



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral
Regional CIIDIR-IPN, Unidad Oaxaca**

Doctorado en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de
Recursos Naturales

**“Conocimiento local y compuestos bioactivos de plantas medicinales
utilizadas en el tratamiento de desórdenes gastrointestinales: Estudios
de caso en Oaxaca”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTORA EN CIENCIAS

PRESENTA:

M. en C. Mónica Lilian Pérez Ochoa

DIRECTORES:

Dr. José Luis Chávez Servia

Dra. Araceli Minerva Vera Guzmán



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REGISTRO DE TEMA DE TESIS Y DESIGNACIÓN DE DIRECTOR DE TESIS

Ciudad de México, 22 de 08 del 22

El Colegio de Profesores de Posgrado de **CIIDIR UNIDAD OAXACA** en su Sesión
(Unidad Académica)

ordinaria No. 1 celebrada el día 10 del mes ENERO de 22 conoció la solicitud presentada por el (la) alumno (a):

Apellido Paterno:	Pérez	Apellido Materno:	Ochoa	Nombre (s):	Mónica Lilian
-------------------	-------	-------------------	-------	-------------	---------------

Número de registro: B 1 8 0 1 1 1

del Programa Académico de Posgrado: Doctorado en ciencias en conservación y aprovechamiento de recursos naturales

Referente al registro de su tema de tesis; acordando lo siguiente:

1.- Se designa al aspirante el tema de tesis titulado:

“Conocimiento local y compuestos bioactivos de plantas medicinales utilizadas en el tratamiento de desórdenes gastrointestinales: Estudios de caso en Oaxaca.”

Objetivo general del trabajo de tesis:

Documentar el conocimiento local relacionado con el uso de plantas medicinales en tratamiento de desórdenes gastrointestinales mediante estudios de caso en San Martín Huamelúlpam y La Nevería, Santa Catarina Lachatao, y evaluar el contenido, actividad antioxidante y perfil de compuestos fenólicos en *Ageratina petiolaris* Moc. & Sessé ex DC., *Salvia circinnata* Cav. y *Eryngium montanum* J.M. Coult. & Rose, utilizadas en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca contra desórdenes gastrointestinales.

2.- Se designa como Directores de Tesis a los profesores:

Director: Dr. José Luis Chávez Servia 2° Directora: Dra. Araceli Minerva Vera Guzmán
No aplica:

3.- El Trabajo de investigación base para el desarrollo de la tesis será elaborado por el alumno en:

Trabajo de campo en las comunidades San Martín Huamelúlpam y La Nevería (Santa Catarina Lachatao), Oaxaca. Los análisis fitoquímicos en el laboratorio de cultivo de tejidos vegetales del CIIDIR-Unidad Oaxaca.

que cuenta con los recursos e infraestructura necesarios.

4.- El interesado deberá asistir a los seminarios desarrollados en el área de adscripción del trabajo desde la fecha en que se suscribe la presente, hasta la aprobación de la versión completa de la tesis por parte de la Comisión Revisora correspondiente.

Director(a) de Tesis

Dr. José Luis Chávez Servia
Aspirante

Pérez Ochoa Mónica Lilian

2° Directora de Tesis (en su caso)

Dra. Araceli Minerva Vera Guzmán
Presidenta del Colegio

Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez
REGIONAL UNIDAD OAXACA



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO
DE INVESTIGACIÓN PARA EL
REGIONAL UNIDAD OAXACA



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

SIP-14
REP 2017

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de siendo las horas del día del mes de del se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada

por el Colegio de profesores de posgrado del para examinar la tesis titulada:

“Conocimiento local y compuestos bioactivos de plantas medicinales utilizadas en el tratamiento de desórdenes gastrointestinales: Estudios de caso en Oaxaca.”

de la alumna:

Apellido Paterno:	Pérez	Apellido Materno:	Ochoa	Nombre (s):	Mónica Lilian
-------------------	-------	-------------------	-------	-------------	---------------

Número de registro:

Aspirante del Programa Académico de Posgrado:

Una vez que se realizó un análisis de similitud de texto, utilizando el software antiplagio, se encontró que el trabajo de tesis tiene **14%** de similitud. **Se adjunta reporte de software utilizado.**

Después que esta Comisión revisó exhaustivamente el contenido, estructura, intención y ubicación de los textos de la tesis identificados como coincidentes con otros documentos, concluyó que en el presente trabajo SI **NO SE CONSTITUYE UN POSIBLE PLAGIO.**

JUSTIFICACIÓN DE LA CONCLUSIÓN:

El análisis de similitud con 14%, muestra evidencias de ausencia de plagio y se encuentra dentro de los estándares internacionales de artículos de investigación. En consecuencia, el texto da muestras de ser original y cumple con los criterios básicos de reportes de investigación.

Finalmente, y posterior a la lectura, revisión individual, así como el análisis e intercambio de opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR** **SUSPENDER** **NO APROBAR** la tesis por **UNANIMIDAD** o **MAYORÍA** en virtud de los motivos siguientes:

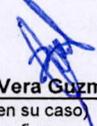
La revisión del manuscrito de tesis por cada uno de los integrantes de la Comisión permitió constatar que cumple con los criterios de una tesis de doctorado en ciencias y contiene elementos esenciales para su contribución social y científica.

COMISIÓN REVISORA DE TESIS


Dr. José Luis Chávez Servia
Director de Tesis
Nombre completo y firma


Dra. Demetria Martha Mondragón Chaparro
Nombre completo y firma


Dr. José Cruz Carrillo Rodríguez
Nombre completo y firma


Dra. Araceli Minerva Vera Guzmán
2° Director de tesis (en su caso)
Nombre completo y firma


Dr. Sadoth Sandoval Torres
Nombre completo y firma


Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez
Nombre completo y firma

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD OAXACA



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE OBRA PARA DIFUSIÓN

En la Ciudad de México el día 16 del mes de diciembre del año 2022, la que suscribe **Pérez Ochoa Mónica Lilian**, alumna del programa de **Doctorado en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales** con número de registro **B180111**, adscrita al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca manifiesta que es autora intelectual del presente trabajo de tesis bajo la dirección del **Dr. José Luis Chávez Servia** y la **Dra. Araceli Minerva Vera Guzmán**, y cede los derechos del trabajo intitulado **“Conocimiento local y compuestos bioactivos de plantas medicinales utilizadas en el tratamiento de desórdenes gastrointestinales: Estudios de caso en Oaxaca.”**, al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expresado de la autora y/o directores. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección de correo **mopec@hotmail.com**. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar agradecimiento correspondiente y citar la fuente de este.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO
DE INVESTIGACIÓN PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
UNIDAD OAXACA

Pérez Ochoa Mónica Lilian

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional y al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca, por permitirme continuar con mi formación académica.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para la realización de estudios de Doctorado.

A mis directores de tesis, Dr. José Luis Chávez Servia y Dra. Araceli Minerva Vera Guzmán por su acompañamiento, constancia, enseñanzas y la confianza otorgados durante el transcurso de este proyecto.

A los profesores que formaron parte de mi comité tutorial, la Dra. Demetria M. Mondragón Chaparro, Dr. Sadoth Sandoval Torres, Dr. José C. Carrillo Rodríguez y Dr. Isidro Morales García por enriquecer el presente trabajo con sus atinadas observaciones.

Al comité del Comisariado de Bienes Comunales, agencia municipal, y a todas las familias de las localidades y cabecera municipal de San Martín Huamelúlpam, y de la localidad de la Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca por su amable colaboración para la realización de la documentación comunitaria.

Al Sr. Gaudencio Yescas y Sra. Violeta Cruz, de la Nevería, y Sr. Efraín Bernabé y Sra. Marina Vázquez de San Martín Huamelúlpam por abrirme amablemente las puertas de su hogar durante mi estancia en su comunidad.

Al M. en C. Prisciliano Diego Flores por su amistad, y apoyo en el trabajo de campo.

Al M. en C. Daniel Ruiz Contreras por su acompañamiento, trabajo arduo y enseñanzas durante la realización de las entrevistas y colectas en las comunidades.

A mis compañeros de generación Sunem, Edwin, Heriberto y Jair por motivarme con su constancia y dedicación en cada uno de sus proyectos.

A Yatzil, Ana, Rubí, Fabiola, Yudith, Wil, Ángel, y Edwin Ojeda por brindarme su amistad y apoyo incondicional durante este trayecto.

A mis padres y hermanos por que han sido mi soporte incondicional y constante motivación para alcanzar mis objetivos.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN GENERAL.....	I
GENERAL SUMMARY	II
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.1 HIPÓTESIS.....	3
1.2 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3 REFERENCIAS	4
CAPÍTULO II. PLANTAS UTILIZADAS EN EL TRATAMIENTO DE DESÓRDENES GASTROINTESTINALES EN SAN MARTÍN HUAMELÚPAM Y LA NEVERÍA, SANTA CATARINA LACHATAO	6
2.1 RESUMEN	6
2.2 INTRODUCCIÓN.....	6
2.3 MATERIALES Y MÉTODOS	8
2.4 RESULTADOS.....	11
2.4.1 <i>Caso municipio de San Martín Huamelúpam.....</i>	<i>11</i>
2.4.2 <i>Caso La Nevería, Santa Catarina Lachatao.....</i>	<i>21</i>
2.5 DISCUSIÓN.....	29
2.6 CONCLUSIONES	33
2.7 REFERENCIAS	34
2.8 ANEXOS.....	37
CAPÍTULO III. CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN <i>AGERATINA PETIOLARIS</i>, <i>SALVIA CIRCINNATA</i> Y <i>ERYNGIUM MONTANUM</i>.....	45
3.1 RESUMEN	45
3.2 INTRODUCCIÓN.....	45
3.3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	47
3.3.1 <i>Material vegetal.....</i>	<i>47</i>
3.3.2 <i>Muestreo y diseño experimental por especie evaluada.....</i>	<i>48</i>
3.3.3 <i>Evaluación de compuestos fenólicos y actividad antioxidante por espectrofotometría</i>	<i>51</i>
3.3.4 <i>Determinación de ácidos fenólicos y flavonoides por HPLC</i>	<i>52</i>
3.3.5 <i>Análisis estadístico</i>	<i>53</i>
3.4 RESULTADOS	53
3.4.1 <i>Ageratina petiolaris.....</i>	<i>53</i>
3.4.2 <i>Salvia circinnata.....</i>	<i>58</i>
3.4.3 <i>Eryngium montanum.....</i>	<i>62</i>
3.5 DISCUSIÓN.....	65
3.5.1 <i>Ageratina petiolaris.....</i>	<i>65</i>

3.5.2 <i>Salvia circinnata</i>	69
3.5.3 <i>Eryngium montanum</i>	72
3.6 CONCLUSIONES	74
3.7 REFERENCIAS	75
CONCLUSIONES GENERALES.....	81

ÍNDICE DE CUADROS

CAPÍTULO II

Cuadro 2.1. Descripción de desórdenes gastrointestinales y síntomas asociados por los informantes de la documentación comunitaria en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.....	12
Cuadro 2.2. Especies de plantas usadas con mayor frecuencia en el tratamiento de desórdenes gastrointestinales en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.....	16
Cuadro 2.3. Desórdenes gastrointestinales enunciados y especies de plantas usadas para su tratamiento en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.....	18
Cuadro 2.4. Formas de preparación y administración de los tratamientos usados contra desórdenes gastrointestinales en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.....	20
Cuadro 2.5. Descripción de desórdenes gastrointestinales y síntomas asociados por los informantes de la documentación comunitaria en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca.....	22
Cuadro 2.6. Especies de plantas utilizadas con mayor frecuencia para el tratamiento de desórdenes gastrointestinales en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca.....	25
Cuadro 2.7. Formas de preparación y administración de los tratamientos usados contra desórdenes gastrointestinales, en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca.....	27
Cuadro 2.8. Desórdenes gastrointestinales enunciados y especies de plantas utilizadas en su tratamiento, en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca.....	28

ANEXOS

Cuadro A1. Listado de plantas medicinales usadas en el tratamiento de desórdenes gastrointestinales por los habitantes de San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.....	37
Cuadro A2. Listado de plantas obtenidas en mercados locales y usadas en el tratamiento de desórdenes gastrointestinales por los habitantes de San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.....	41
Cuadro A3. Listado de plantas medicinales usadas en el tratamiento de desórdenes gastrointestinales por los habitantes de La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca.....	42
Cuadro A4. Listado de plantas obtenidas en mercados locales y usadas en el tratamiento de desórdenes gastrointestinales en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca.....	44

CAPÍTULO III

Cuadro 3.1. Condiciones geográficas y ambientales de crecimiento de <i>A. petiolaris</i> evaluada en Oaxaca, México.....	49
Cuadro 3.2. Condiciones geográficas y ambientales de crecimiento de <i>S. circinnata</i> evaluada en Oaxaca, México.....	50
Cuadro 3.3. Condiciones geográficas y ambientales de crecimiento de <i>E. montanum</i> evaluada en Oaxaca, México.....	51

Cuadro 3.4. Significancia de cuadrados medios del análisis de varianza de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en <i>A. petiolaris</i> de San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.	54
Cuadro 3.5. Contenido promedio de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de plantas de <i>A. petiolaris</i> muestreadas <i>in situ</i> (condiciones naturales) y cultivadas <i>ex situ</i> en Oaxaca.....	55
Cuadro 3.6. Significancia de cuadrados medios del análisis de varianza en contenido de ácidos fenólicos y flavonoides en <i>A. petiolaris</i> evaluados por HPLC-DAD.	56
Cuadro 3.7. Contenido de ácidos fenólicos y flavonoides evaluados por HPLC-DAD en plantas de <i>A. petiolaris</i> creciendo en condiciones naturales (<i>in situ</i>) y cultivadas (<i>ex situ</i>).	57
Cuadro 3.8. Significancia de cuadrados medios del análisis de varianza de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en <i>S. circinnata</i> de San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.....	58
Cuadro 3.9. Contenido promedio de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de plantas de <i>S. circinnata</i> colectadas <i>in situ</i> (condiciones naturales) y cultivadas <i>ex situ</i> en Oaxaca	59
Cuadro 3.10. Significancia de cuadrados medios del análisis de varianza del contenido de ácidos fenólicos y flavonoides en plantas de <i>S. circinnata</i> evaluadas por HPLC-DAD.	61
Cuadro 3.11. Contenido de ácidos fenólicos y flavonoides en plantas de <i>S. circinnata</i> colectadas en condiciones naturales (<i>in situ</i>) y cultivadas <i>ex situ</i> , evaluadas por HPLC-DAD.....	61
Cuadro 3.12. Significancia de cuadrados medios del análisis de varianza de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en plantas de <i>E. montanum</i> colectadas en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.....	62
Cuadro 3.13. Contenido promedio de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en rizomas de <i>E. montanum</i> muestreadas <i>in situ</i> (condiciones naturales) en dos ciclos anuales de crecimiento.....	63
Cuadro 3.14. Significancia de cuadrados medios del análisis de varianza de ácidos fenólicos evaluados en rizomas de <i>E. montanum</i> por HPLC-DAD.	64
Cuadro 3.15. Contenido de ácidos fenólicos en rizomas de <i>E. montanum</i> evaluados por HPLC-DAD de plantas colectadas en dos localidades y dos ciclos anuales, en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

- Figura 2.1. Descripción de características de informantes por edad respecto al uso de plantas medicinales, con base en las dos dimensiones principales del análisis de correspondencia múltiple en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca..... 11
- Figura 2.2. Dispersión de puntuaciones de desórdenes gastrointestinales con base en las dos dimensiones del análisis de correspondencia múltiple, en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca... 14
- Figura 2.3. Número de géneros y especies utilizadas por cada familia botánica, en tratamientos de desórdenes gastrointestinales en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca..... 15
- Figura 2.4. Dispersión de la frecuencia de menciones de cada especie, con base en las dos primeras dimensiones del análisis de correspondencia múltiple, en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca..... 17
- Figura 2.5. Descripción de características de informantes por edad respecto al uso de plantas medicinales, con base en las dos dimensiones principales del análisis de correspondencia múltiple en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca..... 22
- Figura 2.6. Dispersión de puntuaciones en desórdenes gastrointestinales con base en las dos dimensiones principales del análisis de correspondencia múltiple, en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca..... 24
- Figura 2.7. Número de géneros y especies utilizadas por cada familia botánica, en tratamientos de desórdenes gastrointestinales en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca..... 25
- Figura 2.8. Dispersión de la frecuencia de menciones de cada especie, con base en las dos primeras dimensiones del análisis de correspondencia múltiple, en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca..... 26

CAPÍTULO III

- Figura 3.1. Perfil cromatográfico con base en el análisis HPLC-DAD de A) compuestos estándar identificados, y B) extracto metanólico acuoso de hojas y tallos de *A. petiolaris*..... 56
- Figura 3.2. Perfil cromatográfico con base en el análisis HPLC-DAD de A) compuestos estándar identificados, y B) extracto metanólico acuoso de hojas y tallos de *S. circinnata*..... 60
- Figura 3.3. Perfil cromatográfico con base en el análisis HPLC-DAD de A) compuestos estándar identificados, y B) extracto metanólico acuoso de rizomas de *E. montanum*. 64

RESUMEN GENERAL

Las plantas medicinales desempeñan un papel relevante en las estrategias de salud y en especial para el tratamiento de desórdenes gastrointestinales, tanto en México como en el mundo. En esta investigación el objetivo fue documentar los diferentes desórdenes gastrointestinales y plantas utilizadas para su tratamiento en las comunidades y cabecera municipal de San Martín Huamelúlpam (Mixteco) y comunidad de La Nevería, Santa Catarina Lachatao (Zapoteco), Oaxaca, y posteriormente evaluar el contenido de polifenoles, flavonoides y actividad antioxidante por espectrofotometría UV-visible e identificar y evaluar el contenido de compuesto fenólicos por cromatografía líquida de alta resolución con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD) en *Ageratina petiolaris*, *Salvia circinnata* y *Eryngium montanum* colectadas en San Martín Huamelúlpam. Primero se realizó la documentación comunitaria mediante entrevistas semiestructuradas para registrar y describir los desórdenes gastrointestinales y especies de plantas utilizadas para su tratamiento. Posteriormente se hizo un análisis fitoquímico de *Ageratina petiolaris*, *Salvia circinnata* y *Eryngium montanum*, en muestras de San Martín Huamelúlpam. Los desórdenes de mayor prevalencia fueron diarrea, dolor y/o frialdad de estómago, aire, fiebre, gastritis, latido y encerrada de calor, nombradas en términos locales. En Huamelúlpam y La Nevería se identificaron 85 y 41 especies de plantas, respectivamente, y también se registró, en ambas regiones, una proporción aproximada de 1:1 entre especies introducidas y nativas, en las de mayor frecuencia de uso. *Clinopodium macrostemum* y *Litsea glaucescens* de La Nevería, y *Calea ternifolia* y *Tagetes lucida* de Huamelúlpam fueron las especies nativas de mayor frecuencia de uso. En composición de *A. petiolaris* y *S. circinnata* se registró que, las condiciones de crecimiento influyeron significativamente en el contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante, y en *E. montanum* el ciclo anual fue determinante. Mediante el análisis de HPLC-DAD, en *A. petiolaris* se identificó y cuantificó la concentración de los ácidos cafeico, ρ -cumárico y rosmarínico, robinina, rutina, luteolina-7-glucósido, apigenina-7-glucósido y kaempferol; en *S. circinnata* se identificaron ácidos rosmarínico y clorogénico, rutina e isoquercitrina; y en *E. montanum* los ácidos rosmarínico, clorogénico y cafeico.

Palabras clave: Medicina tradicional y alternativa, etnofarmacología, metabolitos secundarios, actividad antioxidante, efecto ambiental.

GENERAL SUMMARY

Medicinal plants play an important role in health strategies and to the treatment of gastrointestinal disorders, both in Mexico and around the world. The aim of this research was to document the different gastrointestinal disorders and plants used in their treatment in the communities of the municipality of San Martín Huamelulpan (Mixteco) and in the community of La Neveria, Santa Catarina Lachatao (Zapoteco), Oaxaca, then to evaluate polyphenol and flavonoid contents, and antioxidant activity by spectrophotometry UV-vis, and to identify and assess the phenolic compounds content by high-performance liquid chromatography with diode-array detection (HPLC-DAD) in *Ageratina petiolaris*, *Salvia circinnata* and *Eryngium montanum* collected in San Martín Huamelulpan. First, the description of gastrointestinal disorders and the plant species used in their treatment was recorded through semi-structured surveys among the inhabitants of the communities studied. Subsequently, phytochemical analysis of *Ageratina petiolaris*, *Salvia circinnata*, and *Eryngium montanum* was performed on samples from San Martín Huamelulpan. Diarrhea, stomach pain and/or coldness, *aire*, fever, gastritis, *latido* and *encerrada de calor*, in local terms, were the most prevalent disorders. In Huamelulpan and La Neveria, 85 and 41 plant species were identified, respectively, and a 1:1 ratio of introduced and native species was recorded in both regions, in species with the highest frequency of use. The species with major used frequency by locality were *Clinopodium macrostemum* and *Litsea glaucescens* in La Neveria, and *Calea ternifolia* and *Tagetes lucida* in Huamelulpan. In terms of composition, *A. petiolaris* and *S. circinnata* showed a significant influence on the content of phenolic compounds and antioxidant activity by growth conditions, and in *E. montanum* the influence of the annual cycle was determinant. The HPLC-DAD analysis allowed to identify and quantify the concentration of caffeic acid, p-coumaric acid, robinin, rutin, luteolin-7-glucoside, apigenin-7-glucoside, rosmarinic acid and kaempferol in *A. petiolaris*; chlorogenic and rosmarinic acids, rutin and isoquercitrin in *S. circinnata*; and rosmarinic, chlorogenic and caffeic acids in *E. montanum*.

Key words: Traditional and alternative medicine, ethnopharmacology, secondary metabolites, antioxidant activity, environmental effect.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL

Los desórdenes gastrointestinales, y en especial la diarrea de origen patogénico genera la muerte de 1.3 millones de personas cada año, y los niños, adolescentes y adultos mayores son los grupos más vulnerables. Aunque a través de los años la tasa de mortalidad decrece, en varios países de África, Asia y algunos países de Latinoamérica es alta su prevalencia principalmente en niños menores de 5 años. En Latinoamérica se asocia con delgadez o desnutrición, consumo de agua o alimentos contaminados, ausencia de servicios sanitarios o baja cobertura de vacunas contra rotavirus (Troeger et al., 2018). En este sentido, Stockmann et al. (2017) determinaron 23 patógenos (bacterias, virus y protozoarios) gastrointestinales en niños y adolescentes menores de 18 años; sobresalen por prevalencia *Clostridium difficile* (16%), *Escherichia coli* diarreica (15%), norovirus GI/GII (11%) y adenovirus F 40/41 (7%).

En México durante 2010, las afecciones originadas en el periodo perinatal eran la principal causa de muerte infantil (49.8% del total de muertes infantiles), las enfermedades infecciosas intestinales representaban 2.03%, y los patógenos de mayor incidencia eran las bacterias *Escherichia coli*, *Shigella* spp., *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp., *Yersinia enterocolitica* y *Aeromonas* spp.; los parásitos *Giardia lamblia* y *Entamoeba histolytica*; y rotavirus (Fernández-Cantón et al., 2012; Hernández Cortez et al., 2011). En la encuesta nacional de nutrición y salud 2021, se estimó que las enfermedades respiratorias y diarreicas representan 19.2% de la mortalidad infantil; en diarreicas las estimaciones fueron de 0.3 por cada 100 mil menores de cinco años con prevalencia de 11.3 y 12.2% en 2018, en áreas urbanas y rurales, respectivamente, aunque estos porcentajes decrecieron a 5.7 y 6.8% en 2021, en Oaxaca la prevalencia en 2021 es cercana a 9% mientras que en 2012 fue del 12.1% (Shamah-Levy et al., 2020, 2022).

En México la medicina tradicional basada en plantas tiene una larga historia documental y viviente; tal como, en los códices de las culturas precolombinas (p. ej. Códice De la Cruz-Badiano), y documentos de los cronistas durante la época colonial. Se estima que en el país se utilizan de 3000 a 4500 plantas medicinales (incluyendo especies introducidas) según la referencia consultada, y de 80 a 90% de la población las ha utilizado. En promedio se comercializan de manera local o regional de 200 a 300 especies y regularmente son recolectadas en sus áreas naturales de

distribución (Ríos Castillo et al., 2012; UNAM, 2009; Waizel-Bucay, 2006). No obstante, México no es el único país donde se utilizan las plantas en la medicina tradicional y complementaria, 80% de los países miembros de la organización mundial de la salud (OMS, WHO en inglés) las utilizan (WHO, 2019).

El uso de plantas medicinales para prevenir o tratar un padecimiento físico, emocional, mental o espiritual requiere de conocimientos previos o bien un acto consciente de automedicación herbolaria, y desde la práctica de la medicina ‘indígena’ tradicional, es la suma de conocimientos y prácticas, explicables o no, utilizadas para el diagnóstico, prevención o cura de enfermedades físicas, mentales o sociales (WHO, 2019), y los practicantes más avanzados, localmente son llamados ‘curanderos, hierberos o yerberos’ que se basan en percepciones del malestar o daños. En los hogares de zonas rurales es común el uso de plantas medicinales (‘remedios’) como una primera estrategia de salud y a medida que el malestar o daño persiste, entonces se recurre al curandero(a) o bien, a una clínica de salud. Por tanto, la o el curandero (a) posee conocimientos de herbolaria y ‘dones’ o capacidades de percepción para diagnosticar y proponer ‘remedios herbolarios de curación’ (Lámbarri Rodríguez et al., 2012; Montiel-Tafur et al., 2009; Valdés-Cobos, 2013). En este contexto de uso medicinal de la diversidad de plantas, conviven las comunidades rurales y consecuentemente comparten un conjunto de conocimientos acerca de la identificación de especies medicinales, partes de la planta a utilizar (p. ej. frutos, semillas, bulbos, cáscaras, raíces, etc.) y las formas de preparación para su uso (p. ej. infusiones, vaporizaciones, cataplasmas, etc.). Sin embargo, ese conocimiento se transmite de manera oral o con la práctica, no se documenta, y por tanto está en riesgo de perderse.

Las investigaciones etnobotánicas y etnofarmacológicas usualmente reportan diferentes listados de especies de plantas utilizadas para el tratamiento de desórdenes gastrointestinales o desórdenes del sistema digestivo, y el número, frecuencia y forma de uso de esas especies varía en función de las condiciones ambientales-territoriales y características de los grupos socio-económico-culturales que las utilizan (Heinrich et al., 1992; Hitl et al., 2019; Pérez-Nicolás et al., 2017; Rokaya et al., 2014). No obstante, es necesario complementar estas investigaciones mediante estudios fitoquímicos que ayuden a dilucidar los perfiles de compuestos bioactivos y su potencial de uso farmacológico, ya que menos del 5% de las plantas medicinales reportadas en el mundo

cuentan con algún análisis de composición fitoquímica, y en otros casos ocurre que en las especies más conocidas los análisis químicos revelan que, aunque sean seleccionadas correctamente, no contienen la concentración mínima requerida para generar un efecto benéfico medicinal (Palhares et al., 2015).

Por otro lado, las plantas medicinales ajustan sus mecanismos metabólico-fisiológicos y estrategias adaptativas para responder ante cambios ambientales o condiciones de crecimiento en cultivo. Por ejemplo, Bautista et al. (2016) señalan que el estrés abiótico induce la activación de un sistema enzimático y no enzimático en plantas silvestres, y en consecuencia induce cambios en la concentración de compuestos fenólicos antioxidantes. Li et al. (2020) documentaron que la adaptación morfológica, anatómica y fisiológica de las plantas a condiciones de estrés biótico y/o abiótico influye en la acumulación de metabolitos secundarios como fenoles, flavonoides, y terpenoides, entre otros. Por tanto, las plantas medicinales responden de manera diferencial, en términos de biosíntesis y acumulación de metabolitos, a las condiciones ambientales o microambientales de crecimiento.

En esta investigación se planteó documentar el conocimiento local relacionado con el uso de plantas medicinales en tratamiento de desórdenes gastrointestinales mediante estudios de caso en dos comunidades originarias de Oaxaca, San Martín Huamelúlpam (Mixteco) y La Nevería, Santa Catarina Lachatao (Zapoteco), y evaluar el contenido de polifenoles totales, ácidos fenólicos, flavonoides y actividad antioxidante en una selección de tres especies de plantas medicinales usadas en San Martín Huamelúlpam en función de las condiciones naturales de crecimiento *in situ* (condición silvestre) y cultivadas *ex situ*.

1.1 Hipótesis

Entre comunidades oaxaqueñas hay diferencias en especies y formas de uso de plantas medicinales empleadas para el tratamiento de desórdenes del tracto gastrointestinal, cada especie puede variar su contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante según su origen geográfico.

1.2 Objetivo general

Documentar el conocimiento local relacionado con el uso de plantas medicinales en el tratamiento de desórdenes gastrointestinales mediante estudios de caso en San Martín Huamelúlpam y La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca, y evaluar el contenido, actividad antioxidante y perfil

de compuestos fenólicos en *Ageratina petiolaris*, *Salvia circinnata* y *Eryngium montanum* utilizadas en San Martín Huamelúlpam contra desórdenes gastrointestinales.

1.3 Referencias

- Bautista, I., Boscaiu, M., Lidón, A., Llinares, J. V., Lull, C., Donat, M. P., Mayoral, O., & Vicente, O. (2016). Environmentally induced changes in antioxidant phenolic compounds levels in wild plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38(9). <https://doi.org/10.1007/s11738-015-2025-2>
- Fernández-Cantón, S., Gutiérrez-Trujillo, G., & Viguri-Urbe, R. (2012). Principales causas de mortalidad infantil en México: tendencias recientes. *Boletín Médico Del Hospital Infantil de México*, 69(2), 144–148.
- Heinrich, M., Rimpler, H., & Barrera, N. A. (1992). Indigenous phytotherapy of gastrointestinal disorders in a lowland Mixe community (Oaxaca, Mexico): Ethnopharmacologic evaluation. *Journal of Ethnopharmacology*, 36(1), 63–80. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(92\)90062-V](https://doi.org/10.1016/0378-8741(92)90062-V)
- Hernández Cortez, C., Aguilera Arreola, M. G., & Castro Escarpulli, G. (2011). Situación de las enfermedades gastrointestinales en México. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología*, 31(4), 137–151.
- Hitl, M., Gavarić, N., Kladar, N., Brkić, S., Samojlik, I., Dragović, G., & Božin, B. (2019). Herbal preparations use in prevention and treatment of gastrointestinal and hepatic disorders—Data from Vojvodina, Serbia. *Complementary Therapies in Medicine*, 43, 265–270. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2019.02.018>
- Lámbarri Rodríguez, A., Flores Palacios, F., & Berenzon Gorn, S. (2012). Curanderos, malestar y “daños”: una interpretación social. *Salud Mental*, 35(2), 123–128.
- Li, Y., Kong, D., Fu, Y., Sussman, M. R., & Wu, H. (2020). The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 148, 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.01.006>
- Montiel-Tafur, M., Crowe, T. K., & Torres, E. (2009). A review of curanderismo and healing practices among Mexicans and Mexican Americans. *Occupational Therapy International*, 16(1), 82–88. <https://doi.org/10.1002/oti.265>
- Palhares, R. M., Gonçalves-Drummond, M., dos Santos-Alves Figueiredo Brasil, B., Pereira-Cosenza, G., Das Graças Lins Brandão, M., & Oliveira, G. (2015). Medicinal plants recommended by the World Health Organization: DNA barcode identification associated with chemical analyses guarantees their quality. *PLoS ONE*, 10(5), e0127866. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127866>
- Pérez-Nicolás, M., Vibrans, H., Romero-Manzanares, A., Saynes-Vásquez, A., Luna-Cavazos, M., Flores-Cruz, M., & Lira-Saade, R. (2017). Patterns of Knowledge and Use of Medicinal Plants in Santiago Camotlán, Oaxaca, Mexico. *Economic Botany*, 71, 209–223. <https://doi.org/10.1007/s12231-017-9384-0>
- Ríos Castillo, T., Quijano, L., & Reyes Chilpa, R. (2012). Algunas reflexiones actuales sobre la herbolaria prehispánica desde el punto de vista químico. *Revista Latinoamericana de Química*, 40(2), 41–64.
- Rokaya, M. B., Uprety, Y., Poudel, R. C., Timsina, B., Münzbergová, Z., Asselin, H., Tiwari, A., Shrestha, S. S., & Sigdel, S. R. (2014). Traditional uses of medicinal plants in gastrointestinal disorders in Nepal. *Journal of Ethnopharmacology*, 158, 221–229. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.10.014>
- Shamah-Levy, T., Romero-Martínez, M., Barrientos-Gutiérrez, T., Cuevas-Nasu, L., Bautista-Arredondo, S., Colchero, M. A., Gaona-Pineda, E. B., Lazcano-Ponce, E., Martínez-Barnetche, J., Alpuche-Arana, C., & Rivera-Dommarco, J. (2022). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2021 sobre Covid-*

19. *Resultados Nacionales*. Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca, Morelos, México. https://www.insp.mx/resources/images/stories/2022/docs/220804_Ensa21_digital_4ago.pdf
- Shamah-Levy, T., Vielma-Orozco, E., Heredia-Hernández, O., Romero-Martínez, M., Mojica-Cuevas, J., Cuevas-Nasu, L., Santaella-Castell, J. A., & Rivera-Dommarco, J. (2020). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19: Resultados Nacionales*. Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca, Morelos, México. <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/informes.php>
- Stockmann, C., Pavia, A. T., Graham, B., Vaughn, M., Crisp, R., Poritz, M. A., Thatcher, S., Korgenski, E. K., Barney, T., Daly, J., & Rogatcheva, M. (2017). Detection of 23 gastrointestinal pathogens among children who present with Diarrhea. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*, 6(3), 231–238. <https://doi.org/10.1093/jpids/piw020>
- Troeger, C., Blacker, B. F., Khalil, I. A., Rao, P. C., Cao, S., Zimsen, S. R., Albertson, S. B., Stanaway, J. D., Deshpande, A., Abebe, Z., Alvis-Guzman, N., Amare, A. T., Asgedom, S. W., Anteneh, Z. A., et al., (2018). Estimates of the global, regional, and national morbidity, mortality, and aetiologies of diarrhoea in 195 countries: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet Infectious Diseases*, 18(11), 1211–1228. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(18\)30362-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(18)30362-1)
- UNAM. (2009). *Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana*. Universidad Nacional Autónoma de México: Ciudad de México, México. <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/>
- Valdés-Cobos, A. (2013). Conservación y uso de plantas medicinales: el caso de la región de la Mixteca Alta Oaxaqueña, México. *Ambiente y Desarrollo*, 17(33), 87–97.
- Waizel-Bucay, J. (2006). *Las plantas medicinales y las ciencias: una visión multidisciplinaria* (1st ed.). Instituto Politécnico Nacional, México, D.F.
- World Health Organization (WHO). (2019). *WHO global report on traditional and complementary medicine 2019*. World Health Organization, Geneva, Switzerland. <https://www.who.int/publications/i/item/978924151536>

CAPÍTULO II. PLANTAS UTILIZADAS EN EL TRATAMIENTO DE DESÓRDENES GASTROINTESTINALES EN SAN MARTÍN HUAMELÚLPAM Y LA NEVERÍA, SANTA CATARINA LACHATAO

2.1 Resumen

Desórdenes gastrointestinales y plantas medicinales integran un vínculo hombre-planta desde tiempos precolombinos a través de conocimientos dinámicos creados y recreados en México en ámbitos no académicos o entre pueblos originarios y académicos; en el primer caso las plantas medicinales tienen una función esencial para restaurar la salud. En esta visión, se planteó documentar los tipos de desórdenes gastrointestinales y plantas utilizadas para su tratamiento en las comunidades y cabecera municipal de San Martín Huamelúlpam (Mixteco) y comunidad de La Nevería, Santa Catarina Lachatao (Zapoteco), Oaxaca. En ambos casos se utilizó una entrevista semiestructurada para registrar y describir los padecimientos gastrointestinales y especies de plantas utilizadas para su tratamiento en el hogar, incluyendo las formas de preparación, dosis y tipos de aplicación. Entre los desórdenes de mayor prevalencia fueron diarrea, dolor y/o frialdad de estómago, aire, fiebre, gastritis, latido y encerrada de calor, nombradas en términos locales. En Huamelúlpam y La Nevería se identificaron 85 y 41 especies de plantas utilizadas para tratar los desórdenes mencionados, respectivamente. En ambas regiones, se registró una proporción aproximada de 1:1 entre especies introducidas o exóticas, y nativas del grupo con mayor frecuencia de uso. *Clinopodium macrostemum* y *Litsea glaucescens* de La Nevería, y *Calea ternifolia* y *Tagetes lucida* de Huamelúlpam fueron las especies nativas de mayor frecuencia de uso.

Palabras clave: Pueblos originarios, medicina tradicional, sistema digestivo, Mixteco, Zapoteco.

2.2 Introducción

Las plantas medicinales han sido un recurso esencial de la medicina tradicional a través de siglos, culturas y pueblos originarios, y hasta hoy forman parte integral de la medicina herbolaria, principalmente en comunidades rurales, en donde las personas forman un vínculo estrecho con su entorno natural (Muñoz-Ibarra et al., 2022). Los conocimientos asociados al uso de plantas es resultado de múltiples interacciones del ser humano y su entorno ecológico, influenciado por factores socioeconómicos, culturales y externos a las comunidades (de Brito et al., 2019; Huntington, 2005). Todo esto hace que, los conocimientos de uso medicinal no sean homogéneos a través de familias de una misma comunidad o entre comunidades y además que sean dinámicos,

es decir, en constante cambio y formas de transmisión (de Brito et al., 2019). En México, un país pluricultural y pluriétnico, es de esperar que los conocimientos de formas de aprovechamiento de las plantas para tratar desórdenes gastrointestinales estén en constante cambio de una comunidad a otra bajo sus propias dinámicas sociales.

Por otro lado, las enfermedades diarreicas figuran entre los trastornos de salud más frecuentes en el mundo y causan más de 4 millones de muertes cada año (OMS, 2017; Palombo, 2006). En México, son la segunda causa de morbilidad en todos los grupos de edad y una de las principales causas de muerte en la población indígena, especialmente en niños menores de 5 años (con tasas de mortalidad de 19.3%) (Gutiérrez et al., 2013). Actualmente, la incidencia de muertes por diarrea relacionada con infecciones bacterianas septicémicas ha incrementado, y la forma de contaminación más frecuente es el consumo de agua o alimentos contaminados con microorganismos patógenos: bacterias gram-positivas, gram-negativas; parásitos o virus. Algunos factores que influyen en la incidencia es la marginación económica, social y la pobreza, que obstaculiza el acceso a servicios de salud, agua potable y sistemas de saneamiento apropiados (Gutiérrez et al., 2013; Hernández Cortez et al., 2011; OMS, 2017). En 2021, las infecciones intestinales fueron la tercera causa de mortalidad en México, y en Oaxaca los niños y adultos mayores fueron los más vulnerables (Secretaría de Salud, 2022).

Desde la salud comunitaria se observa frecuentemente que uno de los orígenes causales de los desórdenes gastrointestinales se debe a la falta de acceso a agua salubre (inocua) y en cantidades suficientes. En este sentido, en Oaxaca, Chiapas y Guerrero, entre el 15.6 y 27.2% de la población total carecía de agua entubada y entre 6.8 y 28.7% de servicio de drenaje (CONEVAL, 2020); INEGI, 2021a). En 2019, se reportaron 6.58 millones de casos incidentes y 99 millones de casos prevalentes de enfermedades diarreicas asociadas a consumo de agua contaminada, falta de saneamiento, agua para lavado de manos y otros. En el agua insalubre se transfiere una alta carga de riesgo a hidroarsenicismo, toxinas de cianobacterias, fluorosis, hepatitis A y E, envenenamiento por plomo, legionela, leptospirosis, escabiosis y diferentes fuentes de trastornos. Aunado a esto se encuentran las enfermedades entéricas transmitidas por alimentos (p.ej. parásitos, virus, protozoos, bacterias o sus toxinas), y especialmente en niños los patógenos transmitidos por agua o alimentos representan la quinta causa de mortalidad (Rivera-Dommarco et al., 2021). Por ejemplo, la enfermedad diarreica aguda tuvo mayor prevalencia en Chiapas, Tabasco, Colima, Sonora y Yucatán (Shamah-Levy et al., 2020). En la dimensión comunitaria de los problemas

gastrointestinales, las familias de las zonas rurales recurren siempre como primera opción al uso de plantas medicinales.

Durante noviembre 1985 a diciembre 1986, y de febrero a marzo de 1988, se registraron 213 plantas utilizadas para el tratamiento de desórdenes gastrointestinales en el municipio de San Juan Guichicovi, Oaxaca de la región Mixe, y las principales formas de aplicación fueron por vía oral y tópica (Heinrich et al., 1992). En otros casos de documentación etnobotánica se hicieron no solo para un desorden sino de manera general para todos los padecimientos de salud, incluyendo etnoenfermedades (Frei et al., 1998; Pérez-Nicolás et al., 2017). En este escenario, el objetivo fue documentar el conocimiento local de uso de plantas para el tratamiento de desórdenes gastrointestinales en las comunidades y cabecera municipal de San Martín Huamelúlpam, región Mixteca, y La Nevería, Santa Catarina Lachatao de la región Sierra Norte, Oaxaca.

2.3 Materiales y métodos

Comunidades de estudio

La documentación de uso medicinal de plantas para tratar desórdenes gastrointestinales, mediante entrevistas semiestructuradas, se realizó en las comunidades y cabecera municipal de San Martín Huamelúlpam, región Mixteca y en la comunidad de La Nevería municipio de Santa Catarina Lachatao, Sierra Norte de Oaxaca. El trabajo de campo en San Martín Huamelúlpam se realizó de octubre de 2019 a enero de 2020 y en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, de enero a marzo de 2020. Con motivo de la pandemia de Covid-19 se suspendió el trabajo de campo en La Nevería, con base en los acuerdos de la comunidad.

Caso San Martín Huamelúlpam. San Martín Huamelúlpam es un municipio Mixteco ubicado al noroeste de Oaxaca, entre los paralelos 17°20' y 17°26' LN, meridianos 97°34' y 97°40' LO, y con variación altitudinal de 2,100 a 2,500 m. El tipo de vegetación está dominado por bosques de *Quercus* y *Pinus*, aunque también se observan lomeríos con cañadas y valles de laderas, predominan los suelos de tipo luvisol y leptosol, clima templado subhúmedo con lluvias de junio a noviembre, rangos de precipitación de 700 a 1,000 mm y temperaturas promedio anuales de 14 a 18 °C, los meses más fríos y con alta probabilidad de heladas son de noviembre a enero (Arellanes et al., 2006; INEGI, 2010a). Aproximadamente 40.7% del suelo se usa para agricultura de subsistencia y ganadería tradicionales, y un 1.92% del territorio es zona urbana (INEGI, 2010a). El municipio de San Martín Huamelúlpam se divide en nueve delegaciones, una agencia y el centro

o cabecera municipal (Primera sección), en donde se encuentran la agencia municipal, comisariado de bienes comunales, escuela preescolar y primaria, centro de salud e iglesia.

En el municipio de San Martín Huamelúlpam se tienen registros de 314 viviendas con 1,000 habitantes (46.8% hombres y 53.2% mujeres). Predomina el idioma español y solo 2.25% habla Mixteco, generalmente personas mayores de 70 años. La tasa de alfabetización es mayor a 96% donde 67.5% de la población mayor de 15 años cuenta con educación básica. En 2020, 73.3% de las viviendas carecían de servicios básicos como sistema de drenaje adecuado, y 94.5% de agua entubada. La población tiene acceso a un centro de salud en la cabecera municipal, y 88.7% está afiliada al seguro popular u otro tipo de servicio de seguridad social como IMSS o ISSSTE (INEGI, 2021b). Las enfermedades de las vías respiratorias, seguidas de infecciones intestinales y diarrea por microorganismos patógenos son las dos categorías de mayor incidencia tanto en adultos como en niños menores de 5 años, según el reporte del centro de salud del 2018.

Caso La Nevería, Santa Catarina Lachatao. La Nevería es una comunidad pequeña del municipio de Santa Catarina Lachatao, ocupa un territorio de 17° 06' a 17° 17' LN, de 96° 27' a 96° 33' LO, y un rango altitudinal de 1,800 a 3200 m. En la vegetación predominan los bosques de pino y encino (Suárez-Mota et al., 2018). Predomina un clima templado subhúmedo con lluvias en verano (96.01%), precipitaciones anuales de 800 a 1,200 mm, temperatura media anual de 12 a 20 °C y suelos de tipo acrisol y cambisol (INEGI, 2010b). Las principales actividades económicas son ecoturismo, agrícolas y forestales (INEGI, 2010b; Palomino Villavicencio & López Pardo, 2019).

En el municipio de Santa Catarina Lachatao habitan 1,059 personas (45.8% hombres y 54.2% mujeres) en 373 viviendas (INEGI, 2021b), y La Nevería está habitado por 77 personas. En el municipio predomina el idioma español, seguido de zapoteco, una tasa de alfabetización de 97.9% con 86.6% con educación básica y 91.1% cuentan con seguro popular, seguido de IMSS (4.2%) e ISSSTE. En el municipio 57.6% de las viviendas tienen agua entubada y 32.2% no cuenta con drenaje dentro de la vivienda (INEGI, 2021b). Los habitantes de La Nevería acuden a los servicios de salud a Santa Martha Latuvi, una comunidad vecina del mismo municipio.

Documentación del uso medicinal de plantas para tratar desórdenes gastrointestinales

La documentación y sistematización del conocimiento asociado con el uso de plantas nativas e introducidas para el tratamiento de desórdenes gastrointestinales, se fundamentó en la aplicación de una entrevista semiestructurada con apoyo de un cuestionario a mujeres y hombres adultos cabezas de familia, responsables de la salud familiar y especialmente de niños a su cuidado o

crianza. Esto último porque los niños son más vulnerables a padecer desórdenes gastrointestinales. En todos los centros poblados, agencias, barrios o comunidades entrevistadas, se incluyó de 10 a 20% del total de viviendas. Las preguntas se orientaron siguiendo dos ejes básicos; el primero fue el diagnóstico local, descripción de síntomas y reconocimiento de los desórdenes gastrointestinales por nombre local o sintomatología, incluyendo desórdenes denominados como etnoenfermedades o designaciones tradicionales. Un segundo eje fue el uso, descripción e identificación de plantas utilizadas para el tratamiento de cada desorden gastrointestinal descrito, así como una descripción de las formas de uso o aplicación. Además, se incluyó información general del informante y enfermedades crónicas que padecen o han padecido en las familias. En marzo de 2020 se suspendieron las entrevistas en el municipio de Santa Catarina Lachatao con motivo del cierre de la movilidad impuesto en sus comunidades por la diseminación de la pandemia provocada por Covid-19.

La identificación de plantas se hizo con base en un catálogo fotográfico, previamente elaborado con base en reportes previos sobre plantas medicinales para tratamiento de desórdenes gastrointestinales de cada región. En función de disponibilidad de tiempo por informantes clave de las comunidades, se realizaron recorridos para cotejar en vivo las especies. La verificación taxonómica de nombres técnicos se hizo con base en la revisión de base de datos en línea de ‘Plants of the World Online’ (POWO, 2022), colecciones biológicas del Portal de Datos abiertos de la UNAM (DGRU, 2022), y se complementó con consultas a la Biol. Rosalinda Medina Lemos, taxónoma del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Análisis estadístico

Las respuestas de cada entrevistado fueron codificadas para integrar una base de datos para el municipio de San Martín Huamelúlpam y otra para la comunidad de La Nevería, Santa Catarina Lachatao. Los ejes de análisis descriptivo de las respuestas fueron los desórdenes gastrointestinales y las plantas utilizadas para su tratamiento, primero a través de tablas de frecuencias para conocer los patrones de respuesta y después un análisis de correspondencia múltiple para describir a los informantes por el conocimiento de plantas medicinales, características de desórdenes gastrointestinales y formas de utilización de plantas. Adicionalmente, se realizaron pruebas de ji-cuadrada (χ^2) y análisis de correlación de Spearman para evaluar la independencia o asociación entre grupos de edad de informantes y conocimiento de plantas medicinales ($P < 0.05$).

2.4 Resultados

2.4.1 Caso municipio de San Martín Huamelúlpam

En las agencias, cabecera municipal, secciones y centros poblados del municipio se realizaron 91 entrevistas semiestructuradas a hombres (20.9%) y mujeres (79.1%) adultos quienes tenían una edad de 21 a 96 años con mayor tendencia a incorporar a mayores de 51 años (76.9%). En sus hogares, los entrevistados mencionaron que los padecimientos de salud o enfermedades más comunes en la familia son diabetes (25.3%), hipertensión sola o en combinación con diabetes y otras (25.3%) y también mencionaron artritis o hipotensión (4.4%). La correlación de Spearman entre edad de informantes y número de especies medicinales mencionadas no fue significativa ($r = 0.151$; $P > 0.05$) e indica independencia entre estas variables.

En el análisis descriptivo de correspondencia múltiple (ACM) acerca de los entrevistados, las dos dimensiones principales describen 90.6% de la variación total. El primer eje (dimensión 1) está relacionado con la edad del informante y la frecuencia del consumo de infusiones de las plantas medicinales. En la segunda dimensión las variables de mayor descripción fueron, además de la edad del informante, número de especies mencionadas y formas de aprovechamiento o tratamientos con las plantas medicinales. En la Figura 2.1, la dispersión de edades en todos los cuadrantes indica que el conocimiento de uso medicinal y aprovechamiento no necesariamente se asocia con mayor edad y habla de que el conocimiento no tiene ese patrón y quizás obedece más a herencia de uso familiar.

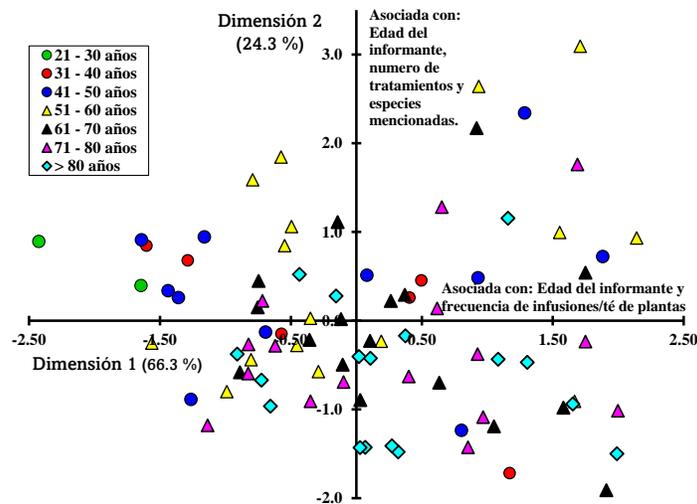


Figura 2.1. Descripción de características de informantes por edad respecto al uso de plantas medicinales, con base en las dos dimensiones principales del análisis de correspondencia múltiple en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.

De acuerdo con las respuestas de los entrevistados, se registraron 31 desórdenes gastrointestinales con base en la descripción y sintomatología descrita, entre los de mayor frecuencia son diarrea (28.0%), dolor de estómago (24.2%), ‘frialidad del estómago’ (7.0%), ‘aire’ (5.1%), ‘latido’ (4.9%), gastritis (4.2%), empacho e inflamación del estómago (2.9%). Es de señalar que, el nombre del desorden en varios casos es conceptual y hace referencia, aunque no siempre, a una etnoenfermedad. En este sentido, la descripción del desorden y su sintomatología ayudo a orientar su inclusión como desorden gastrointestinal; por ejemplo, frialdad de estómago, aire, empacho, bilis etc. (Cuadro 2.1).

Cuadro 2.1. Descripción de desórdenes gastrointestinales y síntomas asociados por los informantes de la documentación comunitaria en San Martín Huamelúlpam.

Desorden gastrointestinal	Descripción de los informantes	Síntomas asociados
Aire o mal aire	Causa de una fuerte impresión o emoción por una caída o un susto. Especialmente si el susto fue en un lugar sagrado, cargado de energía negativa o un ambiente pesado como un río, o un lugar donde alguna persona tuvo un accidente o falleció. Generalmente se cura a través de limpias y/o ‘pasando’ un huevo criollo alrededor del enfermo. Las personas débiles o frágiles como los niños son los más vulnerables.	En adultos puede sentirse dolor corporal y de cabeza, náuseas, escalofríos, saciedad, fiebre, cansancio, diarrea, vómito o inflamación. Llanto en niños pequeños.
Berrinche	Los niños lloran sin control, se enojan, revuelcan o se les va la respiración cuando no satisfacen algún deseo.	Sabor amargo en la boca, dolor de estómago.
Bilis, enojo (niños) o coraje (adultos)	Cuando se hace un coraje o esfuerzo (por cargar algo muy pesado) muy grandes. También puede ocurrir cuando el alimento causa malestar, p. ej. frutas muy dulces como la manzana, durazno o pera.	Sabor amargo en la boca o boca seca. A veces duele el estómago.
Disentería o disentería blanca	Cuando la diarrea o heces presentan moquillo blanco muy frecuente pero no presentan sangre.	Diarrea acuosa con mucosidad y dolor abdominal muy fuerte, estreñimiento eventual.
Disentería roja	Diarrea con moquillo y sangre; también se llama ‘diarrea de calor’.	Diarrea acuosa con sangre y dolor abdominal.
Empacho en niños	Consumo de alimentos crudos o duros que se ‘pegan’ al estómago en forma de macita, p. ej. galletas o pan. El estómago se pone duro, a veces la parte blanca del ojo se ve azul.	Diarrea acuosa verde o amarilla con olor fuerte, agruras, inflamación intestinal, flatulencias, eructos y saciedad.
Empacho o daño macizo (niños y adultos)	Consumo de alimentos duros o difíciles de digerir, p. ej. la cáscara de algunas frutas, que se pegan en la tripa o en el intestino dando una sensación de saciedad al enfermo (pérdida de apetito), se inflama y endurece el estómago. También puede ocurrir por falta de higiene al consumir alimentos.	Saciedad, diarrea con moco blanco, dolor abdominal, agruras, fiebre o vómito.
Frío o frialdad de estómago (niños y adultos)	El consumo de alimentos fríos como aguacate o lechuga, o frutos inmaduros como el durazno. También ocurre cuando se enfría el cuerpo por mojarse el vientre, por pisar el piso frío,	Diarrea acuosa muy olorosa que puede tener moco, dolor abdominal, inflamación intestinal,

	no usar suéter cuando hace frío o por exceso de alimento. A los bebés se les infla el estómago y lloran mucho.	flatulencias, retortijones, cólicos y saciedad.
Latido	Cuando se realiza un esfuerzo, trabajo o coraje muy fuerte. Se siente un dolor intenso y como que brinca el estómago a la altura del ombligo. Antes se decía que se ‘desparramaban’ las cuerdas.	Palpitaciones y dolor muy intenso en la parte superior del abdomen.
Mal de ojo	Ocurre por la mirada muy fuerte de un adulto que puede causar enfermedad o muerte a bebés o animales pequeños.	Fiebre, cansancio, insomnio, ardor o dolor en el estómago.
Traspaso de hambre	Cuando no consumes ningún tipo de alimento por varias horas. Se siente el estómago vacío.	Dolor abdominal.

Las causas atribuidas a diarrea y dolor de estómago fueron el consumo de alimentos ‘viejos’ (días anteriores), fríos, o en mal estado, o por falta de higiene al consumirlos, y los síntomas también son acompañados de otros como inflamación del estómago, fiebre, náuseas y/o vómito. La gastritis la describen como un dolor o ardor en la parte de arriba o ‘boca del estómago’, especialmente cuando se consumen alimentos grasosos, picosos o bebidas gaseosas.

En total se describieron 547 tratamientos o remedios tradicionales alternativos para tratar 31 desórdenes gastrointestinales. Cada desorden tiene una característica particular de tratarse, pero puede variar su tratamiento de familia a familia. En el análisis de correspondencia múltiple se determinaron diferentes patrones de manejo y tratamiento; por ejemplo, es importante la especie de planta utilizada y también la dosis del tratamiento utilizado (dimensión 1). En la segunda dimensión las variables con mayor valor descriptivo fueron la especie utilizada, dosis y frecuencia de aplicación o administración. En este trabajo la diarrea, vómito, inflamación intestinal y dolores abdominales o de estómago son los desórdenes más frecuentes y con mayor número de tratamientos a utilizar y se contraponen con aire o mal aire, latido, empacho en todas sus variantes, y gastritis que fueron poco frecuentes (Figura 2.2).

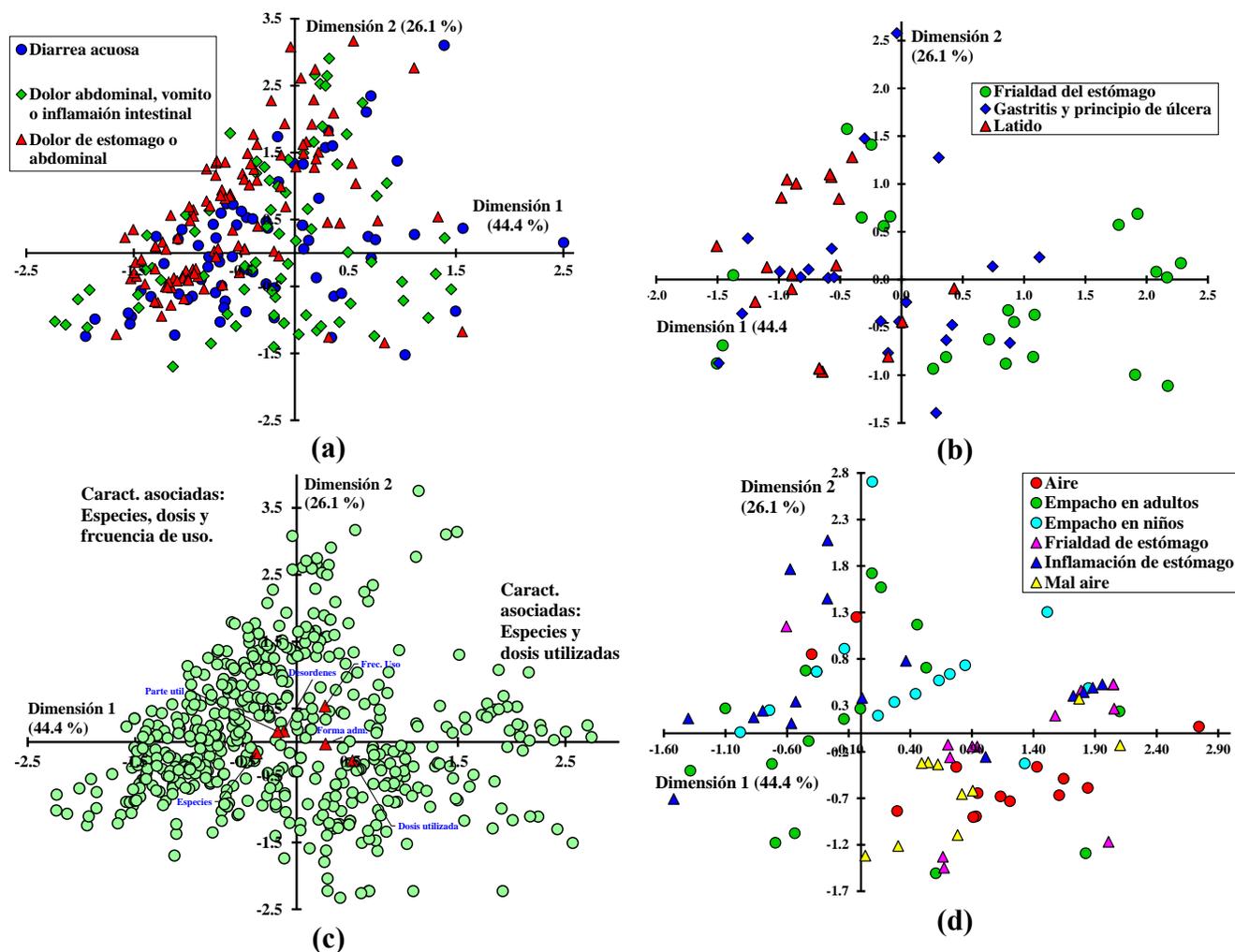


Figura 2.2. Dispersión de puntuaciones de desórdenes gastrointestinales con base en las dos dimensiones del análisis de correspondencia múltiple, en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.

En San Martín Huamelúlpam se documentaron 90 plantas medicinales usadas para tratar desórdenes gastrointestinales. Del total, 85 especies fueron identificadas, cuatro a nivel de género, las que se agruparon en 37 familias botánicas, destacando: Asteraceae, Lamiaceae y Solanaceae por mayor número de géneros y especies, seguidas de Rutaceae, Lauraceae y Rosaceae (Cuadro A1 y A2, Figura 2.3). Las especies de los géneros *Salvia* y *Solanum* fueron los más utilizados con tres especies cada uno, seguidos de *Ageratina*, *Artemisia*, *Dysphania*, *Mentha*, *Prunus*, *Quercus*, y *Tagetes*, con dos especies.

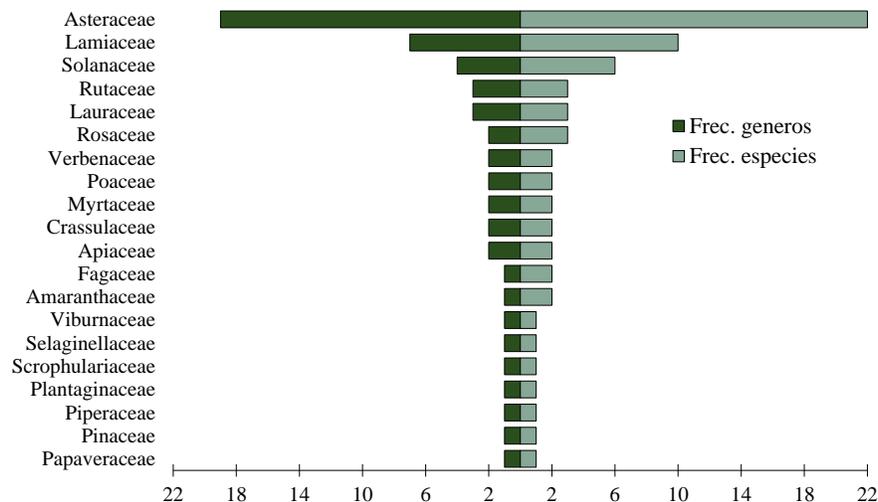


Figura 2.3. Número de géneros y especies utilizadas por cada familia botánica, en tratamientos de desórdenes gastrointestinales en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.

La mayor proporción de plantas medicinales usadas en San Martín Huamelúlpam fueron plantas herbáceas (48.8%), seguido de arbustos (31%) y árboles (20.2%), aunque depende del acceso o disponibilidad. Un 61.2% de las especies se encuentra todo el año, y corresponde a arbustos o árboles perennes, mientras que 38.1% se encuentra solo en temporada de lluvias (julio-noviembre), integrado principalmente por plantas herbáceas anuales o bienales. Las principales partes utilizadas son hoja, raíz, tallo y flor. Del total de especies identificadas (n = 85) el 63.1% fueron nativas y el 36.9% introducidas o exóticas. Entre las especies nativas se registraron 11 (13.1%) endémicas de México, destacando *Ageratina petiolaris* y *Eryngium montanum* (Cuadro A1).

Una lista de las especies usadas con mayor frecuencia se muestra en el Cuadro 2.2, se destacan las nativas: yucucagua (*Calea ternifolia*), pericón (*Tagetes lucida*), epazote de zorrillo (*Dysphania graveolens*), espina de burro (*Eryngium montanum*), cahual de burro (*Ageratina petiolaris*) o estafiate (*Artemisia ludoviciana*), y algunas especies introducidas como hierbabuena (*Mentha × piperita*) y ruda (*Ruta chalepensis*).

El 43.4% de las especies fueron colectadas en espacios cercanos a la comunidad como campos de cultivo en desuso, terrenos de cultivo, bananeras, campos, áreas forestales, orilla de ríos o afluentes. En general, el 46.2% de las especies son cultivadas en patios, traspatios o terrenos de cultivo y generalmente son especies introducidas, con excepción del epazote (*Dysphania ambrosioides*), la guayaba (*Psidium guajava*), o el laurel (*Litsea glaucescens*). El 10.4% de las

especies se adquiere en los mercados cercanos de Santiago Yolomécatl o Tlaxiaco. El guaco (*Aristolochia asclepiadifolia*) se consigue en mercados locales (colectada en Putla Villa de Guerrero) pero es muy apreciada en S. M. Huamelúlpam por su eficacia en el tratamiento de diarrea y dolor de estómago (Cuadro A2 del anexo). En Huamelúlpam es común el consumo de “amargos” que son macerados de hojas, tallos o raíces de plantas aromáticas o amargas como *Calea ternifolia*, *Aloysia citriodora*, *Tagetes lucida* y *Aristolochia asclepiadifolia*, en aguardiente o mezcal que se consumen en ayunas para tratar dolor de estómago, prevenir enfermedades, o como digestivo.

Cuadro 2.2. Especies de plantas usadas con mayor frecuencia en el tratamiento de desórdenes gastrointestinales en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.

Especie	Desórdenes gastrointestinales	Frecuencia (% del total)
<i>Mentha × piperita</i>	Diarrea, dolor de estómago, empacho en niños, inflamación del estómago, agruras, empacho, frialdad del estómago, gastritis, cólico del bebé, flatulencias e indigestión	62 (11.4)
<i>Ruta chalepensis</i>	Dolor de estómago, diarrea, aire, latido, mal aire, frialdad del estómago, cólico, empacho, cólico del bebé, berrinche, mal de ojo, bilis o coraje	55 (10.1)
* <i>Calea ternifolia</i>	Dolor de estómago, latido, bilis o coraje, diarrea, cruda, empacho e inflamación del estómago	30 (5.5)
* <i>Tagetes lucida</i>	Dolor de estómago, diarrea, frialdad del estómago, inflamación del estómago, diarrea (daño en la vesícula), disentería roja, empacho, empacho en niños, gastritis, latido y traspaso de hambre	29 (5.3)
* <i>Dysphania graveolens</i>	Diarrea, dolor de estómago, frialdad del estómago e inflamación del estómago	28 (5.1)
<i>Matricaria chamomilla</i>	Dolor de estómago, diarrea, cólico, cólico del bebé, cruda, empacho del bebé, frialdad del estómago y gastritis	25 (4.6)
* <i>Eryngium montanum</i>	Diarrea, dolor de estómago, gastritis y diarrea daño en la vesícula	19 (3.5)
* <i>Ageratina petiolaris</i>	Frialdad e inflamación de estómago, diarrea y empacho	13 (2.4)
* <i>Psidium guajava</i>	Diarrea, disentería roja, frialdad del estómago, gastritis e inflamación del estómago	13 (2.4)
<i>Tanacetum parthenium</i>	Dolor de estómago, aire, diarrea, cólico, cólico del bebé, gastritis y mal aire	12 (2.2)
* <i>Artemisia ludoviciana</i>	Diarrea, dolor de estómago y aire	12 (2.2)

*Especies nativas. Revisar listado de todas las especies identificadas en el Cuadro A1 del anexo.

En el análisis descriptivo de correspondencia múltiple se observó que, la especie, dosis y frecuencia de administración fueron las variables de mayor valor descriptivo de la primera dimensión principal y la segunda fue determinada por la zona de colecta, especie, dosis y frecuencia de uso, explicando, entre ambas dimensiones, 63.7% del total (Figura 2.4). No obstante, las frecuencias de mención de cada especie indica un patrón específico de comportamiento en la Figura 2.4. Por ejemplo, hay diferencias claras entre *Dysphania graveolens*, *Tagetes lucida*, *Matricaria chamomilla*, *Calea ternifolia*, *Ageratina petiolaris* y así sucesivamente.

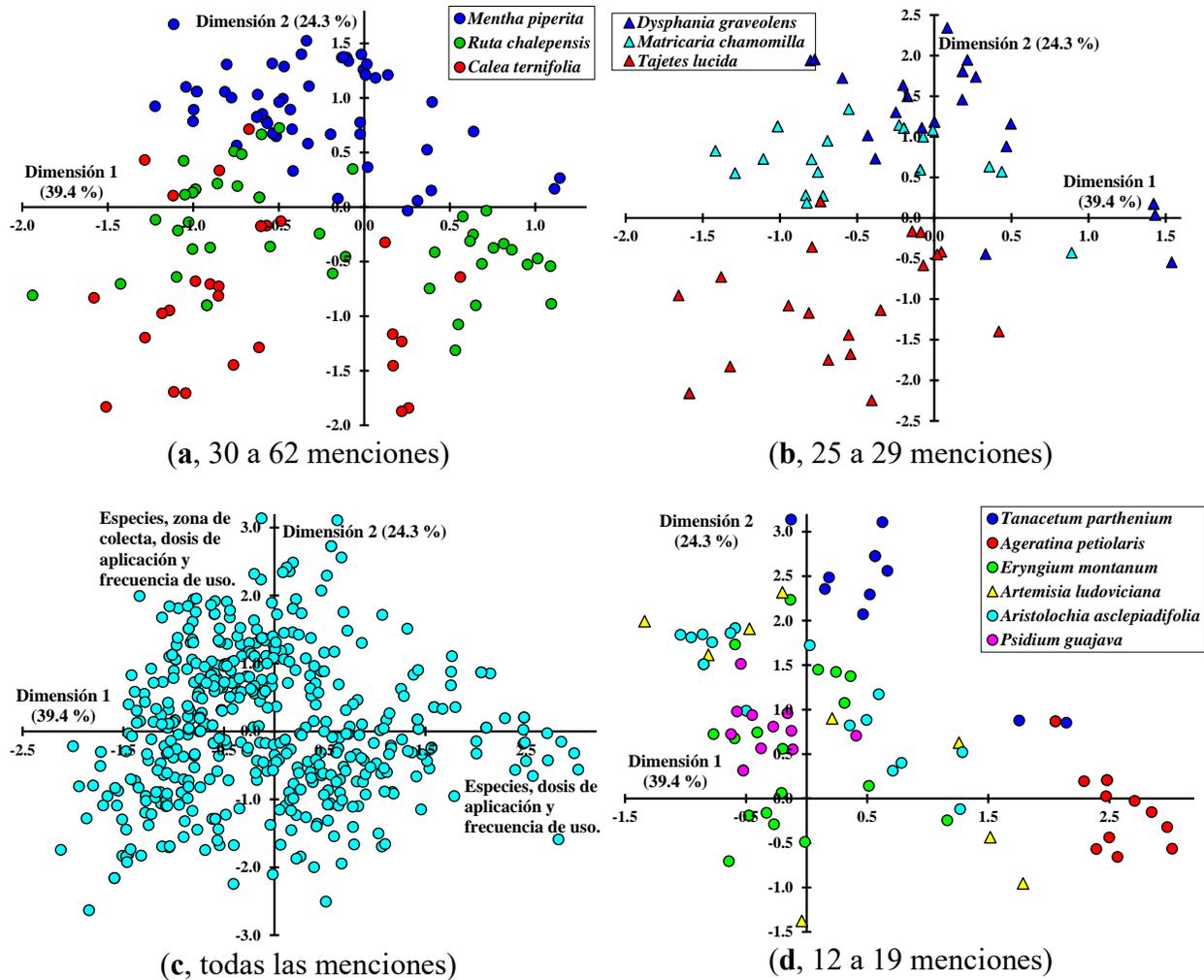


Figura 2.4. Dispersión de la frecuencia de menciones de cada especie, con base en las dos primeras dimensiones del análisis de correspondencia múltiple, en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.

Como era de esperarse los desórdenes más frecuentes reciben mayor atención y se tratan con mayor número de plantas. Por ejemplo, para tratar la diarrea se utilizan hasta 36 especies, dolor de estómago 28 especies, frialdad del estómago 17, gastritis 13, aire 13, empacho 12, inflamación del estómago 10, latido 9, mal de ojo 9 y así sucesivamente (Cuadro 2.3). Esto hace que incremente la creatividad o ingenio para experimentar nuevas opciones en aquellos desórdenes con mayor riesgo en la comunidad. Por ejemplo, los niños están más propensos o expuestos a tener diarrea, dolor de estómago, empacho, aire, etc. que los adultos.

Cuadro 2.3. Desórdenes gastrointestinales enunciados y especies de plantas usadas para su tratamiento en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.

Desorden gastrointestinal	Especies de plantas usadas en el tratamiento ¹	Frec. (% del total)
Acidez en el estómago	<i>Aloysia citrodora</i>	1 (0.2)
Agruras	<i>Mentha × piperita</i>	2 (0.4)
Aire	<i>Arctostaphylos pungens, Artemisia ludoviciana, Barkleyanthus salicifolius, Casimiroa edulis, Cestrum nocturnum, Malva parviflora, Prunus persica, Ricinus communis, Ruta chalepensis, Salvia microphylla, Salvia rosmarinus, Schinus molle, Tanacetum parthenium</i>	28 (5.1)
Anginas	<i>Citrus sinensis, Physalis sp.</i>	2 (0.4)
Berrinche	<i>Pinaropappus roseus, Ruta chalepensis, Solanum donianum, Verbena carolina</i>	8 (1.5)
Bilis, enojo o coraje	<i>Calea ternifolia, Laennecia filaginoides, Pinaropappus roseus, Ruta chalepensis, Salvia circinnata</i>	11 (2.0)
Cáncer de estómago	<i>Verbena carolina</i>	1 (0.2)
Cólico	<i>Matricaria chamomilla, Mentha sp., Ruta chalepensis, Salvia microphylla, Tanacetum parthenium</i>	8 (1.5)
Cólico del bebé	<i>Matricaria chamomilla, Mentha × piperita, Origanum vulgare, Ruta chalepensis, Tanacetum parthenium</i>	6 (1.1)
Cruda	<i>Aloysia citrodora, Calea ternifolia, Clinopodium mexicanum, Matricaria chamomilla, Pinus sp.</i>	6 (1.1)
Diarrea	<i>Ageratina petiolaris, Allium sativum, Argemone ochroleuca, Artemisia absinthium, Artemisia ludoviciana, Bidens ostruthioides, Brickellia veronicifolia, Buddleja cordata, Calea ternifolia, Crocanthemum glomeratum, Dysphania graveolens, Eryngium montanum, Grindelia inuloides, Heterotheca inuloides, Juniperus flaccida, Justicia spicigera, Lepidium virginicum, Marrubium vulgare, Matricaria chamomilla, Mentha × piperita, Mentha sp., Oenothera rosea, Origanum vulgare, Piper auritum, Plantago major, Prunus serotina, Psidium guajava, Punica granatum, Ricinus communis, Ruta chalepensis, Salvia microphylla, Tagetes erecta, Tagetes lucida, Tanacetum parthenium, Tecoma stans, Zea mays</i>	153 (28.0)
Diarrea acuosa (daño de la vesícula)	<i>Brickellia veronicifolia, Eryngium montanum, Tagetes lucida</i>	6 (1.1)
Disentería blanca	<i>Crocanthemum glomeratum, Punica granatum</i>	4 (0.7)
Disentería roja	<i>Malva parviflora, Psidium guajava, Selaginella lepidophylla, Tagetes lucida</i>	5 (0.9)
Dolor de estómago	<i>Ageratina espinosarum, Aloysia citrodora, Artemisia absinthium, Artemisia ludoviciana, Brickellia veronicifolia, Calea ternifolia, Crocanthemum glomeratum, Dysphania graveolens, Eryngium montanum, Eucalyptus camaldulensis, Foeniculum vulgare, Gymnosperma glutinosum, Heterotheca inuloides, Juniperus flaccida, Laennecia filaginoides, Matricaria chamomilla, Mentha × piperita, Mentha sp., Origanum vulgare, Persea americana, Pseudognaphalium canescens, Ruta chalepensis, Salvia circinnata, Salvia rosmarinus, Tagetes lucida, Tanacetum parthenium, Verbena carolina, Zea mays</i>	132 (24.2)
Dolor de muelas	<i>Quercus sp.</i>	2 (0.4)
Empacho	<i>Ageratina petiolaris, Baccharis salicifolia, Buddleja cordata, Calea ternifolia, Gymnosperma glutinosum, Juniperus flaccida, Krameria pauciflora, Mentha × piperita, Ruta chalepensis, Tagetes lucida, Tecoma stans, Tithonia tubaeformis</i>	16 (2.9)
Empacho en niños	<i>Baccharis salicifolia, Buddleja cordata, Dysphania ambrosioides, Gymnosperma glutinosum, Matricaria chamomilla, Mentha × piperita, Montanoa tomentosa, Rosa × alba, Tagetes erecta, Tagetes lucida, Tecoma stans</i>	15 (2.7)
Flatulencias	<i>Mentha × piperita, Thymus vulgaris</i>	2 (0.4)

Frialdad del estómago	<i>Ageratina petiolaris</i> , <i>Baccharis salicifolia</i> , <i>Dysphania graveolens</i> , <i>Gymnosperma glutinosum</i> , <i>Heterotheca inuloides</i> , <i>Juniperus flaccida</i> , <i>Laennecia filaginoides</i> , <i>Marrubium vulgare</i> , <i>Matricaria chamomilla</i> , <i>Mentha × piperita</i> , <i>Psidium guajava</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>Ruta chalepensis</i> , <i>Salvia microphylla</i> , <i>Schinus molle</i> , <i>Salvia rosmarinus</i> , <i>Tagetes lucida</i>	38 (7.0)
Fuegos bucales	<i>Echeveria gigantea</i> , <i>Sedum dendroideum</i>	8 (1.5)
Gastritis	<i>Aloe vera</i> , <i>Bidens ostruthioides</i> , <i>Eryngium montanum</i> , <i>Heterotheca inuloides</i> , <i>Matricaria chamomilla</i> , <i>Mentha × piperita</i> , <i>Prunus persica</i> , <i>Psidium guajava</i> , <i>Solanum nigrescens</i> , <i>Solanum tuberosum</i> , <i>Tagetes lucida</i> , <i>Tanacetum parthenium</i> , <i>Verbena carolina</i>	23 (4.2)
Indigestion	<i>Mentha × piperita</i> , <i>Litsea glaucescens</i>	3 (0.5)
Infección de encías	<i>Foeniculum vulgare</i>	1 (0.2)
Inflamación del estómago	<i>Ageratina petiolaris</i> , <i>Baccharis salicifolia</i> , <i>Calea ternifolia</i> , <i>Dysphania graveolens</i> , <i>Heterotheca inuloides</i> , <i>Juniperus flaccida</i> , <i>Mentha × piperita</i> , <i>Piper auritum</i> , <i>Psidium guajava</i> , <i>Tagetes lucida</i>	16 (2.9)
Latido	<i>Artemisia absinthium</i> , <i>Calea ternifolia</i> , <i>Foeniculum vulgare</i> , <i>Fraxinus uhdei</i> , <i>Laennecia filaginoides</i> , <i>Marrubium vulgare</i> , <i>Ruta chalepensis</i> , <i>Salvia circinnata</i> , <i>Tagetes lucida</i>	27 (4.9)
Mal aire	<i>Barkleyanthus salicifolius</i> , <i>Cestrum nocturnum</i> , <i>Ocimum basilicum</i> , <i>Ruta chalepensis</i> , <i>Salvia rosmarinus</i> , <i>Schinus molle</i> , <i>Tanacetum parthenium</i>	10 (1.8)
Mal de ojo	<i>Barkleyanthus salicifolius</i> , <i>Brugmansia suaveolens</i> , <i>Casimiroa edulis</i> , <i>Cestrum nocturnum</i> , <i>Prunus persica</i> , <i>Ruta chalepensis</i> , <i>Salvia microphylla</i> , <i>Salvia rosmarinus</i> , <i>Sambucus nigra</i>	9 (1.6)
Parásitos	<i>Dysphania ambrosioides</i>	1 (0.2)
Pérdida de apetito	<i>Foeniculum vulgare</i>	1 (0.2)
Traspaso de hambre	<i>Tagetes lucida</i>	1 (0.2)

¹= **negritas**, especies más utilizadas.

Los métodos de preparación y administración de los tratamientos fueron muy variados, la extracción con agua en ebullición (decocción, 70.1%) y la vía oral fueron los más frecuentes, seguida de aplicaciones tópicas (10.4%) y limpias (7.3%). Los tratamientos generalmente se preparan con órganos frescos de hojas, flores y tallos (63.7%) y con menor frecuencia raíces, cogollos, frutos, cortezas, semillas, flores, y otros. Las infusiones o decocciones para consumo vía oral se usan principalmente para tratar diarrea y dolor de estómago, y solo una planta a la vez (68.1%). Otros tratamientos utilizan una mezcla o cocción conjunta (compuestos, 30.2%), p. ej. *Salvia microphylla*, *Salvia rosmarinus*, *Barkleyanthus salicifolius*, *Cestrum nocturnum*, *Tecoma stans*, *Casimiroa edulis*, *Fraxinus uhdei* y *Tagetes erecta* para suministrar ‘limpias’ o vía tópica para el aire, mal aire, mal de ojo o frialdad del estómago (Cuadro 2.4).

Las aplicaciones tópicas consisten en asar o calentar un conjunto de hojas o cogollos, y aplicarlos o frotarlos en el estómago y/o espalda baja del enfermo, lo más caliente que el paciente resista y cubrirlo con un trapo o sabana para mantener el calor. También se puede rociar alcohol,

aguardiente o agregar alcanfor, manteca o grasa de toro al calentar. La limpia consiste en dar una friega o un baño con el agua resultante de la decocción de un conjunto de plantas, este tipo de remedio lo realizan los curanderos de la comunidad, personas que tienen el ‘don de curar’. Se junta un manojo de cada planta o tantas hojas o cogollos como sea necesario para cubrir al enfermo (sea niño o adulto), se pican finamente y humectan con aguardiente, mezcal o alcohol antes de aplicar. Una variante es dar un baño al enfermo con una decocción de malva (*Malva parviflora*) y manzanita (*Arctostaphylos pungens*) después de la limpia. Para este tratamiento se suele usar cogollos de chamizo blanco (*Barkleyanthus salicifolius*), ruda (*Ruta chalepensis*), mirto (*Salvia microphylla*), hojas de durazno (*Prunus persica*) o huele de noche (*Cestrum nocturnum*). El tratamiento de mal de ojo consiste en ‘pasar’ un huevo alrededor del cuerpo del enfermo antes de comenzar a frotar las plantas y suele usarse también el sauco (*Sambucus nigra*), florifundio blanco (*Brugmansia suaveolens*), zapote blanco (*Casimiroa edulis*) y romero (*Salvia rosmarinus*), Cuadro 2.4.

Cuadro 2.4. Formas de preparación y administración de los tratamientos usados contra desórdenes gastrointestinales en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.

Método de preparación	Formas de preparación y aplicación	Frec. (% del total)	Desórdenes gastrointestinales
Decocción en agua	Agregar en agua en ebullición durante 3-15 min o hasta 30 min. Se puede agregar una pizca de lejía de cal (disuelta en agua) o bicarbonato al ingerir. Se consume oralmente en ayunas por tres días o hasta aliviarse.	383 (70.1)	Diarrea, dolor de estómago, frialdad del estómago, latido, gastritis y principios de úlcera, acidez, aire, cólico del bebé, empacho, bilis o coraje, parásitos, pérdida de apetito, traspaso de hambre
Asar/calentar en comal o rescoldo	1) Rociar con alcohol o aguardiente, se puede agregar alcanfor, 2) Picar y cocer con huevo para hacer una torta. Se aplica sobre el estómago del enfermo, a la altura del ombligo y/o espalda baja (lo más caliente que aguante).	43 (7.9)	Frialdad del estómago, aire, mal aire, empacho en adultos y niños, diarrea, inflamación del estómago, dolor de estómago y anginas
Humedecer o macerar en alcohol, aguardiente o mezcal	Se agrega alcanfor, perlas de éter y álcali. Se da una ‘limpia’ que consiste en bañar y tallar al enfermo de pies a cabeza con el macerado o con las plantas picadas. Se aplica por la tarde o noche (antes de dormir). También se puede cubrir al enfermo con las hierbas picadas durante 2-3 horas y retirar antes de dormir.	41 (7.5)	Aire, mal aire, mal de ojo, frialdad del estómago, latido y diarrea
Macerar en aguardiente o mezcal	Picar y macerar en aguardiente o mezcal durante 3-15 días o indefinidamente para producir el “amargo”. Se consume oralmente en ayunas o cuando hay molestia.	26 (4.8)	Dolor de estómago, diarrea acuosa, frialdad del estómago, latido, inflamación del estómago, bilis o coraje, cruda, fuegos bucales

Triturar y exprimir o masticar para extraer el jugo	Moler y colar para extraer el jugo. Frotar en los labios cuando hay malestar hasta aliviarse (fuegos bucales). Para el berrinche, se forma una bolita de la planta y se mete en la boca, también se puede envolver en un trapo.	25 (4.6)	Berrinche, fuegos bucales, disentería, disentería roja, dolor de estómago, latido
Infusión en agua	Calentar agua hasta que hierva y agregar la planta picada, dejar reposar. Consumir oralmente hasta aliviarse.	17 (3.1)	Dolor de estómago, diarrea acuosa, agruras, cólico del bebé, empacho, gastritis y principios de úlcera
Extraer la pulpa o licuar	Se consume cruda o licúa con agua. En ayunas por una semana o un mes o hasta aliviarse.	11 (2.0)	Gastritis y principios de úlcera, diarrea acuosa, diarrea (daño de la vesícula), bilis o coraje, indigestión, cáncer de estómago

La dosis y frecuencia de administración de tratamientos varió ampliamente dependiendo de la especie y el desorden gastrointestinal. Para la decocción o infusión en agua generalmente se usan 1-6 ramas, trozos, raíces, frutos u hojas de 10-30 cm en ¼ o ½ L de agua. Para las limpias, la decocción se realiza en 20 L de agua. Para los amargos se maceran hojas, tallos o raíces en 2 o hasta 20 L de aguardiente o mezcal durante varios días. Se consume una copa (30-60 mL) de ‘amargo’ al día en ayunas. La frecuencia de administración de los tratamientos varió dependiendo del desorden gastrointestinal, especie, parte útil y dosis, las más comunes fueron: 1) una sola vez, repetir solo si los síntomas persisten, 2) cuando el enfermo sienta malestar hasta aliviarse, 3) en ayunas por 3 días y 4) como agua de tiempo, hasta aliviarse (Cuadro 2.4).

2.4.2 Caso La Nevería, Santa Catarina Lachatao

En la comunidad de La Nevería se realizaron 14 entrevistas semiestructuradas a 6 mujeres (43%) y 8 hombres (57%) en un rango de edad de 31 a 95 años. En las familias de los entrevistados se documentó que han padecido hipertensión y/o diabetes (35.7%) y cáncer de estómago o matriz (14.3%). En este trabajo la correlación de Spearman entre edad del informante y número de especies mencionadas no fue significativa ($r = 0.287$; $P > 0.05$) e indica independencia entre estas variables. En el análisis de correspondencia múltiple se determinó que la primera dimensión principal depende de la edad del informante, número y frecuencia utilización/consumo de plantas medicinales (47.4%), y las enfermedades de la familia, número de especies y tratamientos utilizados por el entrevistado determinan la segunda dimensión principal (39.8%), Figura 2.5.

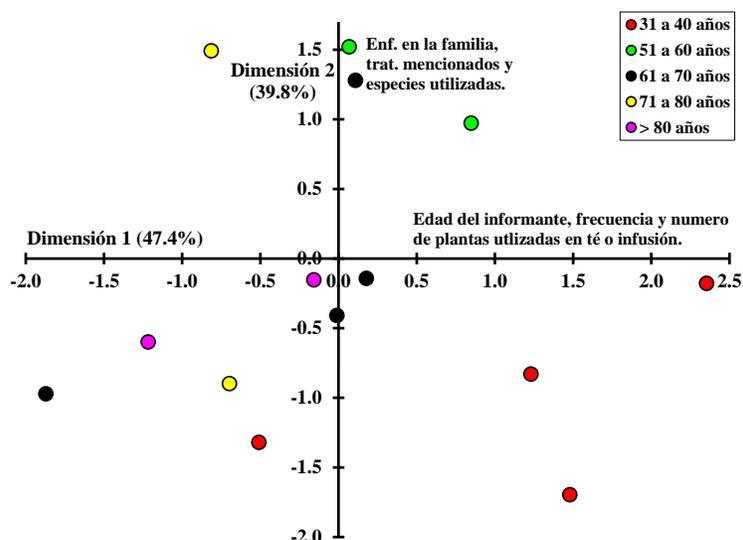


Figura 2.5. Descripción de características de informantes por edad respecto al uso de plantas medicinales, con base en las dos dimensiones principales del análisis de correspondencia múltiple en La Nevería, Santa C. Lachatao, Oaxaca.

En La Nevería, los entrevistados mencionaron 22 desórdenes gastrointestinales con base en la descripción de causas y síntomas asociados. Los desórdenes mencionados con mayor frecuencia fueron dolor de estómago (24.1%), diarrea (14.3%), fiebre (12.5%), cruda (7.1%), encerrada de calor y dolor de muelas (6.3%), y con menor frecuencia se mencionaron latido, disentería y anginas. La descripción del desorden y su sintomatología ayudo a orientar la inclusión de etnoenfermedades como desorden gastrointestinal, por ejemplo, encerrada de calor, empacho o latido (Cuadro 2.5).

Cuadro 2.5. Descripción de desórdenes gastrointestinales y síntomas asociados por los informantes de la documentación comunitaria en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca.

Desorden gastrointestinal	Descripción de los informantes	Síntomas asociados
Aire o susto	Ocurre por un susto muy grande, como cuando se muere un familiar y se le extraña mucho. Por un mal aire o malas vibras.	Cansancio, náuseas, palidez, sabor amargo en la boca y saciedad.
Algodoncillo	Cuando no se consume alimento, 'se mal pasa' o se expone al sol por tiempos prolongados.	Fuegos, enrojecimiento y dolor en la lengua o debajo de ella.
Disentería	Ocurre por infección del estómago o intestinos.	Diarrea con moco blanco, sin sangre, retortijones, estreñimiento.
Empacho (niños o adultos)	El alimento se pega a las tripas y hace daño.	Falta de apetito, náuseas (niños). Diarrea (adultos).
Empacho en bebé	No se le da de comer al bebé cuando tiene hambre.	Diarrea acuosa color blanco, olor muy fuerte, el bebé llora mucho.

Encerrada de calor	Por trabajar en lugares expuestos al frío o por levantarse muy temprano. Es más común en niños. También puede ocurrir si se tiene mucho calor, está sudando y se toma algo frío o se sienta en la tierra, recibe el frío. Por ejemplo, las personas que cultivan o cortan el "berro", están todo el día en el agua.	Diarrea acuosa, náuseas, vómito, dolor abdominal, inflamación intestinal, sed o deshidratación, fiebre, cansancio, agruras.
Latido	No se sabe porque da. 'Brinca el estómago' justo arriba del ombligo, como si fuera el latido del corazón.	Falta de apetito, dolor abdominal intenso.
Raquitismo	Cuando no se amamanta al bebé o cuando se toma agua soleada o estancada. Falta de vitaminas al organismo.	Falta de apetito

El dolor de estómago y diarrea (que pueden acompañarse de otros síntomas como retortijón, náusea o vómito) es consecuencia del consumo de alimentos en exceso, alimentos muy grasosos (principalmente en adultos mayores), viejos (días anteriores) o fríos (p. ej. el berro), y también señalan que obedece a exposición a temperaturas bajas ('frialidad del estómago'). Por otro lado, la 'cruda' son síntomas de malestar general, dolor de cuerpo, dolor abdominal, náuseas o vómito por el consumo en exceso de alcohol (mezcal o aguardiente).

El análisis de correspondencia ayuda a describir las características de manejo para cada desorden, por ejemplo, la dispersión de respuestas de los informantes respecto a los desórdenes obedece a la especie usada para su tratamiento, dosis y forma de preparación (dimensión 1, 49.9%) y tipo de desorden (27.2%). Estos ejes ayudan a diferenciar la diarrea acuosa, de dolores de estómago, dolor abdominal, fiebre, gastritis, dolor de muelas, cruda y malestar general. También indica que, en cada caso se sigue un tratamiento o manejo específico para cada desorden y recalcan en no confundir los síntomas para obtener mayor eficiencia en el tratamiento (Figura 2.6).

Los entrevistados de La Nevería reconocieron 46 plantas medicinales usadas para el tratamiento de desórdenes gastrointestinales. En este caso, del total, 36 fueron identificadas a nivel de especie, cinco a nivel de género y cinco no pudieron identificarse (Cuadros A3, A4, y Figura 2.7). Las especies se agruparon en 24 familias botánicas, destacando Asteraceae (7), Lamiaceae (4), Rosaceae (4), seguidos de Solanaceae, Rutaceae, Lauraceae, Ericaceae y Cucurbitaceae con dos especies cada una (Figura 2.7), donde los géneros *Rubus* y *Rosa* fueron los más utilizados.

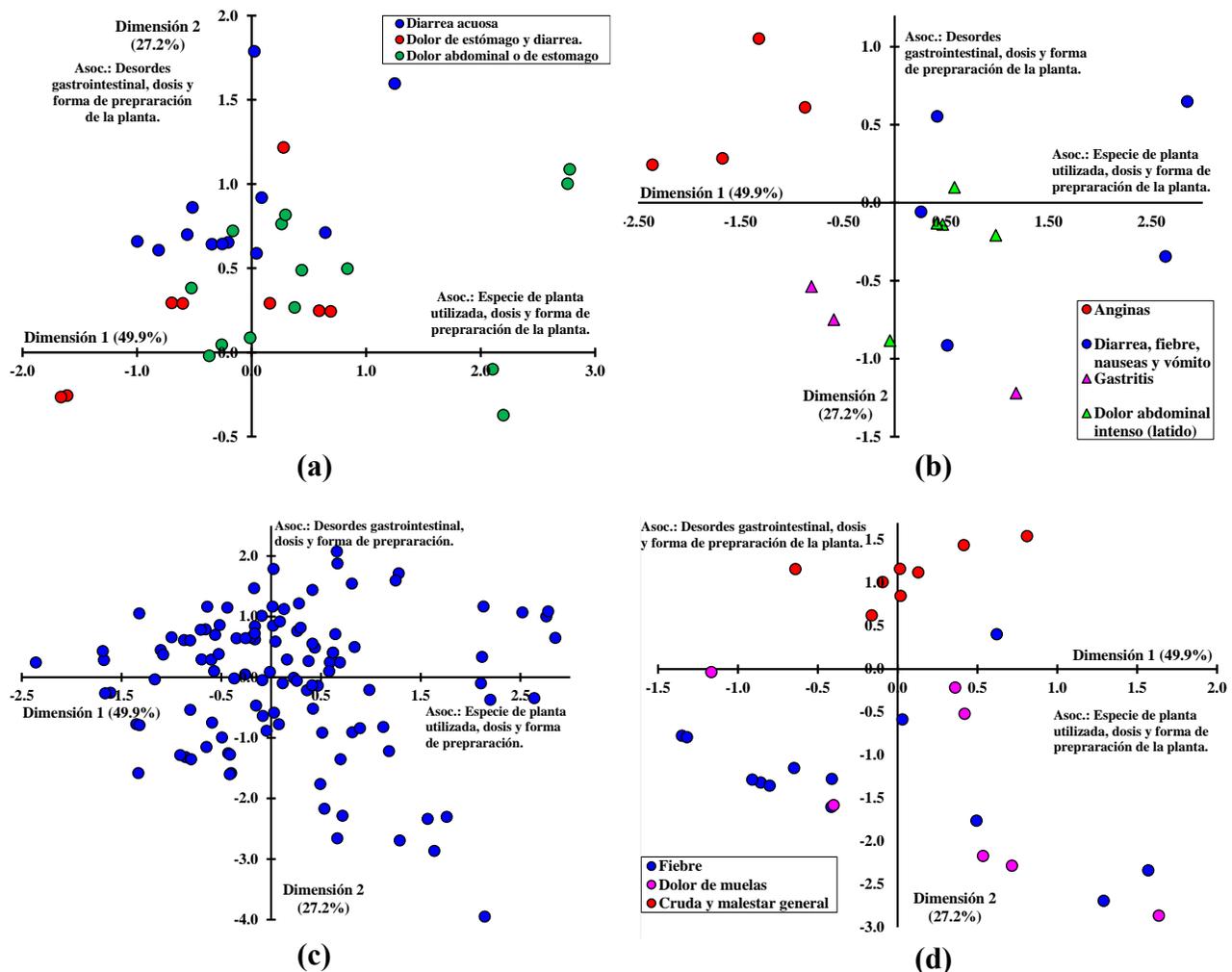


Figura 2.6. Dispersión de puntuaciones de desórdenes gastrointestinales con base en las dos dimensiones principales del análisis de correspondencia múltiple en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca.

La mayoría de las especies medicinales aprovechadas son plantas herbáceas (48.8%), seguido de arbustos (39%), árboles (7.3%) y otros (4.9%), y se encuentran regularmente todo el año (73.9%), en cambio el 21.7% solo se encuentra en temporada de lluvias. También, del total, la mayor proporción corresponden a especies nativas (58.5%) que las introducidas, y solo cuatro son endémicas de México (Cuadro A3 y A4).

Las especies regularmente se recolectan en sitios cercanos a la comunidad como besanas (orillas de parcelas), campos, bosque, orilla de caminos, paredes, etc.; el 21.5% se cultiva en patios, traspatios, parcelas o terrenos de cultivo, y el 13.4% se compra en mercados locales. La parte útil más utilizada son hojas (23.2%), parte aérea (20.5%), hojas y tallos (17%) y cogollos (13.4%) y

con menor frecuencia corteza, fruto, flor, y raíz. Se utilizan regularmente los órganos frescos o recién cortados (57.1%) o frescos o secos indistintamente (38.4%).

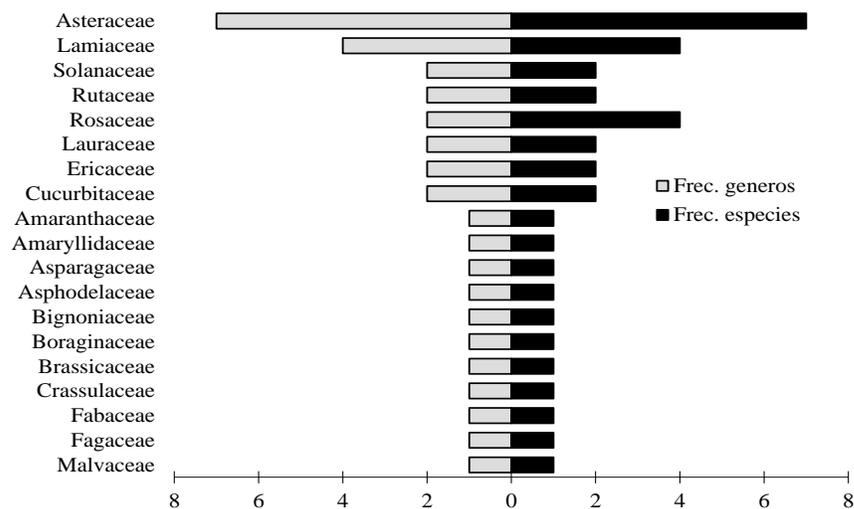


Figura 2.7. Número de géneros y especies utilizadas por cada familia botánica, en tratamientos de desórdenes gastrointestinales en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca.

En La Nevería, Santa Catarina Lachatao, las especies de mayor uso medicinal contra desórdenes gastrointestinales fueron *Clinopodium macrostemum* (poleo), *Tanacetum parthenium* (Santa María), *Elaphoglossum* sp. (helecho, ‘lengua de cierva’), *Litsea glaucescens* (laurel) y *Origanum vulgare* (orégano), entre otras (Cuadro 2.6).

Cuadro 2.6. Especies de plantas medicinales utilizadas con mayor frecuencia para el tratamiento de desórdenes gastrointestinales en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca.

Especie	Desórdenes gastrointestinales	Frec. (% del total)
* <i>Clinopodium macrostemum</i>	Cruda, dolor de estómago, diarrea, agruras	16 (14.3)
<i>Tanacetum parthenium</i>	Frialdad en el estómago, dolor de estómago, diarrea, cólico de bebé, fiebre	6 (5.4)
<i>Elaphoglossum</i> sp.	Dolor de estómago, diarrea	6 (5.4)
* <i>Litsea glaucescens</i>	Cruda, dolor de estómago, fiebre, vómito	5 (4.5)
<i>Origanum vulgare</i>	Encerrada de calor, dolor de estómago, diarrea	5 (4.5)
<i>Cinnamomum verum</i>	Dolor de estómago, encerrada de calor	4 (3.6)
<i>Mentha × piperita</i>	Dolor de estómago, dolor de muelas, empacho en bebé	4 (3.6)
<i>Quercus</i> sp.	Diarrea, dolor de estómago, dolor de muelas, encerrada de calor	4 (3.6)
* <i>Stevia subpubescens</i>	Diarrea, dolor de estómago	4 (3.6)
* <i>Arbutus xalapensis</i>	Disentería, cruda, dolor de estómago	4 (3.6)
<i>Ruta chalepensis</i>	Aire (nauseas), enojo o muina (dolor abdominal), fiebre	3 (2.7)
<i>Physalis</i> sp.	Anginas, empacho, latido	3 (2.7)
* <i>Baccharis salicifolia</i>	Latido	3 (2.7)

*Especies nativas. Listado total de especies en Cuadro A3.

La dispersión de respuestas en el análisis de correspondencia respecto a la mención de especies, indican que cada especie es más especializada en uso. La dimensión 1 está determinada por especie y zona donde se colecta (35.8%) y en la segunda dimensión, el tipo de desorden gastrointestinal, dosis y forma de preparación son determinantes (27.7%), Figura 2.8. En este caso, *Clinopodium macrostemum* fue la especie más utilizada para varios desórdenes, pero otras especies ocupan su lugar en la medicina local como *Quercus* sp., *Citrus sinensis*, *Stevia subpubescens* y *Arbutus xalapensis*, entre otras.

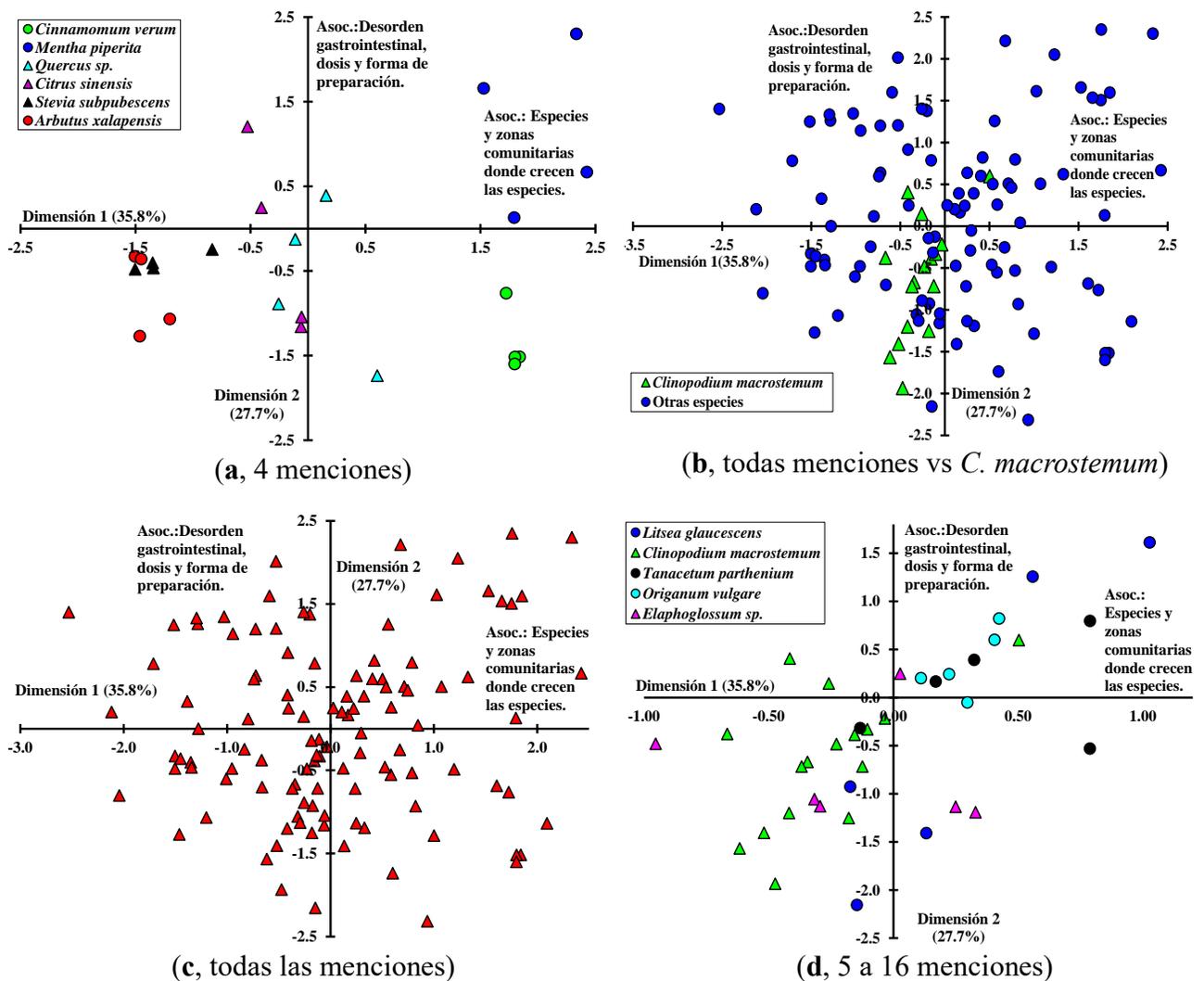


Figura 2.8. Dispersión de la frecuencia de menciones de cada especie, con base en las dos primeras dimensiones del análisis de correspondencia múltiple en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca.

La forma más común de preparación de los tratamientos es mediante decocciones (66.1%) e infusiones (13.4%) en agua y se consumen vía oral para diarrea, dolor de estómago, agruras, gastritis, empacho, fiebre, etc. (Cuadro 2.7). La cocción o decocción consiste en agregar la parte de la planta a un recipiente con agua, calentar hasta que hierva y dejar hervir durante 2-4 minutos. Otros métodos son exprimir, licuar, moler o triturar, y picar y mezclar con alcohol o aguardiente, o la aplicación directa en el estómago y/o espalda baja o en la parte afectada principalmente para latido, ‘empacho’, fiebre, dolor de muelas, etc.

Cuadro 2.7. Formas de preparación y administración de los tratamientos usados contra desórdenes gastrointestinales, en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca.

Método de preparación	Forma de preparación y aplicación	Frec. (% del total)	Desórdenes gastrointestinales
Decocción en agua	Hervir en agua durante 2-4 min. Se agrega canela al gusto o una pizca de sal antes de ingerir. Se consume oralmente en ayunas por tres días o hasta aliviarse. Para el baño de asiento, se hierve un conjunto de plantas en 20 L durante 2-3 horas.	74 (66.1)	Anginas, cruda, diarrea, disentería, dolor de estómago, dolor de muelas, empacho, encerrada de calor, enojo, fiebre, frialdad del estómago, gastritis, latido, parásitos, vómito
Infusión en agua	Calentar agua hasta que hierva y agregar la planta picada.	15 (13.4)	Agruras, aire, cruda, diarrea, dolor de estómago, encerrada de calor
Aplicación directa	Se aplica en la muela que duele. El tratamiento del empacho consiste en cubrir el estómago del bebé con las plantas y cubrirlo con un trapo. Para el alivio de anginas inflamadas se corta un fruto de miltomate (<i>Physalis</i> sp.), se agrega VapoRub® y sal, y se aplica en la parte externa del cuello a la altura de la garganta.	7 (6.3)	Dolor de muelas, empacho de bebé, anginas
Exprimir, licuar o extraer la pulpa	La pulpa de <i>Agave salmiana</i> se consume dos veces al día para la gastritis. Para el raquitismo se consume un licuado por las mañanas durante 9 días. Moler y exprimir jugo en la boca de los bebés para aliviar el cólico.	7 (6.3)	Algodoncillo, anginas, cólico del bebé, diarrea, flatulencias, gastritis, raquitismo
Picar y humedecer con alcohol	Se cubre el estómago del enfermo con las plantas picadas y humedecidas con alcohol y se envuelve con un trapo.	3 (2.7)	Fiebre, latido
Triturar (Machacar)	Se cubre el estómago con hojas de chamizo de río y mezclar con un miltomate y pétalos de rosa blanca.	3 (2.7)	Latido
Asar/calentar	Se asan, machacan y se mezclan con un poco de ceniza y manteca. Se aplica sobre el estómago del enfermo y se soba, después se voltea al enfermo y se jala la piel de la espalda baja. Para el alivio de frialdad del estómago se pican las hierbas sobre un ladrillo o trozo de barro caliente que se envuelve con un trapo y se aplica sobre el estómago del enfermo.	3 (2.7)	Empacho en adulto, encerrada de calor, frialdad del estómago

Para tratar a los enfermos de fiebre se usan baños de asiento que consisten en preparar una decocción de un conjunto de plantas: flores u hojas de ‘rosa blanca’ (*Rosa x alba* L.), ramitas de ‘ruda’ (*Ruta chalepensis*), hojas o ramas de paletaria (*Parietaria pensylvanica*), ramas de ‘hoja de cangrena’ (*Tournefortia umbellata*) y ramas de ‘Santa María’ (*Tanacetum parthenium*), la decocción se vierte en una tina donde el paciente se sienta y se le da un baño. Como esto ocurre en una habitación, al terminar el baño se envuelve al paciente con una tela o una sábana y se le acuesta a descansar. Los baños de asiento se aplican durante 3 días seguidos y preferentemente durante la noche para evitar cambios bruscos de temperatura.

La dosis usada para preparar los tratamientos con plantas varía de informante a informante, desorden gastrointestinal y especie usada. Generalmente se usan 2 a 5 ramas de 10 a 15 cm en ½ L de agua para preparar decocciones o infusiones. Para los baños de asiento se usan manojos (7 a 10 ramas) de cada planta y se hierven en 20 L de agua aproximadamente. La administración del tratamiento inicia cuando hay malestar hasta que disminuyan o se eliminen los síntomas, a veces se repite la dosis y si hay intensificación de malestar se repite, o dos a tres veces al día.

Entre los entrevistados fue notoria la importancia que dan a cada desorden. Esto es, cuando un trastorno o desorden se menciona más frecuente indica que son sus problemas frecuentes y también en donde han dedicado mayor atención para su manejo. Por ejemplo, los principales problemas son dolor de estómago, diarrea, fiebre, dolor de muelas, encerrada de calor y gastritis, y para manejar esos desórdenes usan 11, 10, 9, 7, 4 y 4 especies, respectivamente (Cuadro 2.8).

Cuadro 2.8. Desórdenes gastrointestinales enunciados y especies de plantas utilizadas en su tratamiento, en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca.

Desorden gastrointestinal	Especies de plantas utilizadas ¹	Frec. (% del total)
Agruras	<i>Clinopodium macrostemum</i>	1 (0.9)
Aire	<i>Ruta chalepensis</i>	1 (0.9)
Algodoncillo	<i>Citrus sinensis</i>	1 (0.9)
Anginas	<i>Arctostaphylos pungens</i> , <i>Citrullus lanatus</i> , <i>Physalis</i> sp.	4 (3.6)
Cólico del bebé	<i>Tanacetum parthenium</i>	1 (0.9)
Cruda	<i>Arbutus xalapensis</i> , <i>Clinopodium macrostemum</i> , <i>Litsea glaucescens</i>	8 (7.1)
Diarrea	<i>Citrus sinensis</i> , <i>Clinopodium macrostemum</i> , <i>Elaphoglossum</i> sp., <i>Origanum vulgare</i> , <i>Plantago virginica</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>Stevia subpubescens</i> , <i>Tanacetum parthenium</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Thymus vulgaris</i> .	16 (14.3)
Disentería	<i>Arbutus xalapensis</i> , <i>Rubus</i> sp., <i>Rumex crispus</i>	5 (4.5)
Dolor de estómago	<i>Arbutus xalapensis</i> , <i>Cinnamomum verum</i> , <i>Clinopodium macrostemum</i> , <i>Elaphoglossum</i> sp. , <i>Litsea glaucescens</i> , <i>Mentha x piperita</i> , <i>Origanum vulgare</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>Rosa x centifolia</i> , <i>Stevia subpubescens</i> , <i>Tanacetum parthenium</i>	27 (24.1)

Dolor de muelas	<i>Allium sativum</i> , <i>Aloe vera</i> , <i>Castilleja tenuiflora</i> , <i>Lepidium virginicum</i> , <i>Mentha × piperita</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>Sedum dendroideum</i>	7 (6.3)
Empacho	<i>Physalis</i> sp.	1 (0.9)
Empacho en niños	<i>Mentha × piperita</i> , <i>Rumex crispus</i> , <i>Tecoma stans</i>	3 (2.7)
Encerrada de calor	<i>Cinnamomum verum</i> , <i>Origanum vulgare</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>Thymus vulgaris</i>	7 (6.3)
Enojo o muina	<i>Ruta chalepensis</i>	1 (0.9)
Fiebre	<i>Cucurbita ficifolia</i> , <i>Litsea glaucescens</i> , <i>Malva parviflora</i> , <i>Parietaria</i> <i>pennsylvanica</i> , <i>Rosa × alba</i> , <i>Ruta chalepensis</i> , <i>Solanum nigrescens</i> , <i>Tanacetum parthenium</i> , <i>Tournefortia umbellata</i>	14 (12.5)
Frialdad del estómago	<i>Tanacetum parthenium</i>	2 (1.8)
Flatulencias	<i>Allium sativum</i>	1 (0.9)
Gastritis	<i>Agave salmiana</i> , <i>Cirsium subcoriaceum</i> , <i>Heterotheca inuloides</i> , <i>Verbena</i> <i>turbacensis</i>	4 (3.6)
Latido	<i>Baccharis salicifolia</i> , <i>Physalis</i> sp., <i>Rosa × alba</i>	5 (4.5)
Parásitos	<i>Dysphania ambrosioides</i>	1 (0.9)
Raquitismo	<i>Medicago sativa</i>	1 (0.9)
Vómito	<i>Litsea glaucescens</i>	1 (0.9)

¹= **negritas**, especies más utilizadas.

2.5 Discusión

La herbolaria medicinal en Mesoamérica y Oaxaca tiene sus raíces desde tiempos precolombinos, documentada por los primeros cronistas españoles en México, y parte de ese conocimiento permanece hasta hoy en los pueblos originarios donde se les llama ‘remedios’, y son generalizados dentro de cada comunidad una vez que se prueba o acepta su eficacia mediante procedimientos de ensayo y error, utilizando una lógica de pensamiento no occidental o estructuralista (Ríos Castillo et al., 2012). A las personas especializadas en uso de la herbolaria y que ayuda, ‘receta’ o ‘cura’ a los individuos de su comunidad con frecuencia le llaman ‘curandero (a)’ o simplemente ‘yerbero’, pero a veces dentro de la familia se conoce a quien consultar para pedir un ‘remedio’ y la forma de aplicación (Montiel-Tafur et al., 2009). En este escenario contextual, el presente trabajo documenta y sistematiza el uso de plantas para el tratamiento de desórdenes gastrointestinales donde se parte de una interpretación social-comunitaria de malestar, daño o enfermedad gastrointestinal y las plantas que usan para su tratamiento en las comunidades del municipio de San Martín Huamelúlpam y La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca.

Pérez-Nicolás et al. (2017) en su documentación de plantas medicinales de Santiago Camotlán, Oaxaca, determinaron que existe una relación directa y significativa entre reconocimiento de números de especies medicinales y edad de los informantes ($r = 0.67$). No obstante, en este trabajo las correlaciones no fueron significativas en San Martín Huamelúlpam ($r = 0.15$), ni en La Nevería, Santa Catarina Lachatao ($r = 0.29$) e indica que el conocimiento de uso medicinal de las plantas en las comunidades de estudio no es uniforme, quizás ya no se transmite

de una generación a otra o hay poco interés en aprender y usarlo porque ya cuentan con acceso al centro de salud en su municipio.

En S. M. Huamelúlpam se registraron 31 desórdenes gastrointestinales donde la mayor proporción se asocia con dolor o frialdad en el estómago, y diarrea, aunque no necesariamente corresponde a alteraciones de salud en el estómago sino a desórdenes en intestinos. En La Nevería, S. C. Lachatao se documentaron 22 desórdenes donde dolor de estómago, diarrea, fiebre, cruda, encerrada de calor y dolor de muelas son los más frecuentes. Estos desórdenes son diferenciados de los desórdenes en vías respiratorias donde localmente les confieren probabilidades de decesos, no así en ‘dolores’ de estómago y/o diarrea. Los desórdenes gastrointestinales denominados localmente como aire o mal aire, mal de ojo, berrinche, bilis, empacho, frialdad del estómago, raquitismo, encerrada de calor, algodoncillo, latido y traspaso de hambre, corresponden a una interpretación social-comunitaria de algún daño o síntoma (Lámbarri Rodríguez et al., 2012), que se asocia a síntomas o expresiones de diarrea, dolor de estómago, de intestinos o abdominal, náuseas o vomito, fiebre, sabor amargo en la boca, inflamación de intestino, etc., y el manejo del daño o síntomas regularmente lo hacen con ‘remedios’ preparados con plantas y solo en el caso de aire o mal aire y mal de ojo, lo hacen mediante ‘limpias’. Con excepción de berrinche, latido y mal aire, todos los desórdenes provienen de la ingesta de alimentos o bebidas, incluyendo agua de dudosa calidad u origen. Las denominaciones de empacho, aire, latido y disentería fueron mencionadas en ambas regiones de estudio. El malestar y/o daño en el sistema digestivo y aplicación de remedios también ha sido descrito en otros pueblos originarios (Frei et al., 1998; Heinrich et al., 1992; Hernández et al., 2005; Moreno-Salazar et al., 2008; Ortega-Cala et al., 2019).

Las características descriptivas de los desórdenes gastrointestinales están relacionadas con el órgano donde presentan el malestar o daño, una relación entre sintomatología y remedio a utilizar (planta); Por ejemplo, según el malestar se identificaron dos estrategias de ‘curación’, ante dolores intensos o agudos se recurre a remedios (tés) amargos o extractos alcohólicos para generar un efecto inmediato y una segunda estrategia es mediante remedios suaves aromáticos dulces e incluso endulzados con miel o azúcar; todo esto con base en la descripción de síntomas o malestares. En este trabajo se describen los desórdenes mediante combinaciones lineales de las respuestas de los entrevistados en un análisis de correspondencia múltiple (Figuras 2.2 y 2.6).

De 91 especies medicinales mencionadas en S.M. Huamelúlpam, 54 son nativas y 11 son endémicas de México. De manera regional, las especies medicinales registradas representan 3.5% de la flora nativa de la Mixteca alta (1,550 especies) y 6.7% de la flora endémica (163 especies) (García-Mendoza et al., 1994). El número de especies registradas en este trabajo fue mayor en las registradas por Ortega-Cala et al. (2019) en Tetela del Volcán, Morelos; por Hernández et al. (2005) en Zapotitlán de las Salinas, Puebla; entre pueblos originarios de Sonora (Moreno-Salazar et al., 2008); y en una comunidad Mixe de Oaxaca (Heinrich et al., 1992), pero ligeramente menor al listado de especies registradas por Frei et al. (1998) en una comunidad Zapoteca del Istmo de Tehuantepec en Oaxaca con 176 especies.

En San Martín Huamelúlpam, las 91 especies registradas pertenecen principalmente a las familias Asteraceae, Lamiaceae, Solanaceae, Rutaceae, Lauraceae y Rosaceae, y los géneros con mayor número de especies fueron *Salvia*, *Solanum*, *Ageratina*, *Artemisia*, *Dysphania*, *Mentha*, *Prunus*, *Quercus* y *Tagetes*. En La Nevería, S.C. Lachatao se documentaron 46 especies pertenecientes a 24 familias botánicas, donde sobresalen Asteraceae, Lamiaceae y Rosaceae, y los géneros *Rubus* y *Rosa*. En revisiones previas sobre especies medicinales utilizadas para tratar desórdenes gastrointestinales entre pueblos originarios de Oaxaca, se identificaron como principales familias a Asteraceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Solanaceae y Lamiaceae, y los géneros con mayor número de especies reportados fueron *Croton*, *Quercus*, *Piper*, *Psidium*, *Ocimum* y *Tagetes* (Pérez-Ochoa et al., 2019). Esto hace pensar que, las especies pueden cambiar según la región geográfica y condiciones ambientales, pero generalmente pertenecen a las mismas familias, y también influyen las personas en su capacidad de transmitir el conocimiento a través de generaciones. Por ejemplo, Orozco-Martínez et al. (2020) registraron 66 especies medicinales agrupadas en 34 familias (Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae y Euphorbiaceae, principalmente) y 62 géneros, documentados mediante la entrevista a 60 informante de Santiago Quiotepec, Oaxaca. La información aquí reportada puede orientar futuros trabajos de investigación en años posteriores y en las mismas comunidades para observar la posible pérdida de conocimiento de uso medicinal de las plantas, una hipótesis frecuente en estudios etnobotánicos.

En S. M. Huamelúlpam, la diarrea, dolor de estómago, frialdad del estómago, aire, latido y gastritis fueron los desórdenes con mayor frecuencia de mención y registro, y en La Nevería, S.C. Lachatao fue dolor de estómago, diarrea, fiebre, cruda, encerrada de calor y latido. En ambas regiones de estudio le confieren gran importancia a diarrea, dolor de estómago y latido, y para su

‘cura’ usan el mayor número de especies; por ejemplo, en Huamelúlpam para dolor de estómago y diarrea utilizan 28 y 36 especies, y en La Nevería usan 12 y 10 especies, respectivamente, y corresponden a los desórdenes que aprovechan mayor número de especies.

En Huamelúlpam la diarrea la controlan o curan principalmente con *Artemisia ludoviciana*, *Crocanthemum glomeratum*, *Dysphania graveolens*, *Eryngium montanum*, *Matricaria chamomilla*, *Mentha* sp., *Oenothera rosea*, *Psidium guajava*, *Ruta chalepensis*, y *Tagetes lucida*. En cambio, en La Nevería utilizan *Citrus sinensis*, *Clinopodium macrostemum*, *Elaphoglossum* sp., *Origanum vulgare*, *Plantago virginica*, *Quercus* sp., *Stevia subpubescens*, *Tanacetum parthenium*, *Taraxacum officinale*, y *Thymus vulgaris*. En estos casos, no coinciden las especies para curar diarrea, pero coinciden en el uso de *Tagetes lucida* reportado por Camacho-Hernández et al. (2022) para San Andrés Nuxiño, también de la Mixteca de Oaxaca, y por Martínez-López et al. (2021) en San Pablo Cuatro Venados en los Valles centrales. El uso de diferentes especies para curar el mismo desorden puede obedecer a diferencias biogeográficas y climáticas entre la región Mixteca (Huamelúlpam) y Sierra Norte (La Nevería), aunque ambas se clasifiquen como templado húmedo y de vegetación pino-encino. Además, los habitantes de Huamelúlpam son de origen Mixteco y en La Nevería de origen Zapoteco con diferencias en transmisión de conocimientos a través de las generaciones y formas de interrelacionarse con su entorno natural, incluyendo las influencias de la medicina clínica.

En La Nevería el dolor de estómago se cura principalmente con *Clinopodium macrostemum*, *Arbutus xalapensis*, *Cinnamomum verum*, *Litsea glaucescens*, *Mentha x piperita*, *Origanum vulgare*, *Quercus* sp., *Rosa x centifolia*, *Stevia subpubescens*, *Elaphoglossum* sp., y *Tanacetum parthenium*; y en Huamelúlpam las especies más utilizadas son *Artemisia ludoviciana*, *Calea ternifolia*, *Dysphania graveolens*, *Eryngium montanum*, *Matricaria chamomilla*, *Mentha x piperita*, *Mentha* sp., *Origanum vulgare*, *Ruta chalepensis*, *Salvia Circinnata*, *Tagetes lucida*, y *Tanacetum parthenium*. Entre ambas regiones las especies que coinciden son *Origanum vulgare* (orégano) y *Tanacetum parthenium* (hierba de Santa María), ambas especies introducidas y ampliamente distribuidas en México. La baja coincidencia de especies utilizadas para tratar el dolor de estómago sigue un patrón de no coincidencia semejante al descrito para tratar la diarrea. No obstante que, las especies mencionadas regularmente se encuentran en ambos sitios e indica un conocimiento heredado diferente entre regiones. Algunas plantas utilizadas en La nevería

coinciden con los reportes de Heinrich et al. (1992) en San Juan Guichicovi, Oaxaca de origen Mixe.

En las comunidades objetivo de estudio, la mayor proporción de plantas utilizadas para tratar desórdenes gastrointestinales corresponde a especies recolectadas en su entorno como besanas, campos de cultivo, bosques cercanos y también la mayor disponibilidad se relaciona, principalmente, con la estacionalidad o posterior al periodo de lluvias. En Huamelúlpam, 7 de las 11 principales especies medicinales más utilizadas son nativas y contrasta con La Nevería donde solo 7 de las 13 principales especies aprovechadas. En principio se observó un alto uso de especies introducidas en relación aproximada 1:1 con las especies nativas. En ambas regiones las especies de mayor uso para tratar desórdenes gastrointestinales son *Mentha x piperita* (hierbabuena), *Ruta chalepensis* (ruda), *Matricaria chamomilla* (manzanilla), *Tanacetum parthenium* (altamisa), *Cinnamomum verum* (canela), *Origanum vulgare* (orégano), e indica la alta difusión que tienen estas plantas porque son comunes en las tiendas comerciales y supermercados. No obstante, también se registraron especies medicinales de amplio uso e identidad en Oaxaca como *Clinopodium macrostemum* (poleo o hierba del borracho), *Calea ternifolia* (hierba del coyote o 'yucucagua'), *Tagetes lucida* (pericón), *Dysphania graveolens* (epazote de zorrillo), *Quercus* sp. (encino rojo o blanco), *Stevia subpubescens* (flor de fandango), *Baccharis salicifolia* (chamizo de río), *Psidium guajava* (guayaba), *Arbutus xalapensis* (madroño) y *Litsea glaucescens* (laurel), incluyendo un helecho (*Elaphoglossum* sp.). Esto indica que se requiere emprender acciones orientadas a la documentación, conocimiento y reforzamiento de la cultura medicinal herbolaria, conservación y aprovechamiento de la flora y conocimientos de uso medicinal de las plantas con estudios complementarios de carácter etnográfico, rescate cultural y bioquímico de compuestos bioactivos, entre otros.

2.6 Conclusiones

Las entrevistas semiestructuras conducidas en las comunidades del municipio de San Martín Huamelúlpam (Mixteco) y en La Nevería, Santa Catarina Lachatao (Zapoteco), Oaxaca permitió documentar 31 y 22 descripciones de desórdenes gastrointestinales, respectivamente. En ambas regiones, la diarrea y dolor de estómago fueron los desórdenes más frecuentes y donde se utilizan desde 10 a 36 plantas medicinales con diferentes formas de aplicación desde cataplasma o tópicos, infusiones, extractos alcohólicos y decocciones de hojas, ramas, flores, tallos, frutos y/o raíces tuberosas. También reciben atención y tratamiento como desórdenes gastrointestinales las

enfermedades culturales o etnoenfermedades que denominan aire o mal aire, empacho, bilis, latido, frialdad de estómago, cólico o enojo, entre otras acepciones.

En S. M. Huamelúlpam y La Nevería se registraron 91 y 41 especies de plantas medicinales, respectivamente, y se estimó una relación 1:1 de plantas nativas e introducidas de mayor uso. Las especies nativas de mayor uso para tratar desórdenes gastrointestinales fueron: *Clinopodium macrostemum* (poleo o hierba del borracho), *Calea ternifolia* (hierba del coyote o ‘yucucagua’), *Tagetes lucida* (pericón), *Dysphania graveolens* (epazote de zorrillo), *Quercus* sp. (encino rojo o blanco), *Stevia subpubescens* (flor de fandango), *Baccharis salicifolia* (chamizo de río), *Psidium guajava* (guayaba), *Arbutus xalapensis* (madroño) y *Litsea glaucescens* (laurel), incluyendo un helecho (*Elaphoglossum* sp.).

2.7 Referencias

- Arellanes Meixueiro, A., de la Cruz Pérez, V., Sánchez Silva, C., Ruiz Cervantes, F. J., Martínez Vázquez, V. R., & López Jiménez, E. (2006). *Historia y Geografía de Oaxaca*. Carteles Editores.
- Camacho-Hernández, C., Lagunez-Rivera, L., Aguilar-Contreras, A., & Solano Gómez, R. (2022). Ethnobotany of medicinal flora in two communities of the Mixteca Alta in Oaxaca, Mexico. *Botanical Sciences*, 100(4), 912–934. <https://doi.org/10.17129/botsci.2947>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2020). *Informe de pobreza y evaluación 2020*. Ciudad de México, México.
- de Brito, C. de C., Ferreira-Júnior, W. S., Albuquerque, U. P., Alves Ramos, M., da Silva, T. C., Costa-Neto, E. M., & Muniz de Medeiros, P. (2019). The role of kinship in knowledge about medicinal plants: Evidence for context-dependent model-based biases in cultural transmission? *Acta Botanica Brasilica*, 33(2), 370–375. <https://doi.org/10.1590/0102-33062018abb0340>
- Dirección General de Repositorios Universitarios (DGRU). (2022). *Portal de Datos Abiertos UNAM, Colecciones Universitarias*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://datosabiertos.unam.mx>
- Frei, B., Baltisberger, M., Sticher, O., & Heinrich, M. (1998). Medical ethnobotany of the Zapotecs of the Isthmus-Sierra (Oaxaca, Mexico): Documentation and assessment of indigenous uses. *Journal of Ethnopharmacology*, 62(2), 149–165. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(98\)00051-8](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(98)00051-8)
- García-Mendoza, A., Tenorio Lezama, P., & Reyes Santiago, J. (1994). El endemismo en la flora fanerógama de la Mixteca Alta, Oaxaca-Puebla, México. *Acta Botanica Mexicana*, 27, 53–73. <https://doi.org/10.21829/abm27.1994.710>
- Gutiérrez, J. P., Rivera-Dommarco, J., Shamah-Levy, T., Villalpando-Hernández, S., Franco, A., Cuevas-Nasu, L., Romero-Martínez, M., & Hernández-Ávila, M. (2013). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales* (2a ed.). Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública. <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2012/doctos/informes/ENSANUT2012ResultadosNacionales.pdf>
- Heinrich, M., Rimpler, H., & Barrera, N. A. (1992). Indigenous phytotherapy of gastrointestinal disorders in a lowland Mixe community (Oaxaca, Mexico): Ethnopharmacologic evaluation. *Journal of*

- Ethnopharmacology*, 36(1), 63–80. [https://doi.org/10.1016/0378-8741\(92\)90062-V](https://doi.org/10.1016/0378-8741(92)90062-V)
- Hernández Cortez, C., Aguilera Arreola, M. G., & Castro Escarpulli, G. (2011). Situación de las enfermedades gastrointestinales en México. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología*, 31(4), 137–151.
- Hernández, T., Canales, M., Caballero, J., Durán, Á., & Lira, R. (2005). Análisis cuantitativo del conocimiento tradicional sobre plantas utilizadas para el tratamiento de enfermedades gastrointestinales en Zapotitlán de Las Salinas, Puebla, México. *Interciencia*, 30(9), 529–535.
- Huntington, H. P. (2005). “We dance around in a ring and suppose”: Academic engagement with traditional knowledge. *Arctic Anthropology*, 42(1), 29–32. <https://doi.org/10.1353/arc.2011.0101>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010a). *Compendio de información geográfica municipal 2010. San Martín Huamelúlpam, Oaxaca*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/20/20239.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010b). *Compendio de información geográfica municipal 2010. Santa Catarina Lachatao*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/20/20365.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021a). *Panorama Sociodemográfico de México: Censo de Población y Vivienda 2020*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197711.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021b). *Panorama Sociodemográfico de Oaxaca: Censo de Población y Vivienda 2020*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197933.pdf
- Lámbarri Rodríguez, A., Flores Palacios, F., & Berenzon Gorn, S. (2012). Curanderos, malestar y “daños”: una interpretación social. *Salud Mental*, 35(2), 123–128.
- Martínez-López, G., Palacios-Rangel, M. I., Guízar-Nolazco, E., & Villanueva-Morales, A. (2021). Usos locales y tradición: estudio etnobotánico de plantas útiles en San Pablo Cuatro Venados (Valles Centrales, Oaxaca). *Polibotánica*, 52, 193–212. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.52.13>
- Montiel-Tafur, M., Crowe, T. K., & Torres, E. (2009). A review of curanderismo and healing practices among Mexicans and Mexican Americans. *Occupational Therapy International*, 16(1), 82–88. <https://doi.org/10.1002/oti.265>
- Moreno-Salazar, S. F., Robles-Zepeda, R. E., & Johnson, D. E. (2008). Plant folk medicines for gastrointestinal disorders among the main tribes of Sonora, Mexico. *Fitoterapia*, 79(2), 132–141. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2007.07.009>
- Muñoz-Ibarra, T. C., Toledo-Manzur, V., Barrera-Bassols, N., & Silva-Rivera, E. (2022). La soberanía de la salud como marco conceptual de la salud indígena: el caso de la medicina Misak. *Global Health Promotion*, 1–9. <https://doi.org/10.1177/17579759221086005>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). *Enfermedades diarreicas. Organización Mundial de la Salud*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>
- Orozco-Martínez, J., Lira-Saade, R., Jiménez-Estrada, M., Ávila-Acevedo, J. G., Serrano-Parras, R., & Hernández-Delgado, T. (2020). Medicinal plants of Oaxaca, Mexico: Ethnobotany and antibacterial activity. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 19(2), 221–235.
- Ortega-Cala, L. L., Monroy-Ortiz, C., Monroy-Martínez, R., Colín-Bahena, H., Flores-Franco, G., Luna-

- Cavazos, M., & Monroy-Ortiz, R. (2019). Plantas medicinales utilizadas para enfermedades del sistema digestivo en Tetela del Volcán, Estado de Morelos, México. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas*, 18(2), 106–129. <https://doi.org/10.37360/blacpma.19.18.2.9>
- Palombo, E. (2006). Phytochemicals from Traditional Medicinal Plants used in the Treatment of Diarrhoea: Modes of Action and Effects on Intestinal Function. *Phytotherapy Research*, 20(9), 717–724. <https://doi.org/10.1002/ptr.1907>
- Palomino Villavicencio, B., & López Pardo, G. (2019). Relaciones del turismo de naturaleza, la comunalidad y la resiliencia en la Sierra Norte de Oaxaca, México. *PASOS. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 17(6), 1205–1216. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2019.17.083>
- Pérez-Nicolás, M., Vibrans, H., Romero-Manzanares, A., Saynes-Vásquez, A., Luna-Cavazos, M., Flores-Cruz, M., & Lira-Saade, R. (2017). Patterns of Knowledge and Use of Medicinal Plants in Santiago Camotlán, Oaxaca, Mexico. *Economic Botany*, 71, 209–223. <https://doi.org/10.1007/s12231-017-9384-0>
- Pérez-Ochoa, M. L., Chávez-Servia, J. L., Vera-Guzmán, A. M., Aquino-Bolaños, E. N., & Carrillo-Rodríguez, J. C. (2019). Medicinal Plants Used by Indigenous Communities of Oaxaca, Mexico, to Treat Gastrointestinal Disorders. In S. Perveen & A. Al-Taweel (Eds.), *Pharmacognosy - Medicinal Plants* (pp. 1–37). IntechOpen. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/57353>
- Plants of the World Online (POWO). (2022). *Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens Kew*. <http://www.plantsoftheworldonline.org/>
- Ríos Castillo, T., Quijano, L., & Reyes Chilpa, R. (2012). Algunas reflexiones actuales sobre la herbolaria prehispánica desde el punto de vista químico. *Revista Latinoamericana de Química*, 40(2), 41–64.
- Rivera-Dommarco, J., Barrientos-Gutiérrez, T., & Oropeza Abúndez, C. (2021). *Síntesis sobre políticas de salud. Propuestas basadas en evidencia*. Instituto Nacional de Salud Pública. https://www.insp.mx/resources/images/stories/2022/docs/220118_Sintesis_sobre_politicas_de_salud.pdf
- Secretaría de Salud. (2022). *Veinte principales causas de enfermedad nacional 2021*. https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/principales_nacional.html
- Shamah-Levy, T., Vielma-Orozco, E., Heredia-Hernández, O., Romero-Martínez, M., Mojica-Cuevas, J., Cuevas-Nasu, L., Santaella-Castell, J. A., & Rivera-Dommarco, J. (2020). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018-19: Resultados Nacionales*. Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca, Morelos, México. <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/informes.php>
- Suárez-Mota, M. E., Villaseñor, J. L., & Ramírez-Aguirre, M. B. (2018). Sitios prioritarios para la conservación de la riqueza florística y el endemismo de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Acta Botanica Mexicana*, 124, 49–74. <https://doi.org/10.21829/abm124.2018.1296>

2.8 Anexos

Cuadro A1. Listado de plantas medicinales usadas en el tratamiento de desórdenes gastrointestinales por los habitantes de San Martín Huamelúlpam, Oaxaca, México.

Familia / Nombre científico	Nombre común	Temporada de obtención	Parte útil ^a (fresca o seca)	Método de preparación (Aplicación ^b)	Desórdenes gastrointestinales (Reportes de uso)
Amaranthaceae					
* <i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Epazote, epazote de cocina	Seca/Lluvias	H y T; R (F o S)	Decocción (O)	Empacho del bebé (1) y parásitos (1)
* <i>Dysphania graveolens</i> (W.A. Weber) Mosyakin & Clemants	Epazote de zorrillo	Lluvias	PA (F o S)	Decocción (O)	Diarrea (17), dolor de estómago (8), frialdad del estómago (2) e inflamación del estómago (1)
Anacardiaceae					
<i>Schinus molle</i> L.	Pirul, pirú	Seca/Lluvias	PA; Cg (F)	Picado, cocido con huevo (T), Picar y rociar con mezcal (L), Decocción (O)	Aire (3) y frialdad del estómago (1)
Apiaceae					
* <i>M</i> <i>Eryngium montanum</i> J.M. Coult. & Rose	Espina de burro, maguey de burro, ndiquimi, ñuquimi	Seca/Lluvias	R (F o S)	Decocción (O)	Diarrea (10), dolor de estómago (6), gastritis (2) y diarrea (daño en la vesícula) (1)
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Hinojo	Seca/Lluvias	H y T (F)	Decocción (O), enjuague bucal.	Latido (2), dolor de estómago (1), infección de encías (1) y pérdida de apetito (1)
Asphodelaceae					
<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	Sábila	Seca/Lluvias	Pulpa (F)	Molido (T)	Gastritis (5)
Asteraceae					
* <i>M</i> <i>Ageratina espinosarum</i> (A. Gray) R.M. King & H. Rob.	Coyote o Hierba del coyote	Lluvias	PA (F o S)	Decocción, macerado (O)	Dolor de estómago (2)
* <i>M</i> <i>Ageratina petiolaris</i> (Moc. & Sessé ex DC.) R.M. King & H. Rob.	Cahual o Cahual de burro	Seca/Lluvias	H y T (F)	Asado (T)	Frialdad (9) e inflamación de estómago (2), diarrea (1) y empacho (1)
<i>Artemisia absinthium</i> L.	Hierba maestra, ajenjo	Seca/Lluvias	H y T (F o S)	Decocción (O)	Dolor de estómago (3), diarrea en niños (1) y latido (1)
* <i>Artemisia ludoviciana</i> Nutt.	Estofiate, estafiate, ajenjo	Seca/Lluvias	H y T (F o S)	Decocción (O), asado (T)	Diarrea (5), dolor de estómago (5) y aire (2)
* <i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Chamizo de río, chamizo de cuete	Seca/Lluvias	H y T (F)	Asado (T, L)	Frialdad del estómago (4), inflamación del estómago (2), empacho (1) y empacho del bebé (1)
* <i>Barkleyanthus salicifolius</i> (Kunth) H. Rob. & Brettell	Chamizo blanco	Seca/Lluvias	H y T (F)	Picado (T)	Aire (3) y mal de ojo (1)
* <i>Bidens ostruthioides</i> (DC.) Sch. Bip.	Hierba de araña	Lluvias	R (F o S)	Decocción (O)	Diarrea (1) y principios de úlcera (1)
* <i>Brickellia veronicifolia</i> (Kunth) A. Gray	Orejita de ratón	Lluvias	PA (F o S)	Decocción (O)	Diarrea (3), diarrea por daño en vesícula (2) y dolor de estómago (1)
* <i>Calea ternifolia</i> Kunth	Yucucagua o Hierba de coyote	Lluvias (floración en octubre)	PA (F o S)	Decocción, macerado (O)	Dolor de estómago (10), latido (9), bilis o coraje (5), diarrea (3), cruda (1),

* <i>M</i> <i>Grindelia inuloides</i> Willd	Árnica china	Lluvias	PA (F)	Decocción (O)	empacho (1) e inflamación (1)
* <i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng.) Less	Pegajosa, pelachingo, tilachingo	Lluvias	H; Cg (F)	Asado (T)	Diarrea (1) Frialdad del estómago (3), dolor de estómago (1), empacho (1) y empacho del bebé (1)
* <i>M</i> <i>Heterotheca inuloides</i> Cass.	Árnica	Lluvias	PA (F)	Decocción (O)	Gastritis y úlcera (2), diarrea (1), dolor (1), frialdad (1) e inflamación de estómago (1)
* <i>Laennecia filaginoides</i> DC.	Yucutuchi	Lluvias	PA (F o S)	Decocción (O)	Dolor de estómago (2), bilis o coraje (2), latido (2) y frialdad del estómago (1)
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Manzanilla	Seca/Lluvias	PA (F o S)	Decocción (O)	Dolor de estómago (11), diarrea (5), cólico (3), cólico del bebé (2), cruda (1), empacho del bebé (1), frialdad del estómago (1) y gastritis (1)
* <i>M</i> <i>Montanoa tomentosa</i> Cerv.	Gobernadora	Lluvias	H y T (F)	Decocción (O)	Empacho en niños (1)
* <i>Pinaropappus roseus</i> (Less.) Less	Chipule	Lluvias	H (F)	Estrujado (O)	Berrinche (4) y enojo (1)
* <i>Pseudognaphalium canescens</i> (DC.) Anderb.	Gordolobo	Lluvias	PA (F o S)	Decocción (O)	Dolor de estómago (1)
* <i>Tagetes erecta</i> L.	Cempasúchil amarillo	Lluvias (floración octubre-diciembre)	Fl (F o S)	Decocción (O)	Diarrea (1) y empacho en niños (1)
* <i>Tagetes lucida</i> Cav.	Pericón	Lluvias	PA (F o S)	Decocción, macerado (O)	Dolor de estómago (9), diarrea (9), frialdad del estómago (2), inflamación del estómago (2), diarrea por daño en la vesícula (1), disentería roja (1), empacho (1), empacho en niños (1), gastritis (1), latido (1) y traspaso de hambre (1)
<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Sch.Bip.	Altamisa o Santa María	Seca/Lluvias	PA (F o S)	Decocción (O), picado y cocido con huevo (T)	Dolor de estómago (4), aire (2), diarrea (2), cólico (1), cólico del bebé (1), gastritis (1) y mal aire (1)
* <i>Tithonia tubaeformis</i> (Jacq.) Cass	Cahual de milpa	Lluvias	PA (F)	Decocción (O)	Empacho (1)
Bignoniaceae					
* <i>Tecoma stans</i> (L.) Juss ex Kunth	Tronadora	Seca/Lluvias	PA, Cg (F o S)	Decocción (O)	Empacho en niños (2), diarrea (1) y empacho (1)
Brassicaceae					
* <i>Lepidium virginicum</i> L.	Lentejilla	Lluvias	PA (F)	Decocción (O)	Diarrea (1)
Cistaceae					
* <i>Crocotanthemum glomeratum</i> (Lag.) Janch.	Oreganillo, orégano cimarrón, orégano de monte	Lluvias	PA y R (F o S)	Decocción (O)	Diarrea (4), disentería blanca (2) y dolor de estómago (1)
Crassulaceae					
* <i>M</i> <i>Echeveria gigantea</i> Rose & Purpus	Siempre viva	Seca/Lluvias	H (F)	Cruda (T)	Fuegos bucales (1)
* <i>Sedum dendroideum</i> DC. Moc. & Sessé ex DC	Siempre viva	Seca/Lluvias	H (F)	Cruda (T)	Fuegos bucales (7)
Cupressaceae					

<i>*Juniperus flaccida</i> Schltl.	Enebro	Seca/Lluvias (fructificación noviembre-diciembre)	Cg, Fr (F)	Decocción (O)	Dolor del estómago (2), frialdad del estómago (2), inflamación del estómago (1), diarrea (1) y empacho (1)
Ericaceae					
<i>*Arctostaphylos pungens</i> Kunth.	Manzanita	Seca/Lluvias	H y T (F)	Picado, decocción (T)	Aire (1)
Euphorbiaceae					
<i>Ricinus communis</i> L.	Egrilla, grilla, egrilla blanca	Seca/Lluvias	H (F)	Decocción (O), Asado (T)	Aire (2) y diarrea (1)
Fagaceae					
<i>*Quercus</i> sp.	Encino	Seca/Lluvias	H y Co (S)	Asado (T)	Frialdad del estómago (1)
<i>*Quercus</i> sp.	Encino rojo, encino de palmillilla	Seca/Lluvias	Co (F)	Enjuague bucal (O)	Dolor de muelas/Dientes destemplados (1)
Krameriaceae					
<i>*M Krameria pauciflora</i> DC.	Abrojo	Lluvias	R (F o S)	Decocción (O)	Empacho (1)
Lamiaceae					
<i>*M Clinopodium mexicanum</i> (Benth.) Govaerts	Hierba de borrachito, flor de menta	Lluvias	PA (F)	Decocción (O)	Cruda (1)
<i>Marrubium vulgare</i> L.	Marrubio	Lluvias	H y T (F)	Decocción (O, T)	Diarrea (2), latido (2) y frialdad del estómago (1)
<i>Mentha × piperita</i> L.	Hierbabuena	Seca/Lluvias	H y T (F o S)	Decocción (O)	Diarrea (29), dolor de estómago (15), empacho en niños (4), inflamación del estómago (3), flatulencias (1), agruras (2), empacho (2), frialdad del estómago (2), cólico del bebé (1), gastritis (2) e indigestión (1)
<i>Mentha</i> sp.	Poleo	Seca/Lluvias	H y T (F o S)	Decocción (O)	Dolor de estómago (4), cólico (1) y diarrea (1)
<i>Origanum vulgare</i> L.	Orégano, orégano de cocina	Seca/Lluvias	PA (F o S)	Decocción (O)	Dolor de estómago (4), diarrea (2) y cólico del bebé (1)
<i>*M Salvia circinnata</i> Cav.	Yucucahua morada	Lluvias	H y T (F o S)	Decocción (O)	Dolor de estómago (4), bilis o coraje (2) y latido (1)
<i>*Salvia microphylla</i> Kunth	Mirto	Seca/Lluvias	PA (F)	Decocción (O), picado (T)	Aire (4), cólico (1), diarrea (1), frialdad del estómago (1) y mal de ojo (1)
<i>Salvia rosmarinus</i> Spenn.	Romero	Seca/Lluvias	H y T (F o S)	Decocción (O), picado y cocido con huevo (T), Decocción (T, L)	Dolor de estómago (2), frialdad del estómago (2), aire (1), mal aire (1) y mal de ojo (1)
<i>Thymus vulgaris</i> L.	Tomillo	Seca/Lluvias	H y T (F o S)	Decocción (O)	Flatulencias (1)
Lauraceae					
<i>Cinnamomum verum</i> J. Presl	Canela	Todo el año	Co (S)	Decocción (O)	Dolor de estómago (2) y cruda (1)
<i>*Litsea glaucescens</i> Kunth.	Laurel	Seca/Lluvias	H y T (F o S)	Decocción (O)	Indigestión (1)
<i>*Persea americana</i> Mill.	Aguacate	Seca/Lluvias	H (F)	Decocción (O)	Dolor de estómago (1)
Lythraceae					
<i>Punica granatum</i> L.	Granada	Seca/Lluvias	Fr, H y Fl (F)	Decocción (O)	Diarrea (1) y disentería blanca (1)
Malvaceae					

<i>Malva parviflora</i> L.	Malva	Lluvias	H y T (F)	Picado y decocción (T)	Aire (1) y disentería roja (1)
Myrtaceae					
<i>Eucalyptus</i> sp.	Eucalipto	Seca/Lluvias	H (S)	Decocción (O)	Dolor de estómago (1)
<i>*Psidium guajava</i> L.	Guayaba	Seca/Lluvias	H y Fr (F)	Decocción (O)	Diarrea (9), disentería roja (1), frialdad del estómago (1), gastritis (1) e inflamación del estómago (1)
Oleaceae					
<i>*Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh	Fresno	Seca/Lluvias	Co (S)	Decocción (O)	Latido (2)
Onagraceae					
<i>*Oenothera rosea</i> L'Hér. ex Aiton	Pico de pájaro, hierba del sapo	Seca/Lluvias	PA (F)	Decocción (O)	Diarrea (6)
Papaveraceae					
<i>*MArgemone ochroleuca</i> Sweet	Chicalote	Lluvias	H y T; R (F o S)	Decocción (O)	Diarrea (2)
Pinaceae					
<i>*Pinus</i> sp.	Ocote	Seca/Lluvias	Co (S)	Se enciende y sumerge en aguardiente (O)	Cruda (1)
Piperaceae					
<i>*Piper auritum</i> Kunth	Hierba santa	Seca/Lluvias	H (F o S)	Decocción (O)	Diarrea (1) e inflamación del estómago (1)
Plantaginaceae					
<i>Plantago major</i> L.	Lentén	Seca/Lluvias	H (F)	Decocción (O)	Diarrea (1)
Poaceae					
<i>*Zea mays</i> L.	Maíz	Seca/Lluvias	S (S)	Molido y Decocción (O)	Diarrea (1) y dolor de estómago (1)
Rosaceae					
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Durazno	Seca/Lluvias	H (F o S)	Picado, Decocción (T, L)	Aire (1), dolor de estómago (1) y mal de ojo (1)
<i>*Prunus serotina</i> Ehrh.	Capulín	Seca/Lluvias	Co (S)	Decocción (O)	Diarrea (1)
<i>Rosa × alba</i> L.	Rosa de castilla, rosa blanca	Seca/Lluvias	Fl (F)	Decocción (O)	Empacho en niños (1)
Rutaceae					
<i>*Casimiroa edulis</i> La Llave	Zapote blanco, zapote dormilón	Seca/Lluvias	H y Cg (F)	Picado, Decocción (T, L)	Aire (1) y mal de ojo (1)
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Limón	Seca/Lluvias	Fr (F)	Exprimir (O), Asado (T)	Diarrea (4), anginas (1) y diarrea por daño en vesícula (1)
<i>Ruta chalepensis</i> Wall	Ruda	Seca/Lluvias	PA y S (F)	Picado, asado y cocido con huevo (T, L), Decocción (O), Moler y colar (O).	Dolor de estómago (20), diarrea (11), aire (8), latido (3), mal aire (3), frialdad del estómago (2), cólico (2), empacho (2), cólico del bebé (1), berrinche (1), mal de ojo (1), bilis o coraje (1)
Scrophulariaceae					
<i>*Buddleja cordata</i> Kunth	Lengua de vaca	Seca/Lluvias	H y Cg (F o S)	Decocción (O)	Empacho (3), diarrea (1) y empacho del bebé (1)
Selaginellaceae					
<i>*Selaginella lepidophylla</i> (Hook. & Grev.) Spring	Doradilla	Lluvias	H (F o S)	Decocción (O)	Disentería roja (1)
Solanaceae					
<i>Brugmansia suaveolens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Sweet	Florifundio	Seca/Lluvias	H y Fl (F)	Picado, Decocción (T, L)	Mal de ojo (1)

* <i>Cestrum nocturnum</i> L.	Huele de noche	Seca/Lluvias	H y T; Cg (F)	Picado, Decocción (T, L)	Aire (2), mal aire (1) y mal de ojo (1)
* <i>Solanum donianum</i> Walp	Berenjena	Lluvias	Fr (F)	Triturado (O)	Berrinche (1)
* <i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	Hierba mora	Lluvias	H, T y Fr (F o S)	Decocción (O)	Gastritis y principios de úlceras (3)
Verbenaceae					
<i>Aloysia citrodora</i> Paláu	Cedrón	Seca/Lluvias	H y T (F o S)	Decocción (O)	Dolor de estómago (3), acidez en el estómago (1) y cruda (1)
* <i>Verbena carolina</i> L.	Verbena	Lluvias	PA (F)	Triturado o licuado, infusión (O)	Berrinche (2), cáncer de estómago (1), dolor de estómago (1) y gastritis (1)
Viburnaceae					
<i>Sambucus nigra</i> L.	Sauco	Seca/Lluvias	Cg (F)	Picado, decocción (T, L)	Mal de ojo (1)
	Barba de viejo	Lluvias	R (F)	Decocción (O)	Diarrea (1)
	Hierba de la disentería	Lluvias	PA (F o S)	Decocción (O)	Disentería blanca (1)
	Itamorrial	Lluvias	R (S)	Decocción (O)	Diarrea (1)
	Romerillo blanco	Seca/Lluvias	R (F)	Triturar (T)	Dolor de muelas (1)
	Tichumba	Lluvias	R (F)	Decocción (O)	Dolor de estómago (1)

*Nativa de América, *^M Endémica de México. ^a Cg: Cogollos (hojas y tallos tiernos), Co: Corteza, Fl: Flor, Fr: Fruto, H: Hoja, PA: Parte aérea, Pu: Pulpa, R: Raíz, T: Tallo; F: Fresca, S: Seca. ^bA: Administración del tratamiento. O: Oral, T: Tópico, L: Limpia o Baño.

Cuadro A2. Listado de especies obtenidas en mercados locales y usadas en el tratamiento de desórdenes gastrointestinales por los habitantes de San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.

Familia / Nombre científico	Nombre común	Parte útil ^a (Fresca o seca)	Método de preparación (Aplicación ^b)	Desórdenes gastrointestinales (Reportes de uso)
Acanthaceae				
* <i>Justicia spicigera</i> Schltdl.	Muitle	H y T (F o S)	Decocción (O)	Diarrea (1)
Amaryllidaceae				
<i>Allium sativum</i> L.	Ajo	Bu (F)	Picado (O)	Diarrea (1) e indigestión (1)
Arecaceae				
<i>Cocos nucifera</i> L.	Coco	Fr (S)	Decocción (O)	Latido (2)
Aristolochiaceae				
* ^M <i>Aristolochia asclepiadifolia</i> Brandegee	Guaco	Be (S)	Decocción y macerado (O), (T)	Diarrea (6), dolor de estómago (6), frialdad del estómago (2), latido (2), inflamación de estómago (1)
Asteraceae				
<i>Cynara cardunculus</i> L.	Alcachofa	H y T (F)	Picado (O)	Diarrea acuosa por daño hepático (1)
Lamiaceae				
<i>Ocimum basilicum</i> L.	Albahacar	PA (F)	Picado (T)	Mal aire (1)
Lauraceae				
<i>Cinnamomum verum</i> J. Presl	Canela	Co (S)	Decocción (O)	Dolor de estómago (2) y cruda (1)
Solanaceae				
* ^M <i>Physalis</i> sp.	Tomate verde	Fr (F)	Cataplasma (T)	Anginas (1) y diarrea (1)
<i>Solanum tuberosum</i> L.	Papa	Tu (F)	Licuado (O)	Gastritis y principios de úlcera (1)
Poaceae				
<i>Oryza sativa</i> L.	Arroz	S (S)	Decocción, molido (O)	Diarrea (1) y disentería roja (1)

*Nativa de América. ^a Be: Bejuco, Bu: Bulbo, Co: Corteza, Fr: Fruto, H: Hoja, PA: Parte aérea, T: Tallo, Tu: Tubérculo; F: Fresca, S: Seca. ^bA: Administración del tratamiento. O: Oral o T: Tópico.

Cuadro A3. Listado de plantas medicinales usadas en el tratamiento de desórdenes gastrointestinales por los habitantes de La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca.

Familia / Nombre científico	Nombre común	Temporada de obtención	Parte útil ^a (fresca o seca)	Método de preparación (Aplicación ^b)	Desórdenes gastrointestinales (Reportes de uso)
Asparagaceae					
* <i>M</i> <i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck	Magüey pulquero	Todo el año	Pe (F)	Estrujado (O)	Gastritis (1)
Asphodelaceae					
<i>Aloe vera</i> (L.) Burm.f.	Sábila	Todo el año	Pe (F)	Estrujado (Tópico)	Dolor de muela (1)
Asteraceae					
* <i>Baccharis salicifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers	Chamizo de río	Todo el año	H y T (F)	Decocción (O), picado (T)	Latido (3)
* <i>Cirsium subcoriaceum</i> (Less.) Sch.Bip. ex Sch.Bip.	Cardo mariano, cardo santo, espina	Todo el año	PA (F)	Decocción (O)	Gastritis (1)
* <i>M</i> <i>Heterotheca inuloides</i> Cass.	Árnica (hoja peluda)	Lluvias	PA (F)	Decocción (O)	Gastritis (1)
* <i>M</i> <i>Stevia subpubescens</i> Lag.	Hoja de fandango, flor de fandango	Todo el año	H y T, Cg (F o S)	Decocción (O)	Diarrea (2) y dolor de estómago (2)
<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Sch.Bip.	Santa María	Seca/Lluvias	PA (F o S)	Decocción, estrujar (O), cataplasma (T)	Frialdad en el estómago (2), dolor de estómago (1), diarrea (1), cólico de bebé (1), fiebre (1) Diarrea (1)
<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Wigg.	Diente de león	Lluvias	H (F)	Decocción (O)	Diarrea (1)
* <i>Verbesina turbacensis</i> Kunth	Árnica blanca	Todo el año	H y Fl (F)	Decocción (O)	Gastritis (1)
Bignoniaceae					
* <i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Tronadora	Floración (oct- dic)	Fl (F o S)	Decocción (O)	Empacho en niños (1)
Brassicaceae					
* <i>Lepidium virginicum</i> L.	Lentejilla	Todo el año	PA (F)	Decocción (Enjuague bucal)	Dolor de muela (1)
Crassulaceae					
* <i>Sedum dendroideum</i> DC. Moc. & Sessé ex DC	Siempre viva	Todo el año	H (F)	Estrujado (Tópico)	Dolor de muela (1)
Cucurbitaceae					
<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	Chilacayota	Lluvias	H (F)	Decocción (B)	Fiebre (1)
Ericaceae					
* <i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	Todo el año	Cg (F)	Decocción (O)	Disentería (2), cruda (1) y dolor de estómago (1)
* <i>Arctostaphylos pungens</i> Kunth	Pingüitos	Lluvias	H (F o S)	Decocción (O)	Anginas (1)
Fagaceae					
<i>Quercus</i> sp.	Encino o roble	Todo el año	Cg (F o S), H, y Co (F)	Decocción (O), se enciende y sumerge en agua (O)	Encerrada de calor (1), diarrea (1), dolor de muela (1) y dolor de estómago (1)
Lamiaceae					
* <i>M</i> <i>Clinopodium macrostemum</i> (Moc. & Sessé ex Benth.)	Poleo	Todo el año	PA (F o S), Cg (F)	Decocción (O)	Cruda (6), dolor de estómago (6), diarrea (3), agruras (1)

<i>Mentha × piperita</i> L.	Hierbabuena	Todo el año	H y T (F)	Decocción (O), Picado (T)	Dolor de estómago (2), empacho en bebe (1), dolor de muelas (1)
<i>Origanum vulgare</i> L.	Orégano	Todo el año	H y T (F o S)	Decocción (O)	Encerrada de calor (2), dolor de estómago (2), diarrea (1)
<i>Thymus vulgaris</i> L.	Tomillo	Todo el año	PA (F o S)	Decocción (O)	Diarrea (1), encerrada de calor (1)
Lauraceae					
* <i>Litsea glaucescens</i> Kunth.	Laurel	Todo el año	Cg, H y T (F o S)	Decocción (O), Decocción (B)	Cruda (1), dolor de estómago (2), fiebre (1), vómito (1)
Malvaceae					
<i>Malva parviflora</i> L.	Malva	Lluvias	PA (F o S)	Decocción (B)	Fiebre (1)
Orobanchaceae					
* <i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.	Cigarro del indio	Lluvias	PA (F)	Decocción (O)	Dolor de muelas (infección) (1)
Plantaginaceae					
* <i>Plantago virginica</i> L.	Llantén	Lluvias	H, T y R (F)	Decocción (O)	Diarrea (2)
Polygonaceae					
<i>Rumex crispus</i> L.	Lengua de vaca/ lengua de vaca negra	Todo el año	H y Cg (F)	Decocción (O), cataplasma (T)	Disentería (1), empacho en bebé (1)
Polypodiaceae					
* <i>Elaphoglossum</i> sp.	Lengua de cierva	Todo el año	H (F o S)	Decocción (O)	Dolor de estómago (4), diarrea (2)
Rosaceae					
<i>Rosa × alba</i> L.	Rosa blanca	Todo el año	H y Fl (F)	Decocción (B), picado (T)	Latido (1), fiebre (1)
<i>Rosa × centifolia</i> L.	Rosa de castilla	Todo el año	Fl (F o S)	Decocción (O), decocción (lavado intestinal)	Dolor de estómago (2)
* <i>Rubus</i> sp.	Frambuesa	Todo el año	R (F o S)	Decocción (O)	Disentería (1)
* <i>Rubus</i> sp.	Zarzamora	Todo el año	R (F)	Decocción (O)	Disentería (1)
Rutaceae					
<i>Ruta chalepensis</i> L.	Ruda	Todo el año	PA (F)	Decocción (O), Decocción (B)	Aire (1), enojo o muina (1), fiebre (1)
Solanaceae					
* <i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	Hierbamora, tonchiche	Todo el año	PA (F)	Decocción (B)	Fiebre (1)
Urticaceae					
* <i>Parietaria</i> <i>pensylvanica</i> Muhl. ex Willd.	Paletaria, orejita de ratón	Lluvias	H y T (F o S)	Decocción (B)	Fiebre (2)
	Camote de aire	Todo el año	R (F o S)	Decocción (O)	Dolor de estómago (1)
	Hoja de azahar	Todo el año	H (F)	Decocción (O), Decocción (B), picado (T)	Fiebre (4)
	Hoja de calor	Lluvias	H (F o S)	Decocción (O)	Dolor de estómago (1), encerrada de calor (1)
	Hoja morada	Lluvias	H (F)	(T)	Anginas (1)
	Estafiate	Todo el año	H y T (F o S)	Decocción (O)	Diarrea (1)

*Nativa de América, *^MEndémica de México. ^aCg: Cogollos (hojas y tallos tiernos), Co: Corteza, Fl: Flor, H: Hoja, PA: Parte aérea, Pe: Penca, R: Raíz, T: Tallo; F: Fresca, S: Seca. ^bA: Administración del tratamiento. B: Baño de asiento, O: Oral, T: Tópico.

Cuadro A4. Listado de especies obtenidas en mercados locales y usadas en el tratamiento de desórdenes gastrointestinales en La Nevería, Santa Catarina Lachatao, Oaxaca.

Familia /Nombre científico	Nombre común	Parte útil ^a (Fresca o seca)	Método de preparación (Aplicación ^b)	Desórdenes gastrointestinales (Reportes de uso)
Amaranthaceae <i>*Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	Epazote	H y T (F)	Decocción (O)	Parásitos (1)
Amaryllidaceae <i>Allium sativum</i> L.	Ajo	Bu (F)	Masticar (O), picado (T)	Dolor de muela (1), inflamación intestinal (flatulencias) (1)
Boraginaceae <i>*Tournefortia umbellata</i> Kunth	Hoja de cangrena	H y T (S)	Decocción (B)	Fiebre (1)
Cucurbitaceae <i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsum. & Nakai	Sandía	Fr (F)	Masticado (O)	Anginas (1)
Fabaceae <i>Medicago sativa</i> L.	Alfalfa	H (F)	Licudo (O)	Raquitismo (1)
Lauraceae <i>Cinnamomum verum</i> J. Presl.	Canela	Co (S)	Decocción (O)	Dolor de estómago (2), encerrada de calor (2)
Rutaceae <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Limón	Fr (F)	Estrujado (O), Exprimir en agua oxigenada (Enjuague bucal)	Diarrea (1), algodoncillo (1)
Solanaceae <i>Physalis</i> sp.	Miltomate	Fr (F)	Asado y machacado (T)	Anginas (1), latido (1), empacho (1)

*Especie nativa de América. Bu: Bulbo, Co: Corteza, Fr: Fruto, H: Hoja, T: Tallo; F: Fresca, S: Seca. ^bA: Administración del tratamiento. B: Baño de asiento, O: Oral, T: Tópico.

CAPÍTULO III. CONTENIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN *Ageratina petiolaris*, *Salvia circinnata* Y *Eryngium montanum*

3.1 Resumen

Entre comunidades originarias se crea y recrea el conocimiento de uso medicinal de las plantas de su entorno, y estas forman parte de sus estrategias de salud comunitaria aun cuando no conozcan su composición. El objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido de polifenoles, flavonoides y actividad antioxidante por espectrofotometría UV-visible e identificar y evaluar el contenido de compuesto fenólicos por cromatografía líquida de alta resolución con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD) en *Ageratina petiolaris*, *Salvia circinnata* y *Eryngium montanum* colectadas en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca. En los dos primeros casos se colectaron muestras *in situ* en dos localidades y también se cultivaron *ex situ*, y en *E. montanum* se colectaron muestras en dos localidades y dos ciclos anuales. En *A. petiolaris* y *S. circinnata* las condiciones de crecimiento influyeron significativamente en la composición de compuestos fenólicos y actividad antioxidante, y en *E. montanum* el ciclo anual fue determinante en su composición. Mediante el análisis de HPLC-DAD, en *A. petiolaris* se identificó y cuantificó la concentración de los ácidos cafeico, ρ -cumárico y rosmarínico, robinina, rutina, luteolina-7-glucósido, apigenina-7-glucósido y kaempferol; en *S. circinnata* se identificaron ácidos rosmarínico y clorogénico, rutina e isoquercitrina; y en *E. montanum* los ácidos rosmarínico, clorogénico y cafeico. Todos los compuestos fenólicos evaluados tienen potencial antimicrobial y explican parte de los efectos preventivos y curativos utilizados en la medicina tradicional y alternativa contra desórdenes gastrointestinales.

Palabras clave: Metabolitos secundarios, medicina tradicional y alternativa, ácidos fenólicos, efectos ambientales en composición.

3.2 Introducción

La medicina tradicional y complementaria (MTC) desempeña una función esencial en la restauración de la salud de comunidades con escaso o nulo acceso a los servicios oficiales o formales de salud, y tiene una fuerte raíz histórica y cultural con aceptación y práctica global, aun cuando la aplicación y desarrollo puede variar de país a país y de una región a otra. La organización mundial de la salud (OMS, WHO en inglés) reconoce la contribución de la MTC a la salud comunitaria o pública dentro de las prácticas de salud, pero con bases científicas documentadas de

aplicación apropiada, efectividad y seguridad de uso en todo momento. Las plantas utilizadas en la medicina tradicional son producto del conocimiento, habilidad y practica basada en teorías, creencias y experiencias socioculturales para mantener la salud o para la prevención, diagnóstico, mejora o tratamientos de enfermedades físicas y mentales (WHO, 2018). La Organización Mundial de la Salud reporta que 87% de los países miembros de la OMS utilizan la MTC y una proporción importante de ellos tienen políticas nacionales o sistemas regulatorios de uso de plantas medicinales, incluyendo países industrializados como Estados Unidos, Austria, Francia y Canadá, y es de esperar que el mercado global de productos o drogas farmacéuticas derivadas de plantas representen ingresos de billones de dólares (WHO, 2018).

En el mundo, son frecuentes los estudios etnobotánicos y etnofarmacológicos de plantas medicinales, y anualmente se publica un alto número de referencias sobre documentación y revisión de plantas para tratar enfermedades físicas y mentales, fundamentada en el conocimiento y uso practico heredado a través de cientos de años entre individuos, familias y comunidades originarias (Giri et al., 2022; Hernandez-Leon et al., 2021; Vargas-Vizuet et al., 2022). En este sentido, la primera fase de las investigaciones sobre medicina herbolaria es la correcta identificación de las especies ya que las equivocaciones conducen a desestimar el conocimiento y en otros casos riesgos de la ingesta de compuesto no deseables (WHO, 2000). Desde la medicina clínica-occidental, usualmente no se recomienda usar la medicina tradicional herbolaria y siempre se alerta sobre la seguridad de uso y eficacia. Esta premisa se resuelve, en parte, mediante la evaluación de la composición química de las partes de la planta utilizadas y es necesario identificar y confirmar la presencia y concentraciones mínimas de los compuestos bioactivos con potencial farmacológico e implica generar un perfil de compuestos por especie utilizada (Palhares et al., 2015).

Salvia circinnata ('yucucagua morada'), *Ageratina petiolaris* ('cahual de burro') y *Eryngium montanum* ('espinas o maguey de burro') son especies nativas de México, de uso medicinal para el tratamiento de desórdenes gastrointestinales. En *A. petiolaris* se identificaron L-chiro-inositol, ácido clorogénico y varios benzil benzoatos (Bustos-Brito et al., 2016), y le confieren propiedades como antibacterial, agente inhibidor de glucosa hepática para el tratamiento de diabetes tipo 2, actividad hipoglucémica, anti-*Helicobacter pylori* y antioxidante (Bustos-Brito et al., 2016; Castillo-Juárez et al., 2009; Mata-Torres et al., 2020). En *S. circinnata* se identificó amarisolida A (glucósido diterpénico) con efecto antinociceptivo y antiinflamatorio, y también rutina, ácido

rosmarínico, pedalitina y 5,6-dihidroxi-7,3',4'-trimetoxi flavona con propiedades antihiperlipémicas y antiprotozoarias (Calzada et al., 2020; Flores-Bocanegra et al., 2017; Moreno-Pérez et al., 2021; Salinas-Arellano et al., 2020).

Con base en la documentación etnobotánica, etnográfica y documental realizada en el municipio San Martín Huamelúlpam, Oaxaca, acerca del uso de plantas medicinales para el tratamiento de desórdenes gastrointestinales, se planteó el objetivo de evaluar el contenido de polifenoles, flavonoides y actividad antioxidante por espectrofotometría UV-visible, e identificar y evaluar el contenido de compuestos fenólicos específicos por cromatografía líquida de alta resolución con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD), en *Ageratina petiolaris*, *Salvia circinnata* y *Eryngium montanum* colectadas en San Martín Huamelúlpam.

3.3 Materiales y Métodos

3.3.1. Material vegetal

Ageratina petiolaris (syn. *Eupatorium petiolare*) es una planta arbustiva perenne de hasta 2 m de altura endémica de México y de amplio uso en la medicina tradicional para tratar desórdenes gastrointestinales y diabetes. Regionalmente se conoce como ‘amargocilla’, ‘hierba del ángel’, ‘yolochíchitl’, ‘cahual’ o ‘cahual de burro’, se distribuye en climas templados a fríos, es común en márgenes de bosques de pino y encino, especialmente en sitios perturbados a orillas de caminos, bananeras, cercas, traspatios, orillas de cultivos y márgenes de cuerpos de agua, en rangos altitudinales de 900 a 3900 m (Rzedowski & Rzedowski, 2005; UNAM, 2009). Es común en la Mixteca alta de Oaxaca, y en San Martín Huamelúlpam se utiliza para tratar desórdenes gastrointestinales como diarrea, dolor, inflamación o ‘frialdad’ del estómago y ‘empacho’ mediante infusiones o decocciones para tomarse vía oral o aplicaciones tópicas como cataplasma en región de estómago e intestinos y espalda baja.

Salvia circinnata Cav. (Syn. *Salvia amarissima* Ortega) es una planta herbácea perenne de 0.3 a 1.5 m de altura, tallos hispídos e inflorescencias azul/púrpura, endémica de México, desde San Luis Potosí hasta Oaxaca en rangos altitudinales de 1650 a 2800 m preferentemente en zonas perturbadas de bosques templados, matorrales y pastizales (Lara-Cabrera et al., 2016; Rzedowski & Rzedowski, 2005). Esta especie se usa en la medicina tradicional mexicana en el tratamiento de desórdenes gastrointestinales (dolor de estómago, diarrea, helmintiasis, úlceras) y diabetes (Mata et al., 2019). En San Martín Huamelúlpam es conocida como ‘yucucagua morada’, crece en sitios

aledaños al bosque, márgenes de parcelas de cultivo o de caminos, es tolerada en traspatios o huertos como ornamental, y es utilizada como medicinal a través de infusiones de hojas y tallos frescos o secos o masticada para curar o prevenir dolor de estómago, latido y ‘bilis’ o ‘coraje’.

Eryngium montanum J.M. Coult. & Rose es una hierba perenne endémica de México, con ejes florales de una altura máxima de 1 m, flores compuestas de capítulo donde se incrustan flores individuales de color morado y con brácteas, y se distribuye en la vertiente del pacífico Oaxaca a Nayarit (POWO, 2022). Es común encontrarla en las zonas altas templadas en márgenes o dentro de bosques de *Pinus* y *Quercus*, márgenes de afluentes y terrenos con humedad durante cierta parte del año (Rzedowski & Rzedowski, 2005). En San Martín Huamelúlpam es conocida como ‘espina de burro’ o ‘maguey de burro’ y los rizomas se utilizan mediante infusiones para el tratamiento de diarrea y dolor de estómago.

3.3.2 Muestreo y diseño experimental por especie evaluada

Ageratina petiolaris. Primero se muestrearon hojas y tallos de parches de plantas creciendo en condiciones naturales (*in situ*) en La Unión y Primera Sección, San Martín Huamelúlpam (septiembre y octubre del 2020), y posteriormente, en los mismos sitios de muestreo, se extrajeron al menos tres propágulos o secciones de plantas con raíz para cultivarse en Santa Cruz Xoxocotlán (*ex situ*), en sustratos preparados con mezclas de suelo y materia orgánica (Cuadro 3.1). Una vez que las plantas madre o plantas originales crecieron y se desarrollaron, se multiplicaron vegetativa o clonalmente y se etiquetaron con el número de planta madre y localidad de origen del muestreo. Las muestras de tejido para análisis se integraron con hojas y tallos jóvenes de 10 a 15 individuos para integrar 1 kg de tejido fresco por muestra en tres diferentes sitios de la población o ‘parche’ de plantas. Todos los muestreos integraron un diseño bifactorial de tratamientos con dos localidades de origen de muestras (Po) y dos condiciones de crecimiento (ambientes *in situ* y *ex situ*). En condiciones *in situ* y *ex situ* se colectaron muestras de suelo y sustrato para análisis fisicoquímico de suelos.

Cuadro 3.1. Condiciones geográficas y ambientales de crecimiento de *A. petiolaris* evaluada en Oaxaca, México.

Condiciones geográficas y ambientales de crecimiento de <i>A. petiolaris</i>	Condiciones naturales <i>in situ</i>		Cultivo <i>ex situ</i>
	San Martín Huamelúlpam		Santa Cruz
	Primera Sección	La Unión	Xoxocotlán
Descriptores de sitio:			
Altitud (m)	2,221	2,235	1,530
Latitud (LN)	17° 23' 42.7"	17° 23' 29.8"	17° 02' 64.6"
Longitud (LO)	97° 36' 41.3"	97° 37' 26.6"	96° 71' 95.3"
Temperatura media anual (°C) ^a	14 – 18		18 – 20
Precipitación media anual (mm)	700 – 1,000		600 – 700
Radiación solar máxima (W/m ²)	1,155 – 1,308		1,297 – 1,349
Clima predominante	Templado subhúmedo con precipitaciones de junio a noviembre		Semi-seco a semi-cálido
Análisis químicos de muestras de suelo/sustratos ^b :			
Materia orgánica (%)	1.98	7.67	9.32
pH (in H ₂ O)	8.06	7.72	6.99
P-Olsen (mg kg ⁻¹)	2.89	11.60	101.50
B-Olsen (mg kg ⁻¹)	0.44	0.54	1.81
K (cmol kg ⁻¹)	0.72	0.75	2.66
Ca (cmol kg ⁻¹)	47.8	43.9	29.95
Mg (cmol kg ⁻¹)	0.86	1.62	4.35
Na (cmol kg ⁻¹)	0.10	0.05	0.50
Fe (mg kg ⁻¹)	2.29	6.26	12.38
Zn (mg kg ⁻¹)	0.77	1.15	60.34
Mn (mg kg ⁻¹)	8.44	26.53	38.16
Cu (mg kg ⁻¹)	nd	0.62	1.12
N inorgánico (mg kg ⁻¹)	3.71	7.78	125.80
Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹)	0.25	0.38	1.20
Capacidad de intercambio catiónico (cmol·kg ⁻¹)	50.00	47.00	38.50

^a (INEGI, 2010); ^b análisis de suelo bajo la Norma Oficial Mexicana vigente (NOM-021-RECNAT-2000).

Salvia circinnata. El enfoque de origen de muestras (poblaciones *in situ*) y cultivo *ex situ* fue semejante al descrito previamente para *A. petiolaris*. Las localidades de origen de las muestras fueron Reforma y La Unión, San M. Huamelúlpam y posteriormente cultivadas en maceta en Santa Cruz Xoxocotlán en un bioespacio (estructura metálica y malla sombra) con sustrato de tierra y abono orgánico. Con fines de análisis en laboratorio, *in situ* se colectaron tres muestras de 10 a 15 individuos para integrar 1 kg de tejido fresco por muestra en tres diferentes sitios de la población o ‘parche’ de plantas a la floración o floración incipiente. Las muestras colectadas en Reforma y La Unión fue el factor origen (poblaciones, Po) y las condiciones de crecimiento *in situ* y *ex situ* fue el ambiente (A), todo dentro de un diseño bifactorial de tratamientos. En cada sitio de muestreo en campo y del sustrato de crecimiento *ex situ* se colectaron muestras para su análisis fisicoquímico de suelos (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2. Condiciones geográficas y ambientales de crecimiento de *S. circinnata* evaluada en Oaxaca, México.

Condiciones geográficas y ambientales de crecimiento de <i>S. circinnata</i>	Condiciones naturales <i>in situ</i>		Cultivo <i>ex situ</i>
	San Martín Huamelúlpam		Santa Cruz
	Reforma	La Unión	Xoxocotlán
Descriptores de sitio:			
Altitud (m)	2, 151	2, 238	1,530
Latitud (LN)	17° 24' 24.0"	17° 23' 30.8"	17°02' 64.6"
Longitud (LO)	97° 37' 11.5"	97° 37' 26.3"	96°71' 95.3"
Temperatura media anual (°C) ^a	14 – 18		18 – 20
Precipitación media anual (mm)	700 – 1,000		600 – 700
Radiación solar máxima (W/m ²)	1,155 – 1,308		1,297 – 1,349
Clima predominante	Templado subhúmedo con precipitaciones de junio a noviembre		Semi-seco a semi-cálido
Análisis químicos de muestras de suelo/sustratos ^b :			
Materia orgánica (%)	4.67	7.15	9.41
pH (in H ₂ O)	7.76	7.86	7.48
P-Olsen (mg kg ⁻¹)	9.52	12.3	271.4
B-Olsen (mg kg ⁻¹)	0.52	0.83	2.00
K (cmol kg ⁻¹)	0.51	0.86	3.86
Ca (cmol kg ⁻¹)	38.00	44.20	27.10
Mg (cmol kg ⁻¹)	1.14	1.52	7.99
Na (cmol kg ⁻¹)	0.16	0.35	1.83
Fe (mg kg ⁻¹)	8.48	8.54	26.59
Zn (mg kg ⁻¹)	2.02	2.40	56.22
Mn (mg kg ⁻¹)	15.65	18.25	18.09
Cu (mg kg ⁻¹)	0.59	0.70	1.75
N inorgánico (mg kg ⁻¹)	6.78	16.80	283.15
Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹)	0.27	0.40	2.28
Capacidad de intercambio catiónico (cmol kg ⁻¹)	41.00	48.00	41.50

^a (INEGI, 2010); ^b análisis de suelo bajo la Norma Oficial Mexicana vigente (NOM-021-RECNAT-2000).

Eryngium montanum. En esta especie se recolectaron tres muestras de rizomas de 8 a 10 individuos en parches de plantas creciendo en forma natural (*in situ*) en Morelos y La Unión, San Martín Huamelúlpam, en octubre 2020 y octubre 2021. Los rizomas limpios y desinfectados para su análisis en laboratorio conformaron un diseño bifactorial de tratamientos donde localidades de origen (Po, poblaciones) constituyen el factor A y ciclos anuales de colecta integraron el factor ambiental (factor B). En cada localidad de muestreo se tomaron muestras de suelo para su posterior análisis fisicoquímico (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3. Condiciones geográficas y ambientales de crecimiento de *E. montanum* evaluada en Oaxaca, México.

Condiciones geográficas y ambientales de crecimiento de <i>E. montanum</i>	San Martín Huamelúlpam	
	Morelos	La Unión
Descriptores de sitio:		
Altitud (m)	2, 200	2, 301
Latitud (LN)	17° 23' 43.9"	17° 23' 16.3"
Longitud (LO)	97° 35' 16.1"	97° 37' 09.8"
Temperatura media anual (°C) ^a	14 – 18	
Precipitación media anual (mm)	700 – 1,000	
Radiación solar máxima (W/m ²)	1,155 – 1,308	
Clima predominante	Templado subhúmedo con precipitaciones de junio a noviembre	
Análisis químicos de muestras de suelo ^b :		
Materia orgánica (%)	1.81	1.83
pH (in H ₂ O)	8.00	8.24
P-Olsen (mg kg ⁻¹)	4.37	1.29
B-Olsen (mg kg ⁻¹)	0.40	0.41
K (cmol kg ⁻¹)	0.66	0.76
Ca (cmol kg ⁻¹)	40.50	39.30
Mg (cmol kg ⁻¹)	1.20	1.35
Na (cmol kg ⁻¹)	0.08	0.11
Fe (mg kg ⁻¹)	3.61	5.20
Zn (mg kg ⁻¹)	0.34	0.22
Mn (mg kg ⁻¹)	18.66	7.38
Cu (mg kg ⁻¹)	0.61	0.67
N inorgánico (mg kg ⁻¹)	7.76	1.90
Conductividad eléctrica (dS m ⁻¹)	0.26	0.21
Capacidad de intercambio catiónico (cmol kg ⁻¹)	43.00	42.00

^a (INEGI, 2010); ^b análisis de suelo bajo la Norma Oficial Mexicana vigente (NOM-021-RECNAT-2000).

3.3.3. Evaluación de compuestos fenólicos y actividad antioxidante por espectrofotometría

Preparación de muestras. El material vegetal colectado *in situ* y *ex situ* se lavó con agua corriente, cortó en trozos pequeños, secó a 40 °C en un deshidratador (L'Equipe modelo 528) y pulverizó usando un molino eléctrico (Krupps® modelo GX4100, México). Posteriormente, se almacenó a -20 °C en un recipiente hermético hasta su evaluación. Para las determinaciones espectrofotométricas de compuestos fenólicos y actividad antioxidante, se preparó un extracto metanólico-acuoso (60%) a partir de 0.1 g de muestra, se centrifugó a 11000 rpm a 4 °C por 15 minutos y el sobrenadante se utilizó para los análisis respectivos. Para los análisis por HPLC, se utilizó una alícuota de 2 mL del extracto metanólico-acuoso (60%) con 0.3 g de muestra y se filtró mediante jeringa PTFE de 0.22 µm (Agilent Technologies ®) y se colocó en viales ámbar.

Polifenoles totales. El análisis de polifenoles totales se realizó de acuerdo con el método de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton y Rossi (1965). La absorción se midió a 750 nm mediante

un espectrofotómetro (VELAB, Mod. VE-5600UV PC, TX, USA), la concentración se determinó con referencia a una curva de calibración de un estándar de ácido gálico de (0.021 a 0.165 mg mL⁻¹, r² = 0.999) y los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de muestra seca (mg EAG g⁻¹ bs).

Flavonoides. Se determinaron utilizando dos métodos colorimétricos, el primero fue siguiendo la metodología de Lin y Tang (2007) basada en la reacción de cloruro de aluminio (AlCl₃) en presencia de flavonoides, que ayuda estimar el contenido de flavonoles, flavonas (luteolina) (Pękal & Pyrzynska, 2014) con base en la absorbancia a 415 nm en un espectrofotómetro y la concentración se estimó con referencia en una curva ajustada de quercetina estándar (0.01 a 0.17 mg mL⁻¹, r² = 0.999) y se expresó como mg equivalentes de quercetina por gramo de muestra en base seca (mg EQ g⁻¹ bs). La segunda estimación se realizó con nitrito de sodio (NaNO₂) en un medio alcalino (Zhishen et al., 1999) para evaluar el contenido de rutina, luteolina y catequinas (Pękal & Pyrzynska, 2014). La absorbancia se registró a 510 nm en un espectrofotómetro y se cuantificó mediante una curva de calibración de catequina estándar (0.01 a 0.5 mg mL⁻¹, r² = 0.999). Los resultados se expresaron en mg equivalentes de catequina por gramo de muestra en base seca (mg EC g⁻¹ bs).

Actividad antioxidante por DPPH y FRAP. Se utilizó el método DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich) descrito por Brand-Williams et al. (1995). Se midió la absorbancia en un espectrofotómetro a 517 nm, y el contenido se cuantificó con referencia en una curva de calibración de Trolox (0.13 a 1.33 μmol mL⁻¹, r² = 0.9997). La actividad antioxidante por el método de FRAP (poder reductor del fierro) se evaluó mediante el método descrito por Benzie y Strain (1999), se registró la absorbancia a 593 nm en un espectrofotómetro y se cuantificó mediante una curva de calibración de Trolox de (0.05 a 1 μmol mL⁻¹, r² = 0.999). Los resultados de ambas determinaciones se expresaron como micro moles equivalentes de Trolox por gramo en base seca (μmol ET g⁻¹ bs).

3.3.4. Determinación de ácidos fenólicos y flavonoides por HPLC

El análisis de ácidos fenólicos y flavonoides se realizó mediante un cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC), marca Agilent modelo Infinity II 1260 con detector de arreglo de diodos (DAD) siguiendo el método descrito por Pająk et al. (2019) con algunas modificaciones. Se utilizó una columna fase reversa (Agilent® Hypersil 5 ODS, 250 x 4.6 mm, 5 μm). La temperatura de la columna se mantuvo en 30 °C. La fase móvil consistió en 1% de ácido acético en agua (solvente

A) y acetonitrilo (Solvente B). El gradiente usado fue de 10 a 100% de B en un tiempo de 0 a 60 min. El flujo fue de 1 mL min⁻¹ y el volumen de inyección de 15 µL. Las longitudes de onda de monitoreo para ácidos fenólicos y flavonoides fueron de 260 nm (luteolina-7-glucósido, rutina y robinina), 280 nm (ácido gálico), 320 nm (apigenina-7-glucósido, ácido cafeico, ácido ρ-cumárico, ácido clorogénico y ácido rosmarínico), 370 (kaempferol). La identificación de cada compuesto se hizo con referencia en los tiempos de retención y espectros de estándares comerciales (Phyproof®, Phytolab Gmb H & Co. KG, Vestenbergsgreuth, Germany, and Sigma-aldrich®, St. Louise, MO, USA), y la cuantificación mediante curvas de calibración de estándares de referencia: ácido gálico (0.04 a 6.4 µg mL⁻¹, r² = 0.999), ácido clorogénico (1.27 a 203 µg mL⁻¹, r² = 0.998); ácido cafeico (0.04 a 12 µg mL⁻¹, r² = 0.999), ácido ρ-cumárico (0.06 a 18 µg mL⁻¹, r² = 0.999), robinina (0.07 a 20 µg mL⁻¹, r² = 0.996), rutina (0.9 a 256 µg mL⁻¹, r² = 0.999), luteolina-7-glucósido (0.32 a 72 µg mL⁻¹, r² = 0.9999), apigenina-7-glucósido (0.03 a 64 µg mL⁻¹, r² = 0.999), isoquercitrina (0.2 a 70 µg mL⁻¹, r² = 0.996), ácido rosmarínico (0.9 a 533 µg mL⁻¹, r² = 0.999) y kaempferol (0.12 a 18 µg mL⁻¹, r² = 0.999). La cantidad de cada compuesto se expresó como microgramos por gramo de muestra en base seca (µg g⁻¹ bs).

3.3.5. Análisis estadístico

Con base en la información recopilada de análisis fitoquímico de muestras se integró una base de datos. Posteriormente, se realizaron análisis de varianza mediante un modelo lineal completamente aleatorio en cada especie y variable registrada con el propósito de evaluar las diferencias entre localidades de origen de muestras (Po, poblaciones), entre ambientes (A) de crecimiento de plantas (*in situ* y *ex situ*) e interacciones localidades-ambientes (Po x A) y las diferencias específicas a través de comparaciones de medias por el método de Tukey (P < 0.05). Complementariamente se hicieron análisis de correlación de Pearson entre polifenoles y flavonoides versus actividad antioxidante. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico SAS Inc. (2006).

3.4 Resultados

3.4.1 *Ageratina petiolaris*

En el análisis de varianza se determinaron diferencias significativas (P < 0.01) entre condiciones ambientales de crecimiento para polifenoles totales, flavonoides equivalentes de

quercetina y actividad antioxidante, mientras que no fueron significativas ($P > 0.05$) entre localidades de origen de muestras (poblaciones de *A. petiolaris*), y en interacciones ambiente de crecimiento-poblaciones se registraron diferencias significativas ($P < 0.01$) en todos los compuestos evaluados y actividad antioxidante (Cuadro 3.4).

Cuadro 3.4. Significancia de cuadrados medios del análisis de varianza de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en *A. petiolaris* de San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.

Fuentes de variación	Polifenoles totales	Flavonoides equivalentes		Act. antioxidante	
		Quercetina	Catequina	DPPH	FRAP
Ambiente de crecimiento (A)	1389.8**	9.13**	1.29 ^{ns}	102.1**	224.1**
Localidad de origen de muestra (Po)	81.9 ^{ns}	0.008 ^{ns}	0.25 ^{ns}	15.5 ^{ns}	3.2 ^{ns}
Po x A	4199.1**	11.5**	36.52**	139.3**	383.4**
Muestreo (S)	58.0 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.16 ^{ns}	1.68 ^{ns}	4.1 ^{ns}
Replica de Lab./S ¹	9.6 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.39 ^{ns}
Error	69.5	0.206	0.523	4.5	6.9
Coefficiente de Variación (%)	20.9	16.4	16.0	16.2	16.9

^{ns} no significativo ($P > 0.05$); *Significativo a $P < 0.05$; **significativo a $P < 0.01$; ¹Indica anidamiento de réplicas de laboratorio en muestreo.

La ausencia de diferencias significativas entre localidades de origen de *A. petiolaris* en compuestos fenólicos y actividad antioxidante sugiere que no se pueden considerar poblaciones independientes. La mayor magnitud de la varianza (= cuadrado medio) debida a la interacción ambientes-poblaciones locales de *A. petiolaris* indica que los compuestos fenólicos y actividad antioxidante son afectados o modificados preponderantemente por las condiciones de crecimiento de la planta. Las condiciones de crecimiento *in situ* o lugar de distribución natural de *A. petiolaris*, indujo mayor concentración de polifenoles, flavonoides equivalentes de quercetina y actividad antioxidante que en las condiciones *ex situ* donde se dieron mejores condiciones para el crecimiento y desarrollo de plantas propagadas clonalmente.

La interacción localidad de origen-condiciones de crecimiento (Po x A) fue significativa y con diferente patrón según el origen. Por ejemplo, las plantas de la localidad Primera Sección muestreadas *in situ* presentaron mayor contenido de polifenoles, flavonoides y actividad antioxidante que su contraparte *ex situ*. En cambio, las plantas cultivadas y muestreadas *ex situ* de La Unión presentaron mayor contenido de polifenoles y flavonoides equivalentes de catequina que su contraparte *in situ*, pero ambos con similar contenido de flavonoides equivalentes de quercetina y actividad antioxidante (Cuadro 3.5).

Cuadro 3.5. Contenido promedio de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de plantas de *A. petiolaris* muestreadas *in situ* (condiciones naturales) y cultivadas *ex situ* en Oaxaca.

Factores de estudio	Niveles	Polifenoles (mg EAG g ⁻¹ bs)	Flavonoides (mg g ⁻¹ bs)		Actividad antioxidante (μmol ET g ⁻¹ bs)	
			EQ ¹	EC ¹	DPPH	FRAP
Ambiente de crecimiento (A)	<i>in situ</i>	46.8 a ²	11.2 a	23.3 a	220.7 a	338.3 a
	<i>ex situ</i>	37.9 b	7.2 b	20.8 a	165.2 b	231.3 b
Localidad de origen de muestra (Po)	P. Sección	35.5 a ²	7.3 a	18.1 a	154.0 a	223.3 a
	La Unión	44.6 a	9.0 a	24.9 a	202.6 a	288.6 a
Interacciones localidad-ambiente (Po x A):						
Primera Sección	<i>in situ</i>	51.8 a ²	13.0 a	27.8 a	241.3 a	394.4 a
	<i>ex situ</i>	30.1 c	5.4 c	14.8 b	124.9 c	166.3 c
La Unión	<i>in situ</i>	39.3 b	8.5 b	16.6 b	189.7 b	254.2 b
	<i>ex situ</i>	45.8 a	9.1 b	26.7 a	205.5 ab	296.3 b

¹EQ y EC, equivalentes de quercetina y catequina, respectivamente; ² En columnas, dentro de factores de estudio e interacción, medias con la misma letra no difieren significativamente (prueba de Tukey, P < 0.05).

En el análisis de correlación entre compuestos fenólicos y actividad antioxidante se determinaron correlaciones positivas y significativas entre contenido de polifenoles totales y flavonoides equivalentes de quercetina y catequina, y actividad antioxidante evaluada por los métodos de DPPH y FRAP, tanto en plantas cultivadas *ex situ* ($0.97 < r \leq 0.99$; P < 0.001) como muestreadas *in situ* ($0.73 < r < 0.95$, P < 0.001). En este caso, independientemente de las condiciones de crecimiento de *A. petiolaris*, parte de su potencial antioxidante es debido a la biosíntesis de compuestos fenólicos.

Mediante el análisis específico de ácidos fenólicos y flavonoides por cromatografía líquida de alta resolución acoplado a detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD), en extracto metanólicos de hojas y tallos jóvenes de *A. petiolaris*, se identificaron y cuantificaron cinco ácidos fenólicos: ácido gálico, ácido clorogénico, ácido cafeico, ácido p-cumárico y ácido rosmarínico; cuatro flavonoides glicosilados: robinina (kaempferol-3-O-robinósido-7-O-ramnósido), rutina (quercetina 3-rutinósido), luteolina-7-glucósido y apigenina-7-glucósido, y el flavonol kaempferol (Figura 3.1).

Entre localidades de origen (Po) de las plantas muestreadas se determinaron diferencias significativas (P < 0.01) en contenido de ácido gálico, robinina, rutina, luteolina-7-glucósido y kaempferol; entre condiciones ambientales de crecimiento (A) las diferencias fueron significativas en todos los ácidos fenólicos y flavonoides evaluados, excepto en ácido clorogénico y ácido

cafeico; y en la interacción localidades-ambiente (Po x A) se registraron diferencias significativas ($P < 0.05, 0.01$) en todos los compuestos evaluados en *A. petiolaris* por HPLC-DAD (Cuadro 3.6).

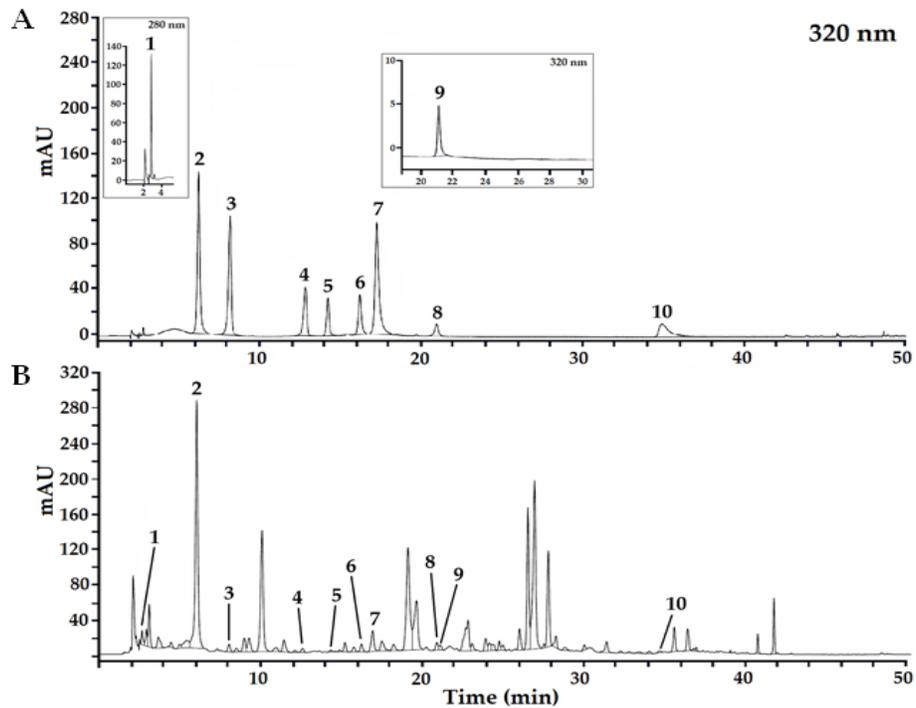


Figura 3.1. Perfil cromatográfico con base en el análisis HPLC-DAD de A) compuestos estándar identificados, y B) extracto metanólico de hojas y tallos de *A. petiolaris*: 1) ácido gálico, 2) ácido clorogénico, 3) ácido cafeico, 4) ácido ρ -cumárico, 5) robinina, 6) rutina, 7) luteolina-7-glucósido, 8) apigenina-7-glucósido, 9) ácido rosmarínico y 10) kaempferol.

Cuadro 3.6. Significancia de cuadrados medios del análisis de varianza en contenido de ácidos fenólicos y flavonoides en *A. petiolaris* evaluados por HPLC-DAD.

Fuentes de variación	Localidades de origen (Po)	Ambiente de crecimiento (A)	Po x A ¹	Muestreo (S)	Rep./S ²	Error	C.V. (%)
Ác. Gálico	3862.8**	54618.0*	3873.8**	2257.7**	506.9**	38.5	16.5
Ác. Clorogénico	1.47 ^{ns}	13.66 ^{ns}	449.20**	15.99 ^{ns}	<0.01 ^{ns}	8.4	18.4
Ác. Caféico	0.32 ^{ns}	0.14 ^{ns}	18.77**	0.40 ^{ns}	<0.01 ^{ns}	0.34	14.5
Ác. ρ -cumárico	<0.001 ^{ns}	0.454*	3.609**	0.314*	<0.001 ^{ns}	0.107	10.3
Robinina	8.72**	26.90**	1.29*	11.76**	<0.01 ^{ns}	0.92	26.1
Rutina	5813.5**	55236.9**	5829.8**	3928.0**	2.2 ^{ns}	1.9	4.0
Luteolina-7-glucósido	4269150**	13116425**	3327901**	544166**	1501 ^{ns}	2220	5.0
Apigenina-7-glucósido	0.2 ^{ns}	164364**	789.9**	18493.4**	23.7 ^{ns}	34.4	6.2
Ác. rosmarínico	149.6 ^{ns}	48836.8**	7205.7**	866.7**	37.0 ^{ns}	55.9	15.5
Kaempferol	20.69**	2.08**	6.58**	1.19**	<0.01 ^{ns}	0.18	12.7

¹Interacción localidades-ambientes de crecimiento. ²Réplicas de laboratorio anidadas en muestreo *in situ* y *ex situ*; ^{ns} no significativo ($P > 0.05$); * significativo a $P < 0.05$; ** significativo a $P < 0.01$; C.V.= coeficiente de variación.

Respecto a la magnitud del efecto de localidades, ambientes de crecimiento e interacción localidades-ambientes, estimado a partir del valor de las varianzas o cuadrado medio, el contenido de ácido gálico, robinina, rutina, luteolina-7-glucósido, apigenina-7-glucósido y ácido rosmarínico estuvieron fuertemente influenciados por las condiciones de crecimiento (A) y la excepción fue kaempferol que tuvo un fuerte efecto de las localidades de origen de muestreo o efecto poblacional (Po) de *A. petiolaris*.

Entre localidades de origen de las plantas evaluadas, Primera Sección y La Unión de S.M. Huamelúlpam, se observó una mayor concentración de robinina, rutina y luteolina-7-glucósido en Primera Sección que lo observado en La Unión, y en ácido gálico y kaempferol el patrón fue inverso. En la comparación de ambientes de crecimiento de las plantas se registró que, las condiciones de crecimiento *in situ* o en su lugar natural, las plantas sintetizaron mayor contenido de los mismos compuestos que se observaron con mayor concentración, y de ácido ρ -cumárico, apigenina-7-glucósido y ácido rosmarínico en la localidad Primera Sección y también la excepción fue de kaempferol con mayor concentración en las plantas cultivadas *ex situ* (Cuadro 3.7). Además, no se detectó la presencia de ácido gálico y rutina en condiciones *ex situ*.

Cuadro 3.7. Contenido de ácidos fenólicos y flavonoides evaluados por HPLC-DAD en plantas de *A. petiolaris* creciendo en condiciones naturales (*in situ*) y cultivadas (*ex situ*).

Compuestos evaluados ($\mu\text{g g}^{-1}$ bs)	Localidades de origen (Po)		Ambiente de crecimiento (A)		Interacciones Loc.-ambiente (Po x A)			
	P. Sección	La Unión	<i>In situ</i>	<i>Ex situ</i>	Primera Sección		La Unión	
					<i>In situ</i>	<i>Ex situ</i>	<i>In situ</i>	<i>Ex situ</i>
Ác. gálico	30.3 b ¹	45.0 a	94.1	nd	75.7 b	nd	112.4 a	nd
Ác. clorogénico	4228.0 a	5336.5 a	5006.9 a	4632.5 a	7434 a	2091 b	2580 b	7174 a
Ác. caféico	53.6 a	74.2 a	61.9 a	65.2 a	90.5 a	28.9 b	33.3 b	101.4 a
Ác. ρ -cumárico	24.0 a	24.2 a	27.6 a	21.7 b	38.4 a	14.4 c	16.8 c	29.1 b
Robinina	114.6 a	44.4 b	157.8 a	27.3 b	221.9 a	43.0 bc	93.6 b	11.6 c
Rutina	43.0 a	25.2 b	85.3	nd	107.6 a	nd	63.0 b	nd
Luteolina-7-glucósido	1229.7 a	633.3 b	1454.3 a	408.8 b	2015.8 a	443.7 c	892.7 b	373.9 d
Apigenina-7-glucósido	90.2 a	101.5 a	156.9 a	45.9 b	161.1 a	43.0 d	152.7 b	50.2 c
Ác. rosmarínico	48.4 a	47.7 a	89.3 a	23.4 b	99.4 a	14.4 d	69.1 b	37.0 c
Kaempferol	9.5 b	69.1 a	21.1 b	51.4 a	12.0 b	7.8 b	30.3 b	94.9 a

¹En filas, dentro de cada factor de estudio, medias con la misma letra no difieren significativamente (prueba de Tukey, $P < 0.05$), nd = no detectado.

En la interacción localidades-ambientes de crecimiento de plantas, se registró nula detección de ácido gálico y rutina en las plantas muestreadas de ambas localidades de origen y cultivadas *ex situ*. Otro patrón observado fue que, las plantas muestreadas *in situ* en la localidad de Primera

Sección registraron mayor concentración de ácido p-cumárico, robinina, rutina, luteolina-7-glucósido, apigenina-7-glucósido, y ácido rosmarínico, y solo kaempferol presento mayores valores en plantas cultivadas *ex situ* provenientes de La Unión. Además, las plantas de Primera Sección presentaron decrementos significativos (> doble) cuando se cultivaron *ex situ* en todos los compuestos evaluados, un patrón que se repitió, aunque en diferente magnitud, en las plantas provenientes de La unión (Cuadro 3.7).

3.4.2 *Salvia circinnata*

En el análisis de varianza se determinaron diferencias significativas ($P < 0.01$) en contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante entre ambientes de crecimiento (*in situ* y *ex situ*) y localidades de origen de colecta (poblaciones) de *S. circinnata*. La interacción localidad de origen-ambientes de crecimiento (Po x A), y el muestreo (M) no tuvieron efecto significativo en la composición de fenoles y actividad antioxidante evaluada por el método de DPPH, pero si fueron significativas las diferencias en actividad antioxidante por el método de FRAP (Cuadro 3.8). La magnitud de cuadrados medios en el análisis de varianza fue mayor por efecto de localidad de origen, lo que indica una fuerte influencia de las localidades de origen de las muestras o poblaciones en el contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en plantas de *S. circinnata*.

Cuadro 3.8. Significancia de cuadrados medios del análisis de varianza de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en *S. circinnata* de San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.

Fuentes de variación	Polifenoles totales	Flavonoides equivalentes		Actividad antioxidante	
		Quercetina	Catequina	DPPH	FRAP
Ambiente de crecimiento (A)	2113.8**	420.4**	2797.9**	193044.6**	349462.7**
Localidades de origen (Po)	8230.3**	421.7**	4991.2**	439294.9**	711823.6**
Po x A	31.8 ^{ns}	0.02 ^{ns}	78.9 ^{ns}	4928.2 ^{ns}	38766.0**
Muestreo (M)	154.7 ^{ns}	9.0 ^{ns}	18.9 ^{ns}	831.1 ^{ns}	18120.1*
Replica de Lab./M ¹	37.0 ^{ns}	3.0 ^{ns}	16.6 ^{ns}	42.2 ^{ns}	1012.3 ^{ns}
Error	9.6	0.8	2.7	163.7	828.2
C. V. (%)	4.3	5.9	3.2	3.0	4.0

* Significativo a $P < 0.05$; ** significativo a $P < 0.01$; ^{ns} = no significativo ($P > 0.05$); C.V. = coeficiente de variación. ¹Indica anidamiento de réplicas de laboratorio en muestreo.

En condiciones naturales de crecimiento (*in situ*), el contenido de polifenoles, flavonoides y actividad antioxidante de *S. circinnata* fue superior, hasta en 28.1%, que la concentración evaluada en plantas cultivadas *ex situ* en Santa Cruz Xoxocotlán. Entre localidades de origen de las muestras

se registró que en Reforma la concentración de polifenoles, flavonoides y actividad antioxidante fueron significativamente mayores que en La Unión, desde 22.1 a 30.2% más. En contraposición la interacción de localidades de origen-ambientes de crecimiento no se registraron diferencias en contenido de polifenoles y flavonoides ni en actividad antioxidante evaluada por el método de DPPH. Las diferencias en la interacción se registraron en actividad antioxidante evaluada por el método de FRAP, donde las condiciones *in situ* de Reforma (906.5 $\mu\text{mol ET g}^{-1}$) fue significativamente superior a su contraparte *ex situ*, y 43.8% mayor a la actividad antioxidante de la condición *ex situ* con plantas originarias de La Unión (630.3 $\mu\text{mol ET g}^{-1}$) (Cuadro 3.9).

Cuadro 3.9. Contenido promedio de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de plantas de *S. circinnata* colectadas *in situ* (condiciones naturales) y cultivadas *ex situ* en Oaxaca.

Factores de estudio	Niveles	Polifenoles (mg EAG g ⁻¹ bs)	Flavonoides (mg g ⁻¹ bs)		Actividad Antioxidante ($\mu\text{mol ET g}^{-1}$ bs)	
			EQ ¹	EC ¹	DPPH	FRAP
Ambiente de crecimiento (A)	<i>In situ</i>	78.0 a ²	17.8 a	58.9 a	486.5 a	806.4 a
	<i>Ex situ</i>	69.1 b	13.9 b	48.7 b	402.0 b	692.6 b
Localidades de origen (Po)	Reforma	79.8 a ²	16.8 a	57.6 a	490.3 a	792.7 a
	La Unión	62.9 b	12.9 b	44.9 b	356.0 b	649.3 b
Interacciones localidad-ambiente (Po x A)						
Reforma	<i>In situ</i>	87.2 a ²	19.8 a	66.5 a	543.6 a	906.5 a
	<i>Ex situ</i>	77.3 a	15.8 a	54.6 a	472.5 a	754.8 b
La Unión	<i>In situ</i>	68.7 a	15.8 a	51.2 a	429.5 a	706.2 b
	<i>Ex situ</i>	60.9 a	11.9 a	42.7 a	331.5 a	630.3 c

¹ EQ y EC, equivalentes de quercetina y catequina, respectivamente; ² En columnas, dentro de factores de estudio e interacción, medias con la misma letra no difieren significativamente (prueba de Tukey, $P < 0.05$).

En el análisis de correlación de Pearson se determinó una relación significativa y positiva entre polifenoles totales y flavonoides equivalentes de catequina y quercetina con actividad antioxidante evaluada por DPPH y FRAP en plantas de *S. circinnata* colectadas *in situ* ($0.68 < r < 0.97$; $P < 0.001$) y cultivadas *ex situ* ($0.74 < r < 0.95$; $P < 0.001$). Estas correlaciones indican que, los compuestos fenólicos totales evaluados contribuyen sustancialmente a la actividad antioxidante medida por DPPH y FRAP, con base en extractos metanólicos de *S. circinnata*.

En análisis cromatográfico de compuestos fenólicos en *S. circinnata* por HPLC-DAD, se identificaron y cuantificaron dos ácidos fenólicos; ácido clorogénico y ácido rosmarínico, y dos

flavonoides glicosilados derivados de quercetina: rutina (quercetina 3-rutinósido) e isoquercitrina (quercetina-3-Beta-D-glucósido) (Figura 3.2).

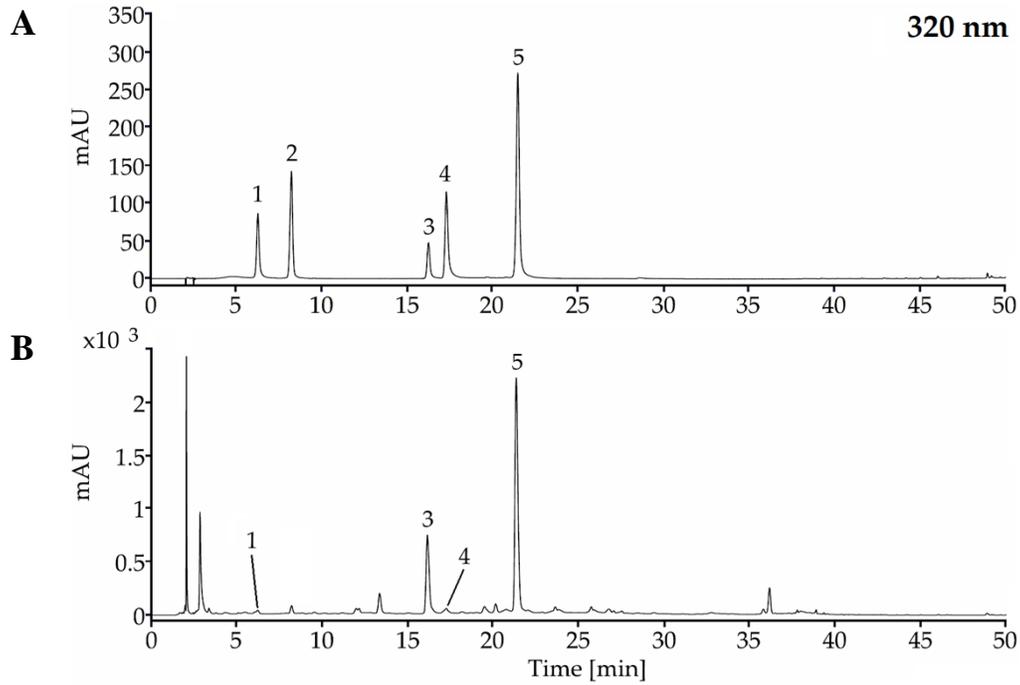


Figura 3.2. Perfil cromatográfico con base en el análisis HPLC-DAD de A) compuestos estándar identificados, y B) extracto metanólico acuoso de hojas y tallos de *S. circinnata*: **1**) ácido clorogénico, **2**) ácido cafeico, **3**) rutina, **4**) isoquercitrina, y **5**) ácido rosmarínico.

En el análisis de varianza se determinaron diferencias significativas ($P < 0.05, 0.01$) entre ambientes (A) de crecimiento de *S. circinnata*, localidades de origen de muestras (Po) e interacción ambientes-localidades (Po x A) en contenido de rutina e isoquercitrina. En concentración de ácido clorogénico se determinaron diferencias significativas en localidades de origen e interacción ambientes-localidades, y en cantidad de ácido rosmarínico, las diferencias se observaron en ambientes de crecimiento y también en la interacción Po x A (Cuadro 3.10). De acuerdo con la magnitud de las varianzas de efectos principales e interacción, el efecto de localidades de origen de las muestras tiene fuerte influencia en la concentración de ácido clorogénico, rutina e isoquercitrina, pero en ácido rosmarínico el efecto de las condiciones de crecimiento (*in situ* y *ex situ*) y la interacción Po x A presentaron semejante aportación. Esto es, la condición ambiental influye sustancialmente, pero depende del origen de las muestras de *S. circinnata* que podrían indicar poblaciones diferentes (Cuadro 3.10).

Cuadro 3.10. Significancia de cuadrados medios del análisis de varianza del contenido de ácidos fenólicos y flavonoides en plantas de *S. circinnata* evaluadas por HPLC-DAD.

Fuentes de variación	Ácido clorogénico	Rutina	Isoquercitrina	Ácido rosmarínico
Ambiente de crecimiento (A)	79.0 ^{ns}	178322423**	1046.9**	900.9*
Localidades de origen (Po)	7711.8**	80878246**	3389.9**	41.8 ^{ns}
Po x A ¹	2993.4*	42704363**	270.2**	953.5*
Muestreo (M)	1995.4**	21168781**	--	--
Replica de Lab. /M	<0.01 ^{ns}	161649 ^{ns}	--	--
Error	527.4	367122.3	11.9	168.4
C.V. (%)	23.2	12.9	16.3	13.5

¹*Significativo a P < 0.05; ** significativo a P < 0.01; ^{ns} = no significativo (P > 0.05); C.V. = coeficiente de variación.

Las plantas de *S. circinnata* recolectadas en condiciones naturales de crecimiento (*in situ*) presentaron significativamente mayor contenido de ácido rosmarínico, isoquercitrina y rutina que las plantas cultivadas *ex situ* con mejores condiciones de fertilidad de suelo y mayor temperatura. En la comparación de localidades de origen se observó que las muestras colectadas en Reforma presentaron mayor concentración de ácido clorogénico y rutina que en La Unión, pero en contenido de isoquercitrina el patrón fue inverso. En las interacciones localidades de origen-ambientes de crecimiento (Po x A), la concentración de compuestos fenólicos presentó diferentes patrones: por ejemplo, las muestras de *S. circinnata* colectas *in situ* en Reforma presentaron mayor concentración de ácido clorogénico, ácido rosmarínico y rutina que las plantas colectadas *in situ* y cultivadas *ex situ* originarias de La unión. Específicamente en contenido de isoquercitrina, las muestras colectadas *in situ* de La Unión superaron a su contraparte *ex situ* y también de las colectadas en Reforma tanto *in situ* como cultivadas *ex situ* (Cuadro 3.11). Esto es, cada compuesto fenólico interacciona significativamente con las condiciones de crecimiento de las plantas y poblaciones muestreadas en diferentes localidades.

Cuadro 3.11. Contenido de ácidos fenólicos y flavonoides en plantas de *S. circinnata* colectadas en condiciones naturales (*in situ*) y cultivadas *ex situ*, evaluadas por HPLC-DAD.

Compuestos evaluados (µg g ⁻¹ bs)	Ambientes de crecimiento (A)		Localidades de origen (Po)		Interacción Poblaciones-ambientes (Po x A)			
	<i>In situ</i>	<i>Ex situ</i>	Reforma	La Unión	Reforma		La Unión	
					<i>In situ</i>	<i>Ex situ</i>	<i>In situ</i>	<i>Ex situ</i>
Ác. clorogénico	100.8 a ¹	98.0 a	112.5 a ¹	85.2 b	105.6 a ¹	117.1 a	95.6 b	78.9 b
Ác. rosmarínico	10451.1 a	8690.4 b	9546.5 a	9242.8 a	11677.5 a	8125.8 b	9224.7 b	9254.9 b
Isoquercitrina	797.5 a	353.4 b	198.7 b	863.5 a	272.2 c	149.7 c	1322.8 a	557.2 b
Rutina	7668.4 a	2775.8 b	5697.4 a	3633.8 b	9585.5 a	3105.4 c	5577.1 b	2446.2 c

¹En filas, dentro de cada factor e interacción, medias con la misma letra no difieren significativamente (prueba de Tukey, P < 0.05).

3.4.3 *Eryngium montanum*

En el análisis de varianza se determinaron diferencias significativas en ciclos anuales de colecta de muestras (C) en flavonoides, polifenoles y actividad antioxidante; entre localidades de origen (Po) para flavonoides equivalentes de quercetina y actividad antioxidante evaluada por el método de FRAP; y en la interacción localidades de origen-ciclos anuales de colecta (Po x C) en polifenoles totales y actividad antioxidante evaluado por FRAP. La magnitud de la varianza debida al efecto del ciclo anual de colecta es significativamente superior al efecto de localidades de origen y la interacción Po x C (Cuadro 3.12).

Cuadro 3.12. Significancia de cuadrados medios del análisis de varianza de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en plantas de *E. montanum* colectadas en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.

Fuentes de variación	Polifenoles totales	Flavonoides equivalentes de		Actividad antioxidante	
		Quercetina	Catequina	DPPH	FRAP
Localidad de origen (Po)	3.3 ^{ns}	5.8**	12.0 ^{ns}	178.3 ^{ns}	13852.8**
Ciclo anual (C) ¹	620.1**	24.9**	1634.0**	25738.0**	16833.1**
Po x C	80.4**	1.7 ^{ns}	19.8 ^{ns}	17.1 ^{ns}	13124.7**
Muestreo (M)	365.9**	7.6**	219.5**	10032.6**	30027.8**
Replica de Lab./M ²	5.4 ^{ns}	0.3 ^{ns}	2.0 ^{ns}	96.3 ^{ns}	588.2 ^{ns}
Error	8.6	0.5	6.9	248.2	907.6
C. V. (%)	6.1	12.9	8.0	7.1	8.3

*Significativo a $P < 0.05$; ** significativo a $P < 0.01$; ^{ns} = no significativo ($P > 0.05$); ¹ Ciclo anual: 2020 y 2021; ² Indica anidamiento de réplicas de laboratorio en muestreo; C.V. = coeficiente de variación.

Entre localidades de origen de *E. montanum* se determinaron diferencias significativas donde las muestras colectadas en Morelos presentaron mayor contenido de flavonoides equivalentes de quercetina y mayor actividad antioxidante evaluado por FRAP e indica un probable origen diferente de las poblaciones o bien las condiciones ambientales de Morelos son más restrictivas que las de La Unión. En este sentido, durante el ciclo anual de 2021 la concentración de polifenoles y flavonoides fue mayor, desde 13.2 a 33.7%, que, durante 2020, y el patrón se repitió en actividad antioxidante, desde 8.8 a 18.7% más. En polifenoles totales y actividad antioxidante evaluada por FRAP se registraron diferencias significativas para la interacción localidades de origen-ciclos anuales de muestreo (Po x C), en el primer caso las muestras colectadas en 2021 registraron mayores valores que en 2020 tanto en Morelos como en La Unión, y en actividad antioxidante el valor más bajo se registró en las muestras colectadas en 2020 en La Unión (Cuadro 3.13). Esto es el ciclo tuvo una fuerte influencia en la concentración de polifenoles y actividad antioxidante.

Cuadro 3.13. Contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en rizomas de *E. montanum* muestreadas *in situ* (condiciones naturales) y dos ciclos anuales de crecimiento.

Factores de estudio	Niveles	Polifenoles totales (mg EAG g ⁻¹)	Flavonoides (mg g ⁻¹)		Actividad antioxidante (μmol ET g ⁻¹)	
			EQ ¹	EC ¹	DPPH	FRAP
Localidades de origen (Po)	Morelos	47.4 a ²	5.8 a	33.3 a	222.8 a	378.4 a
	La Unión	47.8 a	5.2 b	32.5 a	219.7 a	350.6 b
Ciclo anual (C)	2020	44.7 b ²	4.9 b	28.2 b	202.3 b	349.2 b
	2021	50.6 a	6.1 a	37.7 a	240.1 a	379.8 a
Interacciones localidad-ciclo anual (Po x C):						
Morelos	2020	45.5 b ²	5.0 a	28.0 a	203.4 a	376.6 a
	2021	49.3 a	6.5 a	38.6 a	242.2 a	380.2 a
La Unión	2020	43.9 b	4.8 a	28.3 a	201.2 a	321.8 b
	2021	51.8 a	5.6 a	36.8 a	238.1 a	379.4 a

¹EQ y EC, equivalentes de quercetina y catequina, respectivamente; ²En columnas, dentro de factores de estudio e interacción, medias con la misma letra no difieren significativamente (prueba de Tukey, P < 0.05).

En el análisis de correlación de Pearson, el contenido de compuestos fenólicos en *E. montanum* correlacionó significativa y positivamente con la actividad antioxidante evaluada por los métodos DPPH y FRAP, tanto en el ciclo anual 2020 ($0.70 < r < 0.93$; $P < 0.001$) como en el 2021 ($0.74 < r < 0.94$; $P < 0.001$). Estos valores de correlación indican que, indistintamente del ciclo anual y sus condiciones ambientales, los compuestos fenólicos influyen significativamente en la actividad antioxidante del extracto.

En el análisis cromatográfico de extractos de rizomas de *E. montanum* por HPLC-DAD se determinaron tres ácidos fenólicos: ácido clorogénico, ácido cafeico y ácido rosmarínico (Figura 3.3).

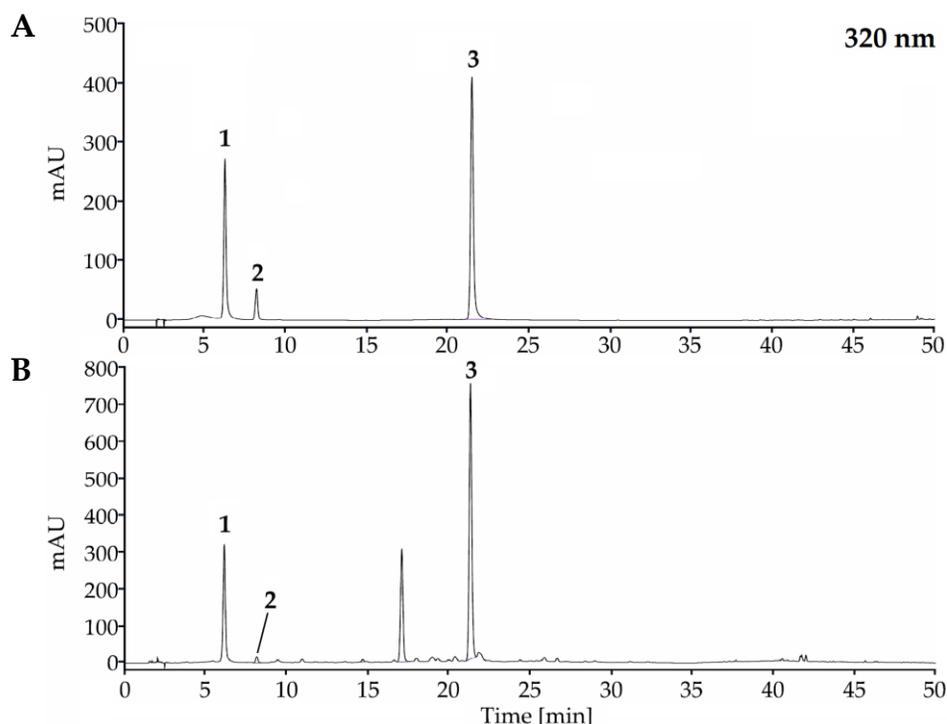


Figura 3.3. Perfil cromatográfico con base en el análisis HPLC-DAD de A) compuestos estándar identificados, y B) extracto metanólico acuoso de rizomas de *E. montanum*: 1) ácido clorogénico, 2) ácido cafeico, y 3) ácido rosmarínico.

Posteriormente, en el análisis de varianza se determinaron diferencias significativas entre localidades de origen (Po) de *E. montanum*, ciclos anuales de colecta (C) e interacción localidades de origen-ciclos (Po x C) para ácidos clorogénico, cafeico y rosmarínico, y la excepción fue una interacción no significativa en ácido rosmarínico. En ác. cafeico y ác. clorogénico, se registró una mayor magnitud de la varianza atribuida a ciclo anual de colecta de muestras que en la interacción Po x C y localidades de origen (Cuadro 3.14).

Cuadro 3.14. Significancia de cuadrados medios del análisis de varianza de ácidos fenólicos evaluados en rizomas de *E. montanum* por HPLC-DAD.

Fuentes de variación	Ácido clorogénico	Ácido cafeico	Ácido rosmarínico
Localidad de origen (Po)	90211**	829.2**	73876241**
Ciclo anual (C)	60039514**	2638.8**	57150509**
Po x C ¹	3877909**	170.6**	21042 ^{ns}
Muestra/L	10828390**	210.9**	--
Replica de Lab./M	8440 ^{ns}	20.4*	--
Error	4929	4.7	1135106.9
C.V. (%)	1.5	3.6	14.5

^{ns} = no significativo; * significativo a P < 0.05; ** significativo a P < 0.01; C.V. = coeficiente de variación.

Las localidades de origen de los rizomas de *E. montanum* influyeron significativamente en el contenido de ácidos fenólicos, la concentración registrada en las muestras de Morelos supero a las de La Unión desde 1.9% en ácido clorogénico hasta 40.8% en ácido rosmarínico, y también las condiciones del ciclo anual 2020 fueron determinantes para generar mayor contenido de ácido cafeico (28.4%) y ácido rosmarínico (35.0%) que durante 2021, pero se observó un patrón inverso en ácido clorogénico con 64.1% más en 2021 que en 2020. Esto indica que la biosíntesis de los ácidos fenólicos sigue rutas metabólicas diferenciales. En la interacción de localidades de origen de los rizomas-ciclo anual, se determinó que tanto en Morelos como en La Unión la mayor concentración de ácido clorogénico se registró durante 2021 en ambas localidades, en contraposición el contenido de ácido cafeico fue mayor durante 2020 en Morelos y le sigue La Unión en el mismo año pero durante 2021 en ambos sitios se registraron los valores más bajos e indica un fuerte efecto de las condiciones ambientales anuales en la biosíntesis y acumulación en rizomas tanto de ácido clorogénico como de ácido cafeico (Cuadro 3.15).

Cuadro 3.15. Contenido de ácidos fenólicos en rizomas de *E. montanum* evaluados por HPLC-DAD de plantas colectadas en dos localidades y dos ciclos anuales, en San Martín Huamelúlpam, Oaxaca.

Ácidos fenólicos ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Loc. de origen de muestras (Po)		Ciclo anual (C)		Interacción localidad-ciclo anual (Po x C)			
	Morelos	La Unión	2020	2021	Morelos		La Unión	
					2020	2021	2020	2021
Clorogénico	4650.2 a ¹	4563.5 b	3488.5 b	5725.3 a	3247.6 b	6052.9 a	3729.3 b	5397.7 a
Cafeico	64.1 a	55.8 b	67.4 a	52.5 b	69.6 a	58.6 c	65.1 b	46.5 d
Rosmarínico	8562.7 a	6081.5 b	8413.3 a	6230.9 b	9674.8 a	7450.6 a	7151.7 a	5011.3 a

¹En filas, dentro de cada factor e interacción, medias con la misma letra no difieren significativamente (prueba de Tukey, $P < 0.05$).

3.5 Discusión

3.5.1 *Ageratina petiolaris*

Los análisis espectrofotométricos de *A. petiolaris* colectada en Primera Sección y La Unión, San Martín Huamelúlpam mostraron que, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre localidades respecto a polifenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante (Cuadro 3.4), e indica que las diferencias en características de suelo y de micronicho ecológico no influyeron significativamente en su composición general. Las muestras provenían de parches poblacionales de la especie, corresponden a zonas altamente perturbadas y quizás originalmente fueron la misma población ya que la distancia entre sitios no supera 5 km (Cuadro 3.1). Este planteamiento

concuera con Gui et al. (2008) quienes estudiaron la estructura y diversidad poblacional de *Ageratina adenophora* en China mediante marcadores ISSR donde señalan que las poblaciones colectadas de un misma región o regiones cercanas no se diferencian genéticamente e integran grupos genéticos por regiones geográficas.

Los resultados muestran que las condiciones (*in situ/ex situ*) o lugar de crecimiento y desarrollo de *A. petiolaris* afectan significativamente el contenido de polifenoles, flavonoides equivalentes de quercetina y actividad antioxidante. En condiciones *in situ* o condiciones naturales de crecimiento *A. petiolaris* registró mayor concentración de polifenoles y flavonoides que en plantas cultivadas *ex situ*. En cultivo se proporcionó agua suficiente, el ambiente presentó mayores temperaturas promedio (18–20 °C) y mayor fertilidad de suelo (ej. N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Mn y Cu) que la contraparte *in situ*. En consecuencia *A. petiolaris* estuvo expuesta *in situ* a más de una condición de estrés abiótico como sequía, estacionalidad de lluvias o estrés hídrico, baja fertilidad de suelos y menores temperaturas promedio 14–18 °C (Cuadro 3.1). Este hecho es consecuente con lo documentado por Arbona et al. (2013), Banothu y Uma (2022), Bautista et al. (2016) y Yang et al. (2018) quienes señalan que las condiciones de estrés abiótico generan cambios en los procesos metabólicos (p. ej. ruta del shikimato de la fenilalanina) e inducen incremento en la concentración de compuestos fenólicos, y señalan que en condiciones naturales regularmente son combinaciones de diferentes factores de estrés que inducen mecanismos de respuesta fisiológica de tolerancia (biosíntesis de compuestos) o evasión antes de la muerte.

La interacción entre condiciones de crecimiento y localidades de origen de *A. petiolaris* (población x ambiente) fue significativa. Esto es, el contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de *A. petiolaris* colectada en Primera Sección o La Unión, San Martín Huamelúlpam, se modificó al cultivarse en condiciones controladas de humedad y fertilidad de suelo (*ex situ*). Las plantas muestreadas *in situ* en Primera Sección presentaron mayor concentración de compuestos y actividad antioxidante que *ex situ*, pero en contraposición, el cultivo *ex situ* de plantas de La Unión generó mayor contenido de polifenoles y flavonoides que *in situ* (Cuadro 3.5). Las plantas de Primera Sección indican que la condición de estrés *in situ* favoreció un incremento de compuestos como se ha reportado en otras plantas silvestres (Bautista et al., 2016; Nurzynska-Wierdak, 2013; Ramakrishna & Ravishankar, 2011), aunque depende del compuesto específico porque en plantas provenientes de La Unión aumentó la concentración de equivalentes de catequina en condiciones *ex situ*. Un factor adicional no controlado fue la edad de las plantas

colectadas *in situ* para cultivarse *ex situ*; por ejemplo, Li et al. (2020) encontraron diferencias en composición entre plantas medicinales de diferente edad, las de mayor edad (10 a 13 años) tienden a incrementar la concentración de fenoles y flavonoides.

Otra consideración entre las condiciones ambientales *in situ* y *ex situ* fueron las ligeras diferencias en la radiación solar máxima, lo que podría afectar la biosíntesis de compuestos fenólicos. Por ejemplo, en los lugares de colecta *in situ* se reportó una variación de 1,155 a 1,308 Wm^{-2} y en condiciones *ex situ* de 1,297 a 1,349 Wm^{-2} (Cuadro 3.1), e indica que en esta última se presentó una ligera mayor radiación incidente o más días soleados.

Cuantificar la actividad antioxidante es una estrategia metodológica para evaluar el potencial biológico (p. ej. antimicrobial) y/o farmacológico (p. ej. hipoglucémico, antiulcera, cicatrizante de heridas) de compuestos bioactivos en plantas medicinales (Arciniegas et al., 2018; Krishnaiah et al., 2011; Sánchez-Ramos et al., 2021). La correlación positiva entre polifenoles totales y flavonoides, con la actividad antioxidante evaluada por DPPH y FRAP en *A. petiolaris* es un indicador de su potencial farmacológico y benéfico para la salud humana como el uso contra problemas gastrointestinales como así lo refieren las personas de San Martín Huamelúlpam. Es de remarcar que, además de polifenoles y flavonoides, *A. petiolaris* contiene otros compuestos asociados al potencial antioxidante que le confieren efectos hipoglucémicos (Bustos-Brito et al., 2016) o inhibitorio de la producción de glucosa hepática (Mata-Torres et al., 2020).

En trabajos previos sobre composición de compuestos fenólicos en el género *Ageratina* (syn. *Eupatorium*) se han identificado diferentes compuestos. Por ejemplo, en *A. espinosarum* Díaz-Peralta et al. (2022) registraron hasta 20 compuestos entre los de mayor relevancia dos diterpenos neo-clerodanos, tres flavonas, tres flavonoles, un flavonol y siete flavononas: taxifolina, naringenina, sakuranetina, persicogenina, apigenina, acacetina y kaempferol, y en *A. pichinchensis* Romero-Cerecero et al. (2013) determinaron ácido clorogénico y flavonoides glicosilados. En *A. petiolaris* Bustos-Brito et al. (2016) aislaron por primera vez ácido clorogénico, L-chiro-inositol, 2-hidroxi-6-metoxibenzoato de bencilo, 2-hidroxi-3,6-dimetoxibenzoato de bencilo y ácido 2 α -tigloiloxieperúico, entre otros. En este trabajo, de un total de 10 compuestos identificados ocho no habían sido reportados previamente en *A. petiolaris*: ácido cafeico, ácido p -cumárico, robinina, rutina, luteolina-7-glucósido, apigenina-7-glucósido, ácido rosmarínico, y kaempferol (Figura 3.1).

En *A. petiolaris* se determinó que no hubo diferencias significativas entre localidades de origen de las muestras (Primera Sección y La Unión) en contenido de ácido clorogénico, ácido cafeico, ácido ρ -cumárico, apigenina-7-glucósido y ácido rosmarínico, e indica que estos compuestos no ayudan a diferenciar poblaciones o subpoblaciones dentro de la misma especie cuando las distancias entre sitios de muestreo no son mayores a 5 km en condiciones de clima templado (Cuadros 3.1 y 3.6). Sin embargo, en contenido de robinina, rutina y luteolina-7-glucósido fue mayor en muestras de la Primera Sección que en La Unión, un patrón inverso se registró en ácido gálico y kaempferol, y entre localidades se registraron diferencias en características químicas de suelos; por ejemplo, mayor contenido de P, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, N inorgánico y materia orgánica en La Unión que en Primera Sección (Cuadro 3.1 y 3.7), la condición de posible estrés por baja fertilidad de suelo en Primera Sección afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas y quizás la composición fitoquímica de la parte aérea, una hipótesis a probarse en futuros trabajos. En el caso de especies cultivadas, Yang et al. (2018) documentaron que el contenido de quercetina, kaempferol e isoramnetina incrementan con bajas concentraciones y excesos de N y P.

En el perfil de compuestos identificados en *A. petiolaris* se registró, en general, que las condiciones de crecimiento de las plantas tienen un efecto significativo en el contenido de ácidos fenólicos, excepto en ácido clorogénico y ácido cafeico (Cuadro 3.6). En las plantas muestreadas en condiciones naturales (*in situ*) se determinó mayor contenido de ácido ρ -cumárico, apigenina-7-glucósido y ácido rosmarínico, que las cultivadas *ex situ* (Table 3.7), respuesta fisiológica y fitoquímica que obedece, en parte, al efecto conjunto de factores bióticos y abióticos (Arbona et al., 2013; Banothu & Uma, 2022). Aun cuando no es posible establecer una relación directa entre condiciones de estrés e incremento de ácidos fenólicos, las plantas *in situ* estuvieron expuestas a la estacionalidad de lluvia, menores temperaturas (14– 18 °C) y menor fertilidad de suelos (N, P, K, Mg, Fe Zn, Cu y Mn) que las plantas *ex situ* donde se proporcionó agua suficiente, temperaturas promedio de 18–20 °C y un sustrato con mejor balance en fertilidad y materia orgánica (Cuadro 3.1). En este sentido, Yang et al. (2018) señalaron que, en condiciones naturales o no controladas, los factores ambientales actúan simultáneamente en la biosíntesis de metabolitos secundarios. En 19 especies silvestres de cuatro ecosistemas Mediterráneos, Bautista et al. (2016) determinaron una correlación positiva entre compuestos fenólicos y parámetros ambientales de crecimiento como temperatura, evapotranspiración y déficit hídrico.

En la interacción de localidades de origen de las plantas evaluadas y condiciones de crecimiento, se registró que la producción de ácido gálico y rutina no se sintetizó en cantidad suficiente para detectarse en las muestras evaluadas por HPLC-DAD cuando provenían de plantas cultivadas *ex situ*, pero sí en condiciones *in situ* (Cuadro 3.7); este patrón indica un posible mecanismo de respuesta de la planta en modificar los procesos biosintéticos asociados a condiciones estrés en el ambiente de crecimiento. Los resultados coinciden con los hallazgos de Li et al. (2020) en diferentes plantas medicinales donde señalan que, se incrementa la concentración de rutina ante estrés hídrico. Un patrón semejante de incremento fue descrito por Bettaieb et al. (2011) en contenido de ácido gálico en plantas de *Salvia officinalis* sometidas a moderada y severa condición de déficit hídrico.

En este trabajo se determinó que, las condiciones naturales (*in situ*) prevalecientes en la localidad de Primera Sección, clima templado y menor fertilidad de suelo, influyeron significativamente en la síntesis de mayores concentraciones de ácido *p*-cumárico, robinina, rutina, luteolina-7-glucósido, apigenina-7-glucósido y ácido rosmarínico (Figura 3.1, Cuadro 3.7), un efecto semejante registraron Bettaieb et al. (2011) en contenido de ácidos rosmarínico, *p*-cumárico y clorogénico en plantas de *S. officinalis* sometidas a estrés hídrico, pero Singh et al. (2016) señala que en plantas medicinales no siempre se tiene respuestas semejantes, después de identificar doce compuestos fenólicos por HPLC-DAD en doce especies medicinales silvestres de India.

La biosíntesis de compuestos fenólicos en plantas en condiciones naturales refleja procesos regulatorios diferentes y complejos. La comparación aquí descrita (*in situ* versus *ex situ*) estuvo condicionada por condiciones climáticas estacionales, características de suelo (por ejemplo, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, etc.), edad de plantas evaluadas, probables relaciones genéticas y otros factores intrínsecos y extrínsecos. En consecuencia, es necesario evaluar bajo estricto control experimental el efecto específico de cada factor en la composición del tejido aéreo; por ejemplo, temperatura, luz UV, humedad, pH, conductividad eléctrica, micro y macronutrientes.

3.5.2 *Salvia circinnata*

S. circinnata (Lamiaceae) es una planta endémica de México, se distribuye en bosques templados, matorrales y pastizales en rango altitudinal de 1,650 a 2,800 m preferentemente en zonas perturbadas, y se usa en tratamiento de diabetes, ansiedad, desórdenes digestivos y alivio de

dolor en la medicina tradicional mexicana (Hernandez-Leon et al., 2021). En S. M. Huamelúlpam, se prepara en tés o infusiones para tratar el dolor de estómago, ‘bilis’ o coraje, y ‘latido’.

Las plantas de *S. circinnata* colectadas en condiciones naturales (*in situ*) acumularon mayor cantidad de polifenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante que las plantas cultivadas *ex situ* (Cuadro 3.9). Ante esto podemos inferir que las plantas de *S. circinnata in situ* estuvieron expuestas a factores ambientales y edáficos restrictivos en alguna fase de su crecimiento; por ejemplo, temperaturas promedio más bajas (14 a 18 °C), menor disponibilidad de nutrientes esenciales (B, Mg, Na, N), bajo contenido de materia orgánica y déficit hídrico que las plantas cultivadas *ex situ* (Cuadro 3.2). Dincer et al. (2012) registraron mayor contenido de flavonoides totales en plantas silvestres de *Salvia fruticosa* y los atribuyeron a condiciones estresantes de sequía, salinidad suelo y características restrictivas de fertilidad de suelo en comparación con plantas cultivadas *ex situ*; no obstante, también registraron un patrón sin cambio en contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante.

Las localidades de origen de las muestras de *S. circinnata* tuvieron un efecto significativo en el contenido de polifenoles, flavonoides y actividad antioxidante. En este caso, las muestras colectadas en Reforma presentaron mayores contenidos de compuestos fenólicos y actividad antioxidante que las de La Unión (Cuadro 3.9). Ambas localidades son muy cercanas aun cuando fueron perturbadas en su vegetación y tienen la misma condición climática, las diferencias principales son en características edáficas; por ejemplo, en Reforma el porcentaje de materia orgánica del suelo es de 4.67, y con menor contenido de P, Ca, y N inorgánico que La Unión donde tuvo mayor materia orgánica (7.15) (Cuadro 3.2). Aunque no es posible afirmar de manera categórica que estas características de suelo influyen en la composición química de las plantas, si forman parte del complejo de factores que determinan las características y distribución de las poblaciones y su composición fitoquímica como se está documentando en otras especies silvestres creciendo en condiciones de estrés con deficiencias en macronutrientes (Ibrahim et al., 2011; Kováčik et al., 2007).

La ausencia de interacciones significativas entre localidades de origen y condiciones de crecimiento (*in situ* y *ex situ*) en contenido de polifenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante evaluada por DPPH sugiere que, al menos en este trabajo, los factores actúan o influyen de manera independiente de tal forma que, la varianza de cada uno de estos factores fue cientos a miles de veces más que el efecto de la interacción (Cuadro 3.8 y 3.9). Por tanto, los

resultados invitan a ensayar o probar hipótesis independientes, pero específicas relacionadas con origen de las muestras poblacionales por un lado y por otro las condiciones de crecimiento; por ejemplo, temperatura o condiciones de estrés hídrico.

En trabajos previos de *S. circinnata* se identificaron compuestos como pedalitina, apigenina-7-O- β -D-glucósido, flavona 2-(3,4-dimetoxifenil)-5,6-dihidroxi-7-metoxi-4H-cromeno-4-ona, apigenina, 5,6-dihidroxi-7,3',4'-trimetoxi-flavona, 5,6,4'-trihidroxi-7,3'-dimetoxiflavona, 6-hidroxiluteolina, rutina, isoquercitrina y ácido rosmarínico (Calzada et al., 2020; Flores-Bocanegra et al., 2017; Moreno-Pérez et al., 2019; Salinas-arellano et al., 2020). En este estudio, los ácidos fenólicos y flavonoides identificados en los extractos metanólicos de *S. circinnata* fueron el ácido clorogénico, ácido rosmarínico, rutina e isoquercitrina. El ácido rosmarínico, es un ácido fenólico característico de la familia Lamiaceae, uno de los principales componentes del género *Salvia* y tiene propiedades potenciales como anticancerígeno, antibacterial, antiviral y antidiabético (Hernandez-Leon et al., 2021; Trivellini et al., 2016). La concentración de ácido rosmarínico aquí determinada (8,125.8 a 11,677.5 $\mu\text{g g}^{-1}$ bs) fue superior al contenido estimado en *Salvia miltiorrhiza* (Zhang et al., 2019), *S. fruticosa* (Dincer et al., 2012) y *S. officinalis* (Zgórka & Glowniak, 2001), pero menor al que reportan Ben-Farhat et al. (2013) en *S. officinalis*.

En los compuestos fenólicos específicos identificados se registraron diferentes patrones de efecto por localidades de origen de muestra (Po, poblaciones), ambientes de crecimiento (A) e interacción localidades-ambientes (Po x A). En ácido clorogénico e isoquercitrina, las localidades de origen de las muestras tuvieron efectos significativos en más de 100 veces que el efecto de ambientes de crecimiento e interacciones Po x A (Cuadro 3.10). El contenido de rutina estuvo fuertemente afectado por el factor ambiental de crecimiento hasta duplicar la concentración en relación con el efecto de localidades de origen de muestras y mucho mayor que el efecto de la interacción. En el caso de ácido rosmarínico, la concentración se vio influenciada por el efecto de ambientes de crecimiento y de la interacción Po x A, y no por la localidad de origen de las muestras. Todo esto indica que la ruta biosintética de ácido clorogénico, ácido rosmarínico, rutina e isoquercitrina tiene un fuerte efecto ambiental ya sea por localidad de origen o por ambientes de crecimiento y se requiere estudiar con mayor precisión.

Los resultados muestran que la mayor concentración de ácido clorogénico se generó en muestras provenientes de Reforma en comparación con las muestras de La Unión y este efecto también se observó en la interacción Po x A. Un efecto semejante se registró en rutina y ácido

rosmarínico cuando se evaluaron muestras de condiciones *in situ* y que también fueron obtenidas en Reforma. En todos los compuestos evaluados las condiciones naturales de crecimiento influyeron significativamente en la concentración de compuestos que las condiciones *ex situ* (Cuadro 3.11). No obstante, que las condiciones edáficas de crecimiento *ex situ* fueron de mayor disponibilidad de N, Zn, Fe, K y P (Cuadro 3.2). Esto indica que las posibles situaciones de estrés a las que están sometidas las plantas de *S. circinnata* en condiciones naturales influyen significativamente en la concentración de ácido clorogénico, ácido rosmarínico, rutina e isoquercitrina. En este sentido, Zhang et al. (2019) mencionan que la mayor concentración de ácido rosmarínico y ácido salvianólico B en *Salvia miltiorrhiza* se encontró cuando las plantas tenían menor disponibilidad de agua o estrés hídrico.

3.5.3 *Eryngium montanum*

E. montanum es una planta herbácea endémica de México que se distribuye en regiones templadas, principalmente bosques de *Pinus* y *Quercus*. En San Martín Huamelúlpam, crece en espacios perturbados como bordes de parcelas de cultivo, en descanso del cultivo u orillas de caminos, cuyos rizomas se usan en el tratamiento de diarrea y dolor de estómago. Erdem et al. (2015) documentaron que especies de este género tienen varios usos medicinales como tratamiento de hipertensión, problemas gastrointestinales, asma, quemaduras, fiebre, diarrea y malaria.

Los resultados de contenido de polifenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante en rizomas de *E. montanum* mostraron que el efecto ambiental anual influye significativamente en la composición en comparación con el efecto de localidad de origen de muestra o interacción origen-ciclo anual (Cuadro 3.12). Esto es, las condiciones edafoclimáticas y efectos bióticos a las que están expuestas las plantas durante todo un ciclo anual son determinantes en la concentración de compuesto fenólicos y actividad antioxidante de los rizomas de *E. montanum*.

En la Mixteca oaxaqueña, Rogé et al. (2014) muestran que en décadas recientes se presenta un incremento constante en temperatura media anual y altas variaciones en estacionalidad e intensidad de lluvias. Esto hace que las temperaturas medias cambien de un año a otro y también la cantidad y distribución de las precipitaciones, como fueron 2020 y 2021 cuando se recolectaron muestras de rizomas de *E. montanum* para el análisis fitoquímico. En los rizomas muestreados en 2021 se registró un mayor contenido de polifenoles, flavonoides y actividad antioxidante que en el muestreo en 2020 (Cuadro 3.13), y puede ser producto de varios efectos de estrés biótico y abiótico a la que estuvieron expuestas las plantas y se reflejó en composición de raíz. Un efecto de

incremento en compuestos fenólicos y actividad antioxidante asociados a estrés hídrico se registró en trabajos previos en rizomas de *Zingiber officinale* y *Siphonochilus aethiopicus* (Gatabazi et al., 2022).

Es de señalar que en este trabajo no se determinaron diferencias significativas entre localidades de origen de muestras en concentración de polifenoles, flavonoides equivalentes de catequina y actividad antioxidante evaluada por DPPH. Es decir, aunque en la parte aérea la planta está expuesta a diferentes condiciones de estrés esta no necesariamente se refleja en la concentración de compuestos fenólicos de sus raíces. Esto sugiere hacer ensayos de mayor precisión acerca del efecto y variación que tiene la edad de la planta en relación con los compuestos fenólicos en los rizomas. En rizomas de *Curcuma amada*, y *Zingiber zerumbet*, Ghasemzadeh et al. (2016) y Policegoudra et al. (2007) demostraron que la acumulación de compuestos fenólicos e incremento de actividad antioxidante tiene lugar de seis a nueve meses de edad de la planta y posteriormente decrece.

En contenido de flavonoides y actividad antioxidante por DPPH no hubo diferencias significativas en interacción entre localidades de origen y ciclos anuales de muestreo (Po x C). En consecuencia, se puede inferir que los efectos son independientes; esto es, las condiciones microambientales o de micronicho que ocurren en las localidades o sitios de distribución de la especie tiene un efecto amortiguador o de estrés constante de un ciclo anual a otro que no se refleja en composición de raíz y es posible que solo ocurra en su parte aérea. Este patrón no se repitió en polifenoles totales donde las posibles situaciones de estrés permitieron que durante el muestreo de 2021 incrementara la concentración de estos compuestos en relación con el ciclo previo 2020 o bien la biosíntesis de polifenoles en raíces se incrementa o es promovida por cualquier condición de estrés que ocurre en la parte aérea.

El análisis por HPLC-DAD en raíces de *E. montanum* permitió identificar ácido rosmarínico, ácido clorogénico y ácido cafeico. En este caso los ácidos rosmarínico y ácido cafeico ya habían sido reportados por Marčetić et al. (2014) y Vukic et al. (2018) en raíces de *Eryngium serbicum* y *Eryngium palmatum*. En referencia a los compuestos identificados, nuevamente el ciclo anual de muestreo influyo significativamente en su concentración, cientos de veces más que el efecto de localidad de origen de la muestra e interacción origen-ciclo anual (Cuadro 3.14).

Las diferencias en característica edáficas entre sitios de colecta de *E. montanum* radican en mayor contenido de P, Mn y N en Morelos que en La Unión, pero mayor concentración de Fe en

este último, pero en ambas localidades el suelo es de pH alcalino 8.0 o más, baja conductividad eléctrica y en general baja fertilidad de suelos respecto a macro y microelementos (Cuadro 3.3). Estas condiciones se agudizan para las plantas cuando hay restricción de humedad o errática estación de lluvias en cantidad y frecuencia. Este complejo de factores, de alguna manera influyeron en mayor concentración de ácidos clorogénico, cafeico y rosmarínico en Morelos que en La Unión y también mayor concentración de ácido cafeico y ácido rosmarínico durante 2020 que en 2021, pero en ácido clorogénico el patrón fue inverso mayor en 2021 que en 2020. Estos resultados muestran que, la biosíntesis y acumulación de ácidos fenólicos específicos en rizomas de *E. montanum* son altamente sensibles a condiciones edáficas y climáticas, y requiere ensayos más específicos con control de edad de las plantas, humedad del suelo, pH, fertilidad de sustrato o suelo y temperaturas, para determinar el factor más determinante o bien el complejo de factores que determinan la respuesta.

Los resultados muestran interacciones significativas en localidad-ciclo anual en contenido de ácido clorogénico y ácido cafeico, pero con patrones opuestos (Cuadro 3.15). En el ciclo anual 2021 tanto en las muestras de Morelos como las de La Unión se registró una mayor concentración de ácido clorogénico en comparación con el muestreo durante 2020. Contrariamente, en Morelos 2020 y La Unión 2020 se determinó las dos mayores concentraciones de ácido cafeico que su contraparte en 2021. Los patrones contrastantes en ácido clorogénico y ácido cafeico o bien un patrón invariable de ácido rosmarínico sugieren que las respuestas metabólicas de los rizomas son producto de todas las condiciones prevalecientes durante la reciente estación de lluvia o bien ciclos anuales previos, ya que la raíces permanecen en el suelo y sin emitir brotes o tallos hasta que se presenten las condiciones favorables de humedad y son parte de la estrategia de sobrevivencia de la planta durante tiempos prolongados de sequía y restricciones o excesos de humedad.

3.6 Conclusiones

Los resultados de la evaluación fitoquímica en muestras de tallo y hojas jóvenes de *Ageratina petiolaris*, colectada en su ambiente natural (*in situ*) y de plantas cultivadas (*ex situ*) mostraron que, las diferencias en composición de polifenoles, flavonoides, ácidos fenólicos, flavonoides glicosilados, flavonoles y actividad antioxidante son modificadas por efecto de condiciones de crecimiento e interaccionan significativamente con localidades de origen de muestreo, y las condiciones complejas *in situ* de orden edáfico-ambientales inducen incrementos en compuestos

fenólicos, flavonoides y actividad antioxidante. Se identificaron cinco ácidos fenólicos y cinco flavonoides, ocho de estos compuestos no se habían reportado en *A. petiolaris*: ácido cafeico, ácido *p*-cumárico, robinina, rutina, luteolina-7-glucósido, apigenina-7-glucósido, ácido rosmarínico y kaempferol.

El análisis fitoquímico de *S. circinnata* mostró que fueron determinantes las condiciones edafo-climáticas de localidades de origen de las muestras y de crecimiento *in situ* en la concentración de compuestos fenólicos totales, flavonoides y la actividad antioxidante, y las localidades y condiciones de crecimiento fueron independientes en su efecto. Se identificaron por HPLC-DAD cuatro compuestos fenólicos: ácido clorogénico, ácido rosmarínico, rutina e isoquercitrina, y también fueron determinantes las condiciones de crecimiento (*in situ* y *ex situ*) y localidades de origen en la concentración. La interacción entre ambientes de crecimiento y localidad de origen tuvo efectos significativos en el contenido de ácido clorogénico, ácido rosmarínico, rutina e isoquercitrina.

El análisis espectrofotométrico del contenido de polifenoles, flavonoides y actividad antioxidante en rizomas de *Eryngium montanum* mostraron que el ciclo anual fue determinante en la concentración, específicamente durante 2021, y sin diferencias significativas entre localidades de origen en polifenoles, flavonoides equivalentes de catequina y actividad antioxidante evaluada por DPPH. En polifenoles se registraron interacciones significativas entre localidades y ciclos anuales de muestreo. En el análisis de extractos de raíces por HPLC-DAD se identificaron los ácidos clorogénico, cafeico y rosmarínico con efectos significativos de localidad de origen y ciclos anuales, específicamente las muestras de Morelos recolectadas durante 2020 presentaron mayor contenido de ácidos cafeico y rosmarínico. En la interacción localidad de origen de muestras-ciclo anual, el ácido clorogénico y ácido cafeico presentaron patrones de respuesta opuesta, mayor concentración del primero durante 2021 y mayor contenido del segundo en 2020, en Morelos y La Unión. Los resultados muestran que la biosíntesis y acumulación de ácidos fenólicos en raíces de *E. montanum* son específicos en respuesta a condiciones micro-ambientales de sitios y ciclos anuales.

3.7 Referencias

- Arbona, V., Manzi, M., de Ollas, C., & Gómez-Cadenas, A. (2013). Metabolomics as a tool to investigate abiotic stress tolerance in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, *14*, 4885–4911. <https://doi.org/10.3390/ijms14034885>
- Arciniegas, A., Pérez-Castorena, A. L., Meléndez-Aguirre, M., Ávila, J. G., García-Bores, A. M.,

- Villaseñor, J. L., & Romo de Vivar, A. (2018). Chemical composition and antimicrobial activity of *Ageratina deltoidea*. *Chemistry and Biodiversity*, 15(3), e1700529. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201700529>
- Banothu, V., & Uma, A. (2022). Effect of biotic and abiotic stresses on plant metabolic pathways. In F. A. Badria & M. Blumenberg (Eds.), *Phenolic Compounds - Chemistry, Synthesis, Diversity, Non-Conventional Industrial, Pharmaceutical and Therapeutic Applications* (IntechOpen, pp. 1–11).
- Bautista, I., Boscaiu, M., Lidón, A., Llinares, J. V., Lull, C., Donat, M. P., Mayoral, O., & Vicente, O. (2016). Environmentally induced changes in antioxidant phenolic compounds levels in wild plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38(9). <https://doi.org/10.1007/s11738-015-2025-2>
- Ben-Farhat, M., Landoulsi, A., Chaouch-Hamada, R., Sotomayor, J. A., & Jordán, M. J. (2013). Characterization and quantification of phenolic compounds and antioxidant properties of *Salvia* species growing in different habitats. *Industrial Crops and Products*, 49, 904–914. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.06.047>
- Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1999). Ferric reducing/antioxidant power assay: Direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods in Enzymology*, 299, 15–27. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99005-5](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99005-5)
- Bettaieb, I., Hamrouni-Sellami, I., Bourgou, S., Limam, F., & Marzouk, B. (2011). Drought effects on polyphenol composition and antioxidant activities in aerial parts of *Salvia officinalis* L. *Acta Physiologiae Plantarum*, 33, 1103–1111. <https://doi.org/10.1007/s11738-010-0638-z>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28, 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Bustos-Brito, C., Andrade-Cetto, A., Giraldo-Aguirre, J. D., Moreno-Vargas, A. D., & Quijano, L. (2016). Acute hypoglycemic effect and phytochemical composition of *Ageratina petiolaris*. *Journal of Ethnopharmacology*, 185, 341–346. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.03.048>
- Calzada, F., Bautista, E., Barbosa, E., Salazar-Olivo, L. A., Alvidrez-Armendáriz, E., & Yepez-Mulia, L. (2020). Antiprotozoal activity of secondary metabolites from *Salvia circinata*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 30, 593–596. <https://doi.org/10.1007/s43450-020-00077-7>
- Castillo-Juárez, I., González, V., Jaime-Aguilar, H., Martínez, G., Linares, E., Bye, R., & Romero, I. (2009). Anti-*Helicobacter pylori* activity of plants used in Mexican traditional medicine for gastrointestinal disorders. *Journal of Ethnopharmacology*, 122(2), 402–405. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.12.021>
- Díaz-Peralta, L., Ocampo-Acuña, Y. D., & Rios, M. Y. (2022). Secondary metabolites from two varieties of *Ageratina espinosarum* and their chemophenetic significance. *Biochemical Systematics and Ecology*, 102, 104409. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2022.104409>
- Dincer, C., Topuz, A., Sahin-Nadeem, H., Ozdemir, K. S., Cam, I. B., Tontul, I., Gokturk, R. S., & Ay, S. T. (2012). A comparative study on phenolic composition, antioxidant activity and essential oil content of wild and cultivated sage (*Salvia fruticosa* Miller) as influenced by storage. *Industrial Crops and Products*, 39, 170–176. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.02.032>
- Erdem, S. A., Nabavi, S. F., Orhan, I. E., Daglia, M., Izadi, M., & Nabavi, S. M. (2015). Blessings in disguise: a review of phytochemical composition and antimicrobial activity of plants belonging to the genus *Eryngium*. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 23(53), 1–22. <https://doi.org/10.1186/s40199-015-0136-3>
- Flores-Bocanegra, L., González-Andrade, M., Bye, R., Linares, E., & Mata, R. (2017). α -Glucosidase

- inhibitors from *Salvia circinata*. *Journal of Natural Products*, 80(5), 1584–1593. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.7b00155>
- Gatabazi, A., Marais, D., Steyn, M., Araya, H., du Plooy, C., Ncube, B., & Mokgehele, S. (2022). Effect of water regimes and harvest times on yield and phytochemical accumulation of two ginger species. *Scientia Horticulturae*, 304, 111353. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111353>
- Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z. E., Ashkani, S., Rahmat, A., Juraimi, A. S., Puteh, A., & Muda Mohamed, M. T. (2016). Variation in secondary metabolite production as well as antioxidant and antibacterial activities of *Zingiber zerumbet* (L.) at different stages of growth. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 16, 104. <https://doi.org/10.1186/s12906-016-1072-6>
- Giri, S., Sahu, R., Paul, P., Nandi, G., & Dua, T. K. (2022). An updated review on *Eupatorium adenophorum* Spreng. [*Ageratina adenophora* (Spreng.)]: traditional uses, phytochemistry, pharmacological activities and toxicity. *Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine*, 2, 100068. <https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2022.100068>
- Gui, F.-R., Wan, F.-H., & Guo, J.-Y. (2008). Population genetics of *Ageratina adenophora* using inter-simple sequence repeat (ISSR) molecular markers in China. *Plant Biosystems*, 142(2), 255–263. <https://doi.org/10.1080/11263500802150399>
- Hernandez-Leon, A., Moreno-Pérez, G. F., Martínez-Gordillo, M., Aguirre-Hernández, E., Valle-Dorado, M. G., Díaz-Reval, M. I., González-Trujano, M. E., & Pellicer, F. (2021). Lamiaceae in mexican species, a great but scarcely explored source of secondary metabolites with potential pharmacological effects in pain relief. *Molecules*, 26, 7632. <https://doi.org/10.3390/molecules26247632>
- Ibrahim, M. H., Jaafar, H. Z. E., Rahmat, A., & Rahman, Z. A. (2011). Effects of nitrogen fertilization on synthesis of primary and secondary metabolites in three varieties of kacip fatimah (*Labisia pumila* Blume). *International Journal of Molecular Sciences*, 12(8), 5238–5254. <https://doi.org/10.3390/ijms12085238>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). *Compendio de información geográfica municipal 2010. San Martín Huamelúlpam, Oaxaca*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/20/20239.pdf
- Kováčik, J., Klejdus, B., Bačkor, M., & Repčák, M. (2007). Phenylalanine ammonia-lyase activity and phenolic compounds accumulation in nitrogen-deficient *Matricaria chamomilla* leaf rosettes. *Plant Science*, 172(2), 393–399. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2006.10.001>
- Krishnaiah, D., Sarbatly, R., & Nithyanandam, R. (2011). A review of the antioxidant potential of medicinal plant species. *Food and Bioproducts Processing*, 89(3), 217–233. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2010.04.008>
- Lara-Cabrera, S. I., Bedolla-García, B. Y., Zamudio, S., & Domínguez-Vázquez, G. (2016). Diversidad de Lamiaceae en el estado de Michoacán, México. *Acta Botanica Mexicana*, 116, 107–149. <https://doi.org/10.21829/abm116.2016.1120>
- Li, Y., Kong, D., Fu, Y., Sussman, M. R., & Wu, H. (2020). The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 148, 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.01.006>
- Lin, J.-Y., & Tang, C.-Y. (2007). Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food Chemistry*, 101, 140–147. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.014>
- Marčetić, M. D., Petrović, S. D., Milenković, M. T., & Niketić, M. S. (2014). Composition, antimicrobial and antioxidant activity of the extracts of *Eryngium palmatum* Pančić and Vis. (Apiaceae). *Central European Journal of Biology*, 9, 149–155. <https://doi.org/10.2478/s11535-013-0247-0>

- Mata-Torres, G., Andrade-Cetto, A., Espinoza-Hernández, F. A., & Cárdenas-Vázquez, R. (2020). Hepatic glucose output inhibition by mexican plants used in the treatment of type 2 diabetes. *Frontiers in Pharmacology*, *11*, 215. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.00215>
- Mata, R., Figueroa, M., Navarrete, A., & Rivero-Cruz, I. (2019). Chemistry and biology of selected mexican medicinal plants. In A. D. Kinghorn, H. Falk, S. Gibbons, J. Kobayashi, Y. Asakawa, & J.-K. Liu (Eds.), *Progress in the chemistry of organic natural products 108* (Vol. 108, pp. 1–142). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01099-7_1
- Moreno-Pérez, F., Hernandez-Leon, A., Valle-Dorado, M. G., Cano Martínez, A., Narváez-González, F., Aguirre-Hernández, E., Salgado-Ceballos, H., & González-Trujano, M. E. (2021). Neo-clerodane diterpenic influence in the antinociceptive and anti-inflammatory properties of *Salvia circinnata* Cav. *Journal of Ethnopharmacology*, *268*, 113550. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113550>
- Moreno-Pérez, G. F., González-Trujano, M. E., Martínez-Gordillo, M. J., Miguel-Chávez, R. S., Basurto-Peña, F. A., Dorazco-González, A., & Aguirre-Hernández, E. (2019). Amarisolide A and pedaltin as bioactive compounds in the antinociceptive effects of *Salvia circinata* (Lamiaceae). *Botanical Sciences*, *97*(3), 355–365. <https://doi.org/10.17129/botsci.2187>
- Norma Oficial Mexicana (NOM). (2000). *NOM-021-RECNAT-2000; Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos. Estudios, Muestreo y Análisis*. Diario Oficial de la Federación, 31 December 2002; 73. <https://catalogonacional.gob.mx/FichaRegulacion?regulacionId=22947>
- Nurzynska-Wierdak, R. (2013). Does mineral fertilization modify essential oil content and chemical composition in medicinal plants? *Acta Scientiarum Polonorum*, *12*(5), 3–16.
- Pająk, P., Socha, R., Broniek, J., Królikowska, K., & Fortuna, T. (2019). Antioxidant properties, phenolic and mineral composition of germinated chia, golden flax, evening primrose, phacelia and fenugreek. *Food Chemistry*, *275*, 69–76. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.081>
- Palhares, R. M., Gonçalves-Drummond, M., dos Santos-Alves Figueiredo Brasil, B., Pereira-Cosenza, G., Das Graças Lins Brandão, M., & Oliveira, G. (2015). Medicinal plants recommended by the World Health Organization: DNA barcode identification associated with chemical analyses guarantees their quality. *PLoS ONE*, *10*(5), e0127866. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127866>
- Pękal, A., & Pyrzyńska, K. (2014). Evaluation of aluminium complexation reaction for flavonoid content assay. *Food Analytical Methods*, *7*, 1776–1782. <https://doi.org/10.1007/s12161-014-9814-x>
- Plants of the World Online (POWO). (2022). *Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens Kew*. <http://www.plantsoftheworldonline.org/>
- Policegoudra, R. S., Kumar, M. H. S., & Aradhya, M. S. (2007). Accumulation of Bioactive Compounds during Growth and Development of Mango Ginger (*Curcuma amada* Roxb.) Rhizomes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *55*(20), 8105–8111. <https://doi.org/10.1021/jf0715469>
- Ramakrishna, A., & Ravishankar, G. A. (2011). Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant Signaling and Behavior*, *6*(11), 1720–1731. <https://doi.org/10.4161/psb.6.11.17613>
- Rogé, P., Friedman, A. R., Astier, M., & Altieri, M. A. (2014). Farmer strategies for dealing with climatic variability: A case study from the Mixteca Alta region of Oaxaca, Mexico. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *38*(7), 786–811. <https://doi.org/10.1080/21683565.2014.900842>
- Romero-Cerecero, O., Zamilpa, A., González-Cortazar, M., Alonso-Cortés, D., Jiménez-Ferrer, E., Nicasio-Torres, P., Aguilar-Santamaría, L., & Tortoriello, J. (2013). Pharmacological and chemical study to identify wound-healing active compounds in *Ageratina pichinchensis*. *Planta Medica*, *79*(8), 622–627. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1328462>
- Rzedowski, G. C. de, & Rzedowski, J. (2005). *Flora fanerogámica del Valle de México* (2a ed.). Instituto

- de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán). <https://doi.org/10.1201/b22282-12>
- Salinas-Arellano, E., Pérez-Vásquez, A., Rivero-Cruz, I., Torres-Colin, R., González-Andrade, M., Rangel-Grimaldo, M., & Mata, R. (2020). Flavonoids and Terpenoids with PTP-1B Inhibitory Properties from the Infusion of *Salvia amarissima* Ortega. *Molecules*, 25(15), 3530. <https://doi.org/10.3390/molecules25153530>
- Sánchez-Ramos, M., Marquina-Bahena, S., Alvarez, L., Román-Guerrero, A., & Bernabé-Antonio, Antonio Cruz-Sosa, F. (2021). Phytochemical, Pharmacological, and Biotechnological Study of *Ageratina pichinchensis*: A Native Species of Mexico. *Plants*, 10, 2225. <https://doi.org/10.3390/plants10102225>
- SAS Institute Inc. (SAS). (2006). *Base SAS® 9.1.3 Procedures Guide* (2nd edition, Volumes 1-4.). SAS Institute Inc.: Cary, NC, USA.
- Singh, G., Passari, A. K., Leo, V. V., Mishra, V. K., Subbarayan, S., Singh, B. P., Kumar, B., Kumar, S., Gupta, V. K., Lalhlemawia, H., & Nachimuthu, S. K. (2016). Evaluation of phenolic content variability along with antioxidant, antimicrobial, and cytotoxic potential of selected traditional medicinal plants from India. *Frontiers in Plant Science*, 7, 407. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00407>
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144–158.
- Trivellini, A., Lucchesini, M., Maggini, R., Mosadegh, H., Villamarin, T. S. S., Vernieri, P., Mensuali-Sodi, A., & Pardossi, A. (2016). Lamiaceae phenols as multifaceted compounds: bioactivity, industrial prospects and role of “positive-stress.” *Industrial Crops and Products*, 83, 241–254. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.039>
- UNAM. (2009). *Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana*. Universidad Nacional Autónoma de México: Ciudad de México, México. <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/>
- Vargas-Vizuet, A. L., Lobato-Tapia, C. A., Tobar-Reyes, J. R., Solano-De la Cruz, M. T., Ibáñez Marínez, A., & Romero Fernández, A. (2022). Plantas medicinales utilizadas en la región de Teziutlán, Puebla, México. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 21(2), 224–241. <https://doi.org/10.37360/blacpma.22.21.2.14>
- Vukic, M. D., Vukovic, N. L., Djelic, G. T., Obradovic, A., Kacaniova, M. M., Markovic, S., Popović, S., & Baskić, D. (2018). Phytochemical analysis, antioxidant, antibacterial and cytotoxic activity of different plant organs of *Eryngium serbicum* L. *Industrial Crops and Products*, 115, 88–97. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.031>
- World Health Organization (WHO). (2000). *General Guidelines for Methodologies on Research and Evaluation of Traditional Medicine*. World Health Organization, Geneva. Switzerland. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/66783/WHO_EDM_TRM_2000.1.pdf?sequence=1
- World Health Organization (WHO). (2018). Traditional and complementary medicine in primary health care. In *Technical Series on Primary Health Care*. World Health Organization, Geneva. Switzerland. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/326299/WHO-HIS-SDS-2018.37-eng.pdf>
- Yang, L., Wen, K.-S., Ruan, X., Zhao, Y.-X., Wei, F., & Wang, Q. (2018). Response of plant secondary metabolites to environmental factors. *Molecules*, 23(4), 762. <https://doi.org/10.3390/molecules23040762>
- Zgórka, G., & Glowniak, K. (2001). Variation of free phenolic acids in medicinal plants belonging to the Lamiaceae family. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 26, 79–87. [https://doi.org/10.1016/S0731-7085\(01\)00354-5](https://doi.org/10.1016/S0731-7085(01)00354-5)

- Zhang, C., Yang, D., Liang, Z., Liu, J., Yan, K., Zhu, Y., & Yang, S. (2019). Climatic factors control the geospatial distribution of active ingredients in *Salvia miltiorrhiza* Bunge in China. *Scientific Reports*, 9, 904. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36729-x>
- Zhishen, J., Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 64(4), 555–559. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2)

CONCLUSIONES GENERALES

La propuesta de investigación focalizo dos áreas temáticas de trabajo; documentar el conocimiento local-tradicional de los pueblos originarios en el uso de plantas medicinales para el tratamiento de desórdenes gastrointestinales, y determinar la composición y actividad antioxidante de esas plantas medicinales en función del contenido de compuestos fenólicos. En esta sección final es oportuno mencionar que el trabajo de campo en las comunidades de Sierra Norte de Oaxaca se interrumpió en marzo-abril de 2020 y también limitó a solo muestrear la Mixteca para el trabajo de composición fitoquímica. No obstante, las limitaciones operativas del trabajo planteado, los resultados permiten sustentar que:

- En las comunidades originarias Mixtecas y Zapotecas de Oaxaca, preservan conocimientos descriptivos de desórdenes gastrointestinales y de las plantas medicinales utilizadas para su tratamiento.
- En la descripción y definición de desórdenes gastrointestinales utilizan nombres locales, a veces de las lenguas originarias. Aunque se registraron más de 30 desórdenes entre comunidades de San Martín Huamelúlpam y más de 20 para La Nevería, Sta. C. Lachatao, le confieren mayor importancia, incluyendo número de plantas y tratamientos utilizados, a la diarrea y dolor de estómago con todas sus variantes.
- Una vez descritos los desórdenes, se contabilizo el usos de 91 y 41 especies de plantas medicinales, en San M. Huamelúlpam y La Nevería, Santa C. Lachatao, respectivamente. Las formas de uso más frecuentes son infusiones o tés, extractos alcohólicos o uso tópico en cataplasma.
- *Ageratina petiolaris*, *Salvia circinnata*, y *Eryngium montanum* fueron las especies colectadas en diferentes sitios de San M. Huamelúlpam para su análisis fitoquímico donde el efecto de ambientes de crecimiento (*in situ* vs. *ex situ*) fue determinante en el contenido de compuestos fenólicos en *A. petiolaris* y *S. circinnata*, y en *E. montanum* (rizoma) fue el ciclo anual de colecta, en ambos caso estos efectos interaccionan significativamente con el sitio de origen de las muestras.
- Los compuesto fenólicos específicos identificados por HPLC-DAD fueron ácidos cafeico, ρ -cumárico y rosmarínico, robinina, rutina, luteolina-7-glucósido, apigenina-7-glucósido y kaempferol en *A. petiolaris*; en *S. circinnata* los ácidos rosmarínico y clorogénico, rutina e isoquercitrina; y en *E. montanum* los ácidos rosmarínico, clorogénico y cafeico.