

UACM

Universidad Autónoma
de la Ciudad de México

Nada humano me es ajeno

COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

LICENCIATURA EN PROMOCIÓN DE LA SALUD

“Estudio del Potencial Antioxidante de Plantas Colectadas en Amecameca en el periodo de Febrero a Mayo de 2013”

TRABAJO RECEPCIONAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADA EN
PROMOCIÓN DE LA SALUD

PRESENTA

IMELDA PEÑA MIRANDA

Director del trabajo recepcional

Dr. José Alberto Mendoza Espinoza

México, D.F. Marzo de 2014.

SISTEMA BIBLIOTECARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO COORDINACIÓN ACADÉMICA

RESTRICCIONES DE USO PARA LAS TESIS DIGITALES

DERECHOS RESERVADOS[©]

La presente obra y cada uno de sus elementos está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor; por la Ley de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, así como lo dispuesto por el Estatuto General Orgánico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México; del mismo modo por lo establecido en el Acuerdo por el cual se aprueba la Norma mediante la que se Modifican, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones del Estatuto Orgánico de la Universidad de la Ciudad de México, aprobado por el Consejo de Gobierno el 29 de enero de 2002, con el objeto de definir las atribuciones de las diferentes unidades que forman la estructura de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México como organismo público autónomo y lo establecido en el Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Por lo que el uso de su contenido, así como cada una de las partes que lo integran y que están bajo la tutela de la Ley Federal de Derecho de Autor, obliga a quien haga uso de la presente obra a considerar que solo lo realizará si es para fines educativos, académicos, de investigación o informativos y se compromete a citar esta fuente, así como a su autor ó autores. Por lo tanto, queda prohibida su reproducción total o parcial y cualquier uso diferente a los ya mencionados, los cuales serán reclamados por el titular de los derechos y sancionados conforme a la legislación aplicable.

DEDICATORIA

A ti hija mía,

Por que eres la fuerza de amor más grande,

que me impulsa día con día.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por ser mi guía y luz en todo momento; por darme la oportunidad de contar con vida y poder disfrutarla con mis seres queridos.

Agradezco a mi mamá la Sra. Gloria Miranda Guzmán por ayudarme, educarme y por inculcarme valores que han sido la guía en mi camino.

A mi pequeña hija, Xitlali Irazú Hernández Peña, por su paciencia y tolerancia ante las adversidades y carencias que hemos tenido durante mí paso por la universidad, situaciones que han transformado nuestras vidas, al obtener nuevos aprendizajes.

A mis hermanos: María Luisa, Rocío, Elisa, Armando, José Manuel, Alicia y Mayra porque siempre me han apoyado para poder realizar mis tareas como estudiante, mamá, empleada, etc.

También agradezco a cada uno de mis, compañeros y amigos de esta casa de estudios por el apoyo, cariño, motivación y ayuda incondicional.

Asimismo, agradezco infinitamente al Dr. José Alberto Mendoza Espinoza por su arduo trabajo, y por dirigirme durante este proyecto de investigación.

Agradezco a la Bióloga Susana Peralta Gómez– Taxónoma especialista- por su apoyo en la identificación de las plantas utilizadas en este trabajo.

Agradezco a Rayn Clarenc Aarland, estudiante del Doctorado en Biología Experimental en la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa, por estar apoyándome en el trabajo experimental, por su paciencia y por sus consejos.

A la comisión revisora de tesis. Por su tiempo, por su apoyo y por todos los cuestionamientos y sugerencias para mejorar este trabajo recepcional.

A la SECITI por otorgar los recursos para la adquisición de los reactivos, utilizados en la parte experimental, a través del proyecto PI2011/69R.

Y finalmente a la UACM, por brindarme la oportunidad de realizar una carrera profesional, por contar con profesores de excelencia académica y humana; y también le agradezco por proporcionarme el recurso económico para la impresión y empastado de este trabajo recepcional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
1 ANTECEDENTES	1
1.1 Amecameca localización e historia	1
1.1.1 Ubicación geográfica	1
1.1.2. Datos de biodiversidad	3
1.1.3 Aspectos socioeconómicos	7
1.2 Fitofármacos	12
1.2.1 ¿Qué es un fitofármaco?	12
1.2.2 Desarrollo e importancia de fitofármacos	13
1.2.3 Ventajas y desventajas del desarrollo de fitofármacos	16
1.3 Antioxidantes	19
1.3.1 Antioxidantes enzimáticos	22
1.3.1.1 Superóxido dismutasa (SOD)	22
1.3.1.2 Catalasa	23
1.3.1.3 Glutación peroxidasa (GPx)	23
1.3.2 Antioxidantes no enzimáticos	24
1.3.2.1 Vitamina C.	24
1.3.2.2 Vitamina E.	25
1.3.2.3 Glutación	26
1.4 Estrés y daño oxidativo, su relación con las enfermedades crónico degenerativas, una visión desde la Promoción de la Salud.	27
1.4.1 Generalidades	27
1.4.2 Visión desde el punto de vista de la Promoción de la Salud.	38

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	48
3 JUSTIFICACIÓN	49
4 OBJETIVOS	50
4.1 Objetivo general	50
4.2 Objetivos específicos	51
5 MATERIALES Y MÉTODOS	53
5.1 Materiales	53
5.2 Métodos	55
5.2.1 Colecta del material vegetal	55
5.2.2 Herborización	55
5.2.3 Preparación de extractos	57
5.2.4 Determinar el Potencial antioxidante	57
5.2.4.1 Ensayo de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracil)	57
5.2.4.2 Contenido fenólico	58
5.2.4.3 Contenido de flavonoides totales	59
5.2.5 Análisis fitoquímico	59
5.2.6 Patrones cromatográficos	62
5.2.7 Patrón espectrofotométrico	63
5.2.7 Actividad tóxica (<i>Artemia salina</i>)	64
6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
6.1 Especies colectadas en el recorrido y datos bibliográficos	65
6.1.1 <i>Castilleja tenuiflora</i> Benth	68
6.1.2 <i>Lupinus campestris</i> Cham. & Schlecht	71
6.1.3 <i>Salvia gesneriflora</i> Lindl. & Paxton	74
6.1.4 <i>Senecio barba-johannis</i> DC.	76
6.1.5 <i>Salvia hispanica</i> L.	78

6.1.6	<i>Stevia monardifolia</i> HBK.	80
6.1.7	<i>Senecio salignus</i> DC.	82
6.1.8	<i>Zephyranthes verecunda</i> Herb	85
6.1.9	<i>Asclepias notha</i> W. D. Stevens	87
6.1.10	<i>Cestrum roseum</i> HBK.	89
6.1.11	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.	92
6.1.12	<i>Phaseolus coccineous</i> L.	96
6.2	Análisis fitoquímico de las especies colectadas	98
6.3	Potencial antioxidante de las especies colectadas	103
6.4	Análisis toxicológico	110
6.5	Determinación de Patrones químicos	113
7	CONCLUSIONES	116
8	PERSPECTIVAS	118
9	BIBLIOGRAFÍA	128
10	ANEXOS	136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación del Municipio de Amecameca en el Estado de México	3
Figura 2	Monumento solsticial de Tomacoco, "piedra del conejo"	10
Figura 3	Procedimiento para el desarrollo de fitofármacos	16
Figura 4	Reacción de SOD, que permite la transformación del radical superóxido en peróxido de hidrógeno	22
Figura 5	Reacción de la catalasa con el peróxido de hidrógeno.	23
Figura 6	Reacción enzimática de la glutatión peroxidasa con peróxido de hidrógeno	24
Figura 7	Vitamina C y su reacción con radicales libres	25
Figura 8	<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth	68
Figura 9	<i>Lupinus campestris</i> Cham. & Schlecht	71
Figura 10	<i>Salvia gesneriflora</i> Lindl. & Paxton	74
Figura 11	<i>Senecio barba-johannis</i> DC.	76
Figura 12	<i>Salvia hispanica</i> L.	78
Figura 13	<i>Stevia monardifolia</i> HBK.	80
Figura 14	<i>Senecio salignus</i> DC.	82
Figura 15	<i>Zephyranthes verecunda</i> Herb	85
Figura 16	<i>Asclepias notha</i> W. D. Stevens	87
Figura 17	<i>Cestrum roseum</i> HBK.	89
Figura 18	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.	92
Figura 19	<i>Phaseolus coccineous</i> L.	96
Figura 20	Gráfica de resultados DPPH	107
Figura 21	Gráfica de resultados de contenido total fenólico	108
Figura 22	Gráfica de resultados de contenido total flavonoides	110
Figura 23	Esquema de resultados de espectro de absorción UV	114

Figura 24	Esquema de resultados de espectro de absorción UV	114
-----------	---	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Crecimiento poblacional en Amecameca	8
Tabla 2	Producción de fitofármacos	15
Tabla 3	Connotaciones de la Promoción de la Salud	40
Tabla 4	Gradiente de elución para la determinación de ácido cafeico y sus derivados de 12 plantas colectadas en Amecameca.	63
Tabla 5	Plantas colectadas en Amecameca durante el periodo de febrero a mayo 2013	67
Tabla 6	Resultados del análisis fitoquímico de las plantas colectas en Amecameca	99
Tabla 7	Pruebas para realizar la evaluación de la actividad antioxidante in vitro.	104
Tabla 8	Resultados de fenoles y DPPH de las especies analizadas	105
Tabla 9	Concentración del extracto con el modelo matemático.	111
Tabla 10	Perspectivas de las plantas colectas en Amecameca	119

ANEXOS

Anexo 1	Cambios del ecosistema en el periodo de enero - mayo 2013.	137
Anexo 2	Plantas donadas a HCL -Colecta Amecameca 2013-	138
Anexo 3	Imágenes del trabajo realizado en el laboratorio para determinar la presencia de grupos químicos en las plantas analizadas.	139
Anexo 4	Placas cromatográficas de los extractos obtenidos de los ejemplares colectados.	145

Anexo 5	Gráficas y/ o resultados de la toxicidad, obtenidas de los datos registrados del modelo de <i>artemia salina</i> a través del programa SigmaPlot, de las especies analizadas.	146
Anexo 6	Datos de la literatura donde se han identificado algunos grupos químicos a través de la espectrofotometría por UV de absorción.	157
Anexo 7	Gráficas y/o resultados de espectro UV, de las 12 plantas analizadas.	157
Anexo 8	Resultados del CLAR de las plantas donde se encontró Ácido cafeico y Ácido clorogénico.	164

1. ANTECEDENTES

1.1 Amecameca localización e historia

1.1.1 Ubicación geográfica

Amecameca forma parte del área comprendida entre el parque nacional Izta-Popo, Zoquiapan, conformado por el Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl y el Parque Nacional Zoquiapan y sus Anexos, y lleva este nombre debido a que ambos forman parte de un mismo corredor biológico. El Parque Nacional Izta-Popo, Zoquiapan y Anexos, cuenta con una superficie de 45,097 hectáreas (25,679 hectáreas para el Izta-Popo y 19,418 hectáreas para Zoquiapan) los cuales ocupan parte de los Municipios de Texcoco, Ixtapaluca, Tlalmanalco, Amecameca, Atlautla y Ecatzingo en el Estado de México, así como Tlahuapan, San Salvador el Verde, San Nicolás de los Ranchos y Tochimilco, en el estado de Puebla y Tetela del Volcán en Morelos (Aguilar y Plateros, 2003).

En este contexto tenemos que Amecameca se ubica en la porción sur del oriente del Estado de México, situado en las faldas de la Sierra Nevada, dentro de la provincia del eje volcánico y en la cuenca del río Moctezuma-Pánuco; colinda con los límites de los Municipios: al norte, el Municipio de Tlalmanalco; al este el estado de Puebla; al sur, los Municipios de Atlautla y Ozumba; y al Oeste, los Municipios de Ayapango y Juchitepec

Figura 1. La superficie del Municipio es de 181.72 km² ^{1,2,3} comprendida por diversos predios.

Uno de estos predios es el de Ocoaxtepec, que forma parte de la Región Tomacoco, ubicado a 5 km. del Municipio de Amecameca, el cual cuenta con más de 135 hectáreas de extensión donde se pueden realizar diversas y entretenidas actividades de integración, deportivas, recreativas o de desafío con toda la seguridad que esto mismo requiere. Cuenta con áreas de juegos integrada por un pequeño arroyo de agua cristalina debido a que el Municipio forma parte de la región hidrológica del Valle de México, asimismo, Tomacoco cuenta con juegos de altura donde se puede practicar rapel o tirolesa, cuenta con comedor y dormitorios, o se puede acampar en sus propias casas de campaña.

¹Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, Gobierno del Estado de México (Julio del 2003) "Plan Municipal de desarrollo urbano de Amecameca" http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/amecameca/PMDU%20AMECAMECA.PDF Consultado el 1 de agosto 2012

² Los Municipios de México. Amecameca, México. <http://www.municipios.mx/Mexico/Municipio-de-Amecameca-en-el-Estado-de-Mexico.html> Consultado el 24 de Abril 2012.

³ EstadodeMéxico.com.mx Amecameca <http://www.estadodemexico.com.mx/portal/amecameca/index.php?id=4> Consultado el 1 de agosto 2012

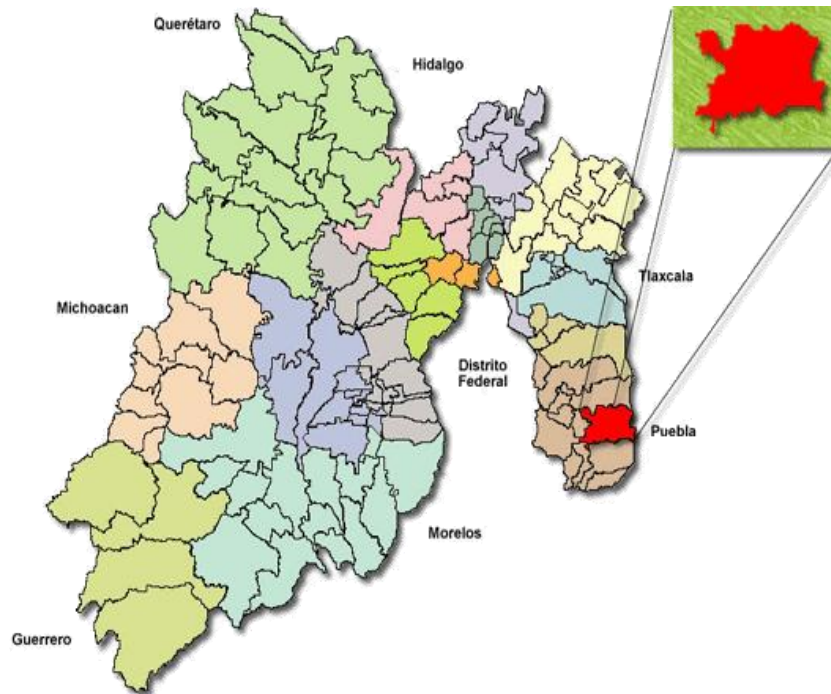


Figura 1. Ubicación del Municipio de Amecameca en el Estado de México⁴

1.1.2 Datos de biodiversidad

El clima de la región, en las partes bajas menores a 3,800 metros sobre el nivel del mar (msnm) es húmedo con lluvias en verano, la temperatura anual del Municipio oscila entre los 12 y 18 °C que corresponde a los meses de marzo a noviembre y la de los meses más fríos se encuentra entre los -3 y 12 C°, que corresponde regularmente al periodo de diciembre a febrero.

La precipitación pluvial promedio de la zona es de 1,200 mm anuales, la temporada de lluvias empieza a fines de mayo o principios de junio y termina en el mes de octubre. Las

⁴ <http://www.edomexico.gob.mx/medioambiente/mapa/htm/consulta.asp?municipio=Amecameca>

heladas son frecuentes a partir del mes de octubre y hasta el mes de marzo; otro fenómeno que se presenta habitualmente son las granizadas (González, 2004).

Amecameca tiene una altitud en su cabecera municipal de 2,424 msnm, y se incrementa hacia el oriente conforme se acerca a la sierra nevada hasta alcanzar altitudes de 5,452 msnm que corresponde a la del volcán Popocatepetl y 5,264 msnm al volcán Iztaccíhuatl (González, *op. cit.*).

En el Municipio encontramos diversos tipos de suelo. Donde se ubica la zona urbana predomina el suelo tipo fluvisol (constituido por materiales disgregados, es decir, son suelos poco desarrollados, los cuales presentan capas alternadas de arena, arcilla o gravas, pueden ser someros o profundos, arenosos o arcillosos, fértiles o infértiles, en función del tipo de materiales que lo forman); cerca de las montañas predomina el suelo tipo vertisol (suelo con una alta concentración de arcilla que en estado húmedo se vuelve pastoso y aumenta su volumen, y en estado seco provoca agrietamientos) y andosol (suelos derivados de cenizas, siendo su uso más adecuado el forestal); en tanto que en las partes altas el tipo de suelo es de tipo litosol (suelo pedregoso no apto para actividad agropecuaria); y en la región de los volcanes encontramos suelo tefras (donde el material parental está formado por cenizas volcánicas y pómez (González, *op. cit.*).

La flora de la zona está comprendida por una gran variabilidad. Entre los 2,500 y 2,800 msnm, encontramos bosques de pinos (*Pinus moctezumae*), (*Pinus ayacahuite*), mezclados

con encino (*Quercus spp*) y cipreses (*cupresus lindai*) donde además se encuentran plantas comestibles como los quelites, que se dan en forma silvestre y abundante en época de lluvias, asimismo en las partes más húmedas se encuentran una gran variedad de hongos comestibles. También encontramos significativas extensiones de tierra que se han transformado en matorrales y eriales poblados por tepozán (*Ribes cilatum*), jarilla (*Senecio salignus*), majahuites (*Lupinus montanus*), zacate amacollado (*Achaetoregon mexicanus*) y un estrato herbáceo que consiste en una mezcla profusa de especies, algunas con usos medicinales como el estafiate (*Artemisa mexicana*), gordolobo (*Gnaphalium indicum*), epazote de zorrillo (*Quenopodium foetidum*), tabaquillo o carbonero (*Calamintha macrostema*) y árnica (*Heterotheca inuloides*).

Entre los 2,900 y 3,400 msnm, se localiza un segundo piso de vegetación arbórea, formado por oyameles (*Abies religiosa*), que se encuentra principalmente en los cañones, mientras en las laderas, son dominantes los pinos y los cedros. Se hallan relictos de madroños (*Arbetus xalapiensis*) y ailes (*Alnus firmifolia*). Las especies arbustivas y herbáceas no varían mucho del estrato anterior, pero no son tan abundantes gracias a que hay una conservación de la vegetación original. En el límite superior de éste piso se forma una masa original de oyameles o abetos donde mora una gran cantidad de ejemplares de la fauna silvestre.

En el piso superior, entre los 3,500 y 4,200 metros se encuentra un tipo de bosque de pinares abiertos, con abundantes gramíneas amacolladas; es un bosque donde predomina

una sola especie de pino (*Pinus hartwegii*), que se mezcla entre las altitudes más bajas con abetos y ailes.

En los volcanes, el pino (*pinus hartwegii*) llega a las mayores altitudes registradas para un pino en el mundo. Arriba de los 4,000 metros, este bosque se mezcla con la pradera alpina o vegetación de páramos de altura; las especies dominantes son los pastos amacollados (*Calamagrostis tolucensis*) y algunas hierbas como el cardo santo (*Cirsium nivale* y *cirsium subsericum*).

Por lo que respecta a la fauna silvestre de la zona, ésta posee características particulares, tales como su adaptación al clima frío, vivir entre zacatales y bosques de pino, además de establecerse a grandes altitudes.

Es notable la presencia de una especie que vive en esta zona, el conejo de los volcanes o teporingo (*Romerolagus diazi*); otros animales son: la musaraña (*Criptotis alticola*), conejos y liebres (*Sylvilagus florinadus*), ardillas (*Sciurus nelsoni*), coyote (*Canis latrans*), armadillo (*Dasipus novemcintus*).

Entre los reptiles está la víbora de cascabel (*Crotalus triseriatus*), lagartijas y tizincoyotes.

En cuanto a aves, tenemos: gabilancillo (*Falco sparverius*), águilas, correcaminos, codorniz, lechuza, búho, cuervo, zenzontle, jilguero, calandria, gorrión, azulejo, tórtola, coquito, chillón, tigrillo, primavera, carpintero, colibrí, chochoyota, seseto, cardenal, cacaxtle, tordo y mulato. Dentro de los insectos hay araña capulina, araña tigre, alacrán, catarinas, mosquitos y gusanos.

Muchas especies están en peligro de desaparición, por la cacería a que están expuestas. No se encuentran ya el venado cola blanca, el mázate, el gato montés, diversas aves y pájaros. Entre la fauna nociva se puede mencionar: ratas, ratones, tuzas, moscas, cucarachas y perros callejeros.⁵

Es así, que las características peculiares de la localidad determinan la gran variabilidad biológica, dichos recursos naturales son utilizados por los habitantes para mantener sus estilos de vida, por ejemplo el uso de hongos en épocas de lluvia en la alimentación es una práctica común heredada de generación en generación (Tortolero, 1993). En base a lo anterior, se revela la importancia de evaluar el potencial de la flora de algunas regiones de Amecameca, ya que no existen reportes en la literatura donde se haga el análisis fitoquímico y farmacológico de colectas vegetales de las especies silvestres de la región, mismas que podrían tener potencial comercial y detonar la economía local.

1.1.3 Aspectos socioeconómicos

Amecameca en náhuatl significa “que tiene vestido de amate”; entre los monumentos y lugares más representativos del Municipio tenemos el santuario del Sacromonte, la capilla de la virgen de Guadalupe, el templo de la Virgen de la Asunción, la plaza de la constitución, la ex hacienda de Panoaya y el parque Nacional Izta-Popo Zoquiapa.

⁵ <http://e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM15mexico/municipios/15009a.html>

Los orígenes de Amecameca se recuerdan por haber sido de las pocas comunidades en sublevarse y correr a los españoles; sin embargo finalmente fue colonizada, y este Municipio se volvió un lugar muy interesante y atrayente por sus destacados centros políticos y por su importancia como paso para los viajeros y sus múltiples comercios. Lo anterior es una de las causas del constante crecimiento demográfico de la región, como se muestra en los datos de la Tabla 1 reportados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Tabla 1. Crecimiento poblacional en Amecameca

Años/habitantes	1990	2000	2010
Distrito Federal	8,235,744	8,495,935	8,851,080
Estado de México	9,815,795	12,498,890	15,175,862
Amecameca	36,321	40,268	48,421

Fuente. (INEGI, 2010)

Otra causa del crecimiento demográfico en el Municipio, es porque éste fue de los pocos que vivió el desarrollo industrial en la zona desde la época de la Colonia, pues se instalaron fábricas de telas de algodón, cervecerías, aserraderos, molinos de trigo, pequeños talleres de alfarería, cerería y talabartería; también se crearon lugares para acuñar monedas de oro, plata y cobre; sin embargo, la actividad económica que siempre ha predominado es la agropecuaria. En la actualidad, de esta actividad depende el 28% de

la población⁶, donde principalmente se cultiva maíz, alfalfa, trigo, avena, forrajes, legumbres y verduras; además se dedican a la producción de frutales, particularmente el nogal de cuyo fruto el Municipio es el mayor productor del país; también se cultiva pera, manzana, chabacano, capulín, ciruela amarilla y roja⁷. Sin embargo las diversas actividades económicas de la región no han sido sustentables para que los habitantes cubran sus necesidades, por lo tanto buena parte de la población se traslada diariamente a la ciudad de México a trabajar por la falta de empleo regional, lo cual está considerado el principal problema local.

Pese a las problemáticas presentes en la comunidad, se han rescatado los usos y costumbres. Por mencionar algunas, se venera al "monumento solsticial de Tomacoco" denominado la "piedra del conejo", el único en Amecameca consagrado a la memoria de acontecimientos históricos, ubicada a 6 kilómetros al oriente de la cabecera municipal (Figura 2), lo cual está vinculado con la biodiversidad, pues las ceremonias son para hacer petición de lluvia a través de graniceros (personas que adivinan el tiempo y/o individuos elegidos como intercesores entre los canales de regadío y la comunidad humana). También se realiza la marcha de los Concheros que está dedicada al Señor del SacroMonte o Cristo Negro, donde se lleva a cabo la coronación de los nuevos danzantes.

⁶ http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/amecameca/PMDU%20AMECAMECA.PDF

⁷ *Ibidem*.



Figura 2. Monumento solsticial de Tomacoco, “piedra del conejo”.

Otra de sus costumbres es el ciclo festivo anual, que está íntimamente relacionado con los ciclos agrícolas, pues encontramos que en numerosos lugares los graniceros siguen haciendo ceremonias de petición de lluvia y en la época de secas se realiza la ceremonia de agradecimiento por las lluvias recibidas cuando se levantan las cosechas (Lorente, 2008). Asimismo, se realizan ceremonias para bendecir los granos de maíz y favorecer la agricultura, para ello durante las fiestas patronales se decoran las fachadas de los templos con semillas o con flores.

Las festividades laicas de igual manera se vinculan con la producción que da la tierra, hay una feria de la nuez en Amecameca y una feria del Capulín en Atlautla que convocan a productores y consumidores de la zona; también se celebra el carnaval que es una fiesta llena de color y alegría en donde se refleja la tradición cultural y las costumbres de la

población, donde destaca el vestuario, su música y la danza de los Chinelos; y la de viernes Santo, donde durante la noche, las personas hacen una procesión muy vistosa con cirios encendidos en donde llevan al Cristo del cerro del Sacromonte a recorrer todo el pueblo para dejarlo en el Templo de la Asunción. Para esta ceremonia, se da cita la danza Azteca-Chichimeca que es la más representativa de la zona.

Por otro lado, para los pobladores de la región, las montañas son una fuente esencial de vida y el entorno natural que generosamente proporciona los recursos vitales para la subsistencia y la reproducción social. Por lo tanto es común que los habitantes de los pueblos coloquen ofrendas en sitios relacionados con el agua como son las cuevas, los manantiales o los arroyos; en ellas se ofrecen galletas, alimentos, flores, bebidas, dulces, veladoras y cantos para agrandar a los chanates, nahuaque o tiochis⁸; aunado a estas ofrendas, también se colocan cruces de color azul (color que se relaciona con el agua), muchas de las cuales fueron previamente bendecidas.⁹

⁸ Del Náhuatl, manifestación de la sacralidad superior, es decir la divinidad suprema, aquel que está aquí y en todas partes al mismo tiempo, invisible, innombrable e impalpable. Deidades pluviales invocadas a ceder lo solicitado en contrapartida, que habitan en los nacimientos de agua, espíritus dueños del agua y en castellano los designan duendes (Lorente,2008).

⁹ <http://iztapopo.conanp.gob.mx/gente.php>

1.2 Fitofármacos

1.2.1 ¿Qué es un fitofármaco?

La fitoterapia es la ciencia que estudia la utilización de plantas medicinales con una finalidad terapéutica, ya sea para prevenir, atenuar o curar un estado patológico.

La base de los fitofármacos son los principios activos vegetales y los diferentes tipos de productos que de ellos se obtienen (FUNDAQUIM, 2005). Para entender mejor que es un fitofármaco, es necesario diferenciar entre una planta medicinal, una droga vegetal y lo que son los principios activos. La planta medicinal se define como cualquier planta que en uno o más de sus órganos contienen sustancias que pueden ser utilizadas con finalidad terapéutica o que son precursores para la semisíntesis químico-farmacéutica; la droga vegetal se define como la parte de la planta medicinal utilizada en terapéutica con efectos psicológicos y los principios activos son las sustancias responsables de la acción farmacológica (FUNDAQUIM, 2005).

Por lo tanto, tenemos que los fitofármacos son medicamentos extraídos de una planta medicinal. El término proviene del griego *phytos*=planta y *pharmakon*=remedio. Aunque el extracto obtenido de una especie vegetal se compone de una serie de principios activos, éste es considerado como un solo fármaco, ya que su efecto radica en la acción combinada de sus componentes. Los fitofármacos son tipos de extractos que representan

una progresiva transición, que van desde los productos herbarios más tradicionales hasta los más modernos tipos de productos. No son drogas convencionales, pero dentro de ellos están las numerosas preparaciones galénicas (Álvarez y Bagué, 2012).

La posibilidad de utilización de la fitoterapia en las prácticas terapéuticas, con sustento científico, exige acciones multisectoriales que involucren desde la producción primaria de plantas medicinales hasta el establecimiento de los procesos de control de calidad de las materias primas y medicamentos.

Es así que la fitoterapia podría transformarse entonces, de ser actualmente un indicador de dependencia, en un factor real de desarrollo para la agroindustria farmacéutica de Latinoamérica, si fuera encarada por las políticas de ciencia y tecnología regionales y nacionales con un criterio más moderno y ecuánime, y en consonancia con las necesidades de la población y en marco sostenible de cadenas de valor (Maibé, 2003).

1.2.2 Desarrollo e importancia de fitofármacos

Se estima que el número de plantas superiores (angiospermas y gimnospermas) con alguna propiedad terapéutica asociada en este planeta es de 250,000 de las cuales solo un 5% ha sido evaluado bioquímicamente; la validación química, farmacológica y biomédica marca un campo de estudio importante (Schlaepfer y Mendoza, 2010). Estas estimaciones

adquieren importancia porque el estudio de las plantas es fundamental en el desarrollo de los fármacos empleados en medicina moderna.

La utilización de plantas como agentes terapéuticos puede derivar de los siguientes estudios.

- Aislar compuestos con actividad biológica y desarrollarlos como nuevos medicamentos; algunos ejemplo de fármacos desarrollados a partir de plantas medicinales son ácido acetilsalicílico (corteza de sauce), digoxinam digitoxina (espermatofita *Digitalis lanata*), morfina (opio, *Papaver somniferum*), reserpina (*Rauwclfia serpentina*), taxol o paclitaxel (corteza de *Taxus brevifolia*), vinblastina, vincristina y vindesina (*Catharanthus roseus*), entre muchos otros, a tal grado de que actualmente constituyen más de una tercera parte de la terapéutica farmacológica (Newman, 2000).
- Sintetizar compuestos de estructuras conocidas para producir entidades patentables con mayor eficiencia y menor toxicidad, por ejemplo: metoformina, nabilona, oxicodona, paclitaxel, teniposidos, verapamil y amiodarona que están basados en gelatina, tetrahidrocanabidol, morfina, taxol, podofilotoxina, kelina y keleina respectivamente (Newman, *op cit.*).

- Utilizar fármacos derivados de plantas como herramientas farmacológicas, por ejemplo: la dietilamida del ácido lisérgico, la mezcalina, la yohimbina, el tetrahidocannabinol, los digitálicos, etc.

- Utilizar la planta entera o parte de ella como remedio medicinal o como fitofármaco: ejemplo *Echinacea purpurea*, *Allium savitum* (ajo), Ginkgo biloba (Ghinkgo), Panax ginseng (ginseng), *Hipericum perforatum* (hierba de san Juan) (Newman, *op cit.*).

Existen diversas metodologías para el desarrollo de un fitofármacos siendo actualmente solo tres las reconocidas por la *Food and Drug Administration* (FDA por sus siglas en inglés). Para ello se inicia desde la documentación de la recolección. Se continúa con la industrialización primaria de las mismas para la preparación del aceite esencial, polvo extracto etc. y finalmente se da un preparado para estabilizarlo (FUNDAQUIM, 2005), como se indica en la Tabla 2; un ejemplo más detallado se muestra en la Figura 3, donde además de los tres pasos anterior se incluyen las valoraciones de calidad llevadas a cabo en el laboratorio (Mendoza, 2008).

Tabla 2. Producción de fitofármacos.

Producción de Fitofármacos	
Primaria	Recolección y cultivo de plantas frescas y/o deshidratadas.
Secundaria	Aceites esenciales, extractos crudos.
Terciaria	Elaboración de preparados fitofarmacéuticos, nutracéuticos y suplementos alimenticios y cosméticos naturales.

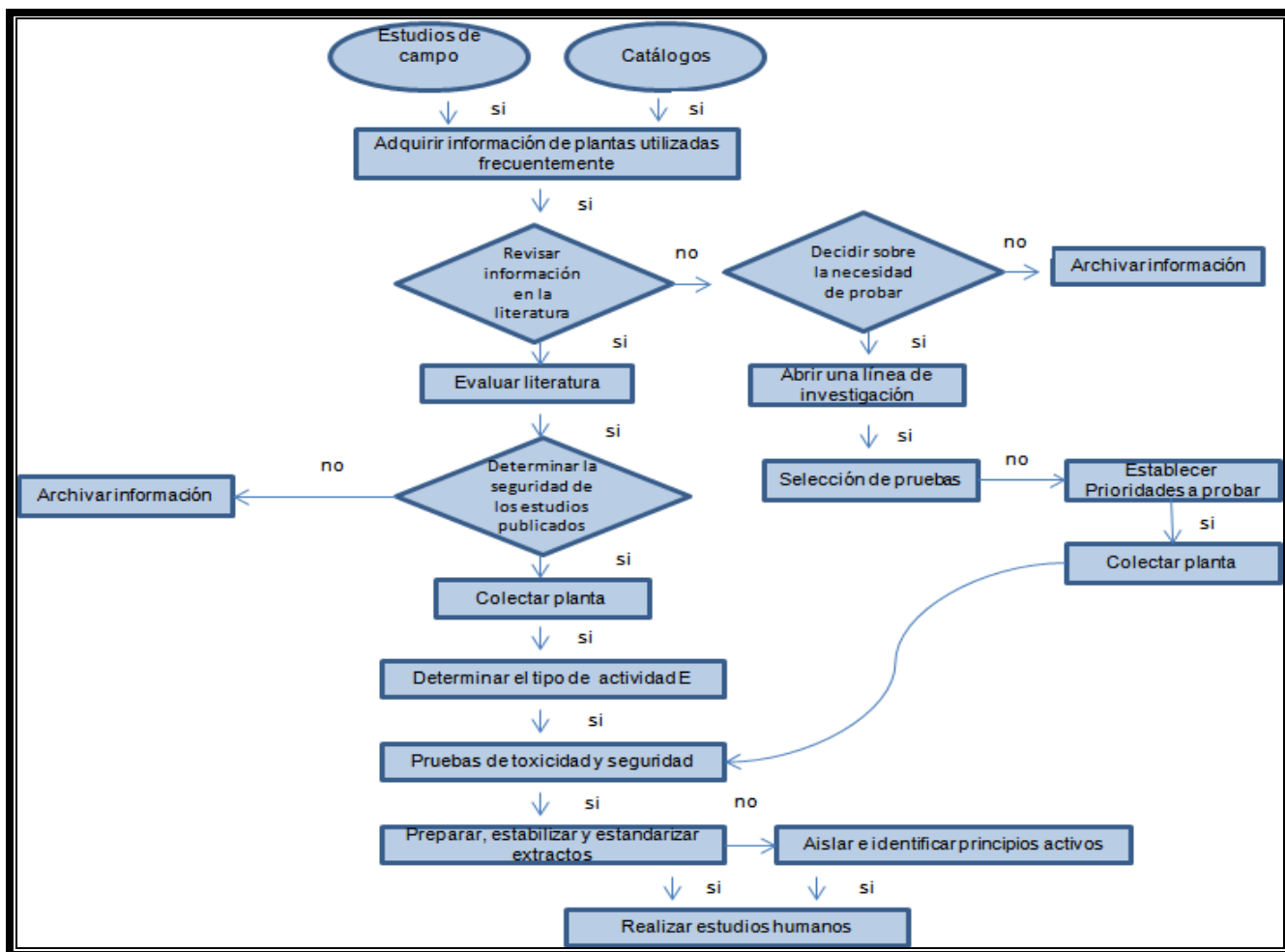


Figura 3. Procedimiento para el desarrollo de fitofármacos.

1.2.3 Ventajas y desventajas del desarrollo de fitofármacos

El desarrollo de fitofármacos trae algunas ventajas, desde lo médico, social y cultural, puesto que al tener información generada sobre la utilidad de la flora medicinal, se caracterizan sus extractos con potencial terapéutico, lo que permite producirlos industrialmente y legalizarlos para su empleo, lo cual con un buen manejo social éste

desarrollo puede contribuir a mejorar el nivel de vida de la de la región convirtiéndose en un recurso de primera opción para la atención en salud.¹⁰

Asimismo la producción de medicamentos fitoterapéuticos de calidad podría llevar a cerrar la brecha entre los países menos desarrollados, típicamente sujetos a la venta indiscriminada de sus recursos naturales o materia prima sin valor agregado a países más desarrollados. Además, el salto cualitativo en investigación aplicada, producción, procesamiento y comercialización garantiza un acceso paulatino y equitativo a medicamentos de calidad para reducir la dependencia de importaciones de terceros países.

En cuanto al desarrollo social y generación de empleo productivo; los fitofármacos podrían tener un gran impacto en la apertura comercial y acceso a mercados, al igual que en el desarrollo científico y en el desarrollo sostenible y medio ambiente, este último partiendo de que se generen lugares de producción de las plantas utilizadas para la investigación.

De manera general, tenemos que la generación de nuevos conocimientos en fitofarmacia podría permitir el desarrollo de productos de calidad que cumplan con las normas

¹⁰ La atención primaria de salud es la asistencia sanitaria esencial accesible a todos los individuos y familias de la comunidad a través de medios aceptables para ellos, con su plena participación y a un costo asequible para la comunidad y el país. Es el núcleo del sistema de salud del país y forma parte integral del desarrollo socioeconómico general de la comunidad (OMS)

sanitarias de cada país y poder aspirar a exportaciones. Sin embargo, existen diversos obstáculos que nos ponen en desventaja para la realización de fitomedicamentos, como lo es en muchos casos la falta de sustento científico, debido a que los medicamentos de la fitoterapia o fitofármacos, salvo escasas excepciones, no son apropiados para situaciones agudas o de emergencia; se prescriben principalmente por médicos generales y son utilizados en régimen de automedicación (Maibe, 2003). Asimismo en México parece existir una resistencia probada a la incorporación de fitofármacos en los servicios de salud¹¹.

Como se ha venido describiendo, los vegetales hacen posible la vida del organismo animal, y concesionan su estado de salud mediante la elaboración de dos clases de componentes químicos complejos, denominados principios inmediatos y principios activos.

Los principios inmediatos, prótidos, glúcidos y lípidos son sustancias que no ejercen una actividad farmacológica directa sobre las funciones fisiológicas del organismo animal, pero le son imprescindibles para mantener la vida pues de éstos es de donde los organismos toman la energía (Muños, 1996).

¹¹ El sistema mexicano de salud comprende dos sectores, el público y el privado. Dentro del sector público se encuentran las instituciones de seguridad social [Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Secretaría de la Defensa (SEDENA), Secretaría de Marina (SEMAR) y otros] y las instituciones y programas que atienden a la población sin seguridad social [Secretaría de Salud (SSa), Servicios Estatales de Salud (SESA), Programa IMSS-Oportunidades (IMSS-O), Seguro Popular de Salud (SPS)]. El sector privado comprende a las compañías aseguradoras y los prestadores de servicios que trabajan en consultorios, clínicas y hospitales privados, incluyendo a los prestadores de servicios de medicina alternativa (Gómez, 2011)

Los principios activos dotan a la planta de sus propiedades y usos terapéuticos o medicinales, entre ellos ácidos orgánicos, alcaloides, vitaminas, sustancias antibióticas, taninos, y concentración de minerales (Muños, *op cit.*). Asimismo según sus propiedades, tenemos que las principales categorías de plantas también pueden ser aromáticas, condimentarias, tintóreas, biocidas y de uso industrial (antioxidantes, solventes, etc.) (Krause y Chávez, 1999).

En cuanto a la propiedad antioxidante, se han encontrado en diversas plantas, frutas, verduras y especias más de 100 compuestos con sustancias que protegen a las células del organismo humano, entre las que encontramos algunos compuestos orgánicos derivados principalmente de fenol.

1.3 Antioxidantes

Se sabe que con la aparición del oxígeno en la Tierra desaparecieron especies que no estaban preparadas para la oxidación. Los que soportaron el impacto del oxígeno sobrevivieron, pues consiguieron desarrollar un sistema que les protegiera, el sistema antioxidante.

Es así que a la fecha algunos organismos vivos como el Ser Humano, obtienen su energía a partir de las células las cuales tienen como base de su metabolismo el oxígeno, donde

ocurre el metabolismo (anabolismo-catabolismo) con el cual se generan un sin fin de reacciones óxido-reducción.

La oxidación se define como la pérdida de electrones de las últimas capas electrónicas de átomos o moléculas convirtiéndolas en iones con carga. Las sustancias que sustraen estos electrones se llaman oxidantes, y al oxidar a otra sustancia, se reducen. Estos iones con carga son convertidos en los llamados radicales libres (RL), que son moléculas inestables de alta energía con electrones desapareados en sus órbitas exteriores, esto es, si un electrón no se encuentra en pareja con otro se vuelve muy reactivo e inestable, por lo que buscará a otro electrón para emparejarse con él. En el proceso de captación de un electrón o la formación de una pareja de electrones, se produce una reacción entre moléculas y una de las moléculas puede convertirse en otro radical libre (Zamora, 2007). Si los RL no son neutralizados por otro elemento reductor que le ofrezca sus propios electrones y protones H^+ , continuarán vagando por el organismo hasta conseguir robárselo a otros sustratos que oxidarán. Los radicales libres pueden modificar las macromoléculas en las células, incluidos los ácidos nucleicos, las proteínas y los lípidos. El tejido nervioso es especialmente susceptible a sus efectos por su elevado contenido en lípidos estructurales (Virus y Virus, 2003) Es así que la oxidación descontrolada acontecida en los tejidos de nuestro organismo implica envejecimiento, degeneración y enfermedad.

Por lo tanto es necesario contar con sustancias que ayuden a contrarrestar el daño provocado por los oxidantes. En este caso un antioxidante, que es definido como toda

aquella sustancia que a bajas concentraciones con respecto a una molécula oxidable (biomolécula), cumple diversas funciones. Desde el punto de vista preventivo evita que se generen radicales libres; su función neutralizadora ayuda a estabilizar los radicales libres, parando la reacción en cadena; y la función enzimática repara daños causados por los radicales libres en nuestra células (Mendoza, 2007), o como sustancias químicas que se caracterizan por impedir o retrasar la oxidación de diversas sustancias principalmente de los ácidos grasos cuyas reacciones se producen tanto en los alimentos como en el organismo humano, en el cual puede provocar alteraciones fisiológicas importantes desencadenantes de diversas enfermedades. Otra de las funciones de los antioxidantes es facilitar el uso fisiológico del oxígeno por parte de las mitocondrias celulares, ayudando a reducir los efectos del estrés oxidativo y la falta de oxígeno, formando complejos que mitigan las reacciones productoras de radicales oxidantes también conocidos como radicales libres (moléculas inestables de alta energía con electrones desapareados en sus órbitas exteriores, que tienden a reaccionar con otros compuestos) y por consiguiente desempeñando una función fundamental en la prevención de las enfermedades crónicas no trasmisibles (Zamora, 2007).

Los antioxidantes pueden ser de dos tipos, enzimáticos ó endógenos porque son sintetizados por la célula, y no-enzimáticos ó exógenos porque ingresan a través de la cadena alimentaria. Entre los antioxidantes enzimáticos más importantes encontramos a la superóxido dismutasa, la catalasa y la glutatión peroxidasa (Mendoza, 2007).

1.3.1 Antioxidantes enzimáticos

1.3.1.1 Superóxido dismutasa (SOD)

La superóxido dismutasa es el antioxidante intracelular más efectivo, se halla principalmente en el citoplasma y en menor cantidad en los lisosomas de todas las células del organismo en la célula animal. Permite la transformación del radical superóxido en peróxido de hidrogeno, es decir, esta enzima cataliza la reacción de dismutación de O_2^- a O_2 y a especies menos reactivas como el H_2O_2 como se muestra en la Figura 4. En el humano hay tres formas de SOD por los diversos metales presentes en la molécula: la Cu/ZnSOD que se encuentra en el citosol, la MnSOD la cual es mitocondrial y la EC-SOD que es extracelular (Hernández, 1999).

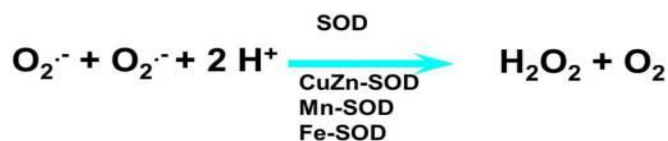


Figura 4. Reacción de SOD, que permite la transformación del radical superóxido en peróxido de hidrogeno¹².

¹² <http://cienciacebas.files.wordpress.com/2013/01/sod1.jpg?w=540>

1.3.1.2 Catalasa

Estas enzimas se localizan principalmente en los peroxisomas (Hernández, 1999), y promueve la conversión de peróxido de hidrogeno en agua y oxígeno molecular, ver Figura 5.



Figura 5. Reacción de la catalasa con el peróxido de hidrógeno.

1.3.1.3 Glutatión peroxidasa (GPx)

Las enzimas de la familia glutatión peroxidasa catalizan la degradación (reducción) de peróxido de hidrogeno y de peróxidos de lípidos, para ello utilizan electrones procedentes de la oxidación del glutatión, que actuaría como enzima. Estas enzimas contienen selenio en su molécula, por lo que en casos de déficit de dicho metal no podrían llevar acabo su función. Presentan gran actividad en el hígado, y una actividad más moderada en pulmón, cerebro y corazón (Hernández y Sastre, 1999).

La glutatión peroxidasa actúa en conjunto con el tripéptido glutatión (GSH). La glutatión peroxidasa descompone los peróxidos en agua o alcohol y simultáneamente oxida al GSH. Reduce el agua oxigenada para formar glutatión oxidado y agua con el glutatión como donador de electrones (Mendoza, 2007), ver Figura 6.

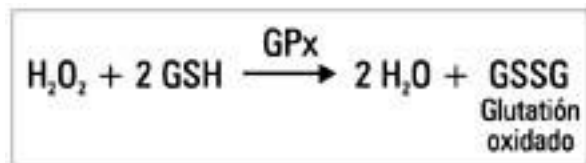


Figura 6. Reacci3n enzimática de la glutati3n peroxidasa con per3xido de hidr3geno¹³.

1.3.2 Antioxidantes no enzimáticos

Los antioxidantes no-enzimáticos, son útiles cuando el sistema end3geno se satura, est3 determinado por una serie de compuestos llamados depuradores de radicales libres los cuales intervienen logrando retrasar la producci3n de los radicales libres; est3n conformados por la vitamina C, la vitamina E, y los antioxidantes ti3licos (glutati3n, tiorredoxina, etc.), siendo estos tres los m3s importantes, aunque existen muchos otros como los flavonoides naturales, los carotenoides y la melatonina (Mendoza, 2007). As3 como algunos minerales que forman parte de la estructura molecular de algunas de las enzimas antioxidantes como el selenio, cobre, zinc y magnesio.

1.3.2.1 Vitamina C

La vitamina C es un importante y poderoso antioxidante hidrosoluble, que actúa en los ambientes acuosos del cuerpo tales como los pulmones y el cristalino. Actúa como reductor, es decir cede electrones a los radicales libres transformándolos en moléculas

¹³ http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1025-55832011000200003&script=sci_arttext

estables (Hernández y Sastre, 1999). A pH fisiológico el 99.9% de la vitamina C está presente en su forma ionizada, esta sustancia es un antioxidante donador y reacciona con radicales para producir el radical libre tricarbonil ascorbato el cual está estabilizado por resonancia, ver Figura 7. Además destruye eficazmente las nitrosaminas a través de procesos óxido-reducción y se le atribuye un efecto anticarcinógeno frente al humo del tabaco por concentrarse en los alvéolos pulmonares y de inhibición de la invasión tumoral. Es importante mencionar que son ricos en vitamina C los frutos y los vegetales.

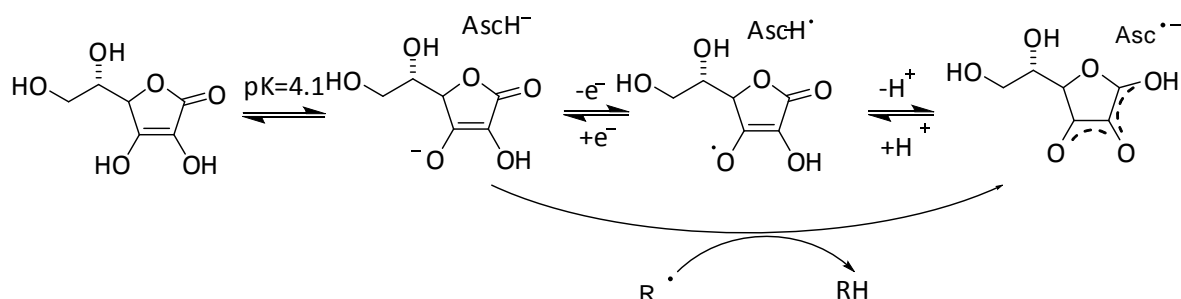


Figura 7. Vitamina C y su reacción con radicales libres (Mendoza, 2007).

1.3.2.2 Vitamina E

La vitamina E es una vitamina lipofílica la cual existe en ocho formas. El α -tocoferol es la forma más activa de esta vitamina E, la cual se considera como el principal antioxidante unido a membranas empleado por la célula. Su principal función es proteger a las membranas celulares y las lipoproteínas del daño producido por los radicales libres. La vitamina E aumenta la resistencia de las lipoproteínas de baja densidad (LDL por sus siglas

en inglés), a la oxidación y a la incorporación por macrófagos, que las hace más aterogénicas que las LDL nativas. De esta manera la vitamina E podría ser un factor potencialmente terapéutico en la formación espontánea de ateromatosis, la principal fuente de ésta se encuentra en vegetales y semillas.

Los estudios de doble ciego¹⁴ que estudian la relación entre la ingestión de vitamina E y la enfermedad cardiovascular encuentran que el riesgo coronario disminuye al aumentar la ingesta de vitamina E, aunque unos encuentran el beneficio se da con la ingesta en la dieta y otros precisan que los suplementos de ésta vitamina son los que garantizan su eficacia. Respecto a los ensayos clínicos en prevención primaria no se han mostrado eficaces en la reducción de la incidencia de cánceres ni de cardiopatía isquémica, tampoco en pacientes de alto riesgo. En prevención secundaria los resultados fueron pobres o inexistentes. En pacientes con insuficiencia cardíaca, la vitamina E ha obtenido algunos resultados clínicos favorables (Guerra, 2001).

1.3.2.3 Glutati3n

El glutati3n (GHS) es el principal antioxidante ti3lico; se encuentra en altas concentraciones en los compartimentos celulares y es considerado el antioxidante m3s hidrosoluble en c3lulas. El GHS es un trip3ptido formado por los amino3cidos: 3cido

¹⁴ El estudio de doble ciego es un procedimiento analítico no experimental, con un sentido hacia adelante, en el que dos grupos de sujetos, uno con el factor de riesgo y otros sin 3l, se van a observar y estudiaran a lo largo del tiempo. Su finalidad principal es valorar y cuantificar la posible relaci3n existente entre el factor y la enfermedad a trav3s de la comparaci3n entre ambos grupos (Piedrola Gil G., 1992).

glutámico, glicina y cisteína (Glu-Gly-Cys), juega un papel fundamental en la protección celular contra la oxidación. El GSH disminuye con el envejecimiento, el ejercicio violento y también en ciertas patologías como diabetes, fibrosis quística, SIDA¹⁵, cirrosis¹⁶, infecciones, malnutrición proteica y tratamientos quimioterapéuticos, entre otros.

1.4 Estrés y daño oxidativo, su relación con las enfermedades crónico degenerativas, una visión desde la Promoción de la Salud

1.4.1 Generalidades

Debido a que existen diferentes razones por las cuales se puede producir un déficit en la capacidad de realizar la función antioxidante, y aunque existen numerosos sistemas que permiten la neutralización de los radicales libres, se produce una generación de Radicales libres superior a la capacidad de combatirlos a la cual se le llama estrés oxidativo.

El estrés oxidativo, es un fenómeno que se presenta en el cuerpo por la función normal de los sistemas fisiológicos, el cual es definido como el estado de las moléculas y de las células sometidas a la acción de los radicales libres que depende del equilibrio entre la cantidad de radicales libres y de antioxidantes en el organismo (Causse, 2010), o como el

¹⁵ (Acrón. de síndrome de inmunodeficiencia adquirida). Enfermedad viral consistente en la ausencia de respuesta inmunitaria.
<http://lema.rae.es/drae/?val=SIDA>

¹⁶ (De cirro¹).1. f. Med. Enfermedad caracterizada por una lesión que se desenvuelve en las vísceras, especialmente en el hígado, y consiste en la induración de los elementos conjuntivos y atrofia de los demás.

desequilibrio entre las velocidades de producción y de destrucción de las moléculas tóxicas que da lugar a un aumento en la concentración celular de los radicales libres (Zamora, 2007).

Existen diversas situaciones que originan el estrés oxidativo, provocando ciertas enfermedades o que en última instancia llevan a la muerte celular, entre estas los fagocitos activados como los monocitos, macrófagos y neutrófilos; diversos compuestos oxidados como el peróxido de hidrógeno (H_2O_2), el anión superóxido (O_2^-) y el óxido nítrico (NO); la exposición a ciertos compuestos químicos; el estrés oxidativo típico del ejercicio físico intenso; contaminantes del aire; radiaciones ionizantes y no ionizantes; radiación ultravioleta; drogas, bacterias; virus; exceso de agentes externos (alcohol, tabaco, medicamentos, polución, insecticidas, falta de materia prima (nutrientes y otros principios activos); deficiencias en la capacidad de generar los necesarios antioxidantes por disfunciones, por la edad, entre otros; por descenso de la capacidad de los sistemas endógenos antioxidantes (alteración enzimática); la neutralización de los radicales libres que involucra otros sistemas celulares como las membranas (peroxidación lipídica), ácidos nucleíco, proteínas, etc. (Zamora, *op cit.*). Es así que el estrés oxidativo, podría dañar numerosas moléculas, afectando su estructura y su función. Son muchos los procesos patológicos implicados, así como múltiples los descubrimientos llevados a cabo por diferentes grupos de investigación, por ello solo se describen algunos de estos procesos más significativos.

- a) **Envejecimiento:** La teoría de los RL del envejecimiento supone que éste resulta de la acumulación de lesiones orgánicas debidas a los RL. También se ha detectado una menor actividad proteolítica (elemento indispensable para la proliferación y migración celular) que en las células jóvenes, una disminución de las concentraciones de antioxidantes e inactivación de las enzimas detoxificadoras de RL y una acumulación de proteínas oxidadas no degradadas (Guerra, 2001).
- b) **Aterosclerosis:** la formación de la placa aterosclerótica se inicia con la captación de lipoproteínas de baja densidad (LDL) por los macrófagos que se transforman así en células espumosas. Estas células son captadas por el endotelio mediante moléculas de adhesión y se acumulan en el espacio subendotelial, donde inducen la migración de células musculares, su proliferación e hipertrofia. En determinadas condiciones oxidativas las lipoproteínas se fragmentan y se alteran determinados residuos de aminoácidos de la apoproteína de la LDL. Estas LDL oxidadas o productos liberados de ellas, van a tener mayor poder aterogénico ya que son captadas más ávidamente por los macrófagos, son citotóxicas para el endotelio y estimulan la producción de factores vasoactivos, de adhesión, trombóticos y de proliferación de células musculares lisas de la vasculatura, iniciando o extendiendo la lesión aterosclerótica. Se ha demostrado una estrecha relación entre RL y lipoproteínas de baja densidad (LDL) y se sabe que su aumento tiene un conocido valor predictivo directo en la aparición de aterosclerosis. Existen muchos factores de riesgo de la aterosclerosis ampliamente identificados, como pueden ser la

hipertensión, hipercolesterolemia y tabaquismo, pueden actuar induciendo un desequilibrio entre prooxidación y antioxidación (Guerra, 2001).

Se ha observado que la oxidación de las LDL *in vitro*, genera el cuadro típico de alteraciones que se producen en la placa de ateroma, tales como la acumulación de colesterol y macrófagos, proliferación de células del músculo liso, liberación de factores inflamatorios por los macrófagos y las lesiones del endotelio que se observan en la arteriosclerosis.

Estudios epidemiológicos han puesto de manifiesto un menor riesgo de enfermedades cardiovasculares secundarias a la aterosclerosis en poblaciones con un alto consumo de antioxidantes. Existen datos experimentales y epidemiológicos que demuestran los beneficios de una dieta rica en antioxidantes en la prevención de las enfermedades cardiovasculares. Dos componentes alimentarios que inhiben el potencial de oxidación del colesterol LDL son el nivel de ácido linoleico en las partículas y la disponibilidad de antioxidantes, siendo nuevamente la vitamina E el nutriente más importante. Se ha comprobado que la vitamina E es el antioxidante más concentrado que se encuentra en las LDL, en una cantidad 20 a 300 veces mayor que cualquier otro antioxidante. Se ha documentado que poblaciones con altas tasas de mortalidad coronaria han presentado bajas concentraciones de vitamina E en el tejido subcutáneo (Zamora, 2007).

c) **Cáncer:** Desde el punto de vista molecular, los radicales libres podrían desencadenar la aparición de células tumorales así como estimular su crecimiento y diferenciación, ya que pueden provocar mutaciones y activar la expresión de factores de crecimiento, diferenciación y muerte celular (Guerra, 2001). El desarrollo tumoral es un proceso altamente complejo caracterizado por la presencia de necrosis celular del tejido sano, crecimiento incontrolado de las células cancerosas, neovascularización del área afectada para asegurar el aporte de oxígeno y nutrientes al tumor, entre otros muchos fenómenos, se ha sugerido la implicación de los RL en el desarrollo tumoral.

El humo del tabaco está asociado al cáncer de pulmón: además de la nicotina y del alquitrán, en el que se encuentran RL en abundancia, que atacan los tejidos y destruyen las sustancias protectoras presentes en ellos, tenemos óxidos radicalarios de nitrógeno que forman con las proteínas carcinógenos como las nitrosaminas. Los RL estimulan el crecimiento de las células musculares lisas, lo que sugiere un papel del estrés oxidativo en la neovascularización tumoral o angiogénesis. También se ha observado la activación de algunos genes tempranos que podrían participar en el control de la transcripción de factores de crecimiento necesarios para el desarrollo tumoral. Tampoco hay que olvidar que la transformación oncogénica viene condicionada por la presencia de genes mutados u oncogenes que controlan funciones celulares clave, y esto también puede influenciarse por el estado redox celular.

Se han detectado niveles disminuidos de enzimas antioxidantes en diversos tipos de células tumorales así como alteraciones en el estado de los tioles celulares. La vitamina C y otros rastillos de los radicales tendrán efecto anticarcinógeno y será importante introducir estrategias antioxidantes para complementar tratamientos anticancerosos.

Diversos estudios epidemiológicos han demostrado la relación existente entre el elevado consumo de vegetales, frutas y hortalizas, productos ricos, entre otros, en antioxidantes, con una menor incidencia de diferentes tipos de cáncer, incluyendo el cáncer de pulmón, mama y tumores del tracto gastrointestinal.

- d) Catarata senil: el cristalino está sujeto al constante bombardeo de radiaciones diversas causantes de procesos químicos irreversibles, que con el tiempo, por acumulación, producen una creciente opacificación del cristalino; es decir, la catarata. Los RL generados en el cristalino producen entrecruzamiento, desnaturalización, degradación de sus proteínas y otros efectos, formándose gránulos microscópicos de composición compleja por apelsonamiento desordenado de moléculas, que crecen en tamaño y cantidad, produciendo inicialmente la opacificación del cristalino (Guerra, 2001).

e) Insuficiencia renal aguda (IRA), crónica (IRC) y diálisis: el daño tubular por isquemia/reperfusión está, al menos en parte, ocasionado por el aumento del estrés oxidativo de la IRA. Los RL producen la activación de la enzima xantinaoxidasa y de los neutrófilos, mecanismos importantes del daño renal por isquemia/reperfusión. El óxido nítrico (NO) parece aumentar en la fase isquémica y los RL en la de reperfusión, por lo que el balance NO/RL condicionará la magnitud del daño, así como los donantes de NO tendrán un potencial papel citoprotector frente a la acción de los RL. En las nefritis por formación de inmunocomplejos, se estimula a los leucocitos polimorfonucleares y a los macrófagos a producir radicales aniones superóxido. Los RL van a jugar un importante papel en el desarrollo del daño renal y en la formación de la proteinuria. La pérdida de nefronas conduce a una mayor producción de RL. El aumento de la peroxidación de lípidos de la membrana de los glóbulos rojos está consistentemente documentado en pacientes con IRC, lo cual es un reflejo del aumento del estrés oxidativo por los RL. Los pacientes en hemodiálisis por IRC, tienen un aumento del estrés oxidativo, por una inadecuada eliminación de los RL continuamente generados. El contacto entre la membrana dializadora y los componentes séricos y los polimorfonucleares produce una activación del complemento, producción de citocinas y de RL, lo que genera una desnaturalización de proteínas, daño de las células endoteliales, y un continuo estrés oxidativo. En el caso de la diálisis peritoneal también encontramos un aumento del estrés oxidativo, que se pone de manifiesto por unos niveles plasmáticos disminuidos de selenio y de actividad de

GHS. Pero este estrés oxidativo parece ser menos intenso que en el caso de la hemodiálisis y a su vez más que en los pacientes con IRC no incluidos en programas de diálisis. En los pacientes trasplantados de riñón también hay evidencia de aumento de oxidación de LDL. Este hecho facilita la progresión de la aterosclerosis, contribuyendo al rechazo agudo y crónico vascular del órgano trasplantado. La nefrotoxicidad de algunos fármacos habitualmente utilizados, como la gentamicina, daunorubicina y la ciclosporina y la de otros compuestos como el mercurio, parece estar mediado por un aumento del estrés oxidativo. Asimismo se ha demostrado que las profundas alteraciones en el sistema redox extracelular que ocurren en la IRC y en la hemodiálisis son una explicación adecuada para las complicaciones cardiovasculares de estos pacientes (Guerra, 2001).

- f) La obesidad: por sí misma puede inducir un estrés oxidativo el cual sería uno de los mecanismos por el cual se produce la desregulación de las adipocitoquinas en el síndrome metabólico; encontrando que en individuos sanos la acumulación de grasa se correlaciona con el estrés oxidativo, los valores plasmáticos de adiponectina se correlacionan en forma inversa con el estrés oxidativo, el estrés oxidativo produce un desequilibrio de las adipocitoquinas; lo cual puede generar resistencia a la insulina, alterar la secreción de las células beta del páncreas y participar en los fenómenos vinculados con el síndrome metabólico como la diabetes y la hipertensión (Zamora, 2007).

g) Diabetes mellitus: los altos niveles de glucosa característicos de la diabetes inducirían la glicosilación no enzimática de proteínas. Esta glicosilación no enzimática altera la estructura y la función de las proteínas. Es sabido que la autooxidación de azúcares genera especies de RL. A concentraciones altas de glucosa, típicas de estados diabéticos, la producción de RL se incrementa en presencia de metales de transición (Cu, Mn, Zn, entre otros). Pero el aumento de estrés oxidativo descrito en los diabéticos, no está únicamente relacionado con la aceleración en la producción de RL, sino también por la disminución de antioxidantes. En los últimos años han aparecido numerosos estudios asociando la diabetes con un aumento en el estrés oxidativo y por tanto con una mayor generación de radicales libres (Guerra, 2001).

h) Hipertensión arterial (HTA): la HTA puede ser considerada como un conjunto de resultados sistémicos de las lesiones (vasculares, parenquimatosas, etc.) producidas por los RL. Probablemente los antioxidantes y rastrillos de RL sean una nueva expectativa de tratamiento, implicando en ello acciones terapéuticas que actúen beneficiosamente sobre las manifestaciones presentes en la anatomía patológica (fibrosis, hipertrofia) y en la bioquímica (inhibición de la bomba $\text{Na}^+\text{-K}^+$, estabilización de membranas, lesiones sobre DNA, etc.) de la HTA moderando y/o evitando las complicaciones clínicas del síndrome X y realizando al mismo tiempo cardio-nefroneuro-retino-protección. En la HTA se ha encontrado aumento de la peroxidación de lípidos, tanto en plasma como en las membranas celulares, así

como un aumento en la cantidad total de lípidos y una disminución de la capacidad antioxidante. La HTA predispone a acelerar la aterosclerosis, al menos en parte a causa de la sinergia entre elevación de presión sanguínea y otros estímulos aterogénicos que inducen estrés oxidativo en los vasos arteriales (Guerra, 2001).

- i) Cirrosis, insuficiencia hepática y hepatopatía alcohólica: tradicionalmente se consideraba que las enfermedades hepáticas estaban determinadas solamente por la alteración de la arquitectura hepática y por el flujo sanguíneo esplácnico¹⁷. Pero al ser documentada una hipertensión portal reversible en hepatitis alcohólica y en el fallo hepático agudo, era necesaria la intervención de mediadores vasoactivos para explicar el mecanismo de esta hipertensión portal aguda y también el por qué los pacientes con cirrosis desarrollaban hemorragia aguda por varices en periodos de descompensación hepática. Uno de estos mediadores puede ser el 8-iso-PGF2 α , un producto de la peroxidación lipídica por los RL, que ha demostrado elevar la presión portal en ratas cirróticas. Extrapolándolo a pacientes con cirrosis, la peroxidación lipídica secundaria al daño hepático por alcohol, sepsis u otras enfermedades hepáticas que pueden producir un aumento agudo de la presión portal (a través del 8-iso-PGF2 α y/u otros mediadores) tal y como se observa en el daño hepático agudo. Esta elevación de la presión portal se pudo bloquear con SQ29548 un antagonista del receptor de tromboxanos. El daño hepático inducido

¹⁷ Es la parte de la circulación sistémica que irriga la porción abdominal del tubo digestivo, incluyendo el bazo, el páncreas y el hígado (mediclopedia).

por alcohol está relacionado, al menos en parte, a un estrés oxidativo causado por la producción de RL y/o a un descenso de los antioxidantes (Guerra, 2001).

- j) Artritis reumatoidea: las células fagocíticas del sistema inmune (neutrófilos, monocitos, macrófagos y eosinófilos) que defienden al organismo contra la agresión de agentes extraños producen grandes cantidades de radicales libres como parte del mecanismo que les permite destruir dichos agentes. Aunque esto constituye una defensa esencial contra la infección, también propicia la aparición de la artritis por la producción excesiva de la activación fagocitaria y el consecuente daño a los tejidos (Zamora, 2007).

- k) Síndrome de fatiga crónica: Se ha encontrado que el estrés oxidativo y más específicamente la peroxidación lipídica contribuyen a ésta enfermedad y a algunos de sus síntomas, demostrándose que los pacientes presentan concentraciones significativamente aumentadas de F2- isoprostanos junto con otros marcadores claves del estrés oxidativo (Zamora, *op cit.*).

- l) Otros procesos implicados: Existen registros que los RL, están relacionados con la reoxigenación o reperfusión¹⁸, desmielinización, distrofia muscular, inflamación, amiloidosis, colagenosis, conectivopatías, esclerodermia, colitis ulcerosa, demencia senil, dermatitis de contacto, displasia broncopulmonar, enfermedad de

¹⁸ Procedimiento en el cual se abren las arterias bloqueadas para restablecer el flujo sanguíneo. Puede llevarse a cabo mediante un tratamiento trombolítico o una angioplastia transluminal percutánea (mediclopedia).

Alzheimer, distrés respiratorio del adulto, mutaciones, lipofuscinosis¹⁹, enfermedad de Parkinson, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, fibroplasia retrolentalar, Kawashiorkor, isquemia cerebral e hística, glomerulonefritis²⁰, miocardiopatías, insuficiencia cardíaca, muerte súbita cardíaca, porfirias²¹, úlcera péptica, síndrome de Down, síndrome de Bloom, síndrome de Dubin-Johnson-Sprinz, entre otras (Guerra, 2001).

De manera general, los radicales libres pueden encontrarse en el interior o en el exterior de las células, manteniendo actividad biológica al oxidarse, dañando principalmente el tejido conjuntivo, proteínas, enzimas, lípidos, membranas celulares, fibras de colágeno, Ácido Desoxirribonucleico (ADN) y Ácido Ribonucleico (ARN) desarrollando una gran gama de enfermedades donde los individuos se ven afectados en su ente bio-psico-social, su capital cultural, económico, entre otros.

1.4.2. Visión desde el punto de vista de la Promoción de la Salud

El término Promoción de la Salud (PS) fue utilizado por primera vez en 1945 por Henry E. Sigerist, éste mencionó como las cuatro tareas esenciales de la medicina a la Promoción

¹⁹ La lipofuscinosis neuronal ceroida (NCLS, por sus siglas en inglés) consiste en la acumulación de un material anormal llamado lipofuscina en el cerebro. Se piensa que este trastorno es causado por problemas con la capacidad del cerebro para eliminar y reciclar proteínas (MedliePlus).

²⁰ Es un tipo de enfermedad renal en la cual la parte de los riñones que ayuda a filtrar los desechos y líquidos de la sangre (MedliePlus).

²¹ Las porfirias son un grupo de trastornos genéticos causados por problemas con la forma en que el cuerpo produce una sustancia llamada hemo. El hemo se encuentra en todo el cuerpo, especialmente en la sangre y en la médula ósea, donde transporta oxígeno. Existen dos tipos principales de porfirias: Uno es el que afecta la piel (cutáneo) y el otro es el que afecta el sistema nervioso (MedliePlus).

de la salud, la prevención de la enfermedad, el restablecimiento de los enfermos y la rehabilitación, las cuales en su conjunto promovieran la salud, donde se proponía en primer lugar la educación gratuita de todas las personas, incluso la educación para la salud; mejores condiciones posibles de trabajo y de vida; mejores medios de recreación, esparcimiento y descanso; un sistema de instituciones de salud y de personal médico accesible responsable comprometido con la salud de la población, listo y capaz de aconsejar, ayudar a mantener la salud y a su restauración cuando la prevención ha fallado; además de centros médicos de investigación y de capacitación; sin embargo el concepto de PS ha tenido múltiples connotaciones a lo largo de las diversas conferencias mundiales de Promoción de la Salud ver Tabla 3, donde se mencionan metas, objetivos y recomendaciones entorno a mejorar la salud, entre éstas, documentar y evaluar científicamente las plantas utilizadas en la medicina tradicional, abriendo las puertas al diálogo entre la medicina tradicional y la moderna; la valorización del conocimiento popular y de la participación social consciente a este conocimiento; realizar acciones destinadas a mejorar la salud y la calidad de vida, entre otros.

Tabla 3. Connotaciones de la Promoción de la Salud

Año	Ciudad	Conferencia	Connotación
1974	Canadá	Informe Lalonde	La Promoción de la Salud se convierte en una estrategia para reducir la inequidad, incrementar la prevención y fortalecer la capacidad de las personas para hacerle frente a sus problemas. Es así que surge el moderno movimiento que tienen sus bases en el pensamiento estratégico ó planeación estratégica. Cinco estrategias fueron propuestas para abordar los problemas de la asistencia médica, investigación y establecimiento de objetivos. La estrategia de PS fue entonces establecida para informar, influenciar y asistir a individuos y organizaciones para que asuman mayores responsabilidades y sean más activos en materia de salud.
1978	Kazajastan,URSS, Asia	Declaración de Alma Ata	La Promoción y protección de la Salud del pueblo es indispensable para un desarrollo económico y social sostenido y contribuye a mejorar la calidad de la vida y a alcanzar la paz mundial; por lo tanto considera la necesidad de una acción urgente por parte de todos los gobiernos, de todo el personal de salud y de desarrollo y de la comunidad mundial para proteger y promover la salud de todos los pueblos del mundo. Se acordó impulsar la documentación y evaluación científica de las plantas utilizadas en la medicina tradicional, abriendo las puertas al diálogo entre la medicina tradicional y la moderna.
1986	Canadá, América	Carta de Ottawa 1ª Conferencia	Primera conferencia internacional de Promoción de la Salud, donde la PS se institucionalizó, como discurso y práctica de las agencias oficiales. Definida como: “La Promoción de la Salud consiste en proporcionar a los pueblos los medios necesarios para mejorar su salud y ejercer un mayor control sobre la misma. Para alcanzar un estado adecuado de bienestar físico, mental y social un individuo o grupo debe ser capaz de identificar y realizar sus aspiraciones, de satisfacer sus necesidades y de cambiar o adaptarse al medio ambiente. La salud se percibe no como el objetivo, y no como la fuente de riqueza de la vida cotidiana.
1988	Oceanía, Australia	Recomendaciones de Adelaide 2ª Conferencia	Segunda conferencia internacional sobre Promoción de la Salud. Las recomendaciones proporcionan un examen exhaustivo del concepto de política pública saludable y hacen un llamado al compromiso político por parte de todos los sectores. Las cuatro áreas clave identificadas como prioridades para la política pública saludable incluyen: Apoyo a la salud de las mujeres, alimentación y nutrición, tabaco y alcohol, creación de entornos saludables; se solicitó a los formuladores de políticas que aumentaran la inversión en salud y que tuvieran en cuenta la repercusión de sus decisiones sobre la salud.

Tabla 3. Connotaciones de la Promoción de la Salud (Continuación)

Año	Ciudad	Conferencia	Connotación
1991	Sundsvall, Suecia, Europa	Declaración de Sundsvall 3ª Conferencia	Tercera conferencia internacional de Promoción de la Salud. La Declaración insiste en la importancia del desarrollo sostenible y aboga por la acción social al nivel de la comunidad, con las personas como la fuerza motriz del desarrollo. La Declaración demanda establecer entornos propicios, en particular a través del fortalecimiento de la defensa del proyecto a través de la acción de la comunidad, permitir a las comunidades e individuos que asuman el control de su salud y ambiente, el establecimiento de alianzas para la salud y entornos propicios, la mediación entre intereses opuestos en la sociedad.
1997	Indonesia, Asia	Declaración de Yakarta 4ª Conferencia	Surge a raíz de la cuarta conferencia internacional sobre Promoción de la Salud, dio como fruto la Declaración de Yakarta. La Conferencia reiteró el compromiso mundial con las estrategias propuestas en la carta de Ottawa y proporcionó una comprensión más clara de la importancia fundamental de establecer asociaciones para la salud. La declaración identifica varios ingredientes clave destinados a mejorar la salud y la calidad de vida. Determina, asimismo, cinco prioridades para la Promoción de la Salud en el siglo XXI: Promover la responsabilidad social por la salud, aumentar las inversiones para el desarrollo de la salud, consolidar y ampliar las asociaciones para la salud, incrementar la capacidad de la comunidad y conceder poderes al individuo, ampliar y mejorar la infraestructura para la Promoción de la Salud. La declaración también plantea que las estrategias de Promoción de la Salud consideren la asociación de nuevos actores con un enfoque de validación de políticas y prácticas.
2000	México, América	Declaración de México 5ª Conferencia	Quinta conferencia internacional de PS. Se consideró que la Promoción de la Salud debe ser un componente fundamental de las políticas y programas de salud en todos los países, en la búsqueda de la equidad y de una mejor salud para todos.

Tabla 3. Connotaciones de la Promoción de la Salud (Continuación)

Año	Ciudad	Conferencia	Connotación
2005	Bangkok, Tailandia	Carta de Bangkok 6ª Conferencia	Brinda una nueva orientación para la Promoción de la Salud preconizando políticas coherentes, inversiones y alianzas entre los gobiernos, las organizaciones internacionales, la sociedad civil y el sector privado, a fin de asumir que la Promoción de la Salud se incluya en la agenda de desarrollo mundial, que sea una responsabilidad básica de todos los gobiernos, que forme parte de las buenas prácticas institucionales, y que sea un foco de iniciativas de la comunidad y de la sociedad civil
2009	Nairobi, Kenia	Llamado a la acción Nairobi 7ª Conferencia	Identifica estrategias y compromisos claves que se requieren para cerrar la brecha de implementación en salud y desarrollo a través de la Promoción de la Salud. La Promoción de la Salud es una estrategia esencial para mejorar la salud y el bienestar y reducir las inequidades en salud, ayuda a lograr las metas internacionales y nacionales de salud, por ejemplo, las Metas de Desarrollo del Milenio. A través de implementar la Promoción de la salud se crean sociedades más justas que permitan que las personas puedan llevar vidas que ellos mismos valoran, aumentando su control sobre su salud y los recursos necesarios para el bienestar.
2013	Helsinki, Finlandia	Declaración de Helsinki 8ª Conferencia	La Conferencia tiene como eje central el enfoque de salud en Todas las Políticas (STP). La STP se basa en la comprensión de que las mejoras en la salud de la población y la acción sobre los determinantes sociales de la salud no pueden lograrse únicamente mediante un enfoque en las políticas del sector salud, sino que requiere la acción en diversos ámbitos de actuación. Además, reconoce que centrarse en el sector salud por sí solo no es suficiente para garantizar el acceso equitativo a los servicios de salud, la protección de la salud y la gestión de la sostenibilidad financiera de los sistemas de atención de la salud.

Elaboración propia. Fuente <http://www.promocion.salud.gob.mx/dgps/interior1/promocion.html>

Entre esta multidisciplinariedad, se parte de una concepción del proceso salud-enfermedad y de sus determinantes, donde la Promoción de la Salud propone la articulación de conocimientos técnicos y populares y la movilización de recursos institucionales y comunitarios, públicos y privados para su desafío y resolución (Marchori, 2011). Este término está asociado inicialmente a un conjunto de valores: vida, salud, solidaridad, equidad, democracia, ciudadanía, desarrollo, participación y asociación, entre otros. Se refiere también a una combinación de estrategias: Acciones del estado (políticas saludables), de la comunidad (refuerzo de la acción comunitaria), de los individuos (desarrollo de habilidades personales), del sistema de salud (reorientación del sistema de salud) y asociaciones intersectoriales, esto es, se trabaja con la idea de la “responsabilidad múltiple” ya sea por los problemas, ya sea por las soluciones propuestas para los mismos (Marchori, *op cit.*).

También encontramos una propuesta de articulación con otros movimientos sociales, con los cuales tiene en común algunas características referidas como el movimiento ecológico/ambientalista, de hecho se observa una gran coincidencia entre los conceptos de PS y de los de desarrollo humano sustentable, entre estos agenda, derecho a ciudadanía, vivienda y otros como el cooperativismo. Donde la salud es mencionada como factor esencial para el desarrollo humano (Marchori, *op cit.*).

En esta idea del proceso salud enfermedad, también los hábitos y costumbres constituyen un factor importante, como es el caso de la dieta diaria. Por ejemplo en la dieta

mediterránea, que está basada en frutas, legumbres, verduras, hortalizas, productos lácteos, cereales, miel y aceite de oliva, aunado al consumo de pescado de por lo menos tres veces a la semana y muy poco consumo de tabaco y alcohol (Medina, 1996), en otros casos el uso cotidiano de plantas medicinales para curar o para prevenir enfermedades es otro factor que contribuye a que las personas tengan una mayor esperanza de vida además de que esta sea de calidad. Tal es el caso de México que la herbolaria es de uso de común, donde las plantas son utilizadas en las practicas curativas, y su uso está basado en el modelo tradicional o popular, el cual es definido como un conjunto de prácticas curativas sustentadas sobre conceptos de origen indígena-prehispánico, que se aprende empíricamente, se transmite a través de enseñanza, iniciación, herencia o revelación por seres sobrenaturales, generalmente no se tiene documentos escritos y se rige sobre un sustento mítico-religioso (Menéndez, 1983), éste es utilizado para aliviar o subsanar una amplia gama de padecimientos fisiológicos, asimismo se utilizan en enfermedades de filiación cultural como los baños a mujeres cuando recientemente tuvieron algún parto, para realizar limpias, mal de ojo, entre otros. Este modelo es utilizado por curanderos profesionales, chamanes, etc., sin la necesidad de que el conocimiento este legitimizado jurídicamente o académicamente como en el caso del Modelo Medico Hegemónico (MMH); no hay necesidad de que tenga identificación ideológica con la racionalidad científica, pero si con los antepasados.

Otro modelo donde las plantas están presentes en la práctica curativa es cuando son utilizadas por la propia persona o por personas inmediatas de sus grupos parentales o

comunales, lo que se le denomina modelo de auto atención o automedicación, ésta práctica curativa supone desde acciones conscientes de no hacer nada pero encaminadas a la cura²², hasta el uso de equipos de determinado grado de complejidad, éste modelo es estructural a toda sociedad, suponiendo el primer nivel real de atención debido a que se basa en las fusiones no sólo curativas, sino sobre todo socioeconómicas para los grupos en que opera (Menéndez, 1983).

Asimismo el uso de las plantas es utilizado desde el modelo hegemónico, debido a la inmensa mayoría de principios activos y de antioxidantes alimentarios que se encuentran presentes en los vegetales, debido a que éstas están sometidas a la acción de los depredadores como son los rayos solares, enfermedades, rigores del clima, parásitos, etc. ante lo cual tienen que defenderse contra este tipo de agresores sin dejar de crecer ni de atraer a quienes las ayudan en la reproducción (García, 2001) y así crear principios activos, los cuales se ha comprobado ejercen efectos saludables en los humanos. Por lo tanto es de suma importancia desde la PS generar información de las plantas que nos rodean para rescatar la memoria tradicional, preservar y fortalecer el capital cultural de las comunidades y dar un posicionamiento a los remedios con base en plantas que sobreviven hoy en día por uso y costumbre, pudiendo estos remedios aportar a la prevención de las llamadas enfermedades del síndrome metabólico, logrando con ello la conjunción de los saberes de las comunidades con las nuevas técnicas farmacológicas.

²² Orar, meditar, etc.

En el caso de los antioxidantes, desde la década de los setenta se ha producido una explosión en las áreas de investigación y clínica relativas de algunas plantas medicinales a cargo no solo del ámbito de la química, la biología, la medicina, etc., sino también se han sumado la antropología, la historia, entre otras ciencias.

Existen estudios que han enfatizado en los antioxidantes no enzimáticos (exógenos) que son encontrados en la flora y por esta razón algunas investigaciones tienen como objetivo identificar cuales plantas son las que tienen capacidad antioxidante (García, 2001), porque se ha determinado que dicha propiedad se debe principalmente a compuestos flavonoides, ácidos reólicos, taninos, diterpenos fenólicos carotenoides, flavonoides y otras sustancias que protegen a los vegetales de las oxidaciones generadas por el metabolismo natural (Muñoz, 2011), las plantas los utilizan para defenderse, para poder soportar las condiciones de alta intensidad lumínica que provoca oxidaciones. Algunos ejemplos de plantas que contienen antioxidantes son el tomate, brócoli, naranja, manzana, granada, café, etc., que si no contuvieran estos compuestos, sencillamente entrarían en estado de descomposición; por consiguiente, si dichos nutrientes los incorporamos en nuestra dieta potenciarán nuestro sistema antioxidante reduciendo el llamado estrés oxidativo.

Es por ello, que la búsqueda de antioxidantes provenientes de plantas medicinales o no, que más resisten el impacto de la energía lumínica proveniente del sol, son los que más nos interesan, puesto que desde el campo de acción propuesto en el contexto de

Promoción de la Salud, que es la creación de ambientes favorables, el desarrollo sostenible, también está el aumento de la expectativa de vida saludable y de calidad.

Sin embargo para lograr estos objetivos es necesario generar los datos duros que soporten y sustenten la problemática del proceso salud enfermedad, es por ello que con la presente investigación se pretende contribuir para que las personas conozcan los beneficios que les puede dar el que tengan a su alcance especímenes que coadyuven en su salud.

Desde la perspectiva de la Promoción de la Salud, que parte de un nuevo paradigma, donde se considera a la salud como un concepto holístico positivo que integra todas las características del bienestar humano, y que además concilia dos aspectos fundamentales: las llamadas necesidades básicas y el derecho a otras aspiraciones que todo ser humano y grupo desea poseer. Es decir, que además de tener donde vivir, que comer, donde acudir si está enfermo y contar con trabajo remunerado, también necesita acceder a satisfactores de otros componentes de la salud como son la igualdad, la equidad, la paz, la justicia, la educación, el derecho a la protección a la salud, las opciones de vida digna, la calidad de esa vida; la posibilidad de crear, de innovar, de tener acceso al arte y la cultura; y de llegar a una vejez sin discapacidades y con plena capacidad para continuar disfrutando la vida hasta que el ciclo vital se termine.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La medicina tradicional y los productos naturales han estado estrechamente relacionados con el hombre permitiéndole subsanar las necesidades básicas como son salud y vivienda, ejemplos de ello los podemos notar en los códices y en los papiros antiguos, donde las plantas son usadas en la alimentación, vestido y salud. Algunas veces el uso de las plantas ha estado y suele estar vinculado a una especie de superstición mágica y otras al conocimiento popular pero también son objeto de la investigación científica (Háuad, 2010).

México es un país de gran riqueza biológica, debido a su historia geológica, topografía y variaciones climáticas. En particular, posee una gran variedad de plantas útiles para el hombre: plantas medicinales, combustibles, vestimenta o que satisfacen necesidades culturales. Asimismo ocupa el cuarto lugar entre los países considerados con mega diversidad biológica y posee cerca del 10 % del total de las especies conocidas, con un gran número de endemismos. En el ámbito mundial, con respecto al número de especies de plantas ocupa el quinto lugar, y se estiman en alrededor de 7,000 las que poseen algún tipo de uso medicinal o comercial. Se han identificado y registrado 4,000 especies con atributos medicinales (15% de la flora mundial); entre 3,500 a 4,000 son empleadas por la población mexicana; 3,600 se recolectan de forma silvestre; 1,500 son utilizadas regularmente sin procesar: 370 se cultivan en el huerto familiar o de manera comercial; y

35 especies se encuentran amenazadas por factores externos (Schlaepfer y Mendoza, 2010).

Con base en lo anterior, es interesante realizar trabajos de investigación que tengan como finalidad el encontrar nuevas moléculas que sirvan de base para el desarrollo de fármacos basados en la enorme biodiversidad que tienen algunas zonas de nuestro país y que aún no han sido estudiadas, como lo es el caso de la región de Amecameca, para ello es necesario evaluar el potencial farmacológico de la zona mediante estudios fitoquímicos de las plantas que florecen en determinada época del año, con el objetivo de tener la caracterización botánica del material y aportar datos que permitan en un futuro plantear líneas de investigación concretas para llegar al desarrollo de fármacos y/o plantear líneas de trabajo para que la comunidad explore el potencial terapéutico y/o comercial de la zona.

3 JUSTIFICACIÓN

Este trabajo de investigación, está vinculado con el trabajo que se realiza en el Herbario de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, el cual surge en el 2008 como un esfuerzo de documentar plantas del Valle de México que presentaran actividad farmacológica y puedan servir de base para el desarrollo de fitofármacos, dicho esfuerzo se combinó con el Laboratorio de Productos Naturales de la misma Universidad. Con esto

como antecedente, se generaron las primeras colecciones del Herbario de Casa Libertad (HCL), las cuales requieren de la evaluación farmacológica.

Lo anterior, aunado al creciente y exacerbado aumento de enfermedades donde la casual se relaciona con reacciones de óxido reducción como son algunos tipos de cáncer, enfermedades de tipo autoinmune, trombosis coronaria, angina de pecho, fallo cardíaco, apoplejía, daños cerebrales, envejecimiento, enfermedades renales, desordenes inflamatorios, cataratas, intoxicación, síndrome de radiación, artritis reumatoide, esterilidad masculina, retinopatía de los prematuros, malnutrición (Youngson, 1994), entre otras; se justifica el buscar compuestos antioxidantes naturales en zonas no estudiadas del Valle de México como lo es el predio Ocoaxaltepec, Región Tomacoco, Amecameca, Estado de México, en el periodo determinado de febrero a mayo 2013, para generar datos químicos que permita evaluar el potencial farmacológico de la zona y los datos fitoquímicos encaminados a la estandarización de los extractos medicinales.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Determinar el potencial de la actividad antioxidante de algunas plantas colectadas en la región de Ocoaxaltepec, Amecameca, Estado de México.

4.2 Objetivos específicos

- Reconocer y documentar las características biológicas de la zona donde se llevó a cabo la colecta así como obtener su localización geográfica exacta mediante el uso de un localizador satelital.
- Colectar las especies que se encuentren con flor en el periodo establecido de febrero a mayo de 2013.
- Documentar los ejemplares y llevar a cabo la monografía de los mismos, en base al nombre científico el cual se obtendrá empleando las claves taxonómicas de Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski.
- Resguardar los ejemplares colectados mediante el proceso de herborizado.
- Conocer los usos que se les da en los distintos pueblos a las especies colectadas en Amecameca empleando bases de datos científicas y correlacionarla con los datos etnobotánicas de la biblioteca de plantas medicinales de la UNAM.
- Realizar extractos metanolicos para llevar a cabo el estudio fitoquímico, que permitan identificar la presencia de camarinas volátiles, saponinas, antraquinonas, alcaloides y taninos.
- Evaluar la capacidad antioxidante de las especies colectadas mediante el método ensayo de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracil).
- Medir el contenido fenólico, utilizado el reactivo de Folin–Ciocalteu.
- Obtener el contenido de flavonoides totales a los extractos de las especies colectadas.

- Obtener los patrones químicos de los extractos de las plantas por dos técnicas distintas, la Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución (CLAR) y el barrido de absorción en Ultravioleta Visible (UV).
- Conocer la toxicidad de los extractos mediante el modelo de nauplios de *Artemia salina*.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

#	Material	Marca y/o descripción
	Material vegetal	
	Extracto vegetal	
	Prensas	UACM
	Lazo	
	Pala	
	Guantes	Sigma Aldrich
	Periódico/ cartón	
	Tijeras de jardinería	
	GPS	
	Bolsas de plástico	
	Libreta de campo	
	Cámara fotográfica	CANNON
	Mortero de porcelana	
	Etiquetas varios tamaños	
	Plumones	
	Lápiz/pluma	
	Frascos ámbar con tapa	
	Alcohol metílico al 100%	Golden Bell y J. T. Baker
	Alcohol metílico al 80%	Golden, Grado reactivo.
	Algodón	Lazzer
	Rotavapor	R-3 Buchi-Equipar
	Embudo	KIMAX-58
	Vasos de precipitados	BOMEX, PYREX, KIMAX
	Papel filtro	
	Griogel en gel	HYCEL DE MEXICO SA DE CV BIOMI DE MEXICO SA E CV
	Tubos de ensayo	EQUIPAR
	Placas de silica gel	TLC silica gel 60 F 254 MERCK
	Regla	
	Aplicador	
	Diclorometano	TEDIA
	Dragendorff	TLC Reagent –Whatman
	Cámara UV	UVM-57-entela-Uplond, CA91786 USA
	Agua destilada	Aqua ConX
	Cloruro de sodio	Sigma Aldrich
	Grenetina	
	Parrilla	Thermolyne
	Hidróxido de sodio	Caledon Laboratory Chemicals
	Pinzas	
	Sal marina	Aquarium Salt
	Nauplios de artemia salina	ECLOSION AZUL.AZUL
	Bomba y manguera de plástico para Pecera	
	Campana de extracción	
	Espátula	
	Agitador	

Universidad Autónoma de la Ciudad de México

Agitador magnético	CIMAREC- Thermo científico
Báscula	
Balanza analítica	Adventurer-OHAUS, corp-pine Brook, NJ
Charolas	
Viales	Equipar
Reactivo de Folin–Ciocalteu	Diluido en agua destilada 1:10
Carbonato de Sodio monohidratado	Química Meyer
Carbonato de Sodio Anhidro	Diluido en agua destilada al 7.5%
Pipeta milimétrica 200 ml	BIOHIT MOD. 10047872
Pipeta milimétrica 100 ml	Biohit Mod. 10055486
Espectrofotómetro 1	Equipar, Modo. Genesys 10Vis
Espectrofotómetro 2	Jenway, Modo. Single Cell Holder
Parafilm	Mis “M” Pechiney Plastic packaging
Ácido gálico	
Ácido cafeico	SIGMA-ALDRICH
2,2-difenil-1-picrilhidracil	Sigma-Aldrich
Guantes	
Ácido ascórbico	
Detergente	
Refrigerador	Mabe
Gradillas	
Etanol	
Jeringas	
Filtros	
CLAR	Marca Agilent Modelo 1260 acoplado a dos detectores; índice de refracción y Ultravioleta Visible

5.2 Métodos

5.2.1 Colecta del material vegetal

Las plantas a estudiar fueron las que presentaron floración en los meses de febrero a mayo 2013, obteniendo un mapeo florístico de un tercio del año, para ello se realizó una visita mensual a la región; se colectaron 10 ejemplares de cada especie en floración. De esta manera se obtuvo un mapeo de un tercio del año.

5.2.2 Herborización

1. Prensado: Consistió en la colocación del ejemplar en papel periódico de tamaño estándar de aproximadamente 20 cm de ancho por 35 de largo, para que estén protegidos, además de prensarlos con prensas botánicas especiales para que permitan su conservación.
2. Secado: Consistió en exponer al sol las prensas botánicas con el material durante períodos de 4 horas hasta conseguir el secado del material vegetal.
3. Identificación.

- a) Acercamiento a la identificación: Consistió en hacer una búsqueda de la planta por nombre común y/o familia en diferentes bases de datos y comparar el ejemplar físico con fotos publicadas. También se recurrió a los ejemplares ya existentes en el HCL. Simultáneamente se buscó en diversas páginas web especializadas en plantas, entre ellas: La Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana, ésta nos sirve cuando tenemos el nombre común (popular), pero es muy limitada porque sólo nos muestra una fotografía. Sin embargo bases como éstas también ayudan en caso de conocer la familia, por ejemplo: para la familia de las compuestas que son muy fáciles de reconocer por la presencia de muchas flores. Otra base de datos a la que recurrimos fue a la de Heike Vibrans “Malezas de México” publicada por CONABIO que nos permitió hacer una búsqueda partiendo del color de la flor y de ahí comparar nuestro ejemplar con las fotos encontradas en cuanto al tipo de flor, de hoja, vellosidades del tallo y hojas, entre otras características, lo cual nos permitió realizar una posible identificación del nombre científico y familia.
- b) Identificación final: Se llevó a cabo con la experta Bióloga Susana Gómez, especialista en identificación taxonómica, quien también forma parte del grupo de trabajo del HCL y es la encargada de la identificación final de las plantas.
4. Elaboración de monografías: Se buscó en internet información biológica, químico-farmacológica, y etnobotánica sobre las plantas recolectadas, para la conformación de monografías.

5.2.3 Preparación de los extractos

Se trituraron las especies secas en un mortero de porcelana, se maceraron empleando metanol grado industrial, el cual emula una infusión acuosa, la maceración se llevó a cabo una semana a temperatura ambiente resguardado en un frasco ámbar, pasado el tiempo se filtró empleando un embudo y finalmente se llevó a sequedad a presión reducida empleando un rotavapor.

5.2.4 Determinación del Potencial antioxidante

5.2.4.1 Ensayo de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracil)

La determinación de la capacidad antioxidante se basó en la evaluación de la capacidad del extracto hidroalcohólico de las plantas para secuestrar radicales libres de acuerdo al método descrito por Brand-Williams y colaboradores (Brand y et al, 1995) que consiste en preparar una solución de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracil) en metanol que contiene 12 mg de DPPH en 50 mL de metanol a la cual denominamos solución stock. Posteriormente se utilizó una dilución 1:5 la cual es nombrada solución diaria. Una vez estandarizando la absorbancia²³ de la solución diaria a 1.1 nm (nanómetros), se comenzó a trabajar con las muestras. El extracto vegetal se pesó y se disolvió también en metanol, de la cual solo se utilizaron 50 µL del extracto hidroalcohólico y 950 µL de la solución de DPPH 0.1 mM para

²³ Es el logaritmo de la transmitancia (medida directa de la intensidad de la luz que atraviesa una dilución).

cada reacción, el ensayo se realizó por triplicado. La capacidad antioxidante se determinó mediante el decremento de la absorbancia a 515 nm. Los resultados se reportaron como la capacidad antioxidante equivalente del ácido ascórbico mM mL⁻¹ del extracto hidroalcohólico (CAEAA) del cual ya existe un estándar. Se realizó una curva patrón, donde se colocó 0, 40, 80 120, 160, 200, 240 y 280 mL de volumen tomados de una solución de 0.011 g de ácido ascórbico en 25 mL de agua destilada; a estas concentraciones se les aplicó el método descrito por Brand-Williams descrito anteriormente.

5.2.4.2 Contenido fenólico

El contenido de compuestos fenólicos totales se determinó usando el reactivo de FolinCiocalteu mediante la técnica descrita por Singlenton y Grossi (Singlenton y et al, 1965). Se utilizó 0.05 g de extracto hidroalcohólico de las diferentes plantas a trabajar diluido en 2 mL de metanol al 80%. Se colocaron 200 µL de esta dilución, se mezcló con 1 mL del reactivo de Folin–Ciocalteu (previamente diluido con agua a 1:10 v/v) y se incubó por 1 min antes de adicionarle 0.8 mL de carbonato de sodio (7.5% p/v) en agua destilada. La mezcla de reacción se incubó por 1 h a temperatura ambiente antes de leer la absorbancia a 765 nm. El contenido total de compuestos fenólicos se reportó como equivalentes de ácido gálico (EAG) en mg ml⁻¹ de extracto de las plantas.

5.2.4.3 Contenido de flavonoides totales

El contenido de compuestos flavonoides totales se determinó mediante el método descrito por Chang C., Yang M., Wen H. y Chern J. (Chang y Chern, 2002). Se colocó 0.05 mL de extracto, 1.5 mL de etanol, 0.1 mL de cloruro de aluminio al 10% (p/v), 0.1 mL de Acetato de Potasio 1 M y 2.8 mL de agua destilada, una vez colocado todos los reactivos se dejó incubar durante 30 minutos y se leyó a 415 nm de absorbancia. Una vez que entró dentro del rango especificado (0.3 y 0.8 nm) se realizaron dos repeticiones para verificar los resultados.

El contenido total de flavonoides se reportó como equivalentes de quercetina (EQ) en mg/mL de extracto de las plantas, para ello se realizó una curva patrón donde se utilizó solución stock conformada por 1 mg de quercetina en 10 mL de etanol. En cada tubo se colocó 0.80, 0.60, 0.40, 0.20, 0.10 mL de solución stock y se complementó 1 mL con agua destilada. Cada uno de estos ensayos se realizó por triplicado.

5.2.5 Análisis fitoquímico

El estudio fitoquímico consistió en determinar la presencia de los principales grupos químicos en la planta, las cuales incluyen reacciones de coloración y de precipitación que, junto con sus propiedades físicas como la sublimación y la fluorescencia ver Anexo 3; nos

permiten observar la existencia de determinados metabolitos secundarios (Arango, 2008; Palomillo, 2012).

- a) **Alcaloides:** Para la detección de alcaloides se utilizó la técnica de cromatografía en capa fina; en una placa de sílica gel de 3 x 5 cm se colocó una marca del extracto de metanol. Posteriormente se eluyó en un sistema de soluciones dicloro-metanol 96:05. Ya eluída la placa se reveló con el reactivo Dragendorff. La presencia de alcaloides se tiñe de color rojo a naranja.

- b) **Antraquinonas:** Para la detección de antraquinonas se utilizó la técnica de cromatografía en capa fina; en una placa de sílica gel de 3 x 5 cm se colocó una marca del extracto de metanol. Posteriormente se eluyó en un sistema de soluciones dicloro-metanol 96:05. Ya seca la placa se introdujo a una lámpara UV y se observó, si ésta presentaba color amarillo o rojo marrón, se confirmaba la presencia de antraquinonas.

- c) **Cumarinas volátiles:** La identificación de cumarinas volátiles se realizó a partir de la técnica de reacción en tubo: en un tubo de ensayo se colocó 2 mg de extracto y 10 mL de agua destilada; exponiéndolo a una temperatura de 100 °C, tapado con un trazo de papel filtro humedecido con una solución de sosa (1 g) con agua (5 mL). Después de exponer el extracto durante cinco minutos a 100°C, se retiró el papel

filtro y se expuso a la lámpara de luz UV. La fluorescencia amarilla indicó que el extracto tenía presencia de cumarinas volátiles.

d) Taninos: Para identificar la presencia de taninos se llevaron a cabo los reactivos A, B y C de precipitación.

A. Se preparó una solución al 1 % de gelatina en agua destilada; para lo que se utilizó 1 g de gelatina y 10 mL de agua destilada.

B. Se utilizó 0.1 g de gelatina, 1 g de cloruro de sodio y 10 mL de agua destilada.

C. Se preparó una solución al 10 % de cloruro de sodio en agua destilada: 1 g de cloruro de sodio en 10 mL de agua destilada.

Ya preparadas las soluciones en un tubo de ensayo, se observó si había presencia de precipitado blanco en A y B, si lo había, el resultado era positivo para el test de taninos.

e) Saponinas: Se utilizó 2 mg de extracto. A cada extracto se le agregó 10 mL de agua destilada, se colocaron en una parrilla, por un periodo aproximado de 25 minutos, hasta que alcanzó la ebullición, después se dejaron enfriar y posteriormente se agitaron y dejaron reposar. Finalmente se observó si existía la presencia de espuma, pues es el indicador de la existencia de saponinas.

5.2.6 Patrones cromatográficos

Los patrones cromatográficos, también forman parte del estudio fitoquímico y de estandarización que permite determinar la presencia o ausencia de metabolitos secundarios en una especie vegetal. Estos grupos químicos están relacionados con actividades biológicas (Carvajal, *et al*, 2009).

La cromatografía ofrece un método físico de separación en el cual los componentes a separar se distribuyen entre dos fases, una que permanece en fase estacionaria mientras que la otra fase móvil se mueve en una dirección determinada. En función de la naturaleza de ambas existe una gran variedad de técnicas cromatográficas, agrupadas en tres grandes grupos: cromatografía de gases, cromatografía de fluidos supercríticos y Capa Fina (CCF) del tipo adsorción sólido-líquido que permite identificar la presencia de sustancias químicas obtenidas por medio de manchas en una placa de sílica de gel, como se muestra en el Anexo 4.

La CCF permite determinar la presencia de alcaloides en la planta, para ello se cortaron placas de gel con medidas de 3 por 5 cm, se colocaron marcas con el extracto y se corrieron con un sistema de solventes, después se observaron bajo luz ultravioleta (UV) y posteriormente se revelaron con reactivo de Dragendorff (Palomillo, 2012) para observar la presencia de antraquinonas.

Para la Cromatografía de líquidos de Alta Resolución (CLAR), se utilizó un equipo CLAR Agilent acoplado a un detector de ultravioleta visible para obtener el patrón químico, como fase móvil se utilizaron una mezcla de agua y ácido acético (0.1% v/v) (A) y acetonitrilo (B) en una proporción inicial de 85 y 15%, respectivamente (Tabla 4) (Pellati, 2011). Se trabajó con un gradiente de elución, disminuyendo gradualmente la polaridad de la fase móvil.

Tabla 4. Gradiente de elución para la determinación de ácido cafeico y sus derivados de 12 plantas colectadas en Amecameca.

Tiempo (min)	Agua/ácido acético (%)	Acetonitrilo (%)
0	85	15
10	70	30
18	35	65
25	20	80
30	10	90
35	10	90

5.2.7 Patrón espectrofotométrico

Espectro UV. Para este patrón se pesaron 10 mg de extracto y se disolvieron en 5 mL de metanol, se filtraron para obtener una mezcla homogénea; posteriormente basto con colocar cada una de las muestras en las celdas y correr el espectro en el espectrofotómetro en un rango de longitud de onda de 190-1000 nm, las gráficas de resultados se analizaron en un ordenador, el equipo utilizado fue Jenway espectrofotómetro UV/Vi.

5.2.7 Actividad tóxica en *Artemia Salina*

Es un modelo farmacológico que permite determinar la posible actividad farmacológica. Donde se propone el método de nauplios de *Artemia salina* como un estudio inicial, para dirigir la búsqueda de compuestos citotóxicos a partir de extractos vegetales o como un modelo de toxicidad de extractos en plantas (Meyer, 1982; Palomillo, 2012). Es preciso mencionar que este modelo solo permite evaluar compuestos solubles en agua, por lo tanto no aplica para otros compuestos tóxicos encontrados en las plantas a evaluar.

El método consistió en colocar los quistes de *A. salina* (200 mg) en un recipiente de 20 x 20 x 30 cm con 250 mL de agua salada (20 gL^{-1} de sal), a 37 °C., el porcentaje óptimo de eclosión de nauplios de *A. salina* se obtuvo después de 72 hrs., se colocaron 10 *artemias* en tubos cilindros cónicos de 15 mL adecuados para favorecer el movimiento de los nauplios y se evaluó por triplicado a cinco diferentes concentraciones (100, 10, 1, 0.1, 0.01 mg / ml) donde la solución stock contenía 0.20 g de extracto vegetal.

La actividad observada en el ensayo de *Artemia salina* se expresó como porcentaje de concentración letal (CL_{50}) es decir, la dosis mínima del extracto que mata al 50% de los nauplios (Palomillo, 2012).

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Especies colectadas en el recorrido y datos bibliográficos

Durante los cuatro meses que se visitó el predio Ocoaxtepec, Región Tomacoco, lugar donde se realizaron las diferentes colectas, situado a una Altitud promedio de 2804 msnm, Latitud 98°42'44.2'' y Longitud N19°07'14.5''; en el periodo de febrero 2013 a mayo 2013 se colectaron 12 especies diferentes, correspondientes a 9 familias, ver tabla 5, Figuras 8-19; así mismo se pudieron apreciar algunos aspectos importantes, entre ellos el escaso cambio conformacional del ecosistema Anexo 1.

En la primera visita realizada el 23 de Febrero de 2013, se observó que el ecosistema estaba muy seco pero se colectaron 6 especies diferentes, en una siguiente visita el día 26 de marzo no encontré alguna diferencia en el ecosistema, sin embargo es importante mencionar que la especie conocida como flor de mayo comenzaba a brotar pese a gran nevada que se había presentado una semana antes y las flores encontradas anteriormente se encontraban marchitas logrando colectar solamente una especie; un mes después, el 28 abril se realizó una tercera visita, el ecosistema no había cambiado, seguía seco pero algunas especies comenzaban a florear, por lo tanto se colectaron dos ejemplares, es importante mencionar que una de las especies colectadas en el mes de marzo ya no tenía ninguna flor; finalmente en la cuarta visita, que se realizó el día 26 de mayo, fue cuando ya se habían presentado varias precipitaciones pluviales, lo que propició el crecimiento de

césped, pero solo se colectaron dos ejemplares más. Al final de las cuatro colectas se reunió un total de 12 ejemplares.

Las especies colectadas fueron llevadas al Laboratorio de Productos Naturales y al Herbario del Plantel Casa Libertad para llevar a cabo su clasificación taxonómica (Tabla 5), el resultado obtenido fue que 5 especies son nuevas para el herbario, de las cuales solo se cuenta con 4 especies para donación ver Anexo 2. Una vez clasificadas se elaboró la monografía correspondiente para conocer la información botánica y química; y como se aprecia en la descripción bibliográfica de los diversos ejemplares colectados en el periodo de investigación establecido, encontramos información relevante en cuanto al uso etnobotánico, sin embargo la mayoría no cuentan con estudios farmacológicos que avalen su efecto terapéutico.

Tabla 5. Plantas colectadas en Amecameca durante el periodo de Febrero a Mayo 2013.

Fecha de la colecta		Familia	Nombre científico	Nombre común ²⁴	Peso en seco
Febrero 2013	1	Scrophulariaceae	<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	Hierba del cáncer	43.4 g
	2	Leguminosae	<i>Lupinus campestris</i> Cham. & Schlecht	Mazorquilla	47.2 g
	3	Labiatae	<i>Salvia gesneriflora</i> Lindl. & Paxton	Flor de colibrí	24.8 g
	4	Asteraceae	<i>Senecio barba-johannis</i> DC.	Barba de San Juan de Dios	60.1 g
	5	Labiatae	<i>Salvia hispanica</i> L.	Chía	7.0 g
	6	Compositae	<i>Stevia monardifolia</i> HBK.	Chamiso	11.0 g
Marzo 2013	7	Compositae	<i>Senecio Salignus</i> DC	Jarilla	48.0 g
Abril 2013	8	Amaryllidaceae	<i>Zephyranthes verecunda</i> Herb	Flor de Mayo	1.0 g
	9	Asclepiadaceae	<i>Asclepias notha</i> W. D. Stevens	Chicle	58 g
	10	Solanaceae	<i>Cestrum roseum</i> HBK.	Hediondilla	35.0 g
Mayo 2013	11	Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.	Trompetilla	30.0 g
	12	Leguminosae	<i>Phaseolus coccineus</i> L.	Ayocote	8.0 g

²⁴ Algunos nombres comunes se obtuvieron del estudio etnobotánico realizado en Amecameca por el equipo de investigación del laboratorio de productos naturales de la UACM, Plantel Casa libertad, a cargo del Dr. JAME, en el año 2012, y otros de la literatura.

6.1.1 *Castilleja tenuiflora* Benth.



Figura 8. *Castilleja tenuiflora* Benth.²⁵

Nombre científico: *Castilleja tenuiflora* Benth.

Nombres comunes y étnicos: Popularmente es conocida como hierba del cáncer, garayona, cola de borrego, calzón de indio, coneja, copete de grulla, culano, flor de hielo, hierba del golpe, mirto, plumero, yerba de la epístola, entre otras.

Descripción: Es una planta originaria de México, perenne²⁶ de entre 30 cm a 1 m de altura, los tallos tienen pelos muy rígidos y blanquecinos. Las hojas son alargadas pero estrechas

²⁵ Las imágenes corresponden a fotografías tomadas durante el trabajo de campo. La imagen de la izquierda corresponde al ejemplar antes de coleccionar, la imagen de la derecha corresponde al ejemplar herborizado el cual se encuentra resguardado en el HCL.

²⁶ una planta perenne es la que vive más de dos años. Las hierbas vivaces que se encuentran en el entorno silvestre constituyen un ejemplo de planta perenne. El adjetivo se usa además para nombrar a la planta cuyo follaje se mantiene verde en todas las estaciones del año. Esto quiere decir que estos árboles o arbustos siempre tienen hojas vivas, a diferencia de los caducifolios, cuyas hojas mueren cada año y luego vuelven a brotar nuevas.

y también se ven blanquecinas por la presencia de pelos. Sus flores son amarillas teñidas de anaranjado y dispuestas en racimos. Los frutos son cápsulas con forma de huevo y las semillas son de color café (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009).

Lugar de origen y distribución: Es originaria de México, presente en climas semiseco y templado desde los 1875 a los 3000msnm. Asociada a terrenos de cultivo de riego y de temporal y a vegetación perturbada de matorral xerófilo, bosque de encino, de pino y mixto de pino-encino.

Hábitat: Presente en climas semiseco y templado desde los 1875 a los 3000 msnm. Asociada a terrenos de cultivo de riego y de temporal y a vegetación perturbada de matorral xerófilo, bosque de encino, de pino y mixto de pino-encino (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009).

Usos: Con respecto a la información etnobotánica tenemos que ésta planta se utiliza ampliamente en la medicina tradicional para curar tumores, tos, tosferina, disentería, nervios, torzón o vómito, sarampión, dolor de estómago, inflamación; además cuando hay gases, afecciones del hígado o problemas del riñón; de igual manera se recomienda cuando hay retraso o adelanto menstrual, se indica para el dolor de menstruación que se caracteriza por síntomas como el dolor abajo del vientre, de la cadera y algunas veces de las piernas; también se le ocupa en el tratamiento de la esterilidad femenina, para evitar

la caída del cabello, la muina²⁷, contra la mordedura de víbora y para dar baños a señoras que recientemente tuvieron algún parto (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009).

Farmacología: Existen pocos estudios químicos o farmacológicos que comprueben las acciones biológicas que se le atribuyen, entre ellos, en el Instituto Politécnico Nacional (IPN) se identificaron algunos metabolitos, entre estos el verbascósido e isoverbascósido como los principales feniletanoides glicosilados en plantas silvestres. Se identificaron dos iridoides glucosilados aucubina y bartsióside, así como el flavonoide apigenina. Así mismo se ha demostrado la actividad biológica de esos compuestos, como anti-inflamatoria, antioxidante y citotóxica, que pueden estar relacionadas con los usos tradicionales de esta planta (Gómez, 2011, López, 2013).

²⁷ En la región se utiliza éste término para referirse al enojo.

6.1.2 *Lupinus campestris* Cham. & Schlecht



Figura 9. *Lupinus campestris* Cham. & Schlecht

Nombre científico: *Lupinus campestris* Cham. & Schlecht

Nombres comunes y étnicos: Mazorquilla

Descripción: De 15 a 60 cm de alto; tallo con médula sólida, densa y finamente canescente (con pelos de color blanco a blanco-grisáceo), erecto, ramificado en la parte superior a manera de arbusto; hojas con pecíolos más largos de 4 a 8 cm de largo, esparcidamente canescentes, folíolos de las hojas más grandes 6 a 8, folíolos más grandes de 4.5 a 8 cm de largo, de 9 a 15 mm de ancho, elípticos a elíptico-oblancoolados, ápice generalmente agudo, en ocasiones obtuso, termina en una proyección corta, formada por la extensión del nervio medio, de color verde intenso en el haz y esparcidamente estrigosos (cubierto con pelos rectos de base redondeada), pálidos en el envés y fina a densamente

canescente; estípulas a menudo moradas, de 5 a 12 mm de largo; la inflorescencia se presenta en racimos densos, las yemas jóvenes formando un cono compacto, brácteas pequeñas, filiformes, apenas visibles, de 3 a 5.4 mm de largo, caducas; las flores son de cálices finamente canescentes por fuera, con pocos pelos marginales por dentro, labio superior de 3.4 a 4.8 mm de largo, entero o con hendidura de 0.1 mm de profundidad, anchamente triangular; estandartes orbiculares, sus ápices con una hendidura, de 10.5 a 12.5 mm de largo, de 9 a 12.5 mm de ancho, alas de 11.5 a 14 mm de largo, quillas con ángulo de 80 a 90°, en apariencia sin pelos, pero con pocos cilios o esparcidamente ciliadas a lo largo de márgenes superiores debajo del acumen (ápice o punta de la hoja u otro órgano similar); óvulos 7 a 9; el fruto es una legumbre de 4 a 5 cm de largo, de 8 a 9 mm de ancho.

Lugar de origen y distribución: Distrito Federal, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Veracruz.

Hábitat: *L. campestris* crece entre 2500-2800 msnm, en terrenos perturbados, a orilla de carretera, cerca de cultivos, terrenos abandonados y orillas de caminos.

Usos: Es una leguminosa silvestre cuyas semillas tienen alto contenido de proteína, alrededor del 40% por lo que esta característica le confiere gran importancia como fuente potencial de nutrientes para la alimentación humana y animal, sin embargo la presencia de alcaloides impide el aprovechamiento de sus proteínas mediante el consumo directo

de sus semillas así como la solubilidad de estas proteínas requieren ser modificadas para mejorar sus propiedades funcionales (Girón, 2005) Por lo tanto solo se utiliza como forraje y fertilizante.

Farmacología. Las especies de este género sintetizan como defensa contra herbívoros alcaloides quinolizidínicos (AQ), de los que se ha observado son sintetizados mayoritariamente epiafilina, afilina y afilidina en las hojas.

Extractos de hoja de esta especie fueron evaluados sobre el gusano cogolero de maíz, (*Spodoptera frugiperda*), determinándose un efecto insecticida. Las plantas no se encuentran disponibles todo el año y presentan variaciones en sus contenidos de AQ dependiendo de las condiciones ambientales, asimismo la cantidad de antocianina en los tallos y en las estípulas depende de la altitud, puesto que la fomentan las noches frías (Reyes, 2013).

Se ha encontrado que las leguminosas como es el caso de la *Lupinus Campestris*, contienen compuestos no apropiados para la ingesta, a los que tradicionalmente se han conocido como factores antinutricionales o antinutrientes.

Sin embargo McIntosh y Adelaida realizaron trabajos epidemiológicos donde sugieren que algunos de estos compuestos tienen efectos benéficos para los humanos, pues se ha encontrado que algunos fitatos, taninos e inhibidores de tripsina encontrados en *Lupinus*

campestris tienen efecto antioxidante y tal vez pueden prevenir el desarrollo del cáncer (Porras, 2002).

6.1.3 *Salvia gesneriflora* Lindl. & Paxton



Figura 10. *Salvia gesneriflora* Lindl. & Paxton

Nombre científico: *Salvia gesneriflora* Lindl. & Paxton

Nombres comunes y étnicos: Aparicua, Flor de colibrí.

Descripción: La planta es un arbusto de hasta 2.5 m de alto. Su tallo está cubierto de pelillos largos o cortos, generalmente glanduloso-pegajosos. Las hojas se presentan de forma opuesta, son ovadas, de hasta 11 cm de largo y hasta 8 cm de ancho, puntiagudas, con la base redondeada o acorazonada, generalmente con dientecillos no muy evidentes en el margen, cubiertas de pelillos, éstos más largos en la cara inferior donde también

suelen presentarse glándulas en forma de puntos. Florece a finales del invierno y principios de primavera. Las flores nacen en verticilos algo distantes unos de otros, ubicados hacia la parte terminal de los tallos. Las brácteas caedizas, ovadas, verdes o rojas, cubiertas de pelillos y con frecuencia glandulosas. Los pedicelos erectos de hasta 1 cm de largo, usualmente con pelillos y con glándulas; el cáliz es un tubo con la superficie glandulosa, que hacia el ápice se divide en 2 labios puntiagudos; la corola de color rojo, es un tubo algo abultado hacia su ápice y dividido en 2 labios, el superior en forma de capuchón, el labio inferior mucho más largo y dividido en lóbulos desiguales; cuenta con dos estambres; y el estilo presenta el ápice dividido en 2 ramas (Heike, 2012).

Lugar de origen y distribución: Se ha registrado en Jalisco, el Estado de México y Puebla, principalmente en el Valle de México hasta los 3100 msnm (Rzedowski y Rzedowski, 2005).

Hábitat: *Salvia gesneriflora* Lindl. & Paxton es una planta herbácea perenne nativa de las provincias montañosas de la Sierra Madre Oriental en México, en las orillas de bosques, frecuentemente en los alrededores de poblados y orillas de cultivos; así mismo en Bosque mesófilo y de coníferas.

Usos: *Salvia gesneriflora* Lindl. & Paxton presenta un olor aromático, a lo cual se le atribuye su uso ornamental.

Farmacología: Esta especie como tal no cuenta con estudios farmacológicos (Cornejo, 2011).

6.1.4 *Senecio barba-johannis* DC.



Figura 11. *Senecio barba-johannis* DC.

Nombre científico: *Senecio barba-johannis* DC.

Nombres comunes y étnicos: Barba de San Juan de Dios.

Descripción: Arbusto de 1.5 a 3 m de alto, varios tallos, con frecuencia 6 partiendo desde la base, estriados, medulosos y quebradizos; hojas con peciolo de 1.5 a 13 cm de largo, láminas ampliamente ovadas u oblongas, de 3 a 20 cm de largo, de 1.5 a 12 cm de ancho, agudas en el ápice, márgenes ocasionalmente algo sinuados, con el borde denticulado y

cordadas en la base, glabras²⁸ o tomentulosas principalmente en las nervaduras en el haz, densamente blanco-tomentosas en el envés, subcoriáceas; inflorescencia en forma de cimas corimbiformes; cabezuelas radiadas, bastante numerosas, de 7 a 11 mm de alto, sobre pedicelos de 2 a 7 mm de largo, bracteolados y tomentosos; involucreo angostamente campanulado, sus brácteas 12 ó 13, linear-lanceoladas, de 3 a 5 mm de largo, agudas o acuminadas en el ápice, densamente tomentosas, cálculo con 3 a 8 bractéolas inconspicuas, flores del disco 14 a 20, amarillas, de 5 a 8 mm de largo; aquenios maduros claviformes o subcilíndricos, de 1 a 2 mm de largo, estriados y glabros, de color café-amarillento o negruzco, cerdas del vilano blancas, las más largas de 7 mm de longitud (Rzedowski y Rzedowski, 2005).

Lugar de origen y distribución: En el Valle de México se encuentra en: el Chico, Real del Monte; Villa N. Romero, Xochimilco, Milpa Alta, Texcoco, Tlalmanalco y Amecameca. Se conoce de Michoacán a Hidalgo, Veracruz y Guatemala.

Hábitat: Altitud 2500-3400 msnm. En Bosque de Abies, Pinus y de Quercus, en el mesófilo de montaña y en algunos matorrales secundarios.

Uso: No se encontró información en la literatura.

Farmacología: No se encontró información en la literatura.

²⁸ adj. Calvo, lampiño.

6.1.5 *Salvia hispanica* L.



Figura 12. *Salvia hispanica* L.

Nombre científico: *Salvia hispanica* L.

Nombres comunes y étnicos: Salvia, Chía.

Descripción: Hierba de 1 m de altura. Sus hojas son alargadas o en forma ovada, de color verde oscuro en el anverso y verde pálido en el reverso. Las flores son pequeñas de color morado o azul con cáliz en forma de tubo o campana. La inflorescencia se encuentra en espigas gruesas que le salen en las puntas de las ramas. Los tallos son cuadrados.

Lugar de origen y distribución: Es originaria de América tropical y región mediterránea, en climas cálido, semicálido y templado entre los 1000 y los 2750 msnm.

Hábitat: Planta silvestre, presente en áreas con vegetación perturbada de bosques tropicales caducifolios y subcaducifolio, bosque espinoso, bosque mesófilo de montaña, bosques de encino, de pino y bosque de juníperos. También crece en los caminos, milpas y se da mucho en los montes.

Uso: En el siglo XVI, el Códice Florentino la menciona para "las correncias (diarreas), las mujeres que no pueden parir, los que escupen sangre y tienen tos". A inicios del siglo XVIII, Juan de Esteyneffer la usa como refrescante en las calenturas. A finales del mismo siglo, Vicente Cervantes señala que "es anodino, pectoral, demulcente y laxante" (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009). Para el siglo XX, Maximino Martínez reporta los usos contra la bilis y como catártico. Actualmente se utiliza en dolencias de los músculos. Las hojas de esta planta se calientan en las brasas y se ponen como cataplasmas en la parte donde duele o también se soba con las hojas calientitas en la parte dolorida (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009).

Farmacología: El único estudio químico detectado sobre *Salvia hispanica* indica la presencia del diterpeno royleanona en la raíz. No se dispone de información experimental que avale el uso tradicional de esta planta con fines terapéuticos (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009).

6.1.6 *Stevia monardifolia* HBK.



Figura 13. *Stevia monardifolia* HBK.

Nombre científico: *Stevia monardifolia* HBK.

Nombres comunes y étnicos: Chamiso

Descripción: Planta herbácea perenne, erecta, hasta de 1.5 m de alto, a menudo provista de rizomas delgados y alargados; tallo pubérulo a tomentoso y con frecuencia glanduloso, pubescente en las partes superiores, por lo general sin ramificarse en las porciones inferiores; hojas opuestas, sobre peciolo hasta de 4.5 cm de largo, lámina ovada a lanceolada, de 3 a 12 cm de largo, de 2 a 7 cm de ancho. Aguda a acuminada en el ápice, cuneada a cordada en la base, casi glabra o pubérula o escábrida en el haz, pubérula a subtomentosa en el envés, triplinervada; cabezuela agrupadas en corimbos terminales bracteados, compactos o laxos, subsésiles o cortamente pediceladas; brácteas

involucrales oblongas, de 5.5 a 8 mm de largo, pubérulas; aquinios de 3 a 4.5 mm de largo, glabros y lustrosos.

Lugar de origen y distribución: El chico a Tepeapulco; Teotihuacán; Iturbide a Tlalpan y Milpa Alta; Texcoco a Amecameca.

Hábitat: Bosques húmedos de encino y de coníferas.

Uso: La importancia biológica del género *Stevia*, es que los indígenas de Paraguay y de Brasil han utilizado los extractos dulces como edulcorante, en el tratamiento contra la obesidad, diabetes mellitus, enfermedades del corazón y de caries. Algunos metabolitos secundarios aislados de este género han mostrado actividad biológica interesante, por ejemplo se ha demostrado que el esteviósido y su aglicona actúan como antiinflamatorios y antitumorales; la ludartina exhibió protección en úlceras gástricas. Sin embargo para el género *Stevia monardifolia* solo se encontró un nuevo Longipineno (Rojas, 2009), pero no se tiene reportado en la literatura su uso.

Farmacología: No se encontró en la literatura.

6.1.7 *Senecio salignus* DC.



Figura 14. *Senecio salignus* DC.

Nombre científico: *Senecio salignus* DC.

Nombres comunes y étnicos: Asomiate amarillo. Izcatzoyatl “faja de algodón” o “faja de borrego”. Necheloli, azomiate, azumiate, camiso macho, chilca, flor de dolores, higuera, jara, jaral, jara mexicana, jarilla amarilla, jarilla blanca, jarilla verde, jaralillo, pajarilla. Estado de México: necheloli (náhuatl), ra-yhotitha (otomí), yescha (mazahua), atzoyatl, shoshocti catzoyatl; Michoacán: it oksini (purhépecha), thojteni, toksini; Morelos: izcatzóyatl (náhuatl), alzumihatl; Oaxaca: baldag shi ingol (zapoteco); Puebla: atzumiate (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009).

Descripción: Florece y fructifica de enero a junio. Es un arbusto de 1 a 3 m de altura, muy ramificado. Las hojas no tienen soporte y son más largas que anchas, de 3 a 12 cm de

largo, generalmente pubescentes en el haz y blanco-lanudas en el envés, las flores están en conjuntos con numerosas cabezuelas, de color amarillo. Los frutos tienen vellosidades (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009).

Lugar de origen y distribución: Nativa de México, registrada en Chiapas, Colima, Durango, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sonora, Tabasco y Veracruz. También en el sur de Arizona, el Salvador y Honduras.

Hábitat: Este arbusto acompaña muchas parcelas, se encuentra en lugares perturbados y a orillas de los caminos. Asociada a bosques tropicales caducifolio, subcaducifolio, subperennifolio y perennifolio, bosque espinoso, matorral xerófilo, pastizal y bosques mesófilo de montaña, de encino, de pino y mixto de encino-pino.

Uso: El uso medicinal que se da con mayor frecuencia a esta especie es para realizar limpias, según referencias del centro del país, en los estados de México, Morelos, Hidalgo, Puebla y Veracruz. De esta manera se emplea para el tratamiento de enfermedades culturales como el mal de ojo o "mal diojo" este mal se caracteriza por la presencia de vómito, diarrea²⁹, calentura, demasiado llanto e inquietud en la noche. Las ramas aplicadas en cataplasma se emplean, para "caldear el estómago" cuando hay dolor o cólico. También se recomienda contra el dolor de cintura, pies o reumas. Además es usada

²⁹ 1. f. Síntoma o fenómeno morboso que consiste en evacuaciones de vientre líquidas y frecuentes.

en desordenes digestivos tales como ardor estomacal, bilis, calor, dolor e inflamación del estómago, cólicos de recién nacido, "frío en el estómago" y para el hígado. Además se emplea tanto en enfermedades respiratorias como gripe, pulmonía y resfriados, como en baños postparto. El cocimiento de las hojas se utiliza como remedio contra las fiebres intermitentes y contra el reumatismo. En Chiapas se reporta el uso como insecticida en almacenes de maíz, y se reporta actividad de la raíz contra el gorgojo mexicano (*Zabrotes subfasciatus*). La especie es atractiva y aparentemente se utiliza como ornamental en el suroeste de E.U.A. En algunas regiones se utiliza para baños de temazcal; también es melífera -visitada por abejas y fuente de néctar- (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009).

Farmacología: Muchas especies de *Senecio* se utilizan como medicinales, pero contienen sustancias hepatotóxicas (dañinas para el hígado), llamadas alcaloides pirrolizidínicos que causan necrosis y cirrosis del hígado, en el ser humano y en animales domésticos. En las ramas se han identificado dos sesquiterpenos derivados del furano eremofilano: el alcaloide de pirrolizidina y el flavonoide quercetina y en la raíz, cuatro sesquiterpenos también derivados del furanoeremófilano. Estos estudios se han realizado en muestras de la planta obtenidas de México. En una investigación de rastreo de la actividad antibiótica se probó el efecto de la tintura obtenida de las ramas de *S. salignus* contra cuatro microorganismos, *Escherichia coli*, *Pseudomona aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, y *Candida albicans*. Los resultados indicaron que la tintura no ejerció ningún efecto

antibiótico contra estos microorganismos (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009).

6.1.8 *Zephyranthes verecunda* Herb.



Figura 15. *Zephyranthes verecunda* Herb³⁰

Nombre científico: *Zephyranthes verecunda* Herb

Nombres comunes y étnicos: Flor de mayo

Descripción: Hierba perenne, que florece de mayo a junio, con bulbos subglobosos, tunicados (es decir compuestos por varias capas como en la cebolla), las capas más externas que cubren el bulbo (los catáfilos) son membranáceas y de color pardo oscuro. Presentan 1 a 3 escapos (que son los tallos -sin hojas- que nacen directamente del bulbo y portan las flores) cilíndricos, a veces ligeramente comprimidos, erectos y huecos, de 3 a 15

³⁰ Los ejemplares colectados no contaban con los requerimientos para herborizarlos.

cm de largo, con la superficie estriada; en el ápice del escapo se encuentra una bráctea membranácea de 1.5 a 2 cm de largo, tubular en la base y con el ápice partido en dos, que envuelve al botón floral. Las hojas son basales, arrosetadas, lineares, de 5 a 26 cm de largo y de 1.5 a 2 mm de ancho. La inflorescencia se presenta de manera solitaria, la cual es erecta, es de color blanco-rosado, simetría radial, bisexuales, de 3 a 3.8 cm de largo, sésiles; conformada por 6 tépalos, unidos en la base formando el tubo del perianto de 0.8 a 1.2 cm de largo, espatulado-oblancoceolados, de 1.8 a 2 cm de largo, con ápices redondeados pero rematados por una punta aguda y pequeña (apiculados) que generalmente presentan escasos y pequeños tricomas; presentan 6 estambres, insertos en la garganta o en la mitad del tubo del perianto, erectos, dispuestos en 2 series de diferente longitud, filamentos filiformes, anteras lineares y unidas a los filamentos en un punto por el dorso (versátiles); ovario trilobular, con numerosos óvulos dispuestos en dos series en cada lóculo, estilo filiforme, más largo que los estambres, estigma trífido a trilobado. El fruto es una cápsula subglobosa trilobada, 10 mm de longitud, dehiscente; semillas semicirculares, aplanadas de color negro (Heike, 2012).

Lugar de origen y distribución: Se ha registrado en Chiapas, Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Puebla, San Luís Potosí y Veracruz.

Hábitat: bosque de encino, a una altitud de entre los 1900 a los 2500 msnm.

Uso: Se cultiva como ornamental.

Farmacología: No se encontró información en la literatura.

6.1.9 *Asclepias notha* W. D. Stevens



Figura 16. *Asclepias notha* W. D. Stevens

Nombre científico: *Asclepias notha* W. D. Stevens

Nombres comunes y étnicos: hierba de leche, ita kutu, chicle guizh guts (zapoteco).

Descripción: Planta herbácea, no ramificada, con pelos largos y entrecruzados, de hasta 80 cm de alto; con hojas opuestas, peciolos de 0.5 a 1.5 cm de largo, con pelos largos y entrecruzados, lámina angostamente ovada, a veces lanceoladas, anchamente elípticas a elípticas u oblanceoladas, de 10.1 a 22.4 cm de largo y 5.4 a 9 cm de ancho, ápice agudo a acuminado u ocasionalmente redondeado, base truncada a redondeada o a veces ligeramente cordada o lobulada; inflorescencia terminal o lateral, en los nudos pero no en

las axilas de las hojas, son cimas umbeliformes sobre pedúnculos de 2 a 6.3 cm de largo, con pelos entrecruzados; en la base de las inflorescencias se presenta un número variable de brácteas lineares, hasta de 7 mm de largo, con pelos entrecruzados; flores: de 10 a 70 por inflorescencia, bisexuales, con simetría radial, sobre pedicelos de 1.1 a 2.2 cm de largo, con pelos entrecruzados; 5 sépalos y 5 pétalos completamente curvados hacia atrás, 5 estambres. Los sépalos están unidos solo en la base, angostamente ovados a lanceolados, de 3.3 a 4.5 mm de largo, de 1.2 a 1.8 mm de ancho, con pelillos, en el envés; corola blanquecina o blanco-verdosa, papilosa en el interior, pétalos de 4.9 a 6 mm de largo, de 2.7 a 3.7 mm de ancho, unidos solo en la base formando un tubo de 0.4 a 0.7 mm de largo; ginostegio de 3.7 a 4.2 mm de largo, estipitado; los frutos son folículos erectos sobre pedicelos curvados, gruesos y atenuados en los extremos, algo asimétricos, de hasta 8 cm de largo y 2.7 cm de ancho, superficie irregular y cortamente tuberculada, cubierta de pelos cortos; semillas elípticas, de 4.5 a 5 mm de largo y 3.5 a 3.7 mm de ancho, superficie café-gris con reticulaciones prominentes color café, con un “penacho” de pelos blancos o de color café-amarillento muy pálido, de 2.5 a 4 cm de largo; raíz engrosada y su características especial es que presenta látex blanco (Heike, 2012).

Lugar de origen y distribución: es nativa de México y se ha registrado en Distrito Federal, Durango, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Veracruz.

Hábitat: Se encuentra hasta los 3100 msnm de altura. En áreas cultivadas y matorrales alrededor de bosques. Bosque de *Quercus* y matorral xerófilo.

Uso: Comestible y el látex se cuajan al fuego y después se masca como chicle (Fernández 2008).

Farmacología: No se encontró en la literatura.

6.1.10 *Cestrum roseum* HBK.



Figura 17. *Cestrum roseum* HBK.

Nombre científico: *Cestrum roseum* HBK.

Nombres comunes y étnicos: Hediondilla

Descripción: Arbusto hasta de 2 a 5 m de alto; ramas jóvenes de color gris verdoso, o bien, morado-pardo, pubérulo-tomentosas; hojas con peciolo de 0.6 a 2.2 cm de longitud, verde o morado, pubérulo-tomentoso, limbo ovado-lanceolado u oblongo-Lanceolado, de 7 a 13 cm de longitud y de 3.0 a 5.3 cm de ancho, ápice acuminado, base subredondeada, con 5 a 9 pares de nervaduras laterales, membranáceo, haz verde fuerte, envés verde pálido, densamente blanquecino-tomentoso o cortamente pubérulo; fascículos formados por 4 a 8 (10) flores, pedúnculo de 0.5 a 4.0 cm de longitud, densamente tomentoso, brácteas laceoladas, de 1 a 2 cm de longitud, pubescentes; cáliz de color verde con guinda o guinda, cilíndrico u obcónico, anguloso, de 0.9 a 1.4 cm de longitud y de 4 a 4.5 cm de grosor, con dientes triangulares o lanceolados, de 4 a 7 mm de longitud y de 1 a 1.5 mm de ancho, externamente piloso o tomentoso, internamente pubescente o piloso; corola de color rojo vino (guinda o morado oscuro), de 1.8 a 2.8 cm de longitud, infundibuliforme, cilíndrica en la parte que queda cubierta por el cáliz, contraída en la base del limbo, sus segmentos triangulares lanceolados, de 4.5 a 7.0 mm de longitud, glabra a pilosa o tomentosa; filamentos adheridos a la corola en sus primeros a 1.3 cm, en esta parte pubescentes, después geniculados y bidentados a edentados y de 7 a 8 mm de longitud libre, anteras glandulosas, de 1.0 a 1.5 mm de longitud; ovario globoso, sobre un disco glanduloso, conteniendo de 12 a 20 óvulos; estilo de 1.8 a 2.0 cm de longitud, un poco más largo que los estambres; estigma capitado, papiloso; baya morada o negra ovalada, de 0.6 a 2 cm de longitud y hasta de 0.7 cm de grosor; semillas maduras 4 a 6 , oblongas angulosas y de 3 a 4 mm de longitud (Rzedowski y Rzedowski, 2005). Florece de Diciembre a Julio y fructifica de junio a agosto.

Lugar de origen y distribución: Esta especie se distribuye en el Estado de México en los Municipios de Amecameca, Chalco, Nicolás Romero, Temascaltepec y Tlalmanalco; en Hidalgo en el Chico, Pachuca y Real de Monte; en Michoacán en Cd. Hidalgo y Zitácuaro.

Hábitat: *Cestrum roseum* habita en bosques de Abies, Pinus y Quercus, así como en el bosque mesófilo de montaña, en cañada y ladera de cerro, a orilla de arroyo y camino, y escasamente en terreno de cultivo abandonado.

Uso: No se encontró en la literatura.

Farmacología: El género *Cestrum* presenta especies de importancia farmacológica y psicotrópica que han originado su estudio químico. De acuerdo a la literatura revisada se han realizado análisis parciales de 11 especies que contienen saponinas (digitogeninas, digologeninas, gitogeninas, monohidroxisapogeninas, sapogeninas, tigogeninas y yucageninas; alcaloides (cotinina, nicotina, nornicotina y miosmina); ácidos diversos (úrsolico, céstrico, belérico y cinámico) y otros compuestos como fitosterol, cestrumid y vitamina D. La especie que más se ha estudiado es *C. diurnum*, sus hojas presentan algunos alcaloides como nicotina nornicotina, además de algunas saponinas, entre las cuales se han identificado las tigogeninas. Estos mismos investigadores aislaron también ácido úrsolico de la misma especie (Lagunes, 1991); sin embargo de *Cestrum roseum* no se cuenta con información farmacológica.

6.1.11 *Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schlecht.



Figura 18. *Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schlecht.

Nombre científico: *Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schlecht.

Nombres comunes y étnicos: Nombres comunes: Trompetilla, Contrahierba, contrahierba colorada, hierba del indio, hierba del pasmo (estas dos últimas en Sinaloa), mirto (Coahuila y Durango), trompetilla. Nombres étnicos: Tlaxochitl “vara de flor”. Cántaris, cerillito, chilillo, cigarrillo, cometa, erisipela, escobilla, flor de valleta, hierba del burro, hierba del indio, lengua de víbora, sombra de la virgen, trompetilla; Estado de México: dantu (mazahua). Denitu (otomí); Guerrero: yita ticuay (mixteco); Hidalgo: tonatisuchitl; Morelos: tlaxochitl (náhuatl); Tlaxcala: uiuijtsikitl (náhuatl).

Descripción: Arbusto, subarbusto o planta herbácea, de entre 0.3 a 1.5 (3) m de altura. El tallo en la juventud presenta ramas con pelos blancos cortos; las hojas comúnmente verticiladas de 3 a 4 por nodo, estípulas pequeñas, pecíolos de 0.5 a 11 mm de largo, láminas extremadamente variables (lineares, lanceoladas, elípticas, ovadas u obovadas), con mayor frecuencia elíptico-lanceoladas, de 1 a 10 cm de largo y 0.2 a 2.5 cm de ancho, ápice agudo, base cuneiforme, nervación pinnada, con o sin pelos. La inflorescencia generalmente esta en forma de cima terminal de 3 a 40 flores, pedicelos de 2 a 14 mm de largo. Las flores son de corola tubular, de color salmón, rojo o naranja, excepcionalmente blanco, externamente pubescente con pelos papilosos blancos, pero de ápices rojos, rara vez escasamente pubescente, el tubo de 5 a 30 mm de largo, con un anillo velloso interno hacia la base, lóbulos ovados a oblongos, de 1.5 a 3.5 mm de largo; anteras de 2 a 4 mm de largo; lóbulos del cáliz lanceolados a lineares, de 2 a 10 mm de largo. El fruto es una cápsula de 4.5 a 9 mm de largo y 5 a 10 mm de ancho (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009).

Lugar de origen y distribución: Originaria de Mesoamérica. Se ha registrado en Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luís Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz.

Hábitat: Este arbustito es común en los paisajes culturales de las zonas templadas y semiáridas de México se conoce hasta los 3000 msnm; es muy visible en invierno sin

embargo también florece en la temporada seca, preferentemente en lugares perturbados, a orillas de caminos y carreteras.

Uso: En el siglo XVI, Bernardino de Sahagún refiere que se usa como antipirético. Posteriormente, Francisco Hernández comenta: "dado que la naturaleza de esta planta es caliente, seca y astringente, se administra en los que sufren cansancio, ya que los fortalece y reanima. De igual modo el polvo de las raíces cura eficazmente las llagas antiguas". Más información aparece hasta el siglo XX en Maximino Martínez, que indica que es antidisentérico, antiespasmódico, antirrábico, antitusígeno,³¹ para calor de corazón, estimulante y en hematemesis.³²

En la zona centro del país, su principal aplicación medicinal es para tratar mordeduras de víbora. En Morelos, toman el agua en que han hervido tallos y hojas al igual que en Puebla, en donde además de tomarla, lavan la mordedura con este mismo líquido o se hace un machacado de la planta junto con orina de mujer embarazada y se aplica como cataplasma. En casos de picadura de abeja, alacranes, arañas, ciempiés y hormigas, se hierve el tallo y las hojas en agua para bañarse. Las hojas maceradas o las ramas jóvenes molidas se aplican directamente, o se guardan en alcohol para usarlo en frotaciones, o bien, se toma una infusión de la planta como agua de tiempo. Las hojas y los tallos, se muelen para ponerlos sobre los moretones. Las hojas y la flor se untan para aliviar el dolor

³¹ Es la expectoración o expulsión de sangre o moco sanguinolento de los pulmones y la garganta (vías respiratorias)

³² Es el hecho de forzar los contenidos del estómago a subir a través del esófago (el conducto de la deglución) y salir por la boca y en lo cual el vómito contiene sangre.

o apagar la erisipela³³. En casos de tos se hace un cocimiento con las ramas de trompetilla, o de ésta, junto con cáscara de chirimoya, flor de bugambilia y flor de hielo (*Gentiana spathacea*) que se toma en ayunas. También se indica para aliviar la disentería, dolor de estómago, tos ferina, granos o absceso vaginal, fatiga y debilidad del corazón, nervios, cólico, dolor de cabeza e inflamación. Se le atribuyen propiedades analgésicas y sedantes (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009).

Farmacología: Se ha comprobado la actividad antitumoral y citotóxica de esta planta con un extracto metanólico donde solo se utilizó la parte aérea de la planta. Esta actividad se evaluó en ratón, por vía intraperitoneal y dio resultados positivos en animales con leucemia tipo P388 y melanomatino B16. La actividad citotóxica se evaluó in vitro en un cultivo de células tumorales de carcinoma tipo 9KB a una concentración de 20 mg/mL. De las ramas de esta planta se han aislado los componentes peptídicos bouvardín y los derivados deoxi y metilados. (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009). Su uso muy antiguo que coincide con el actual en su aplicación como estimulante es muy utilizado, desafortunadamente no existen estudios experimentales que corroboren su efectividad (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009).

³³ Enfermedad infecciosa que se manifiesta por erupciones dolorosas en la piel y temperaturas muy elevadas. Enfermedad infecciosa bacteriana aguda, del tipo de la celulitis, ocasionada por el estreptococo beta hemolítico del grupo A. Actualmente se está utilizando el término dermohipodermatitis bacteriana para definirla.

6.1.12 *Phaseolus coccineus* L.



Figura 19. *Phaseolus coccineus* L.

Nombre científico: *Phaseolus coccineus* L.

Nombres comunes y étnicos: Ayacote, ayacotli, ayecote (San Luis Potosí), bótil (Chiapas), yeguas (Jalisco), ayocote, fríjol ayocote, fríjol bótil, patoles. Judía pinta (España). Bénju ponju (lengua otomí, Hidalgo), limé-guibané (lengua chontal, Oaxaca), recómari (lengua tarahumara, Chihuahua).

Descripción: Planta herbácea perenne y enredadera, llega a medir varios metros de largo; el tallo es delgado, piloso o casi sin pelos; estípulas lanceolado-oblongas, pequeñas, ciliadas. Las hojas se encuentran con pecíolos de 5 a 10 cm de largo, algo pilosos, folíolos

ovado-deltaideos o elíptico ovados, a veces casi orbiculares, de 6 a 10 cm de largo por 5 a 6 cm de ancho, ápice agudo o largamente acuminado, borde entero, base anchamente cuneada o redondeada, delgados, haz piloso y áspero, envés densamente piloso o a veces sin pelos. Las flores miden de 1 a 2 cm de largo, brácteas lineares o lanceolado-ovadas, grandes y conspicuas, de 10 a 12 mm de largo por 3 a 4 mm de ancho, persistentes, pedicelos de 2 a 3 cm de largo, delgados, sin pelos o densamente pilosos, bractéolas ovales o suborbiculares, con frecuencia tan largas y anchas como el cáliz, verdes, obtusas, sin pelos o muy pubescentes; cáliz anchamente campanulado, de 4 mm de largo, sin pelos o con pelos rectos de base redondeada, dientes inferiores muy cortos y anchos; corola de color rojo brillante, escarlata o naranja, a veces morado-rojizo o blanca, de 1.5 a 2.0 cm de largo. El fruto es una legumbre anchamente falcada (en forma de hoz), fuertemente comprimida, ápice agudo y rostrado, base atenuada, cubierta por pelos largos y rectos o sin pelos (Heike, 2012).

Lugar de origen y distribución: Mesoamérica. En México, se ha registrado en Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luís Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas.

Hábitat: Es muy común en las orillas de parcelas o de bosques, trepando sobre los arbustos presentes, en las zonas de bosque de pino-encino y bosque mesófilo.

Uso: Los frutos son comestibles, sobre todo jóvenes como ejotes. La forma domesticada es una leguminosa de importancia mundial con un rendimiento alto y buena resistencia; también se utiliza como ornamental. Existen formas con una raíz comestible (Heike, 2012).

Farmacología: No se encontró información en la literatura.

6.2. Análisis fitoquímico de las especies colectadas

Las propiedades farmacológicas de las plantas están relacionadas con la presencia de los metabolitos secundarios, es por ello que en la caracterización de las especies es necesario conocer cuáles son los principales grupos químicos presentes, siendo los más importantes; saponinas, cumarinas, antraquinonas, alcaloides, taninos, compuestos fenólicos y flavonoides totales.

Es importante señalar que las antraquinonas, taninos y fenoles totales son los compuestos químicos que se relacionan de manera directa con las propiedades antioxidantes de las plantas. En la Tabla 6 podemos ver los resultados de la caracterización fitoquímica y en el Anexo 3 se presentan imágenes de los resultados del trabajo realizado en el laboratorio para determinar cada uno de los grupos químicos presentes en las plantas analizadas.

Tabla 6. Resultados del Análisis fitoquímico de las plantas colectas en Amecameca

Especie	Saponinas	Cumarinas	Antraquinonas	Alcaloides	Taninos
<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	+++	+++	+	-	-
<i>Lupinus campestris</i> Cham.& Schlecht	++	+++	+++	+++	-
<i>Salvia gesneriflora</i> Lindl. & Paxton	+++	+++	+	+	-
<i>Senecio barba-johannis</i> DC.	+++	+++	++	-	-
<i>Salvia hispánica</i> L.	++	++	+++	+	-
<i>Stevia monardifolia</i> HBK.	-	+++	++	+	+
<i>Senecio salignus</i> DC.	+++	+++	+++	++	-
<i>Zephyranthes verecunda</i> Herb	++	++	+	-	-
<i>Asclepias notha</i> W. D. Stevens	+++	++	+	-	-
<i>Cestrum roseum</i> HBK.	++	+	+	-	+
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.	+++	+++	++	-	+
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	+++	++	++	-	-

- Negativo, + Escaso, ++ Moderado, +++ Abundante.

En la tabla 6 se aprecia que siete especies presentaron **saponinas**³⁴ de manera abundante (*Castilleja tenuiflora* Benth., *Salvia gesneriflora* Lindl. & Paxton, *Senecio barba-johannis* DC., *Senecio salignus* DC., *Asclepias notha* W. D. Stevens, *Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schlecht., *Phaseolus coccineus* L.); otras cuatro presentaron una cantidad moderada (*Lupinus campestris* Cham.& Schlecht, *Salvia hispánica* L., *Zephyranthes verecunda* Herb, *Cestrum roseum* HBK.) y solo *Stevia monardifolia* HBK. presentó resultado negativo. estos resultados son muy atractivos, debido a que la información encontrada en la

³⁴ Las saponinas son glucósidos esteroidales o triterpenoides ampliamente distribuidos en el reino vegetal y su concentración depende de la madurez de la planta. Las saponinas triterpénicas abundan en dicotiledoneas y son raras en familias de plantas monocotiledoneas. Algunas presentan actividad biológica, cardíaca y hemolítica, se usan como veneno de peces, reducen el colesterol, otras tienen actividades espermatocidas, antiinflamatorias, etc. Y las saponinas esteroidales contienen propiedades biológicas similares a las triterpénicas, pero son menos abundantes en la naturaleza. (De Vivar, 2006).

literatura indica que, las saponinas además de conferir sabor amargo a la planta, forman espuma persistente en soluciones acuosas y debido a esta última característica, las plantas que las contienen se les puede usar como jabón, como es el caso de las Amarilidáceas, que se usaban como jabón desde épocas prehispánicas y aún actualmente. Se ha demostrado que las saponinas son compuestos importantes en la defensa contra sus depredadores y además algunos de estos compuestos son reguladores del crecimiento.

En el caso de las **cumarinas**³⁵ solo *Cestrum roseum* HBK. presentó una escasa cantidad.; mientras que *Salvia hispánica* L., *Zephyranthes verecunda* Herb, *Asclepias notha* W. D. Stevens y *Phaseolus coccineous* L. mostraron una cantidad moderada; y siete casos (*Castilleja tenuiflora* Benth., *Lupinus campestris* Cham. & Schlecht, *Salvia gesneriflora* Lindl. & Paxton, *Senecio barba-johannis* DC., *Stevia monardifolia* HBK., *Senecio salignus* DC., *Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schlecht.) presentaron abundantes cantidades; lo cual indica que en estas últimas, se tiene una alta probabilidad de que sean una óptima fuente de antioxidantes que ayuden a preservar la salud.

³⁵ Las cumarinas volátiles, las cuales están ampliamente distribuidas en el reino vegetal, son utilizadas como aromatizante en confitería. Se encuentran en su mayoría en las plantas de la familia Umbellíferas, utilizadas en la medicina tradicional entre otras cosas como tónicos estomacales y para curar la mordedura de animales venenosos (probablemente debido a su contenido de alcaloides) (Marcano, 2002). Entre las propiedades biológicas y farmacológicas que destacan en las cumarinas, se puede mencionar su actividad como anticoagulantes y antimicrobianos (novobiocina y clorobiocina, antiparasitarios efectivos contra la enfermedad de Chagas, como inhibidores selectivos de la enzima monoamino oxidasa. Algunos derivados cumarinicos también presentan actividad antihipertensiva, otros más se utilizan en el tratamiento del cáncer o como inhibidores de la replicación del Virus de la Inmunodeficiencia Humana (VIH). Kontogiorgis y Handjipavlou reportaron derivados cumarinicos con propiedades antiinflamatorias y antioxidantes; y sintetizaron derivados cumarinicos con actividad hepatoprotectora (Santos, 2009).

Con respecto a las **Antraquinonas**³⁶ todas las plantas analizadas arrojaron resultados positivos. *Lupinus campestris* Cham.& Schlecht, *Salvia hispánica* L. y *Senecio salignus* DC. tuvieron abundante cantidad; *Senecio barba-johannis* DC., *Stevia monardifolia* HBK., *Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schlecht. y *Phaseolus coccineus* L., presentaron moderada cantidad; *Castilleja tenuiflora* Benth., *Salvia gesneriflora* Lindl. & Paxton, *Zephyranthes verecunda* Herb, *Asclepias notha* W. D. Stevens, *Cestrum roseum* HBK. mostraron escasa cantidad; por lo tanto estas podrían ser una fuente importante de antioxidantes involucrados en la prevención y disminución de enfermedades crónico degenerativas; además de coadyuvar en la prevención y tratamiento de diversos padecimientos por sus efectos analgésicos, antibiótico, antimicrobiana, laxante, entre otros.

Con respecto a los **Alcaloides**³⁷ como se muestra en la Tabla 5, solo una especie presentó altas cantidades de alcaloides (*Lupinus campestris* Cham. & Schlecht), el resultado corresponde a lo reportado en la literatura en cuanto a la presencia de alcaloides, aunque en este estudio solo se midieron de manera total y en la literatura se reporta alcaloides

³⁶ Se sabe que las antraquinonas funcionan como analgésicos y que poseen potentes propiedades antibióticas, tanto para virus como para bacterias. También las drogas vegetales que contienen antraquinonas poseen según la dosis acciones variables como colagogos, laxantes o purgantes; además de la acción purgante algunas presentan actividad antioxidante y antimicrobiana. Asimismo se ha reportado la síntesis de antraquinonas como agentes anticancerígenos potenciales; otra acción biológica es la acción antimicótica. Algunas antraquinonas naturales han mostrado actividad in vitro contra células hepáticas dañadas (Martínez, 2012)

³⁷ Los alcaloides comprenden una familia de más de 15,000 metabolitos secundarios que contienen nitrógeno; se encuentran aproximadamente en un 20 % en las especies de plantas vasculares, son más conocidos por sus impresionantes efectos farmacológicos sobre animales vertebrados. Como su propio nombre sugiere, muchos alcaloides son alcalinos. Actualmente se cree que la mayoría de los alcaloides actúan como defensas frente a predadores, especialmente mamíferos, debido a su toxicidad y capacidad de disuasión. Un gran número de muertes entre el ganado son debidas a la ingestión de plantas que contienen alcaloides y en los humanos casi todos los alcaloides son tóxicos cuando son ingeridos en cantidades suficientes; sin embargo los alcaloides contienen numerosos agentes antibióticos y medicinales sintéticos muy valiosos que se han agregado a la lista de armas contra la enfermedad, los alcaloides aun constituyen un grupo de sustancias indispensables y muy potentes para tratar y mitigar trastornos funcionales y aliviar el sufrimiento. (Lincoln, 2006).

quimolizidínicos de los que se ha observado son sintetizados mayoritariamente epiafilina, afilina y afilidina en las hojas (Reyes, 2013). De igual manera solo hubo un caso con moderada cantidad de alcaloides (*Senecio salignus* DC) del cual ya se tiene registrado en la literatura que es una planta hepatotóxica por la presencia de alcaloides pirolizidínicos (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009), lo que se aporta con este trabajo es que aunque no se identificaron concretamente que tipos de alcaloides, se corroboró que existen alcaloides en la parte aérea de la planta; tres casos presentaron escasa cantidad (*Salvia gesneriflora* Lindl. & Paxton, *Salvia hispánica* L. y *Stevia monardifolia* HBK.); y en siete casos el resultado fue negativo (*Castilleja tenuiflora* Benth., *Senecio barba-johannis* DC., *Zephyranthes verecunda* Herb, *Asclepias notha* W. D. Stevens, *Cestrum roseum* HBK., *Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schlecht., *Phaseolus coccineus* L.).

En general estos resultados son de suma importancia, porque la presencia de alcaloides indica toxicidad, lo cual no aplica para la mayoría de las especies aquí analizadas por la moderada, escasa ó nula presencia de alcaloides en éstas, lo que nos sirve de entrada como indicador de que estas especies podrían ser altamente recomendadas para la fitofarmacia.

Otro grupo funcional analizado fueron los **taninos**³⁸ de lo que se encontró que en nueve casos el resultado fue negativo (*Castilleja tenuiflora* Benth., *Lupinus campestris* Cham.&

³⁸ Taninos, es un término que engloba a un grupo heterogéneo de polifenoles que aparecen en plantas que contienen grupos hidroxilos que permiten una unión estable con proteínas. De acuerdo con su estructura, los taninos fueron clasificados en dos grupos:

Schlecht, *Salvia gesneriflora* Lindl. & Paxton, *Senecio barba-johannis* DC., *Salvia hispánica* L., *Senecio salignus* DC., *Zephyranthes verecunda* Herb, *Asclepias notha* W. D. Stevens, *Phaseolus coccineus* L.), en el caso de *Lupinus campestris* Cham. & Schlecht ya está demostrado por McIntosh y Adelaida la presencia de algunos fitatos y taninos e inhibidores de tripsina encontrados en *Lupinus campestris* que son benéficos para la salud; tres especies presentaron escasa cantidad (*Stevia monardifolia* HBK., *Cestrum roseum* HBK., *Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schlecht.); lo cual indica que estas últimas tres especies, son las posibles con propiedades antioxidantes, las cuales pudieran ser utilizadas para prevenir y mejoran enfermedades cardiovasculares y/o actividad anticancerígena.

6.3. Potencial antioxidante de las especies colectadas

Existen numerosas listas de pruebas reportadas en la literatura para realizar la evaluación de la actividad antioxidante *in vitro* (Tabla 7) y, dependiendo de la reacción involucrada, se clasifican en dos tipos: pruebas basadas en reacciones de transferencia de un átomo de hidrogeno (HAT) y pruebas basadas en la transferencia de electrones (ET).

taninos hidrolizables y taninos condensados. Los Taninos ejercen un efecto benéficos sobre la salud: tienen actividad antioxidante (captadores de radicales libres). Previenen y mejoran enfermedades cardiovasculares, y por último, también parecen ejercer actividad anticancerígena; pero a su vez los taninos ejercen efecto antinutricional puesto que parecen estar relacionados con su capacidad para formar complejos con las proteínas, disminuyendo la digestibilidad de las mismas y aumentando los niveles de nitrógeno fecal, observándose experimentalmente una disminución en el crecimiento de los animales de laboratorio. Asimismo tienen capacidad de formar complejos con iones divalentes y trivalentes, disminuyendo la disponibilidad de calcio, hierro y cobre (Cameán, 2012).

Tabla 7. Pruebas para realizar la evaluación de la actividad antioxidante in vitro.

HAT		- ORAC (capacidad de absorber el radical de oxígeno)
$\text{ROO}^{\cdot+} \text{AH}$	$\text{ROOH} + \text{A}^{\cdot}$	-TRAP (por sus siglas en inglés Total Radical-Trapping)
$\text{ROO}^{\cdot+} \text{LH}$	$\text{ROOH} + \text{L}^{\cdot}$	-IOU (recaptura de oxígeno inhibida)
		-Inhibición de oxidación de ácido linoleico
		-Inhibición de la oxidación de LDL
ET		-TEAC (capacidad antioxidante equivalente a trolox)
$\text{M}(\text{n}) + \text{e}^{-}$ (de AH)		-FRAP (parámetro antioxidante reductor del ión férrico)
$\text{AH}^{\cdot+} + \text{m}(\text{N}-1)$		-DPPH (radical 2,2-difenil-1-picrilhidracil)
		-Capacidad de reducción del cobre (II).
Otras pruebas		-TOSC (capacidad total atracadora antioxidante)
		-Quimioluminiscencia.
		-Electroluminiscencia.

Para este estudio se utilizó la medición de la capacidad antioxidante mediante el método DPPH; se realizaron otras pruebas como fue, la medición de compuestos fenólicos totales, flavonoides totales, así mismo se realizó la evaluación de patrones químicos mediante el espectro UV y se determinó la presencia y concentración de ácido cafeico y la presencia de ácido clorogénico mediante la cromatografía de alta resolución, obteniendo los resultados presentados en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultados de fenoles y DPPH de las especies analizadas

Especie	Capacidad antioxidante total (mM/EAA)	Compuestos fenólicos totales mg/EAG	Flavonoides totales mg/EAQ	Ácido cafeico ppm/g	Ácido clorogénico ppm/g
<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	3.0 ± 0.3	513 ± 38	219 ± 15	0.1	34.5
<i>Lupinus campestris</i> Cham.&Schlecht	0.2 ± 0	463 ± 14	604 ± 47	0.0	25.4
<i>Salvia gesneriflora</i> Lindl. & Paxton	NV	241 ± 3	297 ± 3	NV	30.7
<i>Senecio barba-johannis</i> DC.	5.0 ± 0.8	542 ± 12	403 ± 101	0.0	33.6
<i>Salvia hispánica</i> L.	2.0 ± 0.1	640 ± 25	268 ± 6	2.0	101.9
<i>Stevia monardifolia</i> HBK.	109 ± 11.0	967 ± 36	136 ± 10	6.1	553.6
<i>Senecio salignus</i> DC.	4.0 ± 0.2	666 ± 43	432 ± 29	2.1	525.1
<i>Zephyranthes verecunda</i> Herb	5.0 ± 0.2	529 ± 12	NV	4.3	122.8
<i>Asclepias notha</i> W. D. Stevens	10 ± 0.2	131 ± 1	273 ± 27	NV	NV
<i>Cestrum roseum</i> HBK.	1.0 ± 0.2	419 ± 2	510 ± 13	1.6	614.9
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.	0.2 ± 0	147 ± 4	755 ± 64	NV	NV
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	0.3 ± 0	606 ± 7	386 ± 40	NV	<1.0

N.V. = No se valoró.

En los resultados del **DPPH**³⁹ de las 12 muestras estudiadas, tomando de base la curva patrón de ácido ascórbico donde se obtuvo una R^2 de 0.9933 lo cual nos garantiza que es patrón confiable para la medición de las muestras analizadas, encontramos que el promedio de los tres ensayos realizados fue que en el caso de *Salvia gesneriflora* Lindl. & Paxton no se pudo valorar la capacidad antioxidante mediante el DPPH; en tres casos (*Lupinus campestris* Cham. & Schlecht, *Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schlecht. y *Phaseolus coccineus* L.) se presentó una capacidad antioxidante menor a 1 mM/EAA; seis plantas (*Castilleja tenuiflora* Benth., *Salvia hispánica* L., *Senecio salignus* DC., *Zephyranthes verecunda* Herb, *Cestrum roseum* HBK. y *Senecio barba-johannis* DC.) se encuentran en el rango de 1 y 5 mM/EAA; *Asclepias notha* W.D. Stevens presentó 10 mM/EAA y *Stevia monardifolia* HBK. contiene 109 mM/EAA g p f (gramos de peso fijo); de manera general lo que indican estos datos, es que todas las especies analizadas contienen un alto poder antioxidante con relación al ácido ascórbico, lo cual se muestra en la figura 20.

³⁹ El radical DPPH es estable y con él se mide la capacidad de secuestro de cualquier compuesto con actividad antioxidante. La reacción química consiste en que el radical libre DPPH sustrae un átomo de hidrogeno proveniente de un donador (compuesto químico puro o extracto), ya que este radical tiene un electrón desapareado y es de color azul-violeta, decolorándose hacia amarillo pálido por la reacción de la presencia de una sustancia antioxidante al disminuir la concentración del radical libre (Muñoz, 2007).

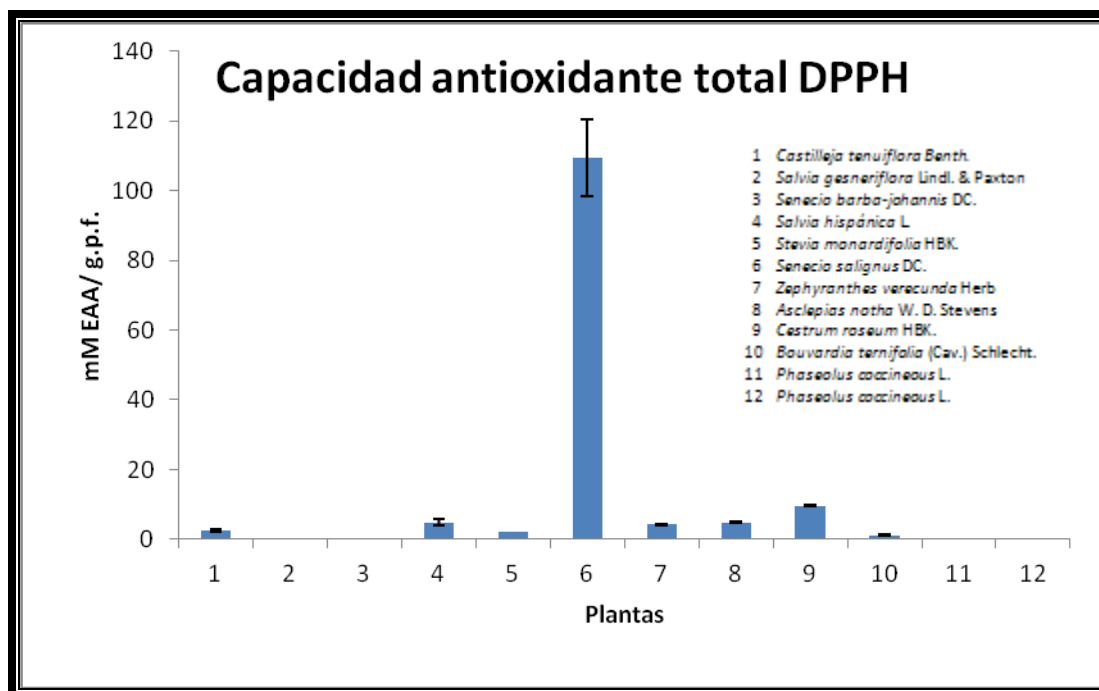


Figura 20. Gráfica de resultados DPPH.

Co respecto al **contenido fenólico**⁴⁰, se encontró que las doce plantas estudiadas presentan compuestos fenolicos en altas concentraciones, tomando de equivalente al

⁴⁰ Para el contenido fenólico existen un gran número de técnicas analíticas para la identificación y cuantificación. Las primeras técnicas desarrolladas fueron técnicas espectrofotométricas, otras técnicas más precisas son las cromatograficas que permiten la identificación individualizada de cada uno de los compuestos fenólicos.

Las técnicas espectrofotométricas permiten cuantificar todos los compuestos extraíbles, una sustancia fenolica o una clase determinada de compuestos fenólicos como los ácidos fenólicos. Entre estas técnicas destaca el ensayo Folin- Cicalteu para la cuantificación de polifenoles totales en alimentos vegetales y en bebidas, tomando como referencia el equivalente de acido gálico puesto que son datos ya son un estandarizados. (Singleton ,1965).

Los compuestos fenólicos constituyen una de las familias numerosas y ampliamente distribuidas en el reino vegetal, con más de 8,000 estructuras actualmente reconocidas. Altamirano clasifica a los compuestos fenolicos en Fenoles simples, Ácidos fenólicos, Acido fenilacéticos, Fenilpropanoides, Cumarinas, Isocumarinas, Naftoquinonas, Xantonas, Antraquinonas, Flavonoides, Lignanos, Bioflavonoides, Ligninas, Melanoidinas y Taninos (Altamirano, 2007). Por lo cual durante años, estos compuestos han sido de interés debido a que son esenciales para la fisiología y la morfología de las plantas. Están involucrados en el crecimiento y la reproducción, y confieren resistencia a las plantas frente a agentes patógenos y depredadores. Además se han usado en aplicaciones industriales, como la producción de pinturas, papel, cosméticos, etc. (Gil, 2010) Asimismo son utilizados en la Medicina porque casi todos los compuestos fenolicos poseen alguna actividad biológica o farmacológica (Altamirano, 1997). La función biológica de los compuestos fenolicos en las plantas, en la mayoría de los casos está claramente establecida. La Lignina que forma parte de las paredes celulares; las antocianinas que son pigmentos de las flores; los flavonoides actúan como copigmentos; las Quinonas isoprenoides forman parte de los procesos fotosintéticos. En la bioquímica, son precursores de compuestos más complejos o intervienen en procesos de crecimiento y desarrollo de los vegetales. Hay muchos reportes de su efecto in vitro sobre ciertas hormonas o sistemas enzimáticos relacionados para la síntesis o acción de las hormonas. Ecológicamente, sirven de defensa del vegetal. Quiere decir, Fenol= antiséptico, pues posee funciones antisépticas y de protección al ataque de microorganismos fitopatogenicos (Altamirano, 1997). Asimismo los compuestos fenólicos intervienen como antioxidantes naturales de los alimentos, por lo que la obtención y preparación de alimentos con un alto contenido de estos compuestos supone una reducción en la utilización de aditivos antioxidantes (Altamirano, 1997). Desde el punto de vista

Acido Gálico con una grafica donde la R^2 fue de 0.9991, donde los resultados oscilan entre 131 y 967 mg/EAG. como se observa en la Figura 21.

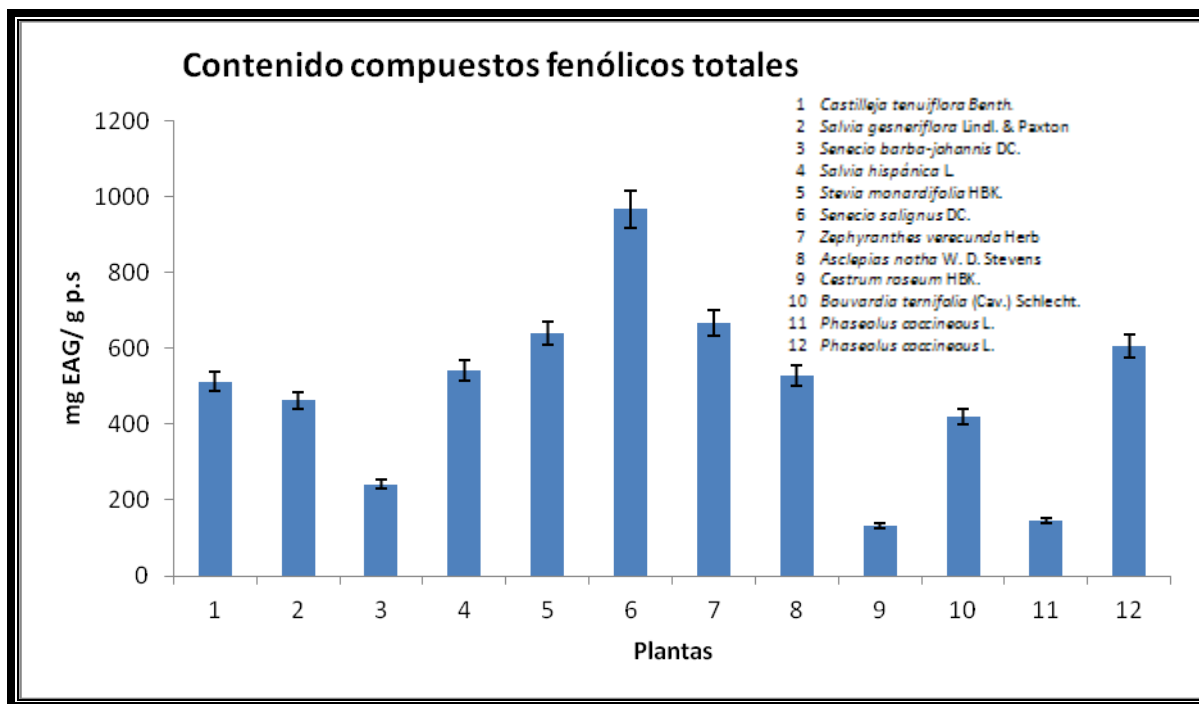


Figura 21. Gráfica de resultados de contenido fenólico

En los resultados de **flavonoides**⁴¹, como se muestra en la tabla 7, tenemos que de *Zephyranthes verecunda* Herb no se pudo valorar por falta de extracto, sin embargo en los once casos restantes el contenido de flavonoides también es alto con respecto a la curva

nutricional, esta actividad antioxidante se asocia con su papel protector en las enfermedades cardiovasculares y en el cáncer, así como en procesos de envejecimiento por lo que está siendo intensamente estudiado mediante ensayos in vivo e in vitro (Altamirano, 1997).

⁴¹ El término flavonoides engloba a numerosos componentes repartidos en varias familias, siendo las más importantes las flavonas y las isoflavonas. Se trata de pigmentos naturales que le dan color a las plantas. Los encontramos en plantas muy coloridas como las verduras de color verde oscuro o las frutas rojas. Los flavonoides les proporcionan color a las plantas, pero no se trata de algo únicamente estético, sino que por su gusto desagradable, pueden repeler a determinados insectos y proteger a la planta. Las propiedades y efectos de los flavonoides en el ser humano son cada vez más conocidos. Se les reconocen muchas de las funciones de los antioxidantes, pero también propiedades antivirales, antiinflamatorias y anticancerígenas. Ciertos estudios también han puesto de manifiesto que el consumo de alimentos ricos en flavonoides disminuyen el riesgo de cáncer, sobre todo de mamá y de próstata. Encontramos flavonas en la cebolla, en las manzanas, el té, las tisanas, el vino tinto, las bayas (como las grosellas), las judías verdes, el cacao y el chocolate. Los flavonoides no se consideran esenciales, por lo tanto no hay una dosis diaria recomendada, solo se recomienda consumir cada día fruta y verdura, beber té y tisanas, para garantizar que se tienen la cantidad necesaria. (Cause, 2010)

patrón realizada con quercetina donde la R^2 fue de 0.9966 y los valores oscilan entre 136 y 755 mg/EAQ.

En este estudio no se identificaron específicamente los flavonoides, pero en la bibliografía, en el caso de *Lupinus campestris* Cham. & Schlecht se tiene reportada la presencia de antocianina⁴² (Reyes, 2013) y en *Senecio salignus* DC. Se tiene identificado el flavonoide quercetina encontrado de la raíz (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009). Asimismo ya existe un trabajo del IPN de *Castilleja tenuiflora* Benth donde se identificó el verbascósido e isoverbascósido⁴³ en plantas silvestres de *Castilleja tenuiflora*; también se identificó el flavonoide apigenina de los cuales se ha demostrado la actividad biológica como antiinflamatoria, antioxidante, antiulcerogéico y citotóxica (Gómez, 2011, López, 2013). De *Senecio salignus* DC., se tiene información bibliográfica donde se menciona como antiinflamatoria lo cual se atribuye a la alta presencia de flavonoides lo cual se corroboró en este estudio como se muestra en la Figura 22.

⁴² Las antocianinas pertenecen al grupo de los flavonoides. Son pigmentos de color azulado, rojo oscuro o morado que contiene las plantas, se clasifica dentro de los flavonoides. Su función en las plantas es atraer a los depredadores, para que consuma sus frutos y ayude a dispersar las semillas del fruto y así a reproducir la planta. En los humanos tienen propiedades para restaurar la salud de los capilares.

⁴³ El verbascósido (también llamado acteósido) es un glucósido presente en numerosas plantas perteneciente a los fenilpropanoides. Estos constituyen una familia de compuestos orgánicos, producidos por las plantas, todos ellos sintetizados a partir de la fenilalanina. Algunos de los fenilpropanoides más conocidos son el ácido cinámico y sus derivados (ácido cumarínico, ácido cafeico o ácido ferúlico), los fenilpropanos (como el eugenol y otros constituyentes primarios de los aceites esenciales), los flavonoides (como la umbiliferona) y los estilbenos (como el resveratrol).

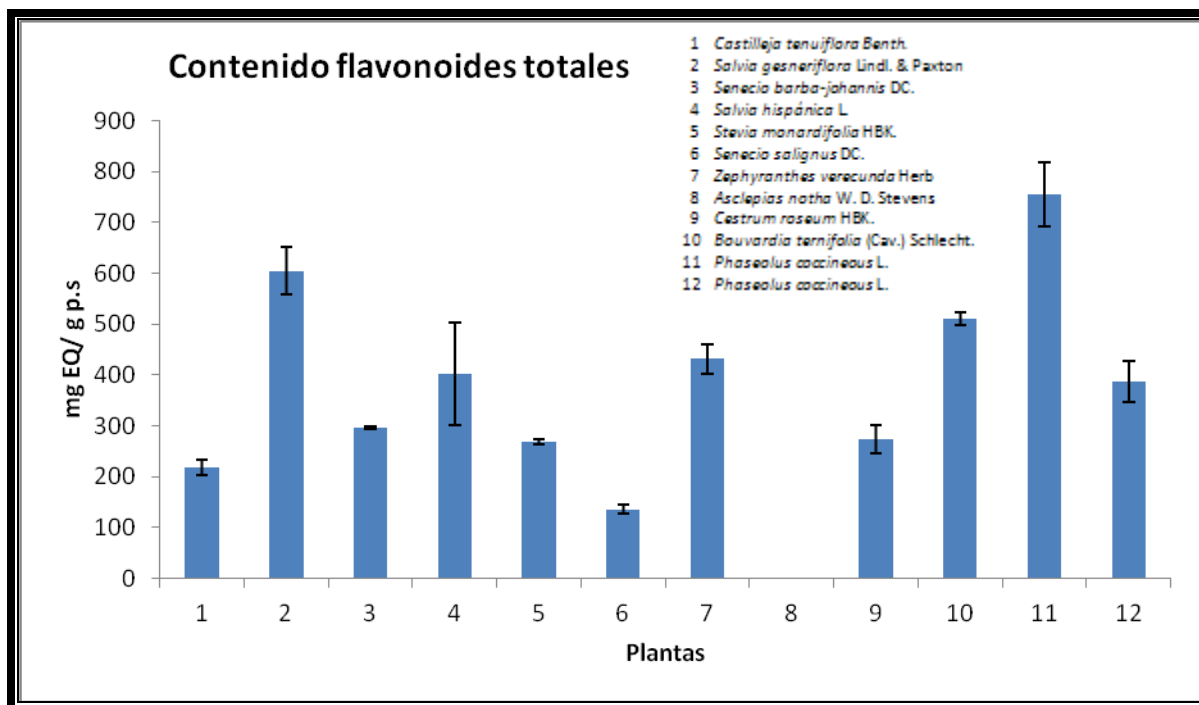


Figura 22. Gráfica de resultados de contenido flavonoides

6.4 Análisis toxicológico

El análisis toxicológico se llevó a cabo con el modelo de *Artemia salina*, al analizar el coeficiente de correlación de Pearson R^2 se encontró que solo en cinco de las plantas existe correlación entre la concentración del extracto con el modelo matemático ver Tabla 9 y Anexo 5 donde se muestran las gráficas obtenidas mediante el programa Sigma Plot las cuales ayudan a ejemplificar porque y a qué concentraciones es tóxico el material analizado.

Tabla 9. Concentración del extracto con el modelo matemático.

Especie	R ²	DL ₅₀
<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	0.6839	NV
<i>Lupinus campestris</i> Cham.&Schlecht	0.4444	NV
<i>Salvia gesneriflora</i> Lindl. & Paxton	0.0000	NV
<i>Senecio barba-johannis</i> DC.	0.9108	22.68
<i>Salvia hispánica</i> L.	0.9846	97.05
<i>Stevia monardifolia</i> HBK.	0.8340	161.79
<i>Senecio salignus</i> DC.	0.6520	NV
<i>Zephyranthes verecunda</i> Herb	0.8637	-37.12
<i>Asclepias notha</i> W. D. Stevens	0.6567	NV
<i>Cestrum roseum</i> HBK.	0.8973	70.17
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.	0.5113	NV
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	0.2222	NV

NV = No se valoró.

De los extractos que mostraron una buena correlación con el modelo matemático se calculó la dosis letal cincuenta (DL₅₀) la cual se encuentra en el rango de 161 y 0.0 ppm lo que indica una alta toxicidad en la especie *Stevia monardifolia*, *Salvia hispánica* y *Cestrum roseum* HBK., mientras que en *Senecio barba – johannis* DC existe una toxicidad baja.

En el caso de *Castilleja tenuiflora* Benth, se ha demostrado la actividad biológica como citotóxica, (Gómez, 2011, López, 2013), sin embargo el resultado del estudio realizado mediante el modelo de *artemia salina* llevado a cabo en este trabajo, fue negativo.

Referente a *Lupinus campestris* Cham. &Schlecht se reporta en la literatura que no es apropiada para el consumo humano, sin embargo de acuerdo con los estudios realizados en este trabajo tenemos que no es tóxica, lo cual se sustenta en los trabajos

epidemiológicos realizados por McIntosh y Adelaida donde sugieren que algunos compuestos derivados de *Lupinus campestris* Cham. & Schlecht, tienen efectos benéficos para los humanos, pues se ha identificado que algunos fitatos, taninos e inhibidores de tripsina tienen efecto antioxidante y tal vez pueden prevenir el desarrollo del cáncer (Porras, 2002).

En el caso de *Senecio salignus* DC. no hubo correlación con lo registrado en la literatura, pues se indica que ésta contiene sustancias hepatotóxicas (dañinas para el hígado), llamadas alcaloides pirolicidínicos que causan necrosis y cirrosis del hígado, en el ser humano y en animales domésticos, pero en la prueba de toxicidad realizada en este estudio el resultado fue negativo.

Con respecto a *Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schlecht, se tiene registrado que esta planta es antitumoral y citotóxica (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009), sin embargo en este estudio no hubo relación, es decir no se encontró un valor que indique que ésta sea tóxica, por lo tanto se necesitan realizar más estudios u otras pruebas que permitan demostrar lo que se indica en la literatura porque quizá los datos no tengan que ver con la técnica, sino con otras causas como la zona de colecta de la planta, las propiedades del suelo, la época de la colecta, entre otras.

6.5 Determinación de patrones químicos

En la Figura 23 y 24 se muestra el resultado de espectro UV de absorción⁴⁴ de las plantas analizadas, el cual nos permite realizar un acercamiento cualitativo de los posibles grupos químicos presentes en ellas, éstos se describen de manera individual en el Anexo 7 tomado de referencia datos de la literatura donde se especifican a que absorbancia ya se han identificado algunos, por ejemplo las clorofilas, entre otros, ver Anexo 6.

⁴⁴ La espectroscopia uv-vis utiliza la radiación del espectro electromagnético, cuya longitud de onda está comprendida entre los 100 y los 800 nm (energía comprendida entre las 286 y 36 kcal mol⁻¹), y su efecto sobre la materia es producir transiciones electrónicas entre los orbitales atómicos y/o moleculares de la sustancia. En algunos casos, los efectos y la detección pueden llegar al Ir cercano (800-900 nm). En la espectroscopia uv-vis, una especie química (en general una molécula, aunque puede tratarse de una especie monoatómica, un ion o un complejo) absorbe uv-vis, y la energía adquirida por el sistema causa la transición de un electrón de un estado basal o fundamental (EF) a uno excitado (EE). La energía de la transición está relacionada con la longitud de onda de la radiación a través de la ecuación de Planck. Un gráfico o representación de la respuesta del sistema en función de la longitud de onda o frecuencia se denomina espectro. En general, en los espectros uv-vis, se observa una señal debida a cada transición electrónica del EF al EE. Los átomos dan líneas agudas, mientras que las moléculas poliatómicas dan señales en forma de bandas puesto que la absorción de luz involucra también energía suficiente para causar cambios en energía vibracional y rotacional de cada uno de sus estados electrónicos en el EE, tal como ocurre cuando se irradia al EF con luz infrarroja. En este caso, se originan líneas de absorción de diferentes intensidades que no se resuelven, con la aparición de un continuo o banda. Para una sustancia determinada, la longitud de onda a la cual se produce el máximo de absorbancia en el espectro se conoce como $\lambda_{\text{máx}}$. La señal espectral permite, por un lado, identificar algunos grupos funcionales presentes en las moléculas y, por el otro, estimar la concentración de una sustancia. La espectrometría es la técnica espectroscópica usada para evaluar la concentración de una especie y utiliza un instrumento llamado espectrómetro. En el caso de la espectrometría que utiliza fotones (uv-vis, Ir), se suele hablar de espectrofotometría. Para la medición de la intensidad de absorción se usan espectrofotómetros en los cuales se puede medir la absorbancia o la transmitancia (Litter, 2009).

Asimismo la espectroscopia es una técnica que hace uso de la interacción entre la energía y la materia para realizar el análisis de una muestra; este proceso se realiza mediante un espectrómetro que emite la información obtenida de la aplicación de técnicas espectroscópicas, mediante los espectros, es decir un gráfico de la intensidad de la energía registrada (o emitida) contra la longitud de onda (la masa, la frecuencia, el momento, etc.) de la energía, todo ello después de haber interactuado con la materia, un espectro se puede usar para derivar información sobre los niveles energéticos de átomos y moléculas, geometrías moleculares, enlaces químicos, interacciones entre moléculas y muchos otros procesos. Muchas veces se usa la espectroscopia para la identificación de componentes en muestras (análisis cualitativo) y muchas otras para medir la cantidad de un componente en una muestra (análisis cuantitativo). Existen tantos tipos de espectroscopia como diferentes formas de energía conocemos; sin embargo están limitadas al tipo de fuentes de energía con las que actualmente contamos. En este caso la Espectroscopia Infrarroja Esta técnica usa la energía de la región infrarroja (calor) para excitar a las moléculas, la energía tan sólo es suficiente para excitar los enlaces entre los átomos de una molécula provocando su extensión y contracción así como la rotación. El espectro que se obtiene es característico y único para las moléculas y generalmente se le llama la huella digital de los compuestos (Gómez, 2006).

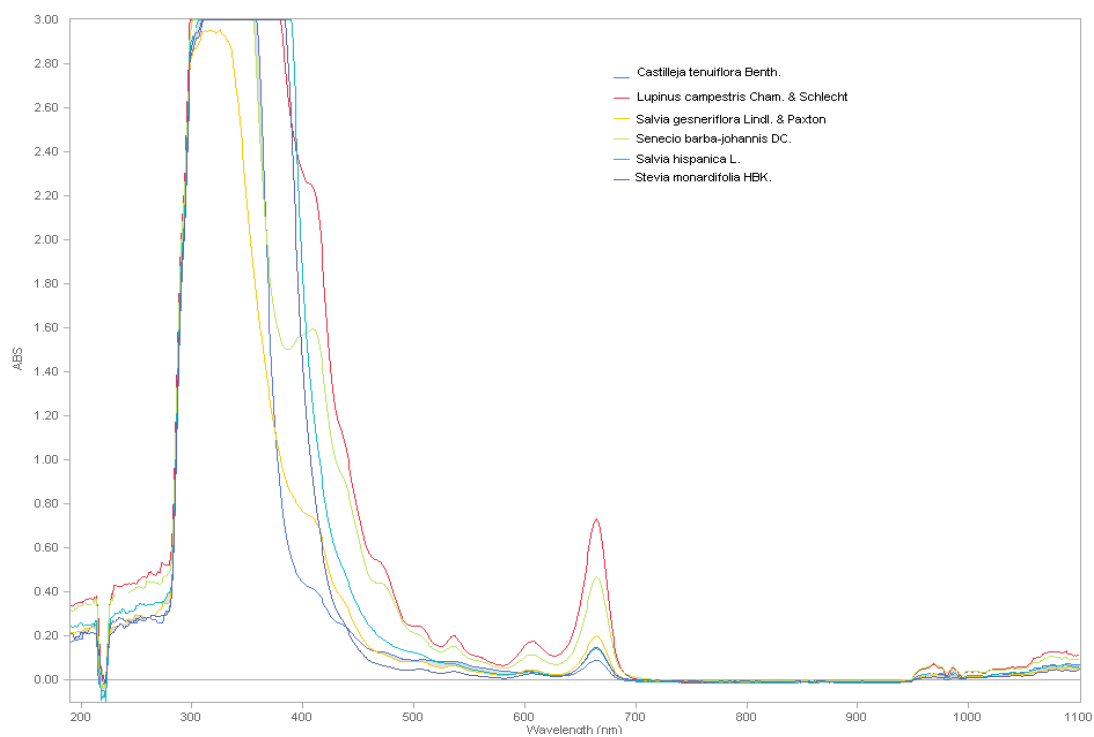


Figura 23. Esquema de resultados de espectro UV de absorción

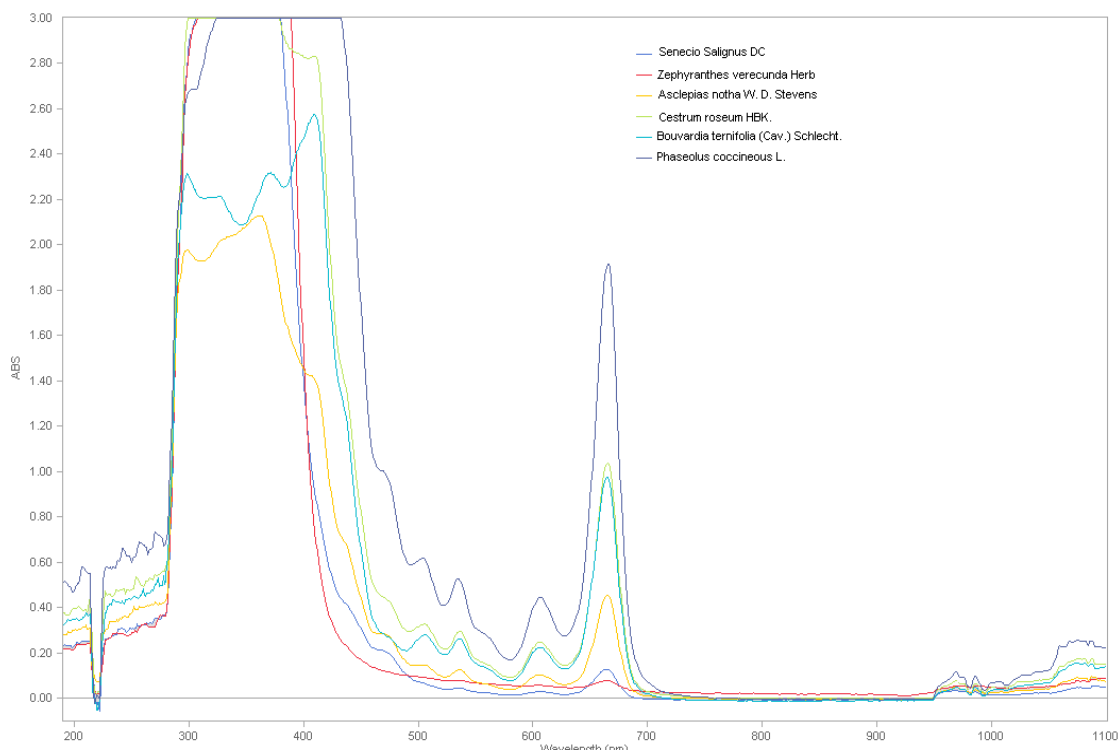


Figura 24. Esquema del resultado de espectro UV de absorción

Por lo anterior, se recurrió a la Cromatografía de alta resolución⁴⁵ mediante CLAR donde pudimos verificar la presencia de ácido cafeico tomado de referencia que en el CLAR el tiempo de retención es a 5.5 a 5.6 y la presencia de ácido Clorogénico considerando que el tiempo de retención es a 3.6 y 3.7 según literatura reportada ver Anexo 8, asimismo se determinaron las concentraciones en un gramo como se muestra en la Tabla 8, sin embargo no en todos los casos se pudo valorar.

⁴⁵ la Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución (CLAR) y/o de alta eficiencia o rendimiento (CLAR), que es una técnica importante para el análisis químico y la purificación de compuestos por su simplicidad y exactitud. (Anaya, et al, 2001). Las ventajas de las cromatografías en CLAR frente a las convencionales, sobresalen las siguientes: la velocidad de elución, se emplean sistemas automatizados que inyectan las muestras con gran precisión, velocidades de flujo controladas a alta presión, la capacidad para separar compuestos termo-lábiles, la alta eficiencia y la capacidad de usarse nuevamente (Anaya, et al, 2001; Voet, 2009).; así como el análisis del contenido químico de los compuestos químicos con bioactividad que se encuentran en pequeñas cantidades en las plantas debido a la complejidad de los compuestos en los extractos crudos.

7 CONCLUSIONES

De acuerdo a la investigación de campo y a la literatura, se concluye lo siguiente:

1. Se colectaron 12 especies diferentes que corresponden a 23 ejemplares herborizados representando las familias compositae, Scrophulariaceae, Leguminosae, Amaryllidaceae, Labiatae, Asclepiadaceae, Solanaceae y Rubiaceae
2. Se encontró que de las doce plantas, solo la *Castilleja tenuiflora* Benth y *Lupinus campestris* cham. & Schlecht, son las que cuentan con estudios relacionados con propiedades antioxidantes.
3. La presencia de saponinas en las plantas analizadas es este trabajo, no representan alguna relación directa o comprobada con la acción antioxidante.
4. Se obtuvo los datos farmacológicos de seis especies que no contaban con ningún estudio fitoquímico ni farmacológico.
5. Se midió la capacidad antioxidantes de las 12 especies, encontrando que *Stevia monardifolia* HBK presenta un resultado muy alto, por lo cual es candidata a otro tipo de estudios.
6. Las plantas analizadas en este trabajo presentan cumarinas, pero no necesariamente hay una correlación entre éstas con las propiedades antioxidantes, puesto que hubo algunas muestras que tenían muchas cumarinas pero no necesariamente tuvo una alta capacidad antioxidante.
7. Los alcaloides representan el grado de toxicidad de una planta, sin embargo existen otros métodos que ayudan a tener un valor de toxicidad más específico.

8. Algunas de las especies analizadas que no presentaron alcaloides que en su mayoría son considerados tóxicos no mostraron correlación con el modelo *in vivo*.
9. La toxicidad junto con el del análisis fotoquímico y de la capacidad antioxidante, son datos a considerar para la elaboración de un fitofármaco antioxidante.
10. La presencia de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de la mayoría de las plantas resultaron estar por arriba del ácido gálico, sin embargo algunas resultaron ser muy tóxicas, como es el caso de *Senecio Barba johannis* DC., *Salvia Hispánica* L., *Stevia monardifolia* HBK., *Zephyranthes verecunda* Herb, y *Cestrum roseum* L., por lo tanto estas especies no podrían considerarse óptimas para la realización de fitofármacos, no sin antes probarlas en estudios *in vivo*.
11. De acuerdo a los datos obtenidos se concluye que las plantas de la región de Ocoaxtepec, Amecameca, Estado de México son una fuente importante de principios activos con propiedad antioxidante, como se demostró mediante los ensayos realizados de capacidad antioxidante y presencia de compuestos fenólicos, y otros metabolitos secundarios vinculados con la función antioxidante.
12. La investigación de productos naturales desde la Promoción de la Salud es una acción interdisciplinaria. Requiere desde la recolección y/o cultivación de las plantas, herborización, identificación y análisis, fabricación, comercialización, etc. lo cual tiene como fin fortalecer los hábitos y costumbres de los habitantes de la comunidad sobre el uso de plantas ya sea medicinal y nutricional, que ayude al tratamiento o prevención de enfermedades.

13. Se encontró que los habitantes de la comunidad utiliza las plantas colectadas principalmente con fines terapéuticos para curar enfermedades fisiológicas y de filiación cultural, basándose en el modelo de la medicina tradicional y en el de automedicación, pues no existe una dosis ni un sustento científico que avale su efectividad.

14. Al fortalecer el conocimiento de la acción terapéutica de las plantas utilizadas contribuye a revalorar, preservar e incrementar el capital cultural de las comunidades.

8 PERSPECTIVAS

Este trabajo apunta la realización de otros estudios más específicos para el aislamiento de principios activos, en el trabajo de estandarización de extractos y en la validación con el modelo farmacológico adecuado, los cuales resumimos en la Tabla 10.

Tabla 10. Perspectivas de las plantas colectas en Amecameca (Continuación)

Nombre de la Planta	Datos bibliográficos Pudmed revisado hasta septiembre de 2013 y otras bases bibliográficas.	Propuesta de experimentos más específicos
<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad anti-inflamatoria de iridoides y verbascósido aislados de <i>Castilleja tenuiflora</i> (Carrillo, 2013). • Actividades anti-inflamatorias y anti-ulcerogénico in vivo de extractos de productos silvestres y plantas in vitro de <i>Castilleja tenuiflora</i> Benth (Orobanchaceae). (Sánchez, 2013) • Se identificaron metabolitos, entre estos el verbascósido e isoverbascósido como los principales feniletanoides glicosilados (FG) en plantas silvestres. Se identificaron dos iridoides glucosilados (IG) aucubina y bartsióside, así como el flavonoide apigenina. Así mismo se ha demostrado la actividad biológica de esos compuestos, como anti-inflamatoria, antioxidante y citotóxica, que pueden estar relacionadas con los usos tradicionales de esta planta (Gómez, 2011) 	Debido a que entre sus usos etnobotánicos se reporta como anticancerígenos, se recomienda realizar estudios más específicos que nos lleven a comprobar su efecto citotóxico, debido a que con el modelo de <i>Artemia salina</i> utilizado en éste estudio no se pudo valorar.

Tabla 10. Perspectivas de las plantas colectas en Amecameca (Continuación)

Nombre de la Planta	Datos bibliográficos Pudmed revisado hasta septiembre de 2013 y otras bases bibliográficas.	Propuesta de experimentos más específicos
<i>Lupinus campestris</i> Cham.&Schlecht	<ul style="list-style-type: none"> • Composición y propiedades funcionales de <i>Lupinus campestris</i> aislados de proteína (Rodríguez, 2005) • Antimutagénicos actividad de los compuestos fenólicos, oligosacáridos y alcaloides quinolizidinic de semillas de <i>Lupinus campestris</i> . (Martínez, 2003). • McIntosh y Adelaida realizaron trabajos epidemiológicos donde sugieren que algunos de estos compuestos tienen efectos benéficos para los humanos, pues se ha encontrado que algunos fitatos, taninos e inhibidores de tripsina encontrados en <i>Lupinus campestris</i> tienen efecto antioxidante y tal vez pueden prevenir el desarrollo del cáncer (Porras, 2002). 	Debido a que se reporta como una planta con altas cantidades de proteínas, pero en este estudio resulto ser muy alcalina, se recomienda realizar estudios que ayuden a poder recuperar los nutrientes de ésta planta e incorporarlos en la dieta, ya que se da en abundancia en la zona de Amecameca. Asimismo se recomienda realizar otros estudios de toxicidad para garantizar su uso, porque de igual manera no se pudo valorar.
<i>Salvia gesneriflora</i> Lindl. & Paxton	<ul style="list-style-type: none"> • Sin estudios 	Esta planta presenta cantidades altas de metabolitos secundarios, por lo tanto valdría la pena seguir valorándola, para comprobar su efecto en la salud. También se recomienda realizar otros estudios de toxicidad para garantizar su uso, porque de igual manera no se pudo valorar.

Tabla 10. Perspectivas de las plantas colectas en Amecameca (Continuación)

Nombre de la Planta	Datos bibliográficos Pudmed revisado hasta septiembre de 2013 y otras bases bibliográficas.	Propuesta de experimentos más específicos
<i>Senecio salignus</i> DC.	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad anti-inflamatoria y composición de <i>Senecio salignus</i> Kunt (González, 2013) • La β - cariofileno y óxido de cariofileno sesquiterpenos aislado de <i>Senecio salignus</i> actúan como inhibidores de la fotosíntesis y phyto-growth (Sánchez, 2012). • Rastreo de la actividad antibiótica, se probó el efecto de la tintura obtenida de las ramas de <i>S. salignus</i> contra cuatro microorganismos, <i>Escherichia coli</i>, <i>Pseudomona aeruginosa</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, y <i>Candida albicans</i>. Los resultados indicaron que la tintura no ejerció ningún efecto antibiótico contra estos microorganismos (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009) 	Realizar estudios que permitan comprobar su uso tradicional (dolor, problemas estomacales, enfermedades respiratorias). Asimismo se recomienda realizar otros estudios de toxicidad porque es este caso no se identificó.

Tabla 10. Perspectivas de las plantas colectas en Amecameca (Continuación)

Nombre de la Planta	Datos bibliográficos Pudmed revisado hasta septiembre de 2013 y otras bases bibliográficas.	Propuesta de experimentos más específicos
<i>Senecio barba-johannis</i> DC.	<ul style="list-style-type: none"> • Sin estudios. 	Esta planta presenta cantidades altas de metabolitos secundarios, fenoles (ácido Clorogénico) y flavonoides, por lo tanto valdría la pena seguir valorándola, para comprobar su efecto en la salud.
<i>Salvia hispanica</i> L.	<ul style="list-style-type: none"> • Sin estudios. 	Se recomienda realizar estudios que comprueben su efecto (anodino, pectoral, demulcente y laxante) reportado en los usos tradicionales. Considerando que ésta planta resulto ser muy toxica según el modelo de <i>Artemia salina</i> utilizado en este trabajo.
<i>Stevia monardifolia</i> HBK.	<ul style="list-style-type: none"> • Un Nuevo longipineno diester de <i>Stevia monardifolia</i> Kunth (Rojas, 2009). 	Esta planta es la que presento una mayor capacidad antioxidante, por lo tanto se recomienda realizar estudios in vivo para comprobar su efectividad, y así poderla proponer como candidata para la realización de un fitofármaco. También se recomienda comprobar la actividad antitumoral y citotóxica de esta planta porque en el estudio de toxicidad realizado en esta investigación resulto muy toxico.

Tabla 10. Perspectivas de las plantas colectas en Amecameca (Continuación)

Nombre de la Planta	Datos bibliográficos Pudmed revisado hasta septiembre de 2013 y otras bases bibliográficas.	Propuesta de experimentos más específicos
<i>Senecio salignus</i> DC.	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad anti-inflamatoria y composición de <i>Senecio salignus</i> Kunt (González, 2013) • La β - cariofileno y óxido de cariofileno sesquiterpenos aislado de <i>Senecio salignus</i> actúan como inhibidores de la fotosíntesis y phytogrowth (Sánchez, 2012). • Rastreo de la actividad antibiótica, se probó el efecto de la tintura obtenida de las ramas de <i>S. salignus</i> contra cuatro microorganismos, <i>Escherichia coli</i>, <i>Pseudomona aeruginosa</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, y <i>Candida albicans</i>. Los resultados indicaron que la tintura no ejerció ningún efecto antibiótico contra estos microorganismos (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009) 	Realizar estudios que permitan comprobar su uso tradicional (dolor, problemas estomacales, enfermedades respiratorias). Asimismo se recomienda realizar otros estudios de toxicidad porque es este caso no se identificó.
<i>Zephyranthes verecunda</i> Herb	<ul style="list-style-type: none"> • Sin estudios 	Esta planta presenta cantidades altas de metabolitos secundarios y fenoles (ácido Clorogénico), por lo tanto valdría la pena seguir valorándola, para comprobar su efecto en la salud. Asimismo se recomienda realizar otros estudios de toxicidad porque es este caso no se identificó.

Tabla 10. Perspectivas de las plantas colectas en Amecameca (Continuación)

Nombre de la Planta	Datos bibliográficos Pudmed revisado hasta septiembre de 2013 y otras bases bibliográficas.	Propuesta de experimentos más específicos
<i>Asclepias notha</i> W. D. Stevens	<ul style="list-style-type: none"> • Sin estudios 	Esta planta presenta cantidades altas de metabolitos secundarios, por lo tanto valdría la pena seguir valorándola, para comprobar su efecto en la salud. Asimismo se recomienda realizar otros estudios de toxicidad porque es este caso no se identificó.
<i>Cestrum roseum</i> HBK.	<ul style="list-style-type: none"> • Sin estudios 	Esta planta presenta cantidades altas de metabolitos secundarios, fenoles (ácido Clorogénico) y flavonoides; por lo tanto valdría la pena seguir valorándola, para comprobar su efecto en la salud. También se recomienda comprobar la actividad antitumoral y citotóxica de esta planta porque en el estudio de toxicidad realizado en esta investigación resulto muy toxico.
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.	<ul style="list-style-type: none"> • El efecto secretagogo del veneno de <i>Centruroides limpidus</i> en el páncreas de los ratones y la acción antagónica del extracto <i>Bouvardia ternifolia</i> (Jiménez, 2005). • Se ha comprobado la actividad antitumoral y citotóxica de esta planta con un extracto metanólico preparado de las partes aéreas. (Biblioteca digital de la medicina tradicional Mexicana, 2009). 	Realizar estudios que avalen su efecto reportado (Antipirético, antidisentérico, antiespasmódico, antirrábico, antitusígeno, para calor de corazón, estimulante y en hematemesis, se le atribuyen propiedades analgésicas y sedantes). Asimismo se recomienda realizar otros estudios de toxicidad porque es este caso no se identificó.

Tabla 10. Perspectivas de las plantas colectas en Amecameca (Continuación)

Nombre de la Planta	Datos bibliográficos Pudmed revisado hasta septiembre de 2013 y otras bases bibliográficas.	Propuesta de experimentos más específicos
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	<ul style="list-style-type: none"> • Un nuevo ácido siálico - lectina específica a partir de semillas de <i>Phaseolus coccineus</i> con actividades antineoplásicas y antifúngicos potentes (Chen J. 2009). • Actividad de los inhibidores de la alfa-amilasa de <i>Phaseolus coccineus</i> en digestivas alfa-amilasas de la broca del café (Valencia, 2008). • Efecto de un inhibidor de Bowman - Birk proteinasa de <i>Phaseolus coccineus</i> en <i>Hypothenemus hampei</i> proteasas intestinales in vitro (De Acevedo, 2007). • La degradación del ADN durante la muerte celular programada en <i>Phaseolus coccineus</i> suspensor (Lombardi, 2007). 	<p>En éste estudio se encontró que contiene altas cantidades de fenoles y flavonoides, por lo tanto se recomienda realizar estudios que permitan realizar especificaciones sobre estos porque medio de espectro UV y CLAR no se pudieron identificar. Asimismo se recomienda realizar otros estudios de toxicidad porque es este caso no se identificó.</p>

Desde la visión de Promoción de la Salud en apoyo al rescate de los saberes de la región, es indispensable seguir estudiando los recursos bióticos, como una alternativa y/o complemento al modelo médico hegemónico, para la prevención y restablecimiento de la enfermedad, considerando a esto como una inversión social a largo plazo, lo cual tendría una repercusión positiva en la economía de las familias, del país y en el refuerzo de la identidad regional, los saberes no se explotan se utilizan.

Por lo tanto una perspectiva a corto plazo, sería informar a la comunidad de los hallazgos encontrados en este y en otros estudios realizados de las plantas de la zona, a través de un simposio dirigido al público en general, donde además de presentar los resultados; se realice un dialogo de saberes sobre los usos y costumbres de las plantas en las practicas curativas; también se pretende llevar a cabo una feria de medicina tradicional, que refuerce la acción comunitaria de los curanderos y de las personas que practican la medicina tradicional utilizada para curar enfermedades fisiopatológicas. De esta manera se intenta apoyar el empoderamiento a través de la construcción de redes y recursos comunitarios para asegurar la sustentabilidad y realzar la participación comunitaria asegurando que los habitantes puedan actuar de acuerdo a los conocimientos adquiridos.

A largo plazo, se pretende crear una política pública que permita incorporar las practicas alternativas y complementarias en los servicios de salud para garantizar los elementos esenciales del derecho a la salud: disponibilidad; calidad; accesibilidad (física,

económica y acceso a la información); aceptabilidad, pues la infraestructura de salud debe ser acorde con la cultura y las prácticas de las comunidades a las que atiende, todo ello para que se ejerza el derecho a la salud de todos los mexicanos; esta política también incluye la producción de las plantas medicinales para no afectar los recursos naturales.

9 BIBLIOGRAFIA

Ligas de internet

Autor	Liga	Consultada
Aguilar V.B. y Plateros G.	http://portal.chapingo.mx/dicifo/zoquiapan/?seccion=desc	2013
Arango A. G.J.	http://farmacia.udea.edu.co/~ff/alcaloides.pdf	2013
Gómez A.Y.A.	http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/7776/TD%202011%20Yenny%20Adriana%20Gomez%20Aguirre.pdf?sequence=1	2013
Heike V.;	http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm	2013
Lagunes T. A.	http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNABK355.pdf	2013
Lindberg D. A.B.	http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/	2014
López R. R.;	http://www.ceprobi.ipn.mx/wps/wcm/connect/D1AB25004BDA9811A007F97525DA548/MEMORIAS_MAESTRIA_EN_DESARROLLO.PDF?MOD=AJPERES	2013
Maibé de C.	http://portal.oas.org/LinkClick.aspx?fileticket=Fi4hBoE3PIQ%3D&tabid=1473	2013
Marchori B. P.	http://ipsuacmch2013.blogspot.mx/2013_09_01_archive.html	2013
Porras S.J.;	http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI_GranSem/Norma_Vera/9.pdf	2013
Reyes I. L.;	http://www.ceprobi.ipn.mx/wps/wcm/connect/D1AB25004BDA9811A007F97525DA548/MEMORIAS_MAESTRIA_EN_DESARROLLO.PDF?MOD=AJPERES	2013
Reyes I. L.;	http://www.ceprobi.ipn.mx/wps/wcm/connect/D1AB25004BDA9811A007F97525DA548/MEMORIAS_MAESTRIA_EN_DESARROLLO.PDF?MOD=AJPERES	2013
Sin autor	http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=15 consultada en 2013.	2013
Sin autor	http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/amecameca/PMDU%20AMECAMECA.PDF	2012
Sin autor	http://www.municipios.mx/Mexico/Municipio-de-Amecameca-en-el-Estado-de-Mexico.html	2012
Sin autor	http://www.estadodemexico.com.mx/portal/amecameca/index.php?id=4	2012
Sin autor	http://www.who.int/topics/primary_health_care/es/	2014
Sin autor	http://www.promocion.salud.gob.mx/dgps/interior1/promocion.html	2013
Sin autor	http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000484.htm	2014
Sin autor	http://diccionario.medciclopedia.com/r/reperfusion/	2014
Sin autor	http://www.iqb.es/diccio/diccio1.htm	2014
Tortolero A.	http://danielhiernaux.net/publicaciones/archivos/1993-C2.pdf	2013

Zolla C.,	http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/ ,	2013
Sin autor	http://www.edomexico.gob.mx/medioambiente/mapa/htm/consulta.asp?municipio=Amecameca	2013
Sin autor	http://iztapopo.conanp.gob.mx/gente.php	2013
Sin autor	http://www.efn.uncor.edu/dep/biologia/intrbiol/pigment.gif	2014
Sin autor	http://e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM15mexico/municipios/15009a.html	2013
Sin autor	http://cienciacebas.files.wordpress.com/2013/01/sod1.jpg?w=540	2014
Sin autor	http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S102555832011000200003&script=sci_arttext	2014

Revistas

- Brand-Williams, W.; Cuvelier M.E.; Berset C. (1995) Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*. (28): 25-30.
- Capitani M.I., Ixtaina V.Y., Nolasco S.M., Tomás M.C. (2013). Microstructure, chemical composition and mucilage exudation of chia (Salvia hispanica L.) nutlets from Argentina. *J Sci Food Agric*. 93(15): 3856-3862.
- Carrillo-Ocampo D., Bazaldúa-Gómez S., Bonilla-Barbosa J.R., Aburto-Amar R., Rodríguez-López V. (2013). Anti-inflammatory activity of iridoids and verbascoside isolated from Castilleja tenuiflora. *Molecules*. 18(10): 12109-12118.
- Carvajal-Rojas, L.; Hata-Urive, Y.; Sierra-Martínez, N.; Rueda-Niño, D. (2009). Análisis fitoquímico preliminar de hojas, tallos y semillas de cupatá (StrychnoschultesianaKrukoff). *Revista Colombiana Forestal*. (12):161-170.
- Chang C., Yang M., Wen H., Chern J. (2002). Estimation of total flavonoid content in Propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis* (10):178-182.

- Chen J., Liu B., Ji N., Zhou J., Bian H.J., Li C.Y., Chen F., Bao J.K. (2008). A novel sialic acid-specific lectin from Phaseolus coccineus seeds with potent antineoplastic and antifungal activities. Phytomedicine. (4): 352-360.
- Chicco A.G., D'Alessandro M.E., Hein G.J., Oliva M.E., Lombardo Y.B. (2009). Dietary chia seed (Salvia hispanica L.) rich in alpha-linolenic acid improves adiposity and normalises hypertriacylglycerolaemia and insulin resistance in dyslipaemic rats. Br J Nutr. 101(1): 41-50.
- Coates W., Ayerza R. (2009). Chia (Salvia hispanica L.) seed as an n-3 fatty acid source for finishing pigs: effects on fatty acid composition and fat stability of the meat and internal fat, growth performance, and meat sensory characteristics. J Anim Sci. 87(11): 3798-804.
- Cornejo T. G, Ibarra M. G. (2011). Diversidad y distribución del género Salvia (Lamiaceae en Michoacán, México. Revista Mexicana de Biodiversidad (82): 1279-1296.
- De Azevedo Pereira R., Valencia-Jiménez A., Magalhães C.P., Prates M.V., Melo J.A., de Lima L.M., de Sales M.P., Tempel Nakasu E.Y., da Silva M.C., Grossi-de-Sá M.F.(2007). Effect of a Bowman-Birk proteinase inhibitor from Phaseolus coccineus on Hypothenemus hampei gut proteinases in vitro. J Agric Food Chem. 55(26): 10714-9.
- Fernández B A. M., (2008). Usos de las especies del género Asclepiasl. (apocynaceae, asclepiadoideae). información del herbario México, Estado de México, Universidad Westhill, (25): 155-171.
- García–Bocallao, L.; García–Gómez, L.V.; Rojo–Domínguez, D.M.; Sánchez-García, E. (2001). Plantas con propiedades antioxidantes. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas 20(3): 231-235.
- Gómez D.O., Sesma-Sergio, Becerril-Victor M., Knaul-Felicia M., Arreola- Héctor, Frenk-Julio (2011). Sistema de salud de México. Instituto de Salud Pública, 53(2): 220-232.
- González C.P., Vega R.S., González-Chávez M., Sánchez M.A., Gutiérrez S.P. (2013). Anti-inflammatory activity and composition of Senecio salignus Kunth. Biomed Res Int.23-181
- Guerra J.I. E. (2001). Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes. Revista Anales de medicina interna 18(6): 326-335.

- Háuad–Marroquín, L.A. (2010). Utilización del nopal y otras cactáceas en la elaboración de fitofármacos y su importancia en Salud. Revista Salud Pública y Nutrición, (5):182-190.
- Jiménez-Ferrer J.E., Pérez-Terán Y.Y., Román-Ramos R., Tortoriello J. (2005). Antitoxin activity of plants used in Mexican traditional medicine against scorpion poisoning. Phytomedicine. 1(2): 116-122.
- Lombardi L., Ceccarelli N., Picciarelli P, Lorenzi R. (2007). DNA degradation during programmed cell death in Phaseolus coccineus suspensor. Plant Physiol Biochem. 5(3-4): 221-227.
- Lorente-Fernández, D. (2008). Deidades de la lluvia, graniceros y ofrendas terapéuticas en la sierra de Texcoco. Revista del Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, (48): 167-194.
- Martínez C.J., Loarca-Piña G., Ortíz G.D. (2003). Antimutagenic activity of phenolic compounds, oligosaccharides and quinolizidinic alkaloids from Lupinus campestris seeds. Food Addit Contam. 20(10): 940-948.
- Meyer B.N., Ferringni N.R., Putnam J.E., Jacobsen L.B., Nichols D.E., McLaughlin J.L. (1982). Brine shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. PlantMed. (45):31-34.
- Muñoz J. A.M. et al. (2007). Evaluación de la actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en vinos producidos en Perú. Revista de la Sociedad Química del Perú, 73(1): 30-40.
- Muñoz–Ortíz, V.; Mollinedo P.; García P., (2011). Actividad tripanocida y antioxidante in vitro de los extractos etanolicos de Caesalpinia pluviosa DC. Y Astroniumurundeva. Revistas Bolivianas 19(2): 1813-5363.
- Newman D.J.; Cragg G.M.; Snader K.M. (2000). The influence of natural products upon drug discovery. Natural Products Report, 3(17): 215-234.
- Pellati F., Epifano F., Contaldo N., Orlandini G., Cavicchi L., Genovese S., Bertelli D., Benvenuti S., Curini M., Bertaccini A., Bellardi MG. (2011). Chromatographic methods for metabolite profiling of virus- and phytoplasma-infected plants of Echinacea purpurea. Journal of Agricultural and Food Chemistry 59(19): 10425-10434.

- Rodríguez-Ambriz S.L., Martínez-Ayala A.L., Millán F., Dávila-Ortíz G. (2005). Composition and functional properties of *Lupinus campestris* protein isolates. Plant Foods Hum Nutr. 60(3):99-107.
- Rojas-Pérez R.E., Cedillo-Portugal E., Joseph-Nathan P., Burgueño-Tapia E.A. (2009). New longipinene diester from *Stevia monardifolia* Kunth. Nat Prod Commun. 4(6): 757-62.
- Sanchez P.M., Villarreal M.L., Herrera-Ruiz M., Zamilpa A., Jiménez-Ferrer E., Trejo-Tapia G. (2013). In vivo anti-inflammatory and anti-ulcerogenic activities of extracts from wild growing and in vitro plants of *Castilleja tenuiflora* Benth. (Orobanchaceae). J Ethnopharmacol. 150(3): 1032-1037.
- Sánchez-Muñoz B.A., Aguilar M.I., King-Díaz B., Rivero J.F., Lotina-Hennsen B. (2012). The sesquiterpenes β -caryophyllene and caryophyllene oxide isolated from *Senecio salignus* act as phyto-growth and photosynthesis inhibitors. Molecules. 17(2): 1437-1447.
- Schlaepfer L. y Mendoza-Espinoza, J.A. (2010). Las plantas medicinales en la lucha contra el cáncer, relevancia para México. Revista de Ciencias Farmacéuticas. Vol. 41(4): 18-27.
- Singleton V.L. y Rossi J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. mer. A J. Enol. Viticult. (16):144-58.
- Valencia-Jiménez A., Arboleda Valencia J.W., Grossi-De-Sá MF. (2008). Activity of alpha-amylase inhibitors from *Phaseolus coccineus* on digestive alpha-amylases of the coffee berry borer. J Agric Food Chem. 56(7): 2315-2320.
- Vuksan V, Jenkins AL, Dias AG, Lee AS, Jovanovski E, Rogovik AL, Hanna A. (2010). Reduction in postprandial glucose excursion and prolongation of satiety: possible explanation of the long-term effects of whole grain Salba (*Salvia Hispanica* L.). Eur J Clin Nutr. 64(4): 436-438
- Zamora S. J. D. (2007). Antioxidantes: Micronutrientes en lucha por Salud. Revista Chilena de Nutrición, 34(1): 1-23.

Libros

- Álvarez, C. N.S., Bagué S. A.J. (2012). *Tecnología farmacéutica.* Madrid, España. España: Club Universitario, pág. 274.

- Anaya A.L., Espinosa-García F., Cruz-Ortega R. (2001). *Relaciones bioquímicas entre organismos: Aspectos básicos y perspectivas de su Aplicación*. 1ª. edición, México, D.F.: Instituto de Ecología UNAM, Editores Plaza y Valdés, S.A. de C.V., pág. 181-186.
- Cameán A. M., Retetto M. (2012). *Toxicología alimentaria*. 3ª. Edición, Madrid España: Ediciones Díaz de Santos, S.A., pág. 245.
- Causse C. (2010). *Los secretos de salud de los antioxidantes*. 1ª. Edición, Barcelona, España: Ed. Hispano Europea, pág. 44-45.
- Causse C. (2010). *Los secretos de salud de los antioxidantes*. España: Ed. Hispano Europea, pág. 44-45. Editado por CYTED, pág. 44-45.
- Fundación para el progreso de la Química (FUNDAQUIM), RED PROPIMES (2005). *Aportes para el desarrollo del sector de plantas medicinales y aromáticas en el Uruguay.*, Montevideo, Uruguay: Universidad de la republica de Uruguay, pág. 30.
- Gil H. A. (2010). *Tratado de nutrición. Tomo II Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos*. 2ª Edición, Madrid, España: Editorial Panamericana, pág. 399.
- Girón, C. J., Pedroche J., Rodríguez, P. J. M. (2005). *Hidrolizados proteicos de lupino. Caracterización estructural y funcional; en Proteínas alimentarias y coloidales de interés industrial*. España: Universidad de Sevilla, pág. 67-74.
- González M.F. (2004). *Las comunidades vegetales de México*. México, D.F.: Secretaria de Medio ambiente y recursos naturales, pág. 28-32.
- Hernández R. M., Sastre G. A (1999). *Tratado de nutrición*. 2ª. Edición, Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A., pág. 317,318.
- Krause J, Chávez J. (1999) *Promoción y comercio de plantas promisorias con principios activos especiales de la selva del Perú*. Lima, Perú, Proyecto IICA-GTZ Orientación de la Investigación Agraria hacia el Desarrollo Alternativo, pág. 63.
- Lincoln T., Zeiger E. (2006). *Fisiología vegetal*. 3ª. edición, Sunderland, U.S.A.: Publicaciones de la Universidad Jaume I., pág. 564.
- Litter M.I., Armienta M.A., Farias S.S. (2009). *Metodologías analíticas para la determinación y especiación de arsénico en aguas y suelos*. 1ª. Edición, Argentina: pág 325.
- Martínez M. A. (2012). *Quinonas y compuestos relacionados*. Medellín, España: Universidad de Antioquia, Pág. 18-19.

- Medina F.X. (1996). *La alimentación mediterránea, Historia, cultura, nutrición*. 1ª. Edición, España: Romanya/Valls, S.A. pág. 269-275.
- Mendoza, N. (2008). *Farmacología médica*. México, D.F.: Editorial Medica Panamericana, pág. 928.
- Menéndez E. (1983). *Modelo hegemónico, Modelo Alternativo Subordinado, Modelo de Autoatención. Caracteres estructurales en Hacia una práctica médica alternativa*. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Cuadernos de la casa chata, México, pág. 97-111.
- Mohr H. L. (2010). *Farmacología Texto y Atlas*. 6ª. Ed., México, D.F.: Editorial Médica Panamericana, pág. 354.
- Morante, Z.S. et al. (2007). *Ciencias experimentales y tecnología. Desarrollo de métodos analíticos para la separación quiral y su aplicación al estudio de procesos de síntesis asimétrica*. Universidad rey Juan Carlos Madrid, España: Editorial Dykinson, pág. 39.
- Muñoz F. (1996). *Plantas medicinales y aromáticas: estudio, cultivo y procesado*. España. España: Mundi –prensa libros, S.A., pág. 15-20.
- Piedrola G.G. (1992). *Medicina preventiva y Salud Publica*. 9ª ed. Barcelona: Masson-Salvat, pág. 6.
- Rzedowski, G. C. de y J. Rzedowski, (2005). *Flora fanerogámica del Valle de México*. 2a ed. Pátzcuaro, Michoacán, México: Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, pág. 35, 125,259, 476.
- Santos C. R. J. (2009). *Estudio Estructural de las interacciones no covalentes en derivados del caboxilato de etilo de la cumarina con potencial actividad antioxidante*. Coquimatlán, Colima: Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Colima. pág. 2-3.
- Viru A, Viru M. (2003) *Análisis y control del rendimiento deportivo*. España: Editorial Paidotribo, pág. 128.
- Voet J., Pratt Ch. (2005). *Bioquímica la vida a nivel molecular*. 2ª. Ed., México, D.F.: Editorial Panamericana, pag.102.
- Youngson R. (1994). *Antioxidantes y radicales libres*. Madrid, España: Edaf, S.A. pág. 171.

Tesis consultadas

- Altamirano A. A.J. (1997). *Caracterización fotoquímica y Evaluación del contenido de Pro-vitamina A y Vitamina C en diez líneas promisorias de oca (Oxalis tuberosa Mol) y zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza Bancroft)*. Ecuador: Universidad central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas. Pág. 81 – 83.
- Gómez R.H. (2006). *Introducción al análisis cualitativo*. México D.F.: Departamento de Química Analítica, Facultad de Química, UNAM, pág. 8-10.
- Mendoza G.J.I. (2007). *Evaluación de la actividad antioxidante de sesquitermos derivados del benzocicloocteno y del longipineno*. México, D.F.: CINVESTAV IPN pág.4.
- Palomillo M.C. (2012). *Estudio fitoquímico y farmacológico de la planta Solanum Cervantessi Lag. Recolectada en el área natural protegida del Centro de Educación Yautlica*. México: UACM, pág. 23-29.
- Rojas P.R.E. (2009). *Estudio químico de Stevia monardifolia y Eupatorium pazcuarensis*. México, D.F.: Escuela nacional de Ciencias Biológicas, IPN., pág. 8.

ANEXOS

Anexo 1. Cambios del ecosistema en el periodo de enero- mayo 2013, en el predio Ocoaxaltepec, Región Tomacoco, Amecameca, Estado de México.

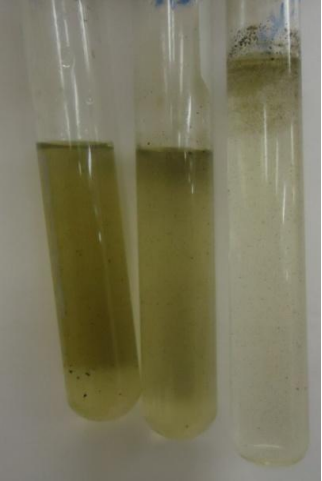
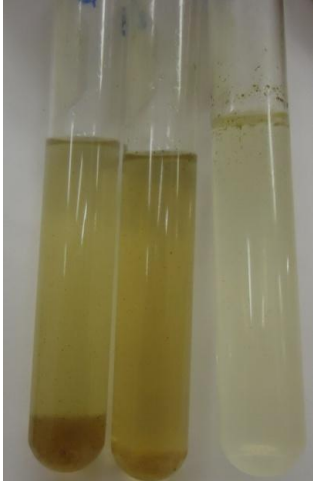
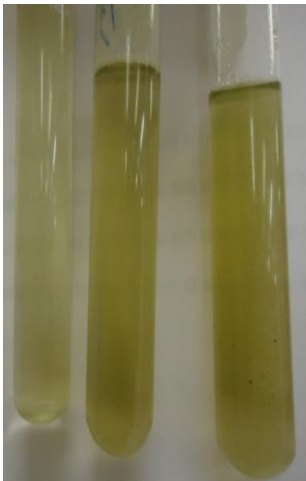
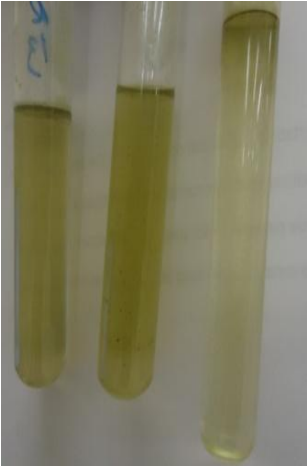




Anexo 2. Plantas donadas al HCL


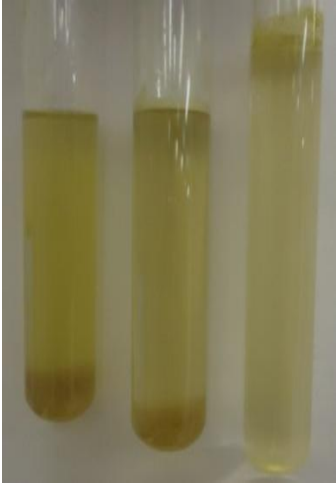




Plantas colectadas en Amecameca 2013			Herbario CL	
	Familia	Nombre científico	Existencia	Donación
1	Scrophulariaceae	<i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	Si	0
2	Leguminosae	<i>Lupinus campestris</i> Cham.&Schlecht	Si	0
3	Labiatae	<i>Salvia gesneriflora</i> Lindl. & Paxton	Si	0
4	Asteraceae	<i>Senecio barba-johannis</i> DC.	Si	5
5	Labiatae	<i>Salvia hispanica</i> L.	Si	1
6	compositae	<i>Stevia monardifolia</i> HBK.	Nueva	1
7	Compositae	<i>Senecio salignus</i> DC.	Si	1
8	Amaryllidaceae	<i>Zephyranthes verecunda</i> Herb	Nueva	0
9	Asclepiadaceae	<i>Asclepias notha</i> W. D. Stevens	Nueva	1
10	Solanaceae	<i>Cestrum roseum</i> HBK.	Nueva	1
11	Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.	Si	3
12	Leguminosae	<i>Phaseolus coccineus</i> L.	Nueva	1
		Total		14

Anexo 3. Imágenes del trabajo realizado en el laboratorio para determinar la presencia de grupos químicos en las plantas analizadas.

Taninos



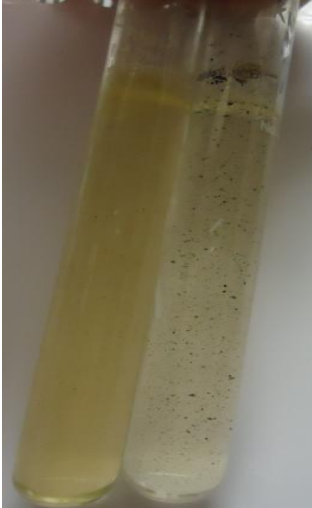



<p><i>Castilleja tenuiflora</i> Benth</p> 	<p><i>Lupinus campestris</i> Cham.&Schlecht</p> 	<p><i>Salvia gesneriflora</i> Lindl. & Paxton</p> 
<p><i>Senecio barba-johannis</i> DC.</p> 	<p><i>Salvia hispánica</i> L.</p> 	<p><i>Stevia monardifolia</i> HBK.</p> 

El precipitado indica la presencia de taninos

<p><i>Senecio salignus</i> DC.</p> 	<p><i>Zephyranthes verecunda</i> Herb</p> 	<p><i>Asclepias notha</i> W. D. Stevens</p> 
<p><i>Cestrum roseum</i> HBK.</p> 	<p><i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht</p> 	<p><i>Phaseolus coccineus</i> L.</p> 

El precipitado indica la presencia de taninos

Saponinas

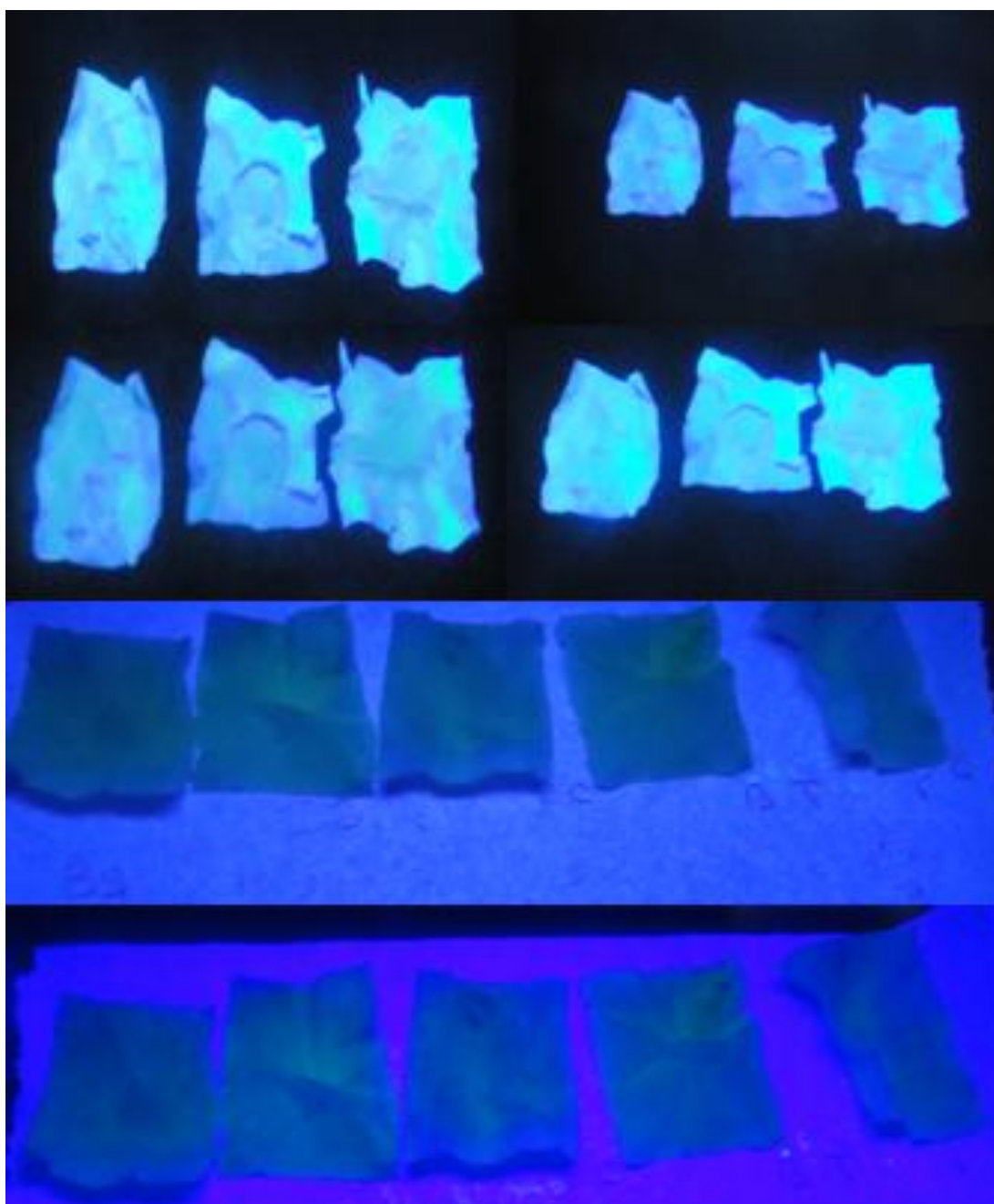
<p><i>Castilleja tenuiflora</i> Benth /<i>Lupinus campestris</i> Cham.&Schlecht</p> 	<p><i>Salvia gesneriflora</i> Lindl. & Paxton</p> 	<p><i>Senecio barba-johannis</i> DC./ <i>Salvia hispánica</i> L.</p> 
<p><i>Stevia monardifolia</i> HBK.</p> 	<p><i>Senecio salignus</i> DC.</p> 	<p><i>Zephyranthes verecunda</i> Herb</p> 

La espuma indica la presencia de saponinas

<p><i>Asclepias notha</i> W. D. Stevens / <i>Cestrum roseum</i> HBK.</p> 	<p><i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schlecht.</p> 	<p><i>Phaseolus coccineus</i> L.</p> 
--	---	--

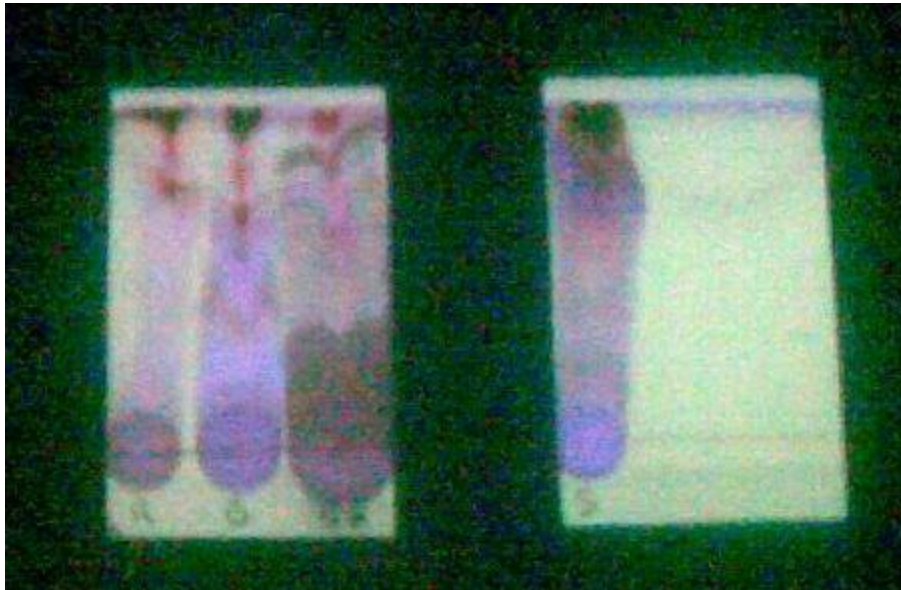
La espuma indica la presencia de saponinas

Cumarinas



La fluorescencia amarilla indica la presencia de cumarinas.

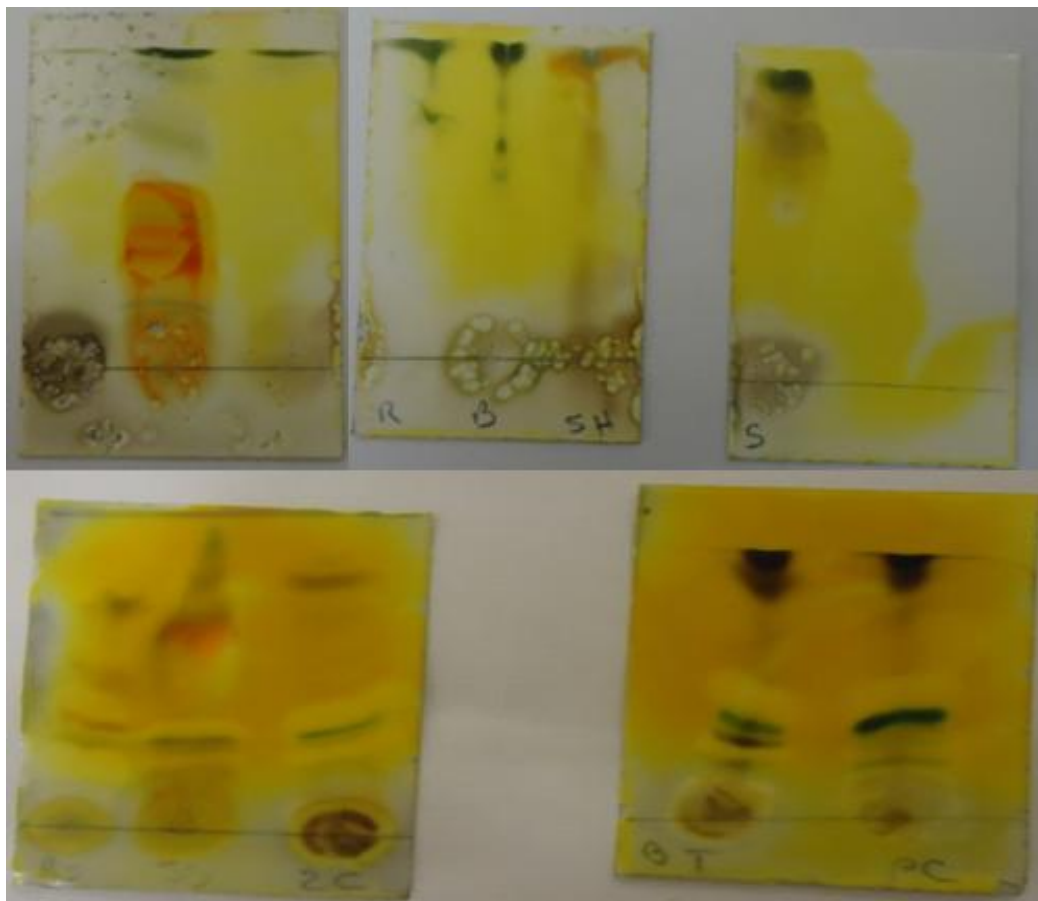
Antraquinonas



La fluorescencia marrón indica la presencia de antraquinonas.

Anexo 4. Placas cromatográficas de los extractos obtenidos de los ejemplares colectados.

Alcaloides



La coloración rojo marrón a naranja indica la presencia de alcaloides.

Anexo 5. Graficas y/ o resultados de la toxicidad, obtenidas de los datos registrados del modelo de *Artemia salina* a través del programa SigmaPlotv3.0, de las especies analizadas.

***Castilleja tenuiflora* Benth.**

Nonlinear Regression					
Data Source: Data 1 in Notebook1					
Equation: Standard Curves, Four Parameter Logistic Curve					
f1=min + (max-min)/(1 + abs(x/EC50)^Hillslope)					
f2=min + (max-min)*(abs(x/EC50)^abs(Hillslope))/(1 + (abs(x/EC50)^abs(Hillslope)))					
f = if(x<=0, if(Hillslope>0,max,min), if(Hillslope>0, f1, f2))					
R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard	Error of Estimate	
0.8270	0.6839	0.5258	13.4623		
	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
min	28.7343	5.1259	5.6057	0.0014	1.4494
max	36166.3527	10794972804.3194	3.3503E-006	1.0000	1.2948E+012<
EC50	127428.8270	24213244579.2748	5.2628E-006	1.0000	1.3013E+012<
Hillslope	-1.5783	179.8349	-0.0088	0.9933	8084217.3792<

***Lupinus campestris* Cham. & Schlecht**

Nonlinear Regression					
Data Source: Data 1 in Lupinos.JNB					
Equation: Standard Curves, Four Parameter Logistic Curve					
f1=min + (max-min)/(1 + abs(x/EC50)^Hillslope)					
f2=min + (max-min)*(abs(x/EC50)^abs(Hillslope))/(1 + (abs(x/EC50)^abs(Hillslope)))					
f = if(x<=0, if(Hillslope>0,max,min), if(Hillslope>0, f1, f2))					
R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard	Error of Estimate	
0.6667	0.4444	0.3403	18.3333		
	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
min	31.1111	4.3212	7.1996	<0.0001	0.0000
max	378.6685	8590063528.0614	4.4082E-008	1.0000	0.0000
EC50	2400.3127	6959792812.5538	3.4488E-007	1.0000	0.0000
Hillslope	-9.9192	0.1560	-63.5784	<0.0001	0.0000

***Salvia gesneriflora* Lindl. & Paxton**

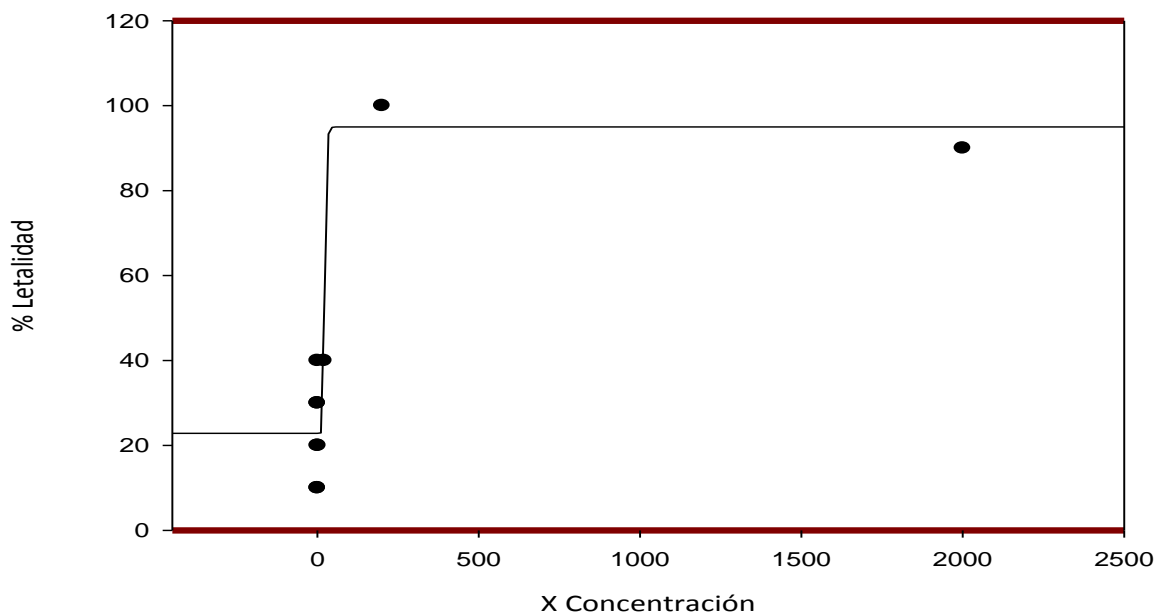
Nonlinear Regression					
Data Source: Data 1 in salvia gesneriflora.JNB					
Equation: Standard Curves, Four Parameter Logistic Curve					
f1=min + (max-min)/(1 + abs(x/EC50)^Hillslope)					
f2=min + (max-min)*(abs(x/EC50)^abs(Hillslope))/(1 + (abs(x/EC50)^abs(Hillslope)))					
f = if(x<=0, if(Hillslope>0,max,min), if(Hillslope>0, f1, f2))					
R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard	Error of Estimate	
0.0000	0.0000	0.0000	16.3936		
	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
min	35.0000	3.8640	9.0580	<0.0001	0.0000
max	35.2825	36147.7658	0.0010	0.9992	0.0000
EC50	1.3519E-006	152.1723	8.8841E-009	1.0000	0.0000

Hillslope	20.4075	5864697624.641 6	3.4797E-009	1.0000	0.0000
-----------	---------	---------------------	-------------	--------	--------

Senecio barba-johannis DC.

Nonlinear Regression					
Data Source: Data 1 in senecio barba.JNB					
Equation: Standard Curves, Four Parameter Logistic Curve					
f1=min + (max-min)/(1 + abs(x/EC50)^Hillslope)					
f2=min + (max-min)*(abs(x/EC50)^abs(Hillslope))/(1 + (abs(x/EC50)^abs(Hillslope)))					
f = if(x<=0, if(Hillslope>0,max,min), if(Hillslope>0, f1, f2))					
R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard	Error of Estimate	
0.9544	0.9108	0.8662	11.4953		
	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
min	22.8571	4.3479	5.2570	0.0019	1.0846
max	95.0000	11.5444	8.2291	0.0002	2.0741
EC50	22.6842	15711392.3536	1.4438E-006	1.0000	5.3131E+013<
Hillslope	-9.2566	50908716.6768	-1.8183E-007	1.0000	5.3131E+013<

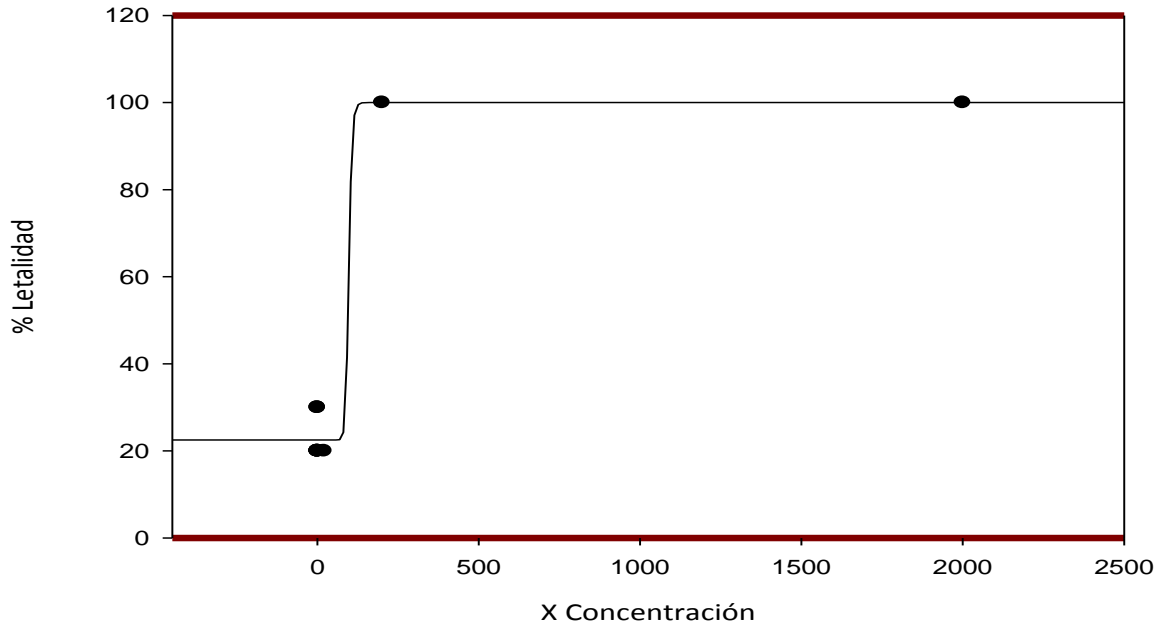
Senecio Barba - Johannis DC.



Salvia hispanica L.

Nonlinear Regression					
Data Source: Data 1 in salvia hispanica.JNB					
Equation: Standard Curves, Four Parameter Logistic Curve					
f1=min + (max-min)/(1 + abs(x/EC50)^Hillslope)					
f2=min + (max-min)*(abs(x/EC50)^abs(Hillslope))/(1 + (abs(x/EC50)^abs(Hillslope)))					
f = if(x<=0, if(Hillslope>0,max,min), if(Hillslope>0, f1, f2))					
R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard	Error of Estimate	
0.9923	0.9846	0.9769	5.0000		
	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
min	22.5000	1.7678	12.7279	<0.0001	1.0000
max	100.0000	5.0000	20.0000	<0.0001	2.0000
EC50	97.0582	2.7828E+013	3.4878E-012	1.0000	4.2706E+015<
Hillslope	-19.4980	7.7409E+012	-2.5188E-012	1.0000	4.2706E+015<

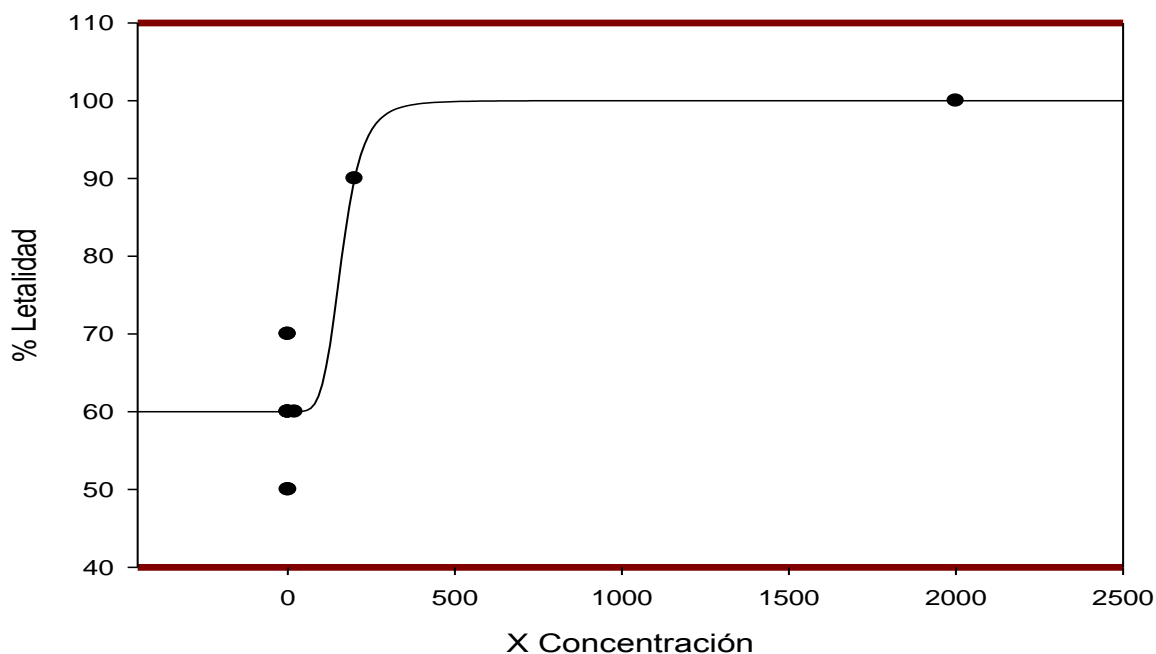
Salvia hispanica L.



***Stevia monardifolia* HBK.**

Nonlinear Regression					
Data Source: Data 1 in bacharis salicifolia.JNB					
Equation: Standard Curves, Four Parameter Logistic Curve					
f1=min + (max-min)/(1 + abs(x/EC50)^Hillslope)					
f2=min + (max-min)*(abs(x/EC50)^abs(Hillslope))/(1 + (abs(x/EC50)^abs(Hillslope)))					
f = if(x<=0, if(Hillslope>0,max,min), if(Hillslope>0, f1, f2))					
R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard	Error of Estimate	
0.9132	0.8340	0.7510	8.1650		
	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
min	59.9999	3.0861	19.4422	<0.0001	1.1518
max	100.0001	8.2224	12.1619	<0.0001	1.5846
EC50	161.7929	31797.7788	0.0051	0.9961	875192.3064<
Hillslope	-5.1821	4804.2853	-0.0011	0.9992	875296.0014<

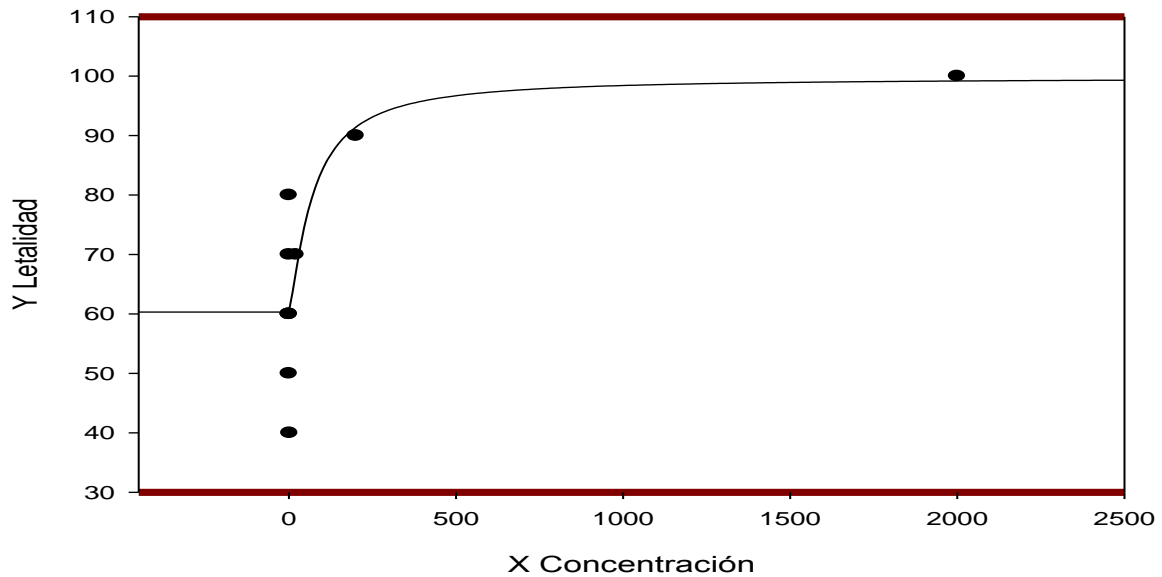
Estevia monardifolia HBK.



Senecio salignus DC.

Nonlinear Regression					
Data Source: Data 1 in senecio salignus.JNB					
Equation: Standard Curves, Four Parameter Logistic Curve					
f1=min + (max-min)/(1 + abs(x/EC50)^Hillslope)					
f2=min + (max-min)*(abs(x/EC50)^abs(Hillslope))/(1 + (abs(x/EC50)^abs(Hillslope)))					
f = if(x<=0, if(Hillslope>0,max,min), if(Hillslope>0, f1, f2))					
R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard	Error of Estimate	
0.8074	0.6520	0.4780	13.1032		
	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
min	60.3050	5.0551	11.9295	<0.0001	1.1489
max	99.7361	15.2983	6.5194	0.0006	2.2110
EC50	71.1093	114.5362	0.6208	0.5575	1.7993
Hillslope	-1.2747	1.6009	-0.7963	0.4562	1.4827

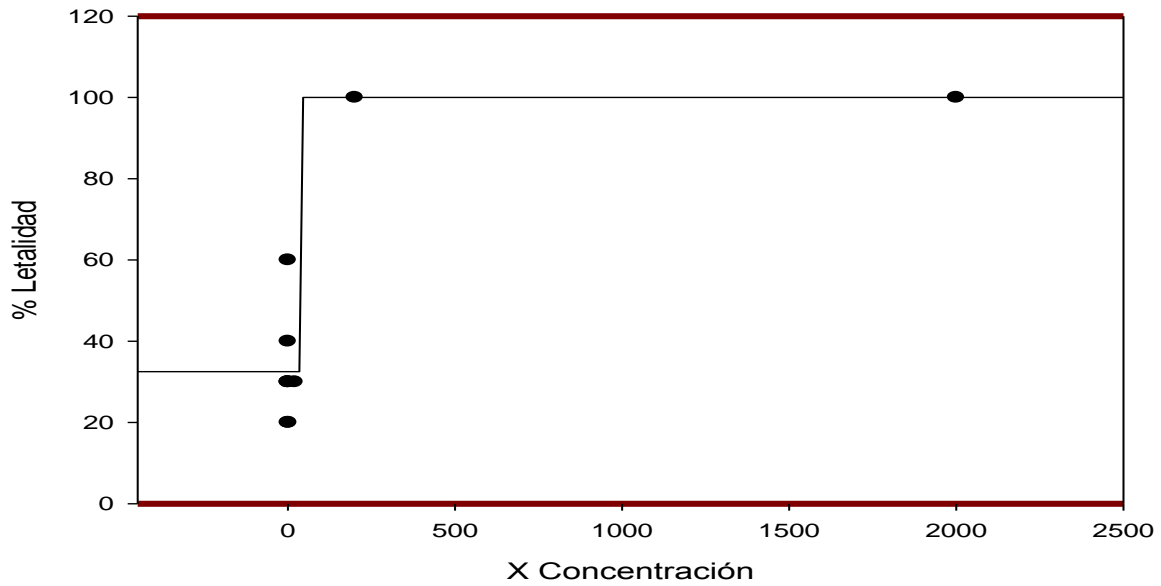
Senecio Salignus DC.



Zephyranthes verecunda Herb

Nonlinear Regression					
Data Source: Data 1 in zephyrantes.JNB					
Equation: Standard Curves, Four Parameter Logistic Curve					
f1=min + (max-min)/(1 + abs(x/EC50)^Hillslope)					
f2=min + (max-min)*(abs(x/EC50)^abs(Hillslope))/(1 + (abs(x/EC50)^abs(Hillslope)))					
f = if(x<=0, if(Hillslope>0,max,min), if(Hillslope>0, f1, f2))					
R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard	Error of Estimate	
0.9294	0.8637	0.7956	13.8444		
	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
min	32.5000(NAN)	(+inf)	<0.0001	0.0000	
max	100.0000(NAN)	(+inf)	<0.0001	0.0000	
EC50	-37.1214(NAN)	(-inf)	<0.0001	0.0000	
Hillslope	-143.8361(NAN)	(-inf)	<0.0001	0.0000	

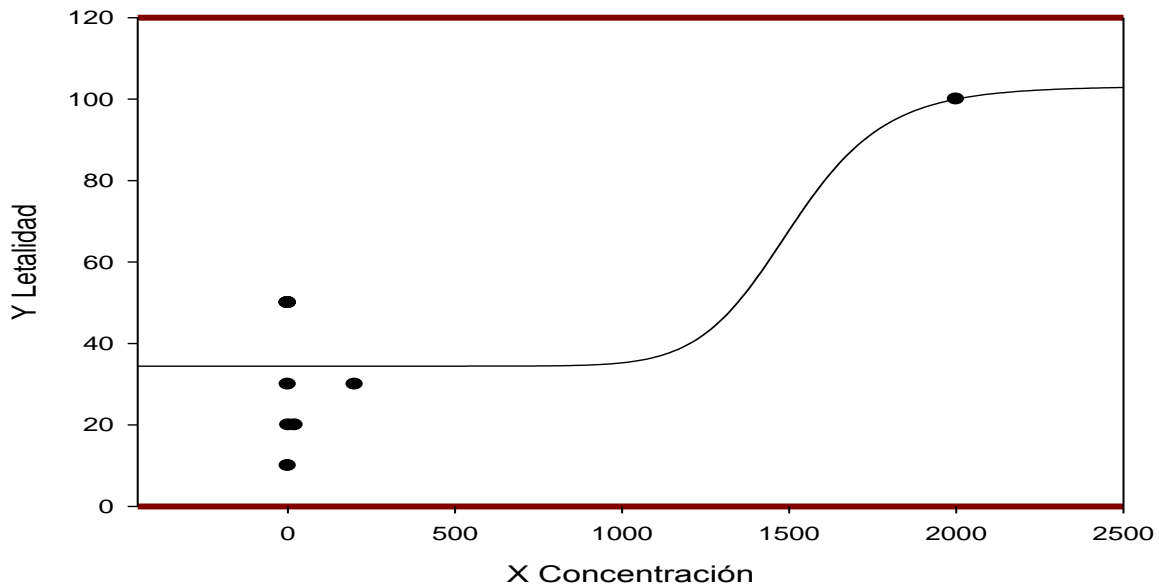
Zephyranthes verecunda Herb



Asclepias notha W. D. Stevens

Nonlinear Regression					
Data Source: Data 1 in A notha.JNB					
Equation: Standard Curves, Four Parameter Logistic Curve					
f1=min + (max-min)/(1 + abs(x/EC50)^Hillslope)					
f2=min + (max-min)*(abs(x/EC50)^abs(Hillslope))/(1 + (abs(x/EC50)^abs(Hillslope)))					
f = if(x<=0, if(Hillslope>0,max,min), if(Hillslope>0, f1, f2))					
R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard	Error of Estimate	
0.8104	0.6567	0.4850	18.3586		
	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
min	34.4444	6.4886	5.3085	0.0018	1.1245
max	103.1424	1207832206.8500	8.5395E-008	1.0000	3.9415E+015<
EC50	1507.8043	43263915917.1595	3.4851E-008	1.0000	2.5402E+015<
Hillslope	-10.7539	469258848.0602	-2.2917E-008	1.0000	4.6883E+014<

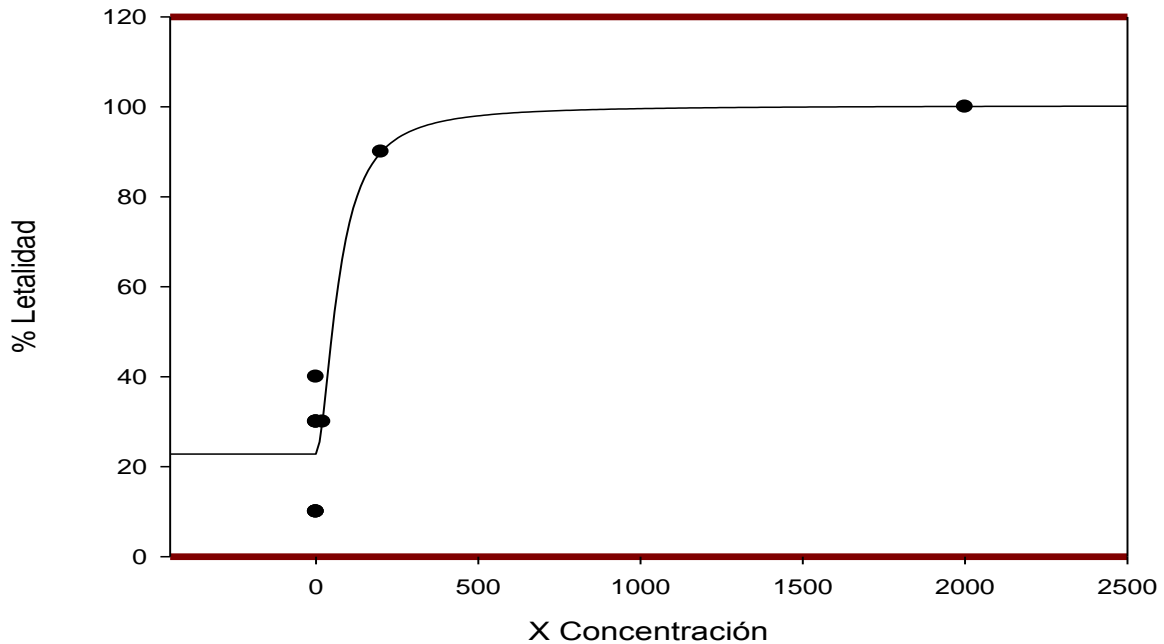
Asclepias notha W.D. Stevens



Cestrum Roseus HBK.

Nonlinear Regression					
Data Source: Data 1 in rosa.JNB					
Equation: Standard Curves, Four Parameter Logistic Curve					
f1=min + (max-min)/(1 + abs(x/EC50)^Hillslope)					
f2=min + (max-min)*(abs(x/EC50)^abs(Hillslope))/(1 + (abs(x/EC50)^abs(Hillslope)))					
f = if(x<=0, if(Hillslope>0,max,min), if(Hillslope>0, f1, f2))					
R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard	Error of Estimate	
0.9472	0.8973	0.8459	12.5239		
	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
min	22.8022	4.7592	4.7911	0.0030	1.1308
max	100.2731	13.0322	7.6943	0.0003	1.8996
EC50	70.1794	55.6937	1.2601	0.2544	1.138346122
Hillslope	-1.7823	1.1606	-1.5356	0.1755	

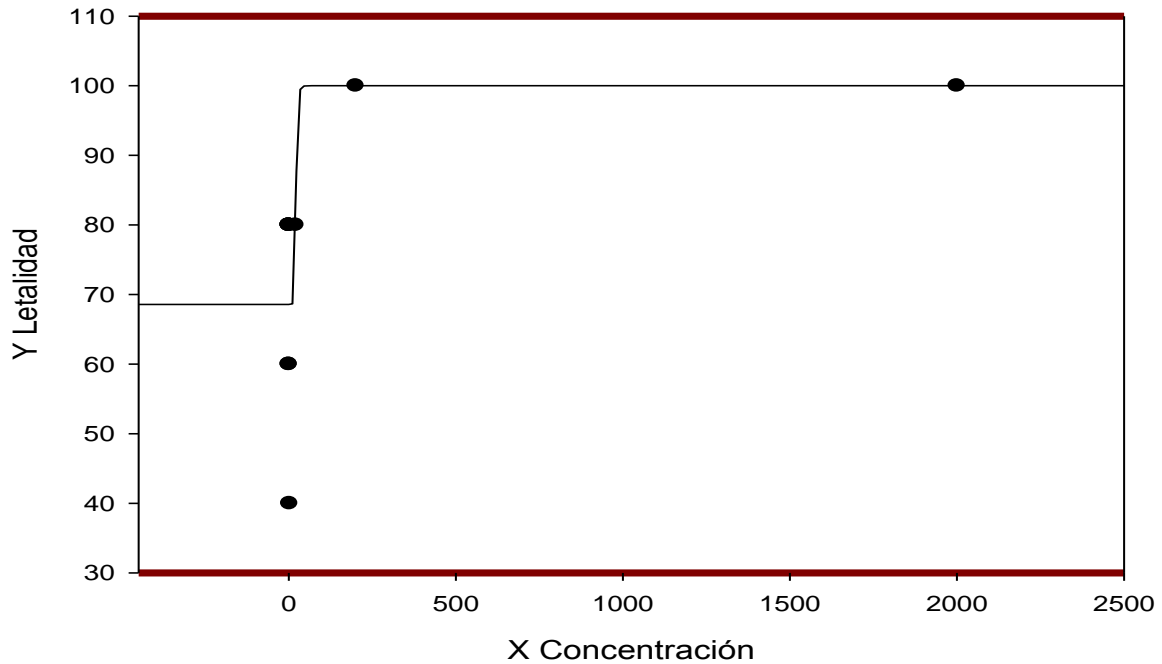
Centrum roseus HBK.



Bouvardia ternifolia (Cav.) Schlecht

Nonlinear Regression					
Data Source: Data 1 in bouvardia.JNB					
Equation: Standard Curves, Four Parameter Logistic Curve					
f1=min + (max-min)/(1 + abs(x/EC50)^Hillslope)					
f2=min + (max-min)*(abs(x/EC50)^abs(Hillslope))/(1 + (abs(x/EC50)^abs(Hillslope)))					
f = if(x<=0, if(Hillslope>0,max,min), if(Hillslope>0, f1, f2))					
R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard	Error of Estimate	
0.7150	0.5113	0.2669	15.7359		
	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
min	68.5714	6.0942	11.2519	<0.0001	1.1106
max	100.0000	14.5016	6.8958	0.0005	1.8108
EC50	21.3305	13396502.9061	1.5922E-006	1.0000	6.3612E+012<
Hillslope	8.6891	84731883.8304	-1.0255E-007	1.0000	6.3612E+012<

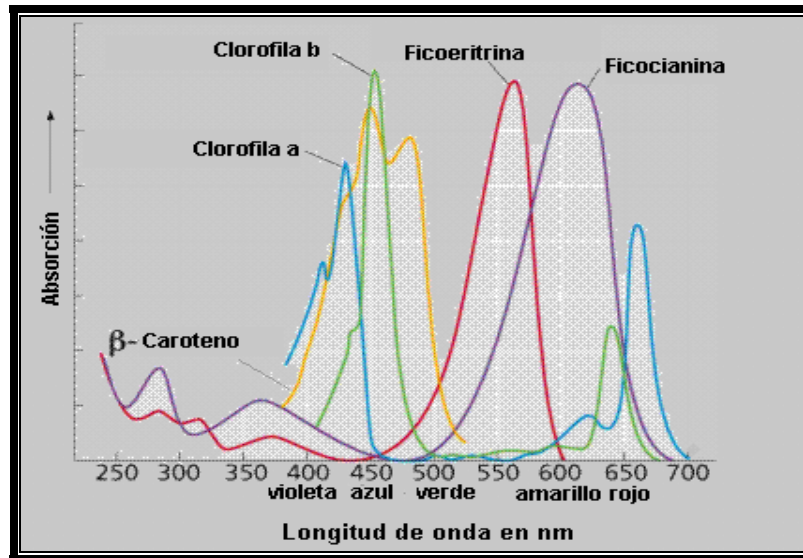
Bouvardia ternifolia (Cav.) Schlecht



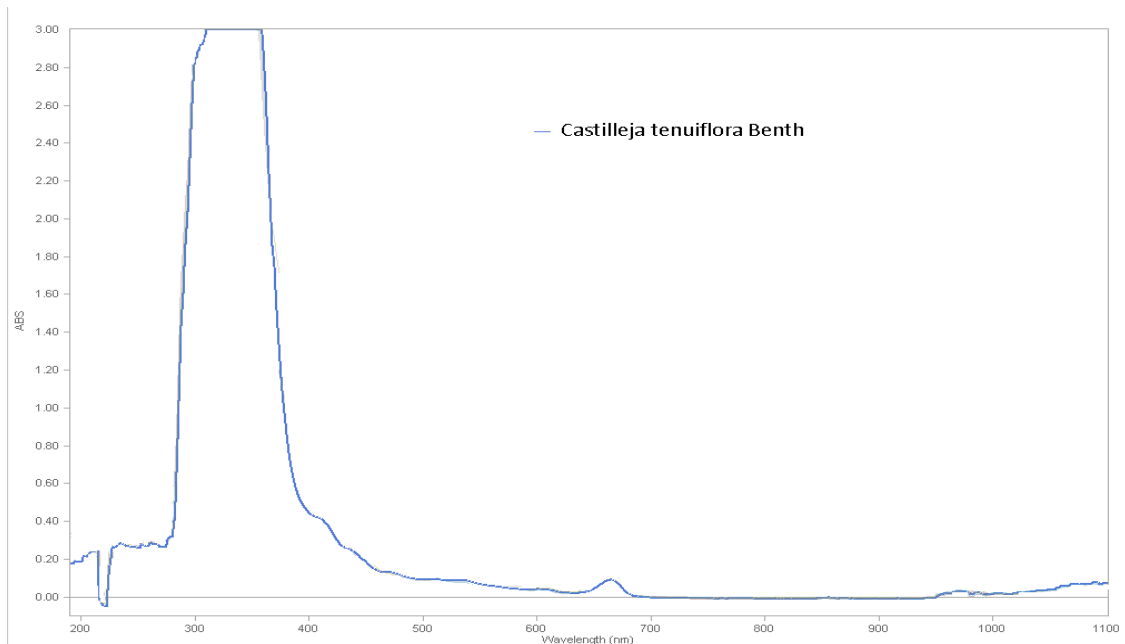
***Phaseolus coccineus* L.**

Nonlinear Regression					
Data Source: Data 1 in phaseolus.JNB					
Equation: Standard Curves, Four Parameter Logistic Curve					
f1=min + (max-min)/(1 + abs(x/EC50)^Hillslope)					
f2=min + (max-min)*(abs(x/EC50)^abs(Hillslope))/(1 + (abs(x/EC50)^abs(Hillslope)))					
f = if(x<=0, if(Hillslope>0,max,min), if(Hillslope>0, f1, f2))					
R	Rsqr	Adj Rsqr	Standard	Error of Estimate	
0.4714	0.2222	0.0000	16.1015		
	Coefficient	Std. Error	t	P	VIF
min	67.7778 (NAN)	(+inf)	<0.0001	0.0000	
max	90.0000 (NAN)	(+inf)	<0.0001	0.0000	
EC50	-4.3219E-006(NAN)	(-inf)	<0.0001	0.0000	
Hillslope	34.1638 (NAN)	(+inf)	<0.0001	0.0000	

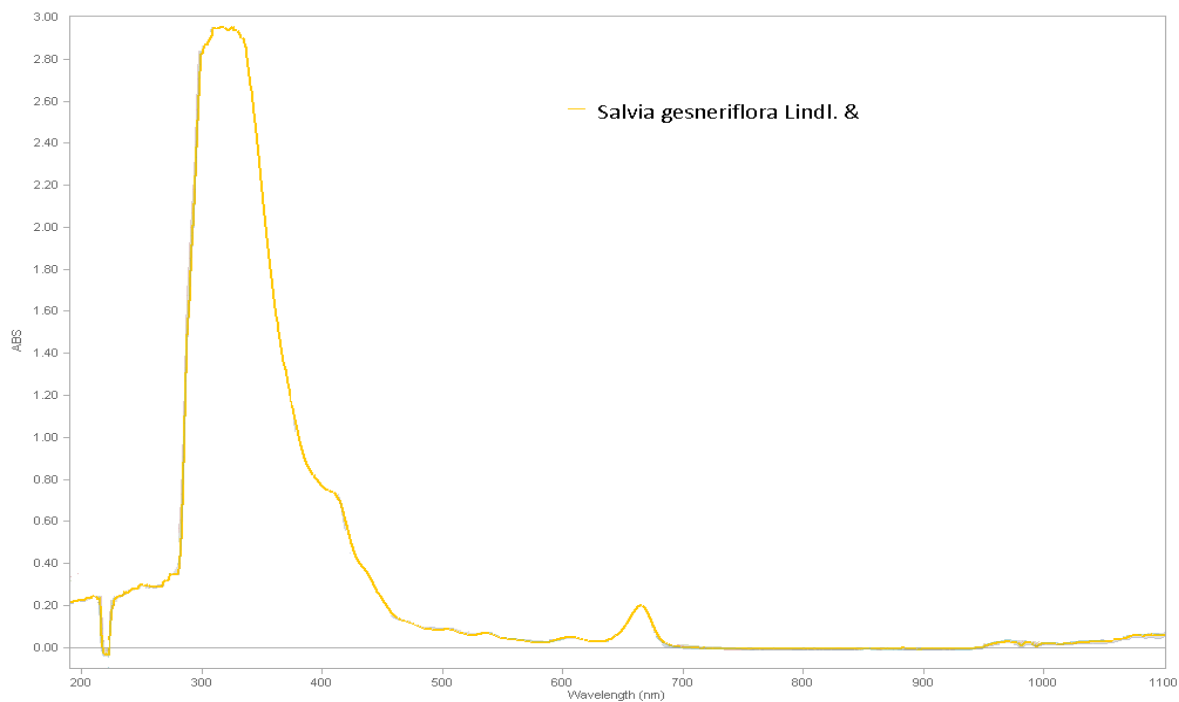
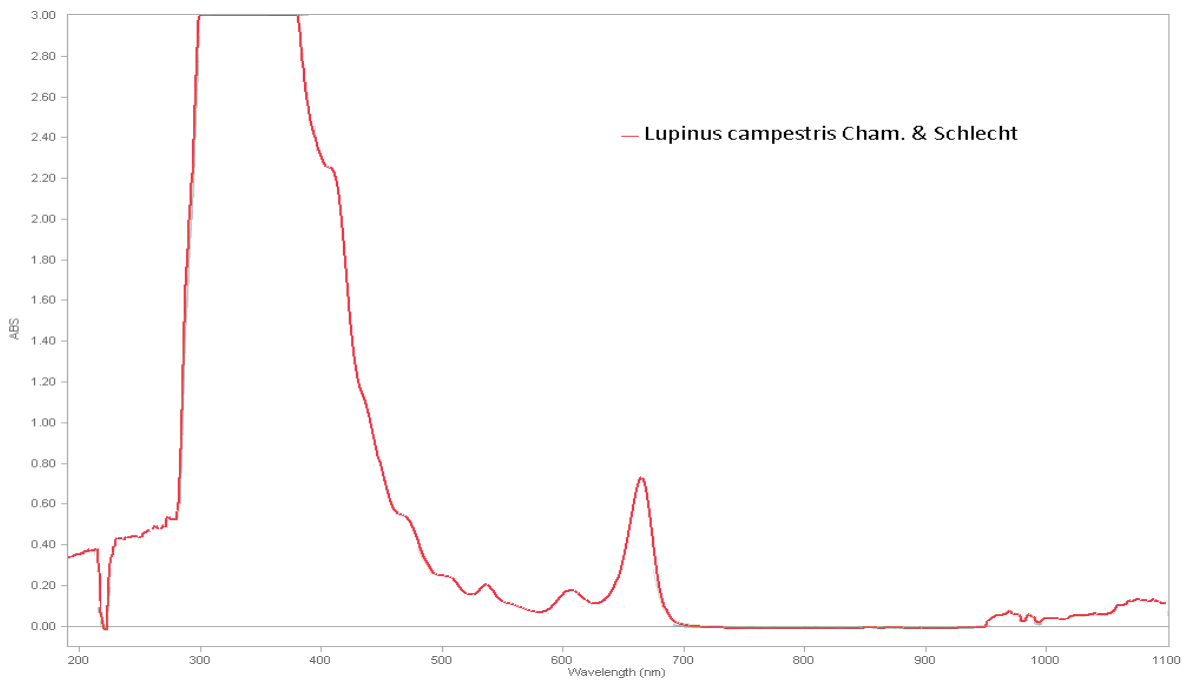
Anexo 6. Datos de la literatura donde se han identificado algunos grupos químicos a través de la espectrofotometría por UV de absorción.⁴⁶

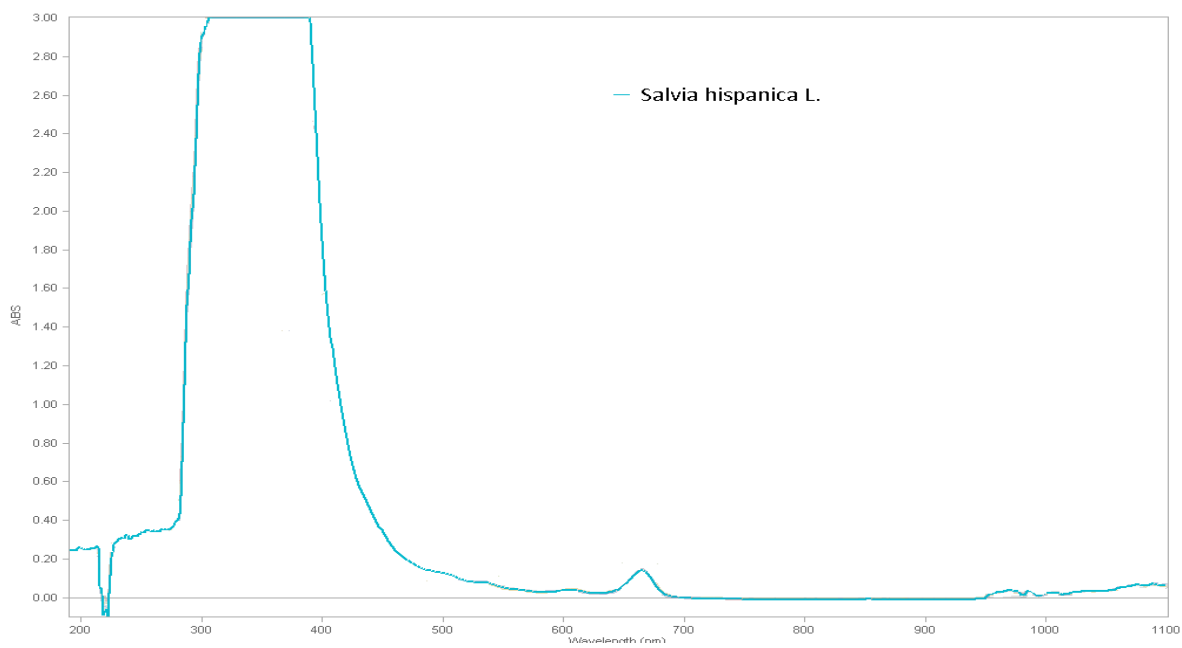
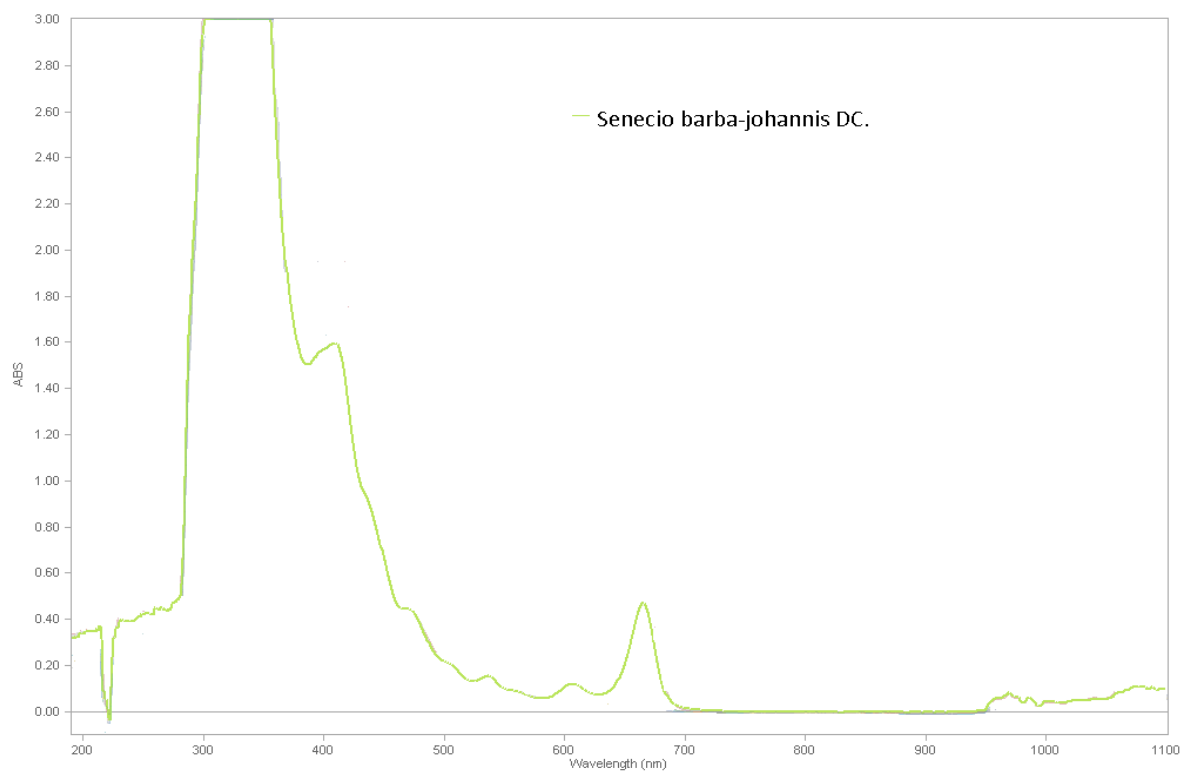


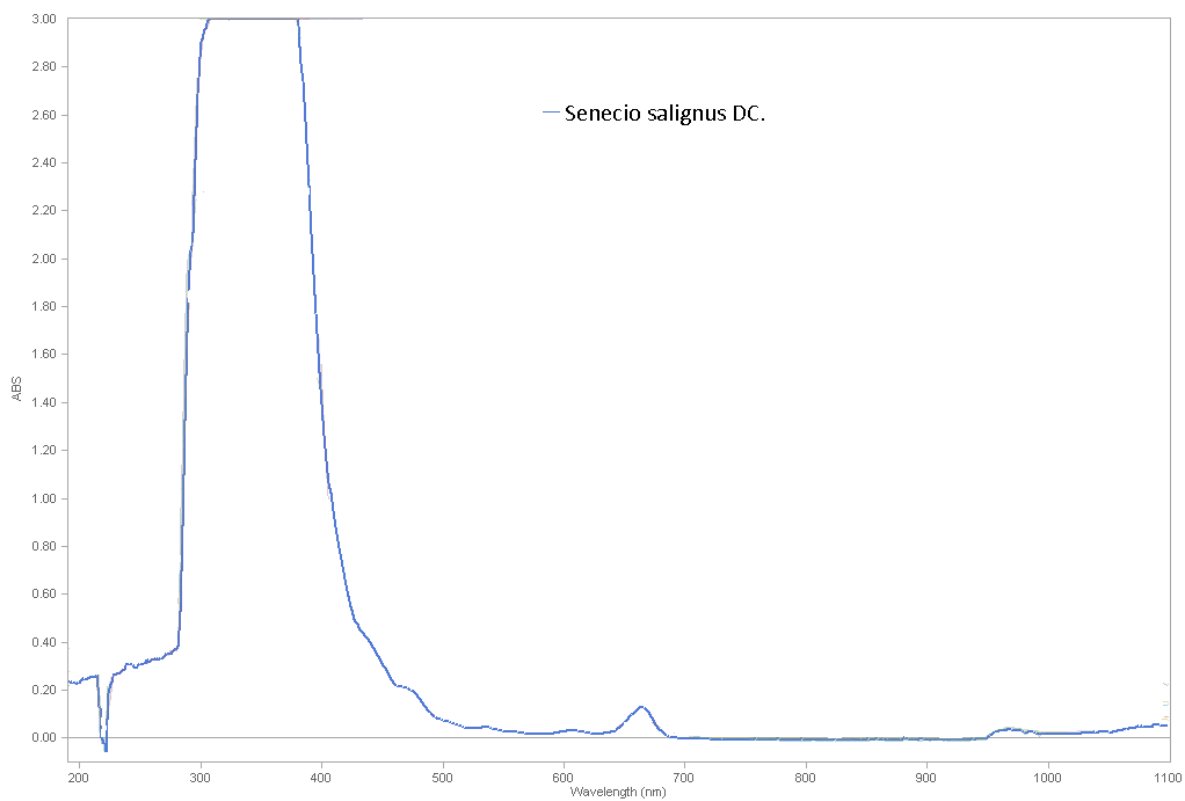
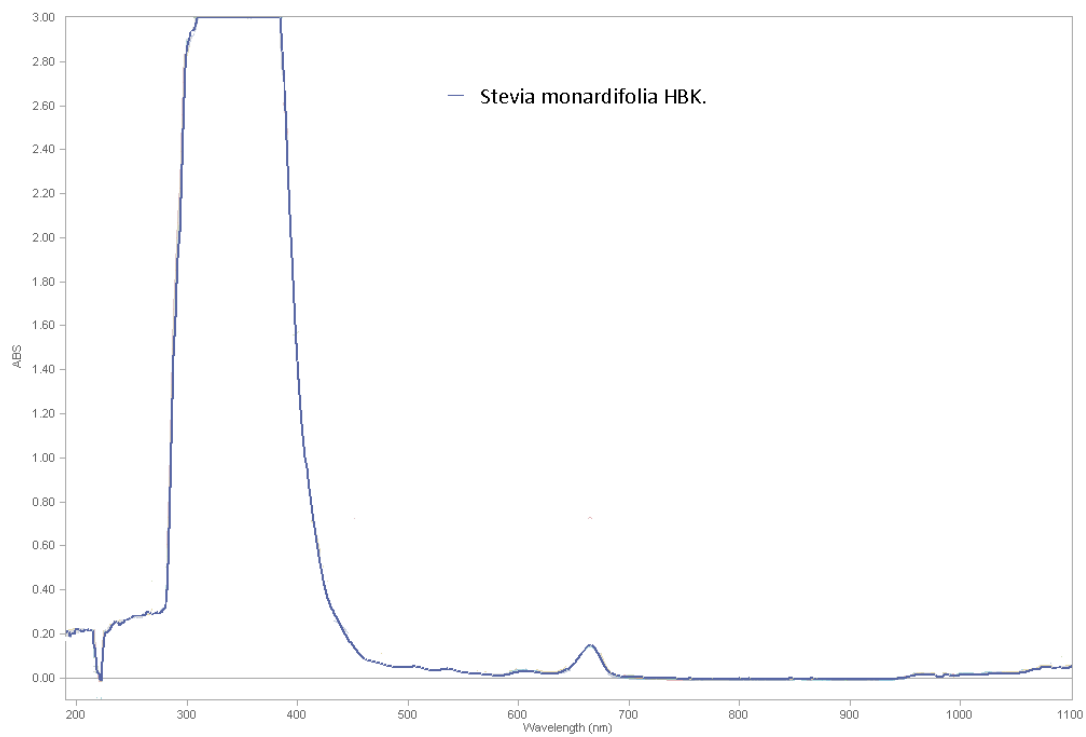
Anexo 7. Gráficas y/o resultados de espectro UV, obtenidas mediante el espectrofotómetro, de las 12 plantas analizadas.

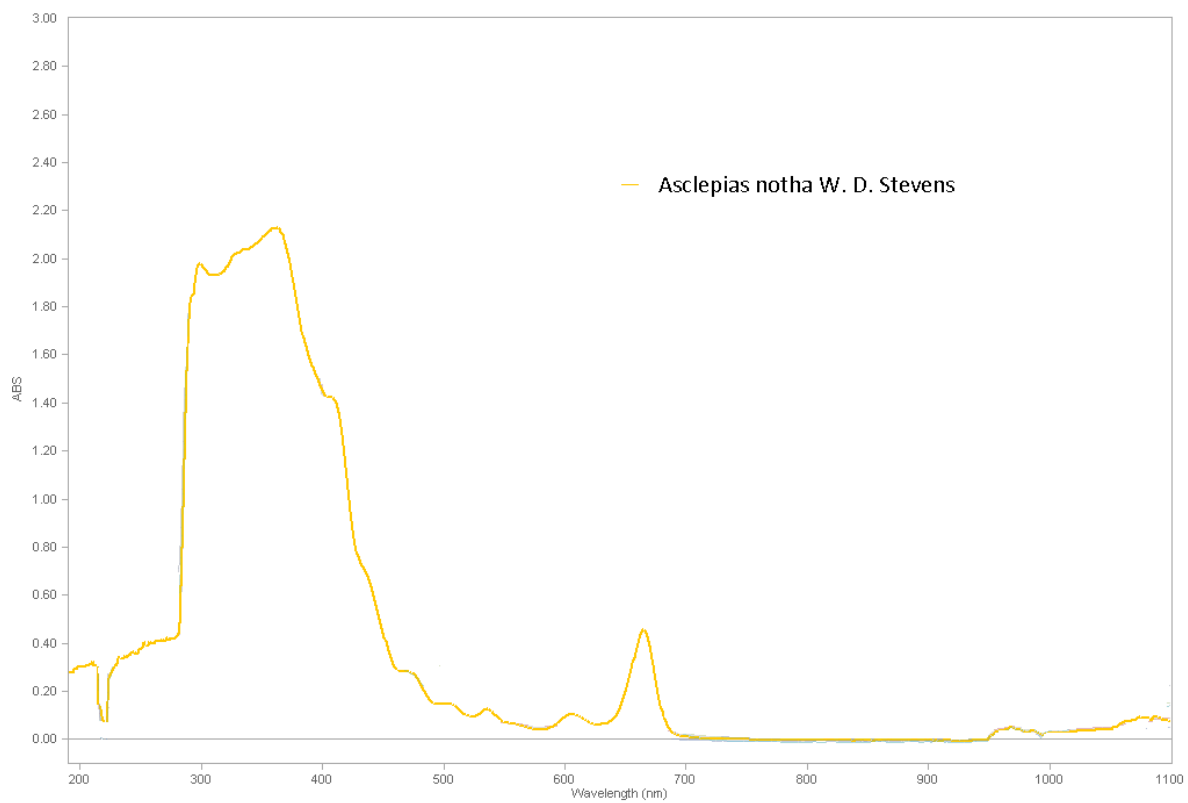
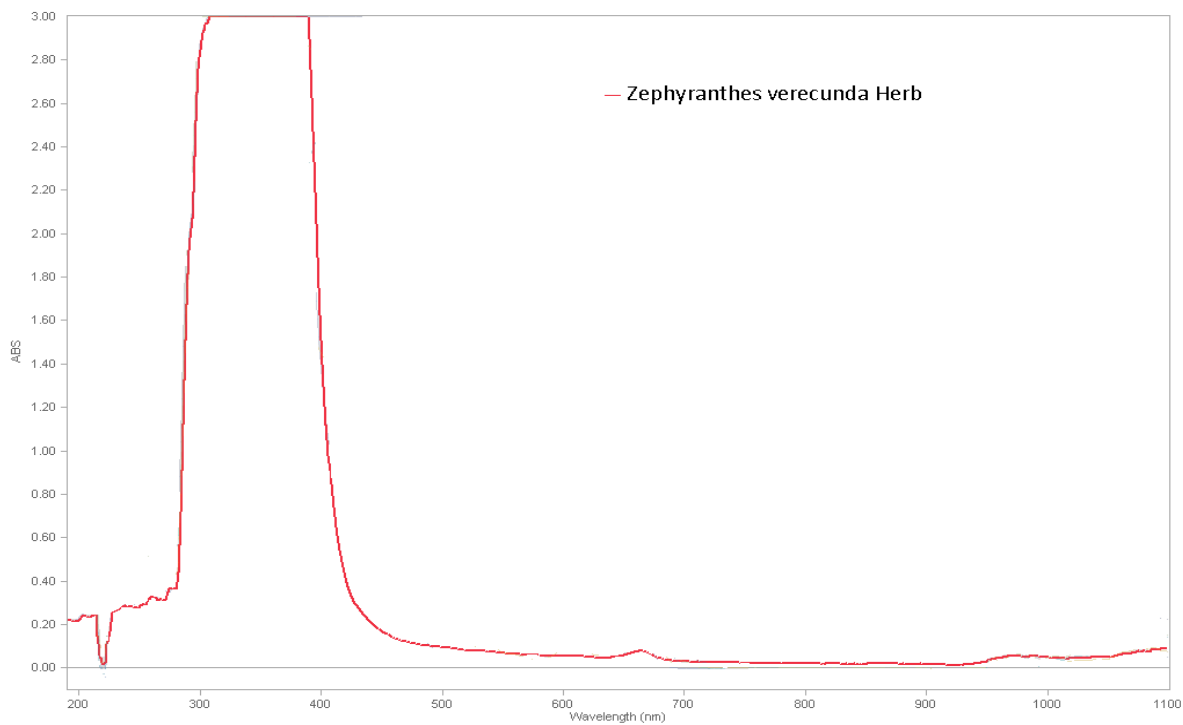


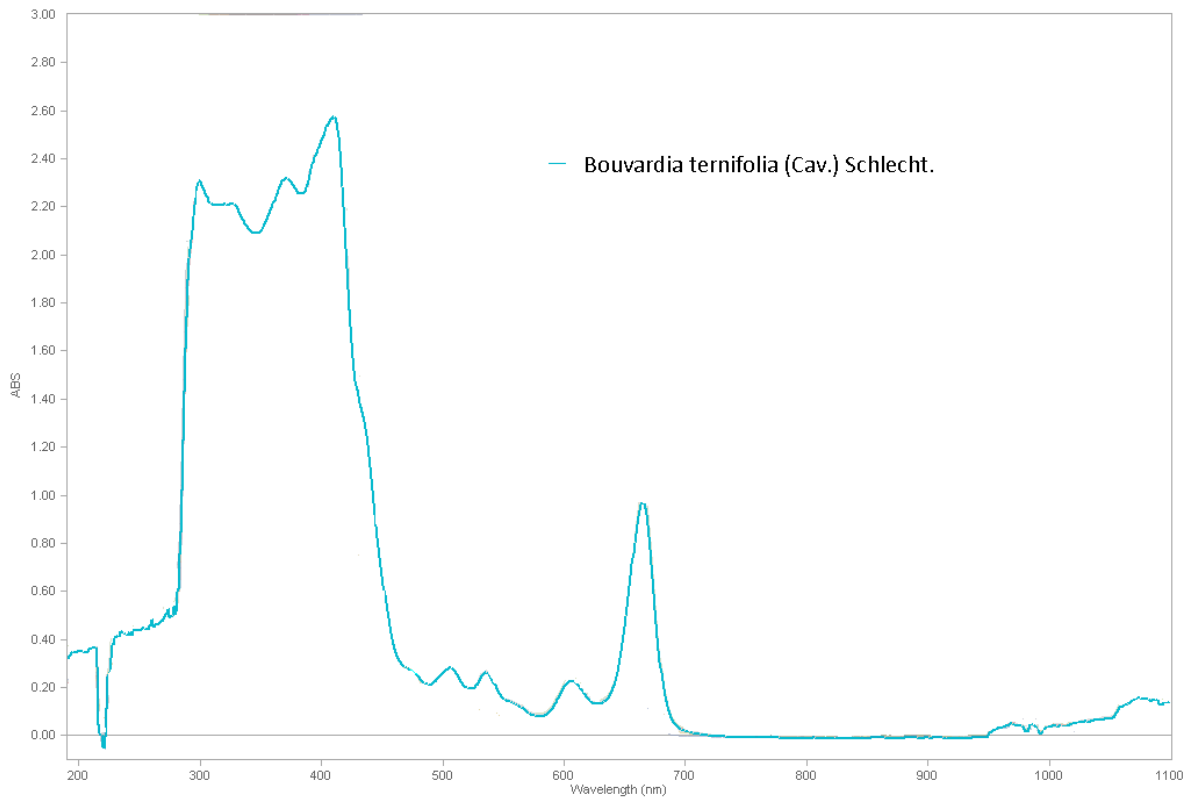
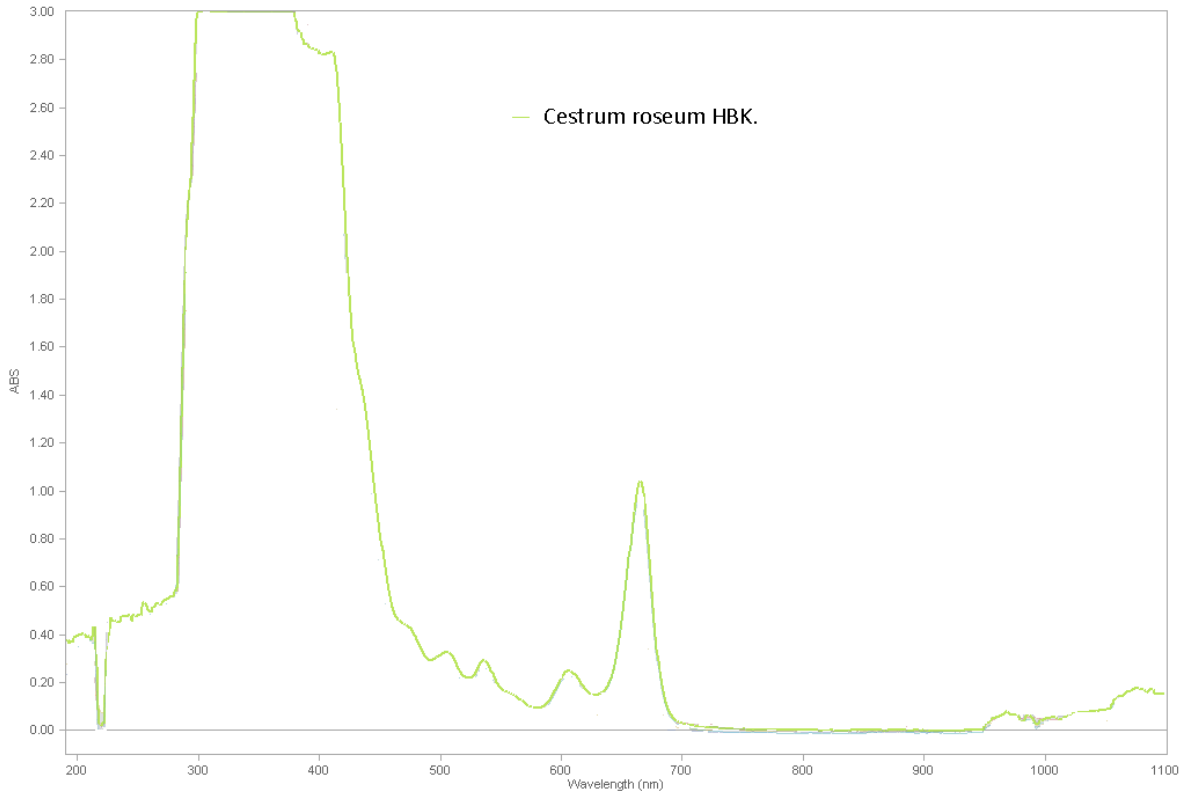
⁴⁶ <http://www.efn.uncor.edu/dep/biologia/intrbiol/pigment.gif>

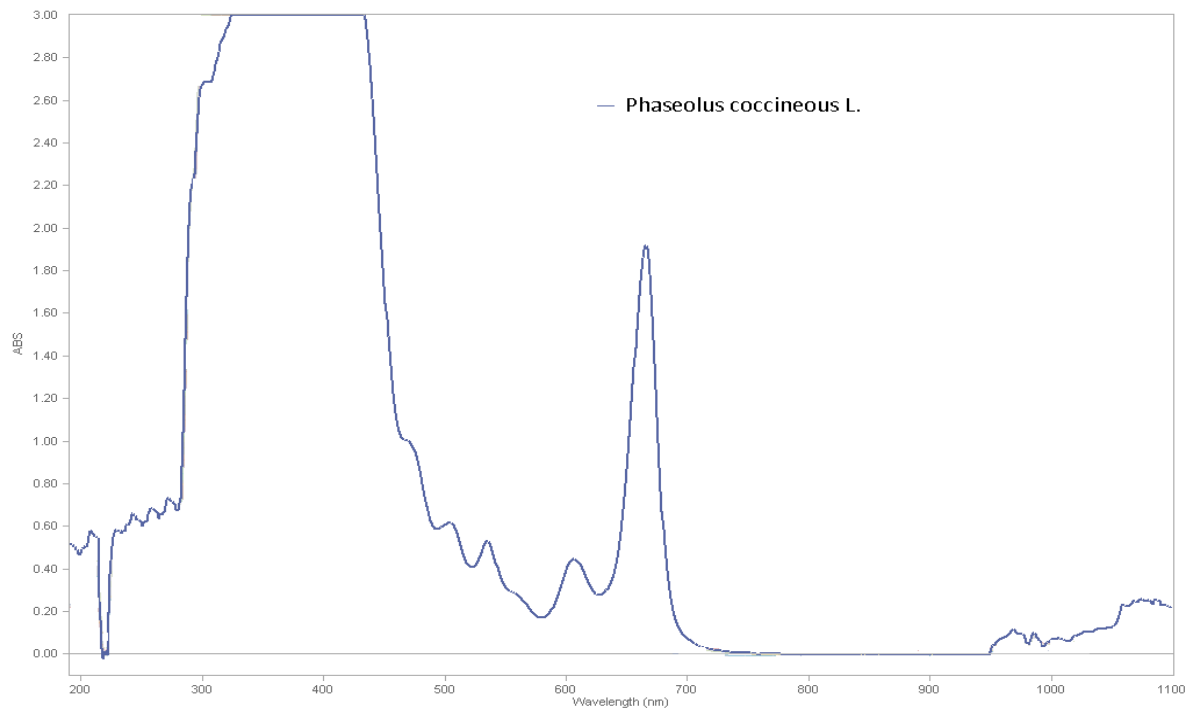




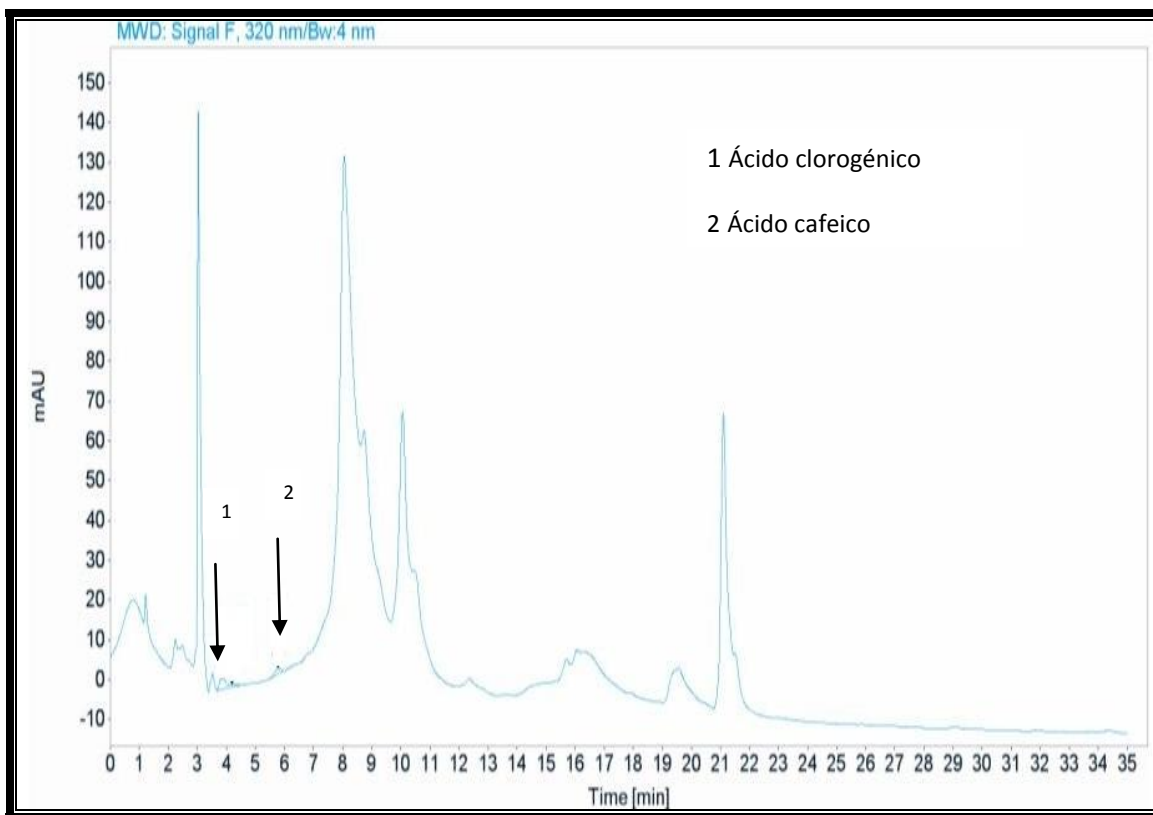




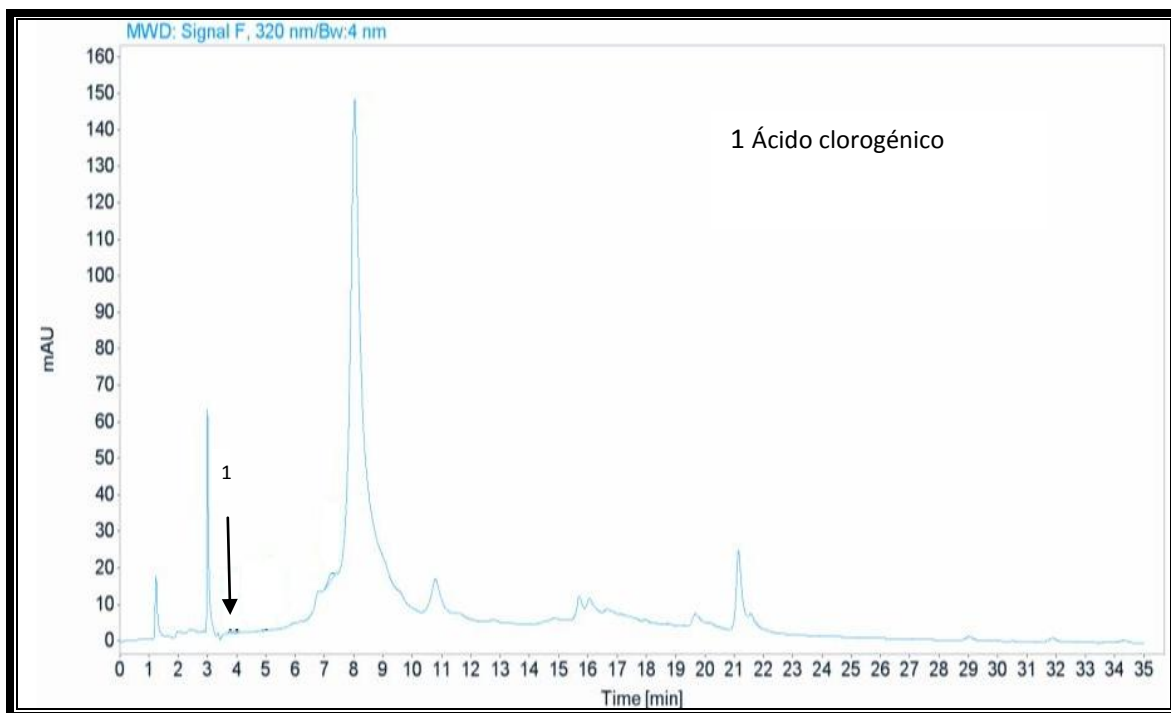




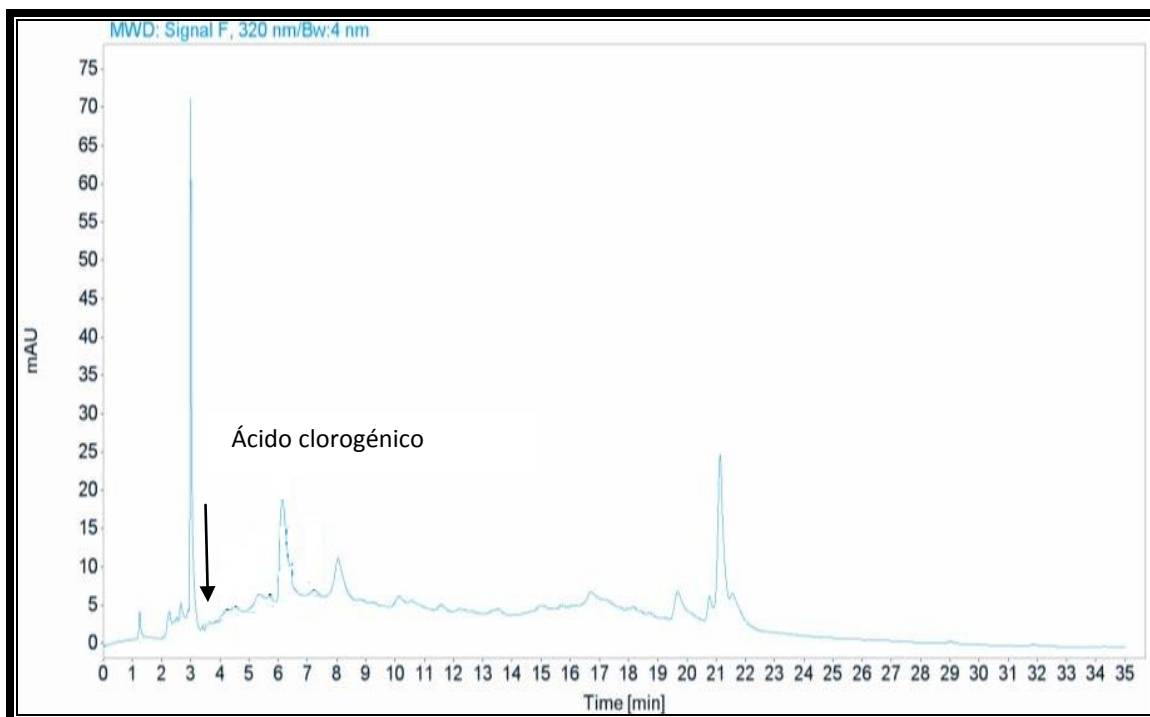
Anexo 8. Resultados del CLAR de las plantas donde se encontró Ácido cafeico y Ácido clorogénico.



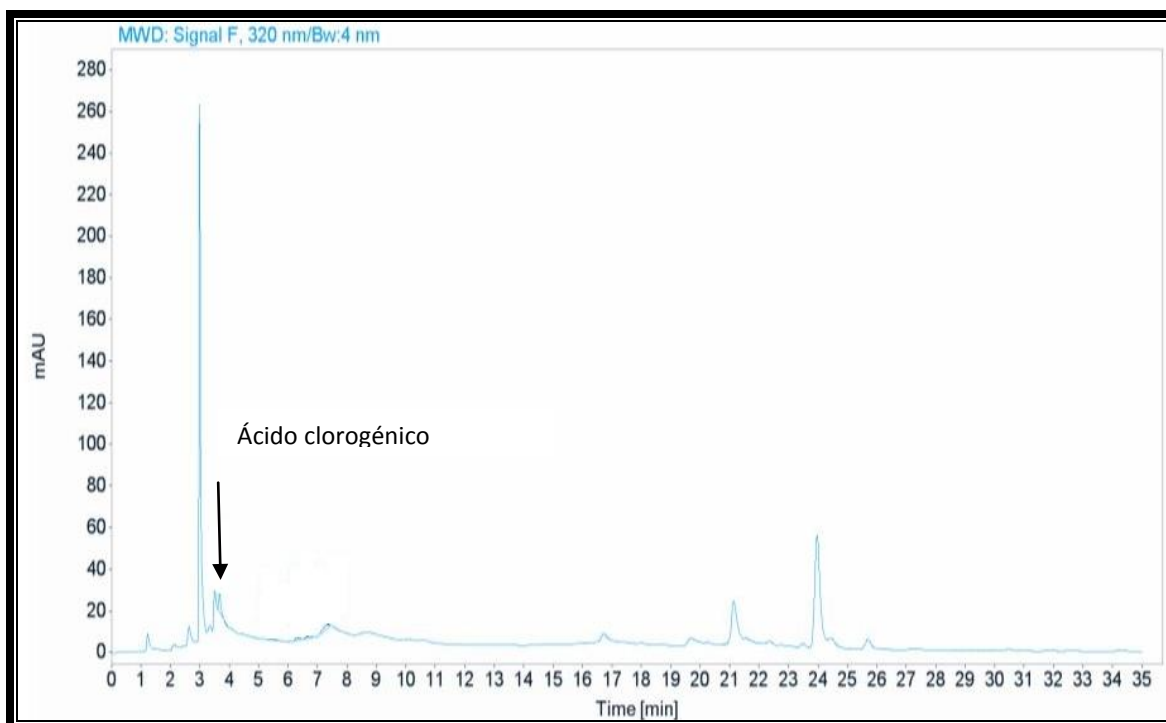
Castilleja tenuiflora Benth.



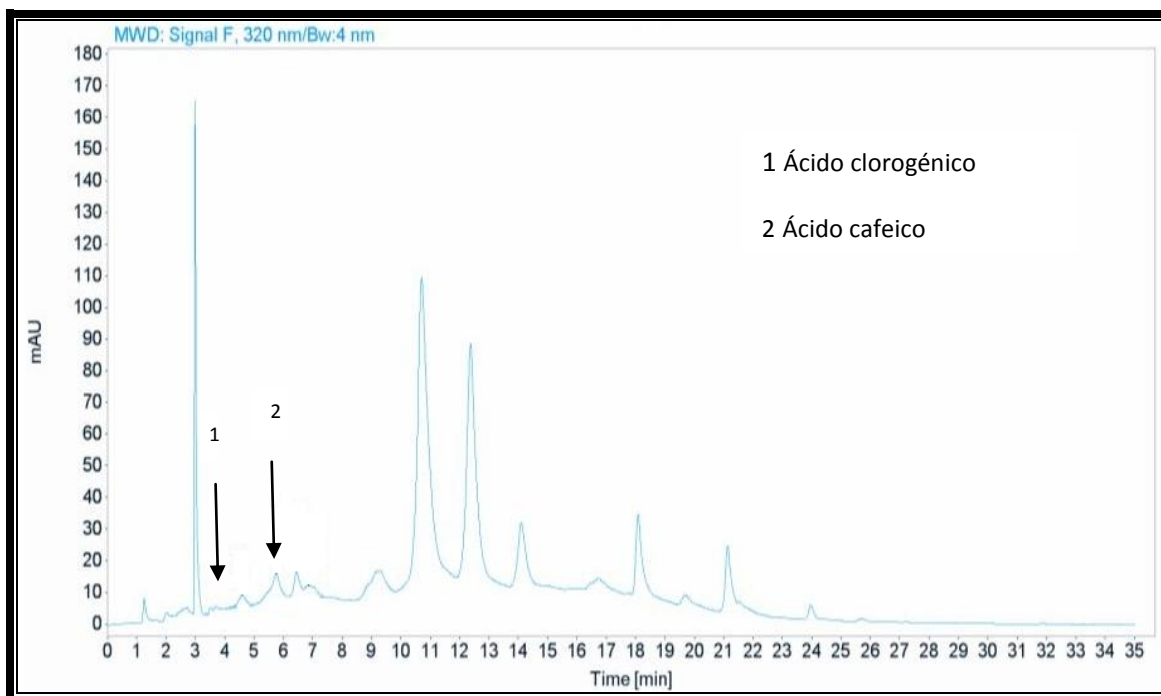
Lupinus campestris Cham.& Schlecht



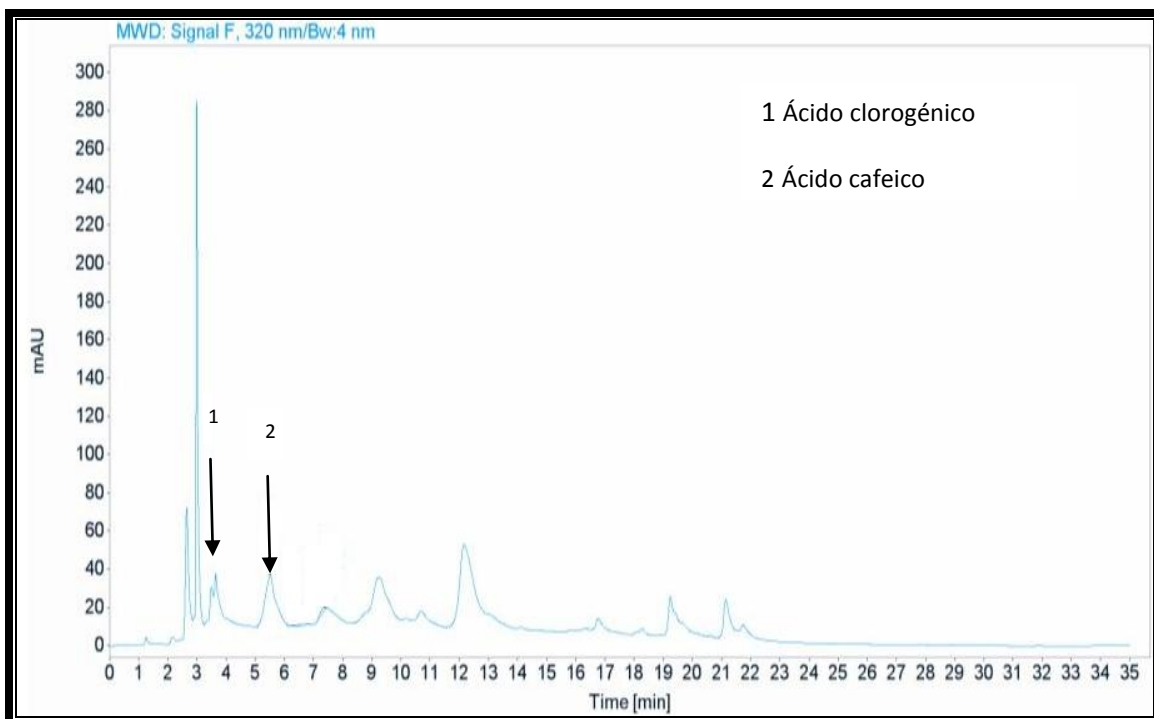
Salvia gesneriflora Lindl. & Paxton



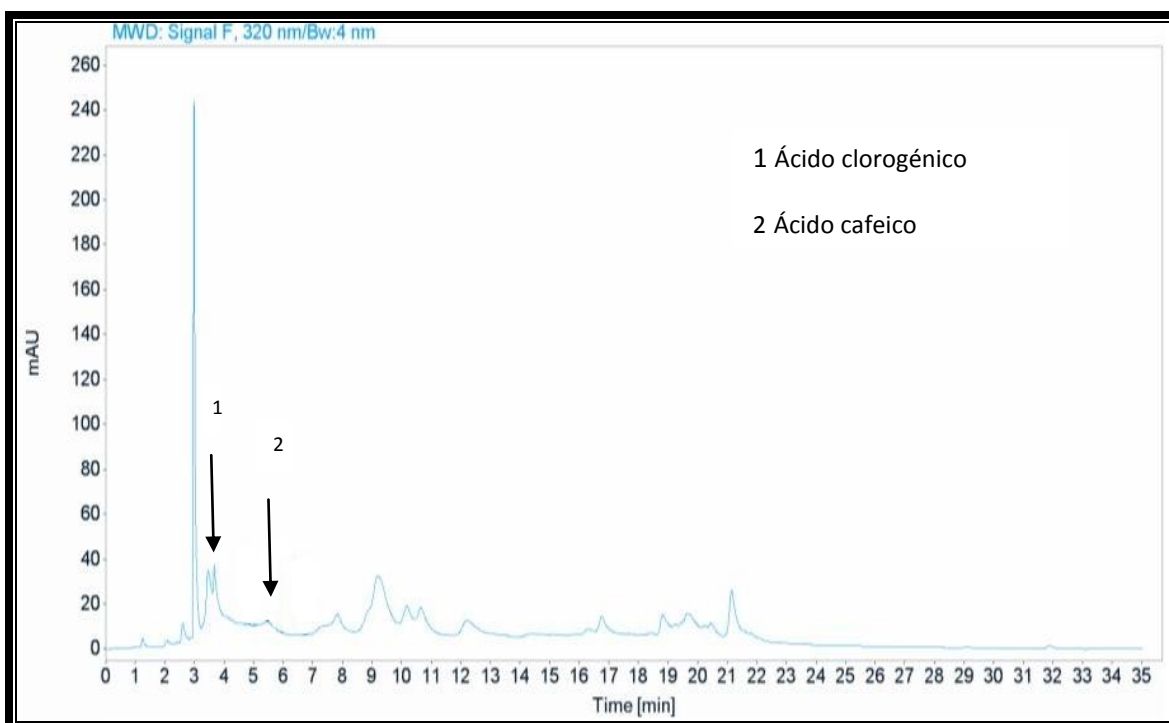
Senecio barba-johannis DC.



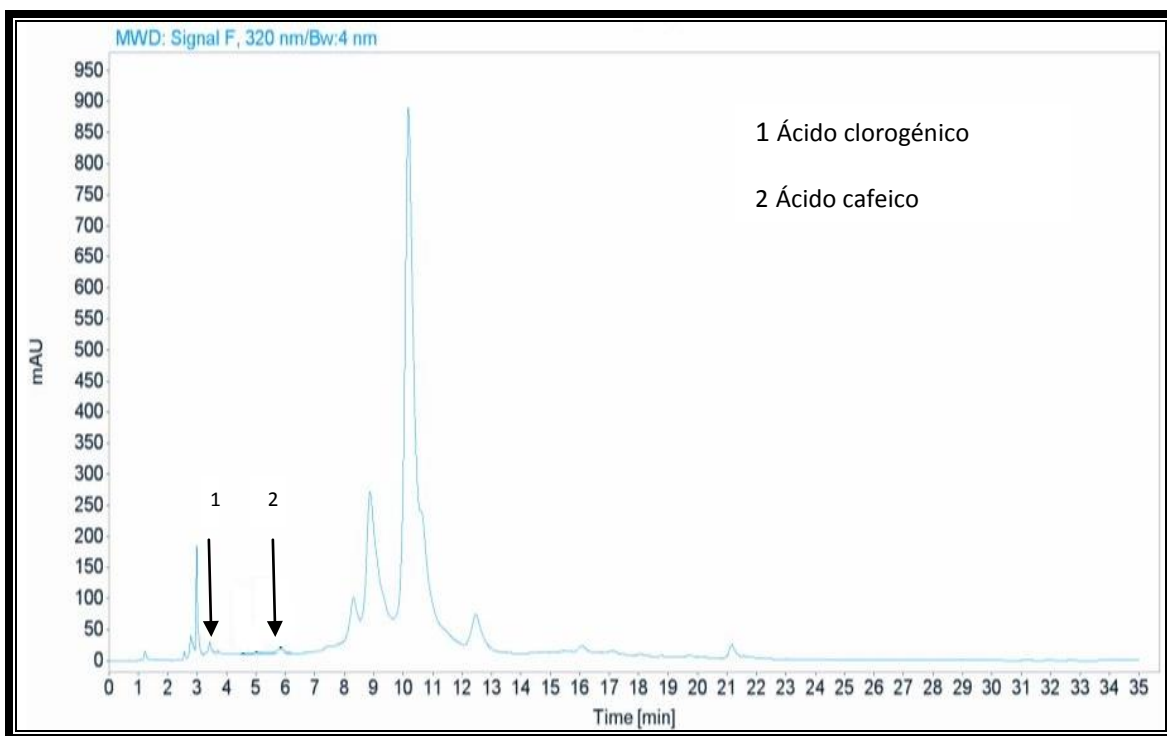
Salvia hispánica L.



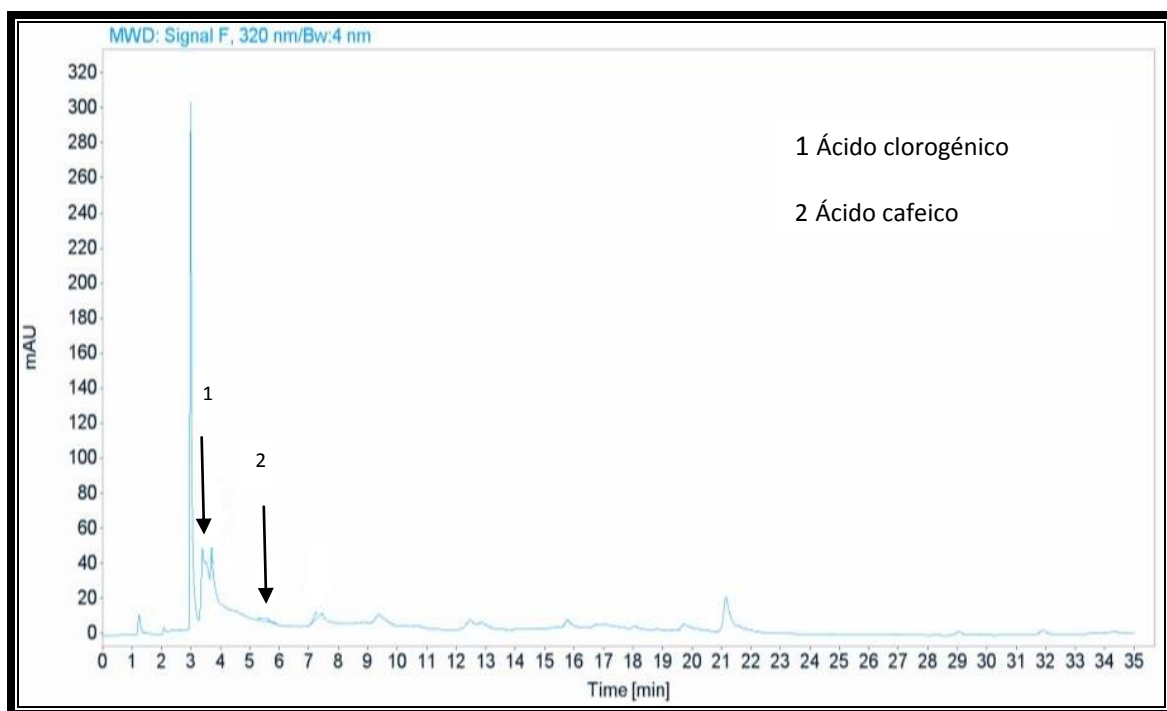
Stevia monardifolia HBK.



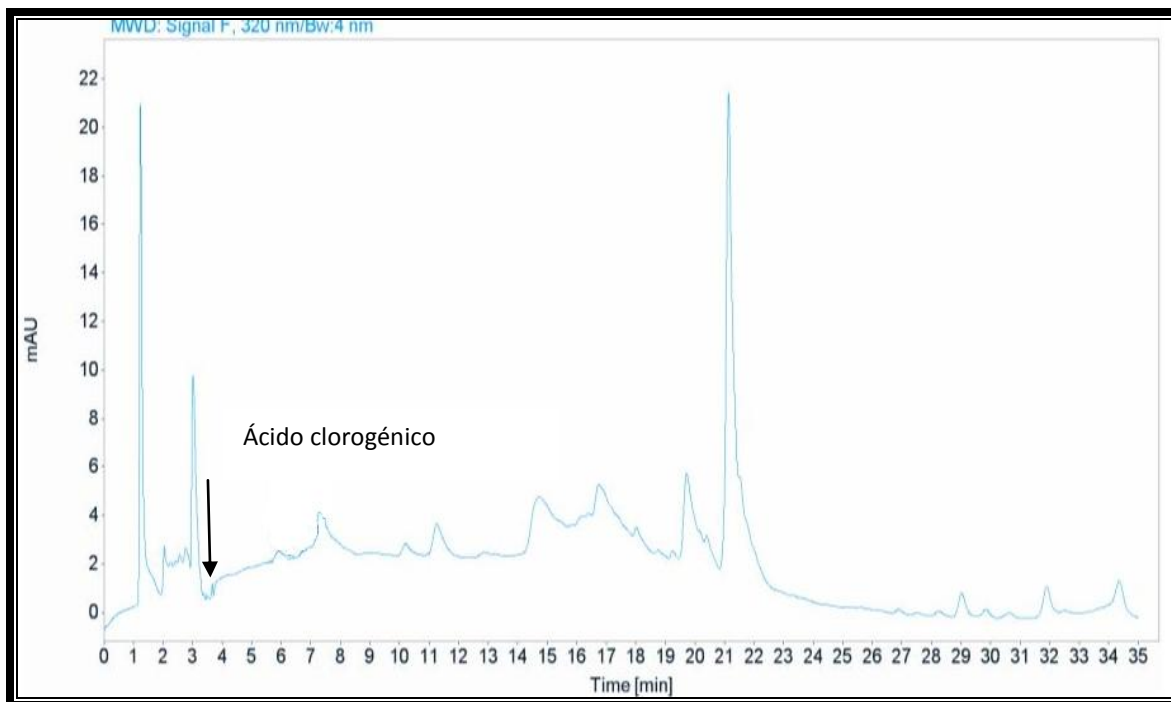
Senecio salignus DC.



Zephyranthes verecunda Herb



Cestrum roseum HBK.



Phaseolus coccineus L.