y 5, que no teman en la construcción, riego y mantenimiento de algún tipo de producción agrícola para autoconsumo, sin utilizar los suelos de la aldea como sustrato.

Cuadro 14. Resultados de la evaluación de salinidad mediante refractómetro en el agua de los pozos artesanales de la aldea Monterrico.

No.	Sector	Muestra	Cod.	GTM X	GTM Y	Salinidad (ppm)
1	Canal	1	C1	502341	1536746	26
2	Mar	1	M1	502012	1535695	35
3	Sector 1	1	1.1	502057	1535827	0
4	Sector 1	2	1.2	502160	1535769	3
5	Sector 1	3	1.3	502272	1535802	2
6	Sector 2	1	2.1	502306	1536016	0
7	Sector 2	2	2.2	502270	1536062	0
8	Sector 2	3	2.3	502439	1536023	0
9	Sector 3	1	3.1	502177	1536160	0
10	Sector 3	2	3.2	502002	1536218	0
11	Sector 3	3	3.3	502071	1536361	0
12	Sector 4	1	4.1	502239	1536392	0
13	Sector 4	2	4.2	502127	1536544	0
14	Sector 4	3	4.3	502099	1536615	0
15	Sector 5	1	5.1	502201	1536635	0
16	Sector 5	2	5.2	502101	1536702	0
17	Sector 5	3	5.3	502239	1536634	0
18	Sector 6	1	6.1	502130	1536753	2
19	Sector 6	2	6.2	502133	1536291	3
20	Sector 6	3	6.3	502640	1536720	4

Fuente: Elaboración propia, 2015.



Fuente: Elaboración propia, 2015.

Figura 23. Ubicación de los puntos y contenido de salinidad en partes por millón del agua en los pozos artesanales de la aldea Monterrico.

3.4 SERVICIO 3. Establecimiento de un grupo de voluntarios de apoyo al CECON-Monterrico

3.4.1 Problemática

La aldea Monterrico es un área que se encuentra susceptible a inundaciones a causa de estar cerca del canal de Chiquimulilla. En fenómenos naturales ocurridos anteriormente como el huracán Mitch, según guarda recursos de la reserva, el canal de Chiquimulilla se desbordó e inundó aproximadamente media aldea, por lo que es necesaria una red de voluntarios la cual se active en momentos de riesgo a causa de fenómenos naturales y también como grupo de apoyo a la institución y los objetivos que tiene la misma.

La red de voluntarios se trabajó con los estudiantes del tercer grado básico del Instituto por Cooperativa de Monterrico y lo conforman 43 personas de ambos sexos.

3.4.2 Objetivos

Objetivo general:

1. Crear una red de voluntarios avalada por la Universidad de San Carlos de Guatemala con el fin de apoyar al CECON-Monterrico en actividades propias de la institución y en caso de riesgo a desastres naturales.

3.4.3 Metodología

A. Elección del grupo de voluntarios.

Se hizo un reconocimiento de campo de las instituciones que se encuentran dentro de la aldea Monterrico con el fin de evaluar la capacidad para poder organizarse en una red de voluntarios. La institución que se escogió fue al grupo de estudiantes de tercero básico del Instituto por Cooperativa de Monterrico, ya que estas personas se conocen de mucho tiempo atrás y fueron capaces de organizarse para crear la red de voluntarios. Otras instituciones que se tomaron en cuenta pero que no participaron fueron: red hotelera, COCODES, ARCAS y la Asociación de pescadores de Monterrico.

B. Capacitación a grupo de voluntarios.

Se organizó a los estudiantes del tercero básico del Instituto de Monterrico y se les impartió siete presentaciones por parte del grupo de estudiantes que realizaron EPS en la sede de práctica. Las presentaciones fueron impartidas con la documentación que el programa oficial de voluntariado de la Universidad de San Carlos de Guatemala otorgó para dicha tarea.

3.4.4 Resultados obtenidos

Se realizaron siete presentaciones en las que el grupo realizó actividades y logró los objetivos del programa de voluntarios de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los temas que se llevaron a cabo, con el fin de fomentar este grupo de voluntarios se muestran en el cuadro 15.

Cuadro 15. Número de sesiones y temas que se llevaron a cabo en las capacitaciones que se realizaron con el grupo de voluntarios del instituto básico de Monterrico.

Sesión No.	Tema	Descripción
1	Motivación	Fomentar la motivación para la creación de relaciones interpersonales para trabajar en grupo y lograr culminar proyectos o acciones que se tengan como objetivo.
2	Intereses en común	Se dio a conocer los intereses en común que el grupo tenía y se evaluaron temas que afectan a la comunidad.
3	Comunicación	Se describió la importancia del proceso de la comunicación con el fin de transmitir ideas y buscar el lenguaje apropiado y comprensible entre los miembros del equipo.
4	Trabajo en equipo	La presentación incluyó actividades recreativas que fomentaran el trabajo en equipo para alcanzar un fin propuesto.
5	Iniciativa y creatividad	Se impartió una charla para explicar cómo la iniciativa adopta una actitud proactiva, despierta ante la realidad y con la madurez suficiente para asumir consecuencias de acciones realizadas.
6	Compromiso	El contenido de esta presentación incluyó fomentó la capacidad del grupo para comprender y tomar conciencia de la importancia que tiene el cumplir con el desarrollo de un trabajo un tiempo estipulado.
7	Voluntariado	Se les hizo tomar conciencia de lo que formar parte de un grupo de voluntarios implica.
8	Evaluación	Se les dio la oportunidad de organizar una actividad grupal en la cual el CECON-Monterrico estuviera implicado y que fuera una actividad con beneficios ambientales para la comunidad.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

Los temas que se llevaron a cabo en las capacitaciones a los alumnos del Instituto fueron proporcionados por el programa oficial de voluntariado de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.4.5 Evaluación

La culminación del programa de voluntarios fue una reforestación con especies forestales de mangle rojo (*Rhizophora mangle* L.) organizada por los participantes del programa y el CECON-Mon

3.5 CONCLUSIONES

1. Los servicios prestados fueron el resultado de un adecuado involucramiento con la institución y con la población de la aldea Monterrico. La elaboración del mapa actualizado de la reserva fue entregada también en una manta vinílica con dimensiones de 1.5 x 0.8 m y fue colocado en un lugar adecuado dentro de la institución.
2. El estudio de salinidad en el agua de los pozos artesanales demostró que es posible utilizar el agua de los sectores 3, 4 y 5 para la implementación de otros sustratos o metodologías para la producción agrícola.
3. Los estudiantes del tercer año básico del Instituto por cooperativa de Monterrico, confirmaron su apoyo a la institución mediante la organización y realización de la reforestación en el manglar.

3.6 RECOMENDACIONES

1. Es importante que la institución involucre en sus actividades al nuevo grupo de voluntarios creado a partir de los servicios prestados, obteniendo así, una mayor capacidad para crear e implementar proyectos y actividades.
2. La institución debe de colocar mojones con las nuevas coordenadas de la reserva, al mismo tiempo, es necesario colocar alguna marca flotante en el vértice que se encuentra dentro del mar, con el fin de avisar a los pescadores, ya sean de arrastre o locales, el área de mar que se debe respetar y conservar.

3.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Arias, Alfredo. 2015. Manual para formación de promotores del voluntariado comunitario. Dirección General de Extensión Universitaria. 35 págs.
2. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala). 2000. Mapas temáticos de la república de Guatemala, escala 1:250,000. Guatemala. 1 DVD.