

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

Programa Universitario de Investigación en Asentamientos humanos -PUIAH

Huertos familiares del corredor seco de Zacapa, documentando su diversidad como potencial para conservación, y fortalecimiento de la seguridad alimentaria

AP7CU-2021

Instituto de Investigaciones, Centro Universitario de Zacapa -CUNZAC-

**Dra. Carmen Lucía Yurrita Obiols -Coordinadora-
Ing. Agr. Enma Yamileth Aldana Salguero -Auxiliar de Investigación-**

Guatemala, 28 de febrero de 2022

Autoridades

Dr. Hugo René Pérez Noriega
Director General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Dra. Sandra Herrera Ruiz
Coordinadora del Programa de Investigación

Autoras

Dra. Carmen Lucía Yurrita Obiols
Coordinadora del Proyecto
Instituto de Investigaciones, Centro Universitario de Zacapa

Ing. Agr. Enma Yamileth Aldana Salguero
Auxiliar de investigación II
Instituto de Investigaciones, Centro Universitario de Zacapa

Dra. Sara Bethsabe Barrios de León
Colaboradora
Instituto de Investigaciones, Centro Universitario de Zacapa

Dra. Ana Gabriela Armas Quiñónez
Colaboradora
Unidad de Biodiversidad -CECON-

Br. Vilma Judith Zeceña
Auxiliar de campo

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación (Digi), 2021. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada con recursos del Fondo de Investigación de la Digi de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de del código AP7CU-2021 en el Programa Universitario de Investigación en Asentamientos humanos.

Los autores son responsables del contenido, de las condiciones éticas y legales de la investigación desarrollada.



Universidad de San Carlos de Guatemala
Dirección General de Investigación



Índice general

1	Resumen y palabras claves	7
2	Introducción	8
3	Planteamiento del problema	10
4	Delimitación en tiempo y espacio	11
4.1	Delimitación en tiempo	11
4.2	Delimitación espacial	12
5	Marco teórico.....	12
6	Estado del arte	14
7	Objetivos.....	16
7.1	Objetivo general:	16
7.2	Objetivos específicos:	16
8	Hipótesis	16
9	Materiales y métodos.....	17
9.1	Enfoque de la investigación	17
9.2	Método	17
9.3	Recolección de información.....	17
9.4	Técnicas e instrumentos	18
9.5	Procesamiento y análisis de la información	21
10	Resultados y discusión.....	23
10.1	Resultados	23
10.2	Discusión de resultados	31

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

11	Referencias.....	34
12	Apéndice	38
13	Aspectos éticos y legales	64
14	Vinculación	64
15	Estrategia de difusión, divulgación y protección intelectual	64
16	Aporte de la propuesta de investigación a los ODS.....	64
17	Orden de pago final.....	65
18	Declaración de la Coordinadora del proyecto de investigación.....	66
19	Aval del director del Instituto de Investigaciones, del Centro Universitario de Zacapa	66
20	Visado de la Dirección General de Investigación.....	67

Índice de Tablas

Tabla 1. Cantidad de especies reportadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala	24
Tabla 2. Cantidad de visitantes florales capturados en plantas utilizadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala.	27
Tabla 3. Descriptores de la red de interacción entre visitantes florales y plantas utilizadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala.	28
Tabla 4. Fuerza de conexión y grado de especie de la red de visitantes florales y plantas utilizadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala.	29
Tabla 5. Localidades de colecta por propietarios de huertos entrevistados en seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala.	43
Tabla 6. Listado de especies y uso reportados por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala	44
Tabla 7. Especies de plantas medicinales más utilizadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala	51
Tabla 8. Especies de plantas alimenticias más utilizadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala	52
Tabla 9. Usos medicinales específicos asignados por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala	53
Tabla 10. Usos alimenticios específicos asignados por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala	54
Tabla 11. Prácticas de manejo reportadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala	55
Tabla 12. Identificación molecular de plantas reportadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala	56
Tabla 13. Listado de visitantes florales capturados en especies de plantas utilizadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala	57
Tabla 14. Listado de plantas seleccionadas por los comunitarios y sembradas en el huerto demostrativo, Loma de San Juan, Cabañas, Zacapa	62

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación de las localidades de estudio	12
Figura 2. Porcentaje de plantas usadas como medicina, alimento o de uso mixto por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala.	24
Figura 3. Origen de las especies reportadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala	25
Figura 4. Representación de la red de interacción entre los visitantes florales y plantas utilizadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala.	27
Figura 5. Tapesco para siembra aérea para protección de cultivos	63
Figura 6. Siembra de plantas en huerto demostrativo	63

Índice de Apéndices

Apéndice I. Protocolo CTAB 2X	38
Apéndice II. Entrevista semi-estructurada	39
Apéndice III. Localidades de colecta	43
Apéndice IV. Listado de especies	44
Apéndice V. Especies más utilizadas como medicina o alimento	51
Apéndice VI. Usos medicinales y alimenticios específicos	53
Apéndice VII. Prácticas de manejo	55
Apéndice VIII. Identificación molecular	56
Apéndice IX. Visitantes florales	57
Apéndice X. Folleto “La importancia de los polinizadores en los huertos familiares”	61
Apéndice XI. Plantas sembradas en huerto demostrativo	62
Apéndice XII. Fotografías	63

1 Resumen y palabras claves

Los huertos familiares se consideran una alternativa para la conservación de la biodiversidad de plantas y polinizadores, y para fortalecer la seguridad alimentaria. En este sentido, los principales objetivos del proyecto fueron: 1) actualizar el listado de plantas útiles presentes en huertos familiares del corredor seco en Zacapa, 2) registrar la riqueza de polinizadores potenciales, presentes, 3) describir las interacciones planta-visitante floral, y 4) determinar las especies de abejas indispensables para el mantenimiento de las redes de polinización. Para cumplir estos objetivos, se entrevistaron propietarios de huertos familiares de seis aldeas del bosque seco de Zacapa. Las especies de plantas reportadas fueron identificadas morfológicamente y se aplicó el método de identificación molecular de barcoding como método adicional. Por último, se realizó un análisis de redes de interacción ecológica para describir las redes planta-polinizador. En total, fueron identificadas 120 especies de plantas medicinales o alimenticias pertenecientes a 58 familias. Las especies más utilizadas son nativas, ricas en micronutrientes (*Crotalaria longirostrata* -chipilín, *Solanum americanum* -quilete) o con propiedades medicinales comprobadas (*Dysphania ambrosioides* -apazote, *Tridax procumbens* -hierba del toro). Se colectaron 51 especies de visitantes florales sobre 28 especies vegetales. El análisis de red sugiere una red planta-visitante floral estable y resiliente a potenciales extinciones locales. Las especies de abejas sin aguijón (*Tetragonisca angustula*, *Trigona fulviventris*, *Nannotrigona perilampoides* y *Trigona* sp1.) son las más relevantes para la red. Los resultados reafirman el importante rol jugado por los huertos familiares en la conservación de la diversidad biológica y fortalecimiento de la seguridad alimentaria.

Palabras clave: abejas, polinización, barcoding, huertos familiares, redes de interacción

Abstract and keyword

Family gardens are considered an alternative for the conservation of the biodiversity of plants and pollinators, and to strengthen food security. In this sense, the main objectives of the project were: 1) to update the list of useful plants present in home gardens of the dry corridor in Zacapa, 2) to register the richness of potential pollinators present, 3) to describe the plant-floral visitor

interactions, and 4) to determine the species of bees essential for the maintenance of pollination networks. To meet these objectives, family garden owners from six villages in the dry forest of Zacapa were interviewed. The reported plant species were identified morphologically and the barcoding molecular identification method was applied as an additional method. Finally, an ecological interaction network analysis was performed to describe the plant-pollinator networks. In total, 120 species of medicinal or food plants belonging to 58 families were identified. The most used species are native, rich in micronutrients (*Crotalaria longirostrata* -chipilín, *Solanum americanum* -quilete) or with proven medicinal properties (*Dysphania ambrosioides* -apazote, *Tridax procumbens* -hierba del toro). 51 species of floral visitors were collected on 28 plant species. The network analysis suggests a stable and resilient plant-floral visitor network to potential local extinctions. The stingless bee species (*Tetragonisca angustula*, *Trigona fulviventris*, *Nannotrigona perilampoides* and *Trigona* sp1.) are the most relevant for the network. The results confirm the important role played by family gardens in the conservation of biological diversity and strengthening of food security.

Keywords: bees, pollination, barcoding, family gardens, interaction networks

2 Introducción

Las actividades antropogénicas inciden de manera evidente en la conservación de la biodiversidad. Los huertos familiares se han definido como cultivos mixtos de vegetales, frutas, especias, hierbas y plantas ornamentales y medicinales, localizados alrededor de las viviendas (Kumar & Nair 2004, Galhena et al. 2013). Estos espacios forman un sistema único que puede fortalecer las estrategias para conservar la diversidad vegetal, la fauna asociada, y las interacciones entre ambas que favorecen la estabilidad y producción de los ecosistemas (Hammond 1995, Barthel et al. 2013). Por otra parte, los huertos familiares rurales son, sin buscar este fin, un reservorio genético de plantas con potencial nutricional alto. Sin embargo, dentro de este reservorio pueden encontrarse especies poco conocidas por ser de uso y distribución local (Campanaro et al. 2018). Tanto la conservación de especies como su aprovechamiento eficiente se basa en el conocimiento preciso de la identidad de las especies que se desean conservar y utilizar. Las metodologías

moleculares, cómo el método del código de barras o “barcoding” son herramientas importantes que complementan la identificación morfológica y permiten descubrir nuevas especies y (Hollingsworth et al. 2016). Este método es uno de los más usados actualmente por ser bastante preciso y con costos de implementación cada vez más accesibles (Hollingsworth et al. 2016).

La polinización es uno de los procesos naturales esenciales para la vida. Generalmente, este proceso es mediado por algún agente biótico o abiótico. Una gran proporción de las plantas con flor son polinizadas por animales, siendo los principales polinizadores, las abejas (Ollerton 2017). Por otra parte, las interacciones planta-polinizador son esenciales para mantener la estabilidad y producción de los sistemas naturales y agrícolas (Garibaldi et al. 2016, Bendel et al. 2019), sin embargo, existen estudios que documentan que la disminución de la riqueza y abundancia de polinizadores puede reducir la calidad y el rendimiento de las plantas (Garibaldi et al. 2016, Cardinale et al. 2012). Además, se ha determinado que los cultivos dependientes, total o parcial, de polinizadores animales contienen arriba del 90% de vitamina C, la totalidad de licopeno y casi la totalidad de los antioxidantes β -criptoxantina y β -tocoferol, la mayoría de los lípidos, vitamina A y afines carotenoides, calcio y fluoruro, y una gran proporción de ácido fólico (Eilers et al. 2011). Es por ello, que la pérdida de polinizadores influirá en el detrimento de una dieta nutricionalmente adecuada para la población.

En Guatemala se han realizado estudios que documentan la diversidad vegetal de los huertos familiares y la asocian con su potencial como estrategia de conservación de la biodiversidad (Leiva et al. 2000, Pardo-Villegas et al. 2018). Sin embargo, no existen estudios enfocados en producir información sobre los visitantes florales asociados ni sobre las interacciones. Este trabajo tuvo como objetivo fortalecer el rol de los huertos familiares del corredor seco de Zacapa como alternativa para la conservación de la biodiversidad y fortalecimiento de la seguridad alimentaria, debido a los múltiples beneficios que presentan, como reservorio de diversidad biológica, de procesos ecológicos importantes, de fuentes alimenticias con alto potencial nutricional y de conocimientos tradicionales. Para esto se propusieron los siguientes objetivos específicos: 1) actualizar el listado de plantas útiles presentes en huertos familiares del corredor seco en Zacapa, enfatizando en las plantas nativas poco conocidas, 2) registrar la riqueza taxonómica de los insectos polinizadores potenciales, con énfasis en las abejas, de las especies vegetales útiles, 3)

describir las interacciones planta-visitante floral, 4) determinar las especies de abejas indispensables para mantenimiento las redes de polinización, y 5) Contribuir a la optimización de los huertos familiares. Para cumplir los objetivos se emplearon métodos de identificación con base morfológica y molecular (método de “barcoding”), y se aplicaron metodologías de análisis de redes de interacción ecológica para el estudio de las relaciones planta-visitante floral. Por último, para contribuir con la optimización de los huertos familiares se recopiló información sobre el conocimiento tradicional y se establecieron dispositivos para la conservación de abejas.

3 Planteamiento del problema

Actualmente, estamos enfrentando una pérdida de la biodiversidad alarmante (Dirzo et al. 2014). Los huertos familiares se han considerado como un refugio para la conservación de la diversidad, tanto vegetal (Leiva et al. 2001, Kumar & Nair 2004) y animal (Liu et al. 2019), así como para fortalecer la seguridad alimentaria (Galhena et al. 2013). Sin embargo, la diversidad de las especies presentes en dichos sistemas permanece generalmente conocida únicamente a nivel local, pudiendo estar desaprovechándose especies con potencial nutricional para fortalecer la seguridad alimentaria (Campanaro et al. 2018). La identificación precisa de las especies es indispensable para desarrollar estudios complementarios sobre las características nutricionales o medicinales de las plantas (Campanaro et al. 2018).

Actualmente, los métodos moleculares basados en el estudio de secuencias de ADN han revolucionado varios campos relacionados con la biología y la biotecnología. El método del código de barras o “barcoding” ha resultado de gran utilidad en el campo de la taxonomía, siendo utilizado para la identificación de especies y para el descubrimiento de especies nuevas (Hollingsworth et al. 2016).

Por otra parte, la polinización es un servicio ecosistémico esencial para la producción de frutas y verduras, sin embargo, existe evidencia de la disminución de las poblaciones de polinizadores, especialmente de las abejas (Klein et al. 2007). Las interacciones entre especies son fundamentales para mantener la estabilidad y producción de los ecosistemas (Hammond 1995), pero la disminución de especies puede reducir el número de interacciones y la calidad de estas.

(Cardinale 2012). Por lo tanto, conocer y conservar la biodiversidad, así como las interacciones entre especies es crítico para mantener los servicios ecosistémicos que aportan.

En la región del bosque seco de Guatemala Leiva et al. (2000) documentaron la diversidad vegetal de los huertos familiares de la región, hace 20 años. Sin embargo, no existe ningún estudio que informe sobre los visitantes florales y las interacciones entre estos y las plantas en estos sistemas agrícolas. Por otro lado, Guatemala registra niveles alarmantes de desnutrición en niños menores de 5 años a nivel nacional, y recientemente se ha reportado que existe un posible incremento en la desnutrición crónica en la región del corredor seco (UNICEF, 2019). Se ha evidenciado que los huertos familiares pueden incrementar la capacidad de respuesta ante crisis ambientales, económicas y/o políticas (Buchmann 2009), pero ello requiere tener un conocimiento de su potencial, en cuanto a diversidad biológica y cultural.

Este trabajo busca fortalecer el rol jugado por los huertos familiares en preservar la diversidad biológica y en el fortalecimiento de la seguridad alimentaria a través de actualizar el inventario de las plantas presentes en los huertos familiares del corredor seco en Zacapa, enfatizando en las plantas nativas poco conocidas para ofrecer opciones que fortalezcan la seguridad alimentaria. Adicionalmente, el estudio proporcionará información sobre los visitantes florales asociados, enfocándose en las abejas y sobre las redes de interacción planta-visitante floral para identificar especies de abejas esenciales en la polinización. De esta manera se proporcionará información que pueda ser considerada para mantener la estabilidad de los ecosistemas rurales y mejorar la producción y calidad de frutos y verduras. Como información adicional se indagará sobre los conocimientos tradicionales relacionados con las plantas para valorizar la importancia de los huertos familiares.

4 Delimitación en tiempo y espacio

4.1 Delimitación en tiempo

El estudio tuvo una duración de 11 meses, dando inicio en febrero de 2021 y finalizando en diciembre del mismo año.

4.2 Delimitación espacial

El presente trabajo se realizó en el departamento de Zacapa, en las aldeas Guadalupe del municipio de Zacapa y San Vicente, Sunzapote, Lomas de San Juan y Plan de la Cruz del municipio de Cabañas.

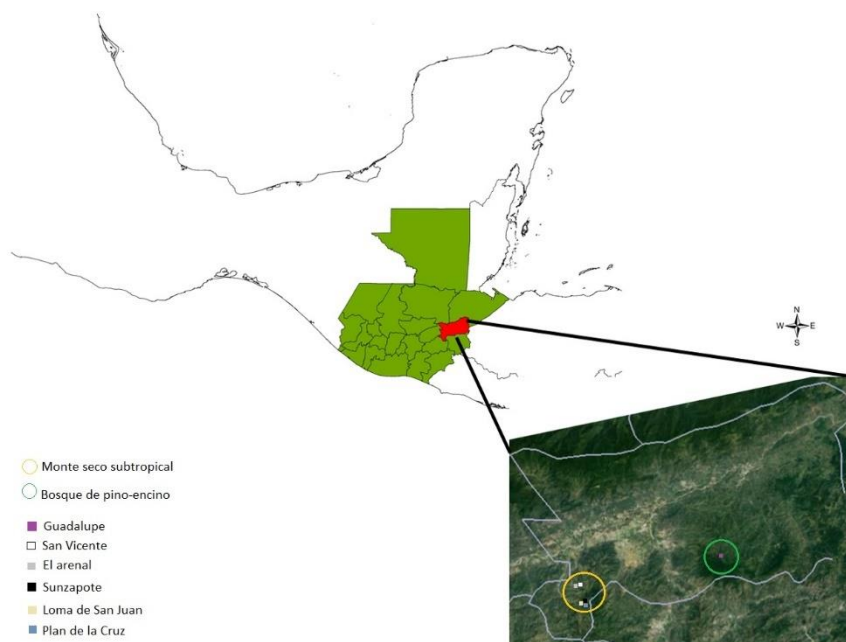


Figura 1. Ubicación de las localidades de estudio

5 Marco teórico

La diversidad biológica es esencial para el desarrollo del ser humano, sin embargo, actualmente se encuentra altamente amenazada (Dirzo et al. 2014). Los huertos familiares rurales constituyen una alternativa para preservar diversidad animal y vegetal, (Kumar & Nair 2004, Liu et al. 2019), y de la diversidad cultural, además de ser una fuente de nutrientes que pueden fortalecer la seguridad alimentaria de la población (Barthel et al. 2013). Para fortalecer el rol de estos espacios como una estrategia de conservación es necesario conocer cuál es su diversidad. En el corredor seco, en Zacapa, existe un estudio muy completo que documenta la diversidad de plantas presentes en los huertos familiares que data de dos décadas atrás (Leiva et al. 2000), por lo que es necesario actualizar ese conocimiento. Adicionalmente, no existen trabajos que registren la diversidad de los polinizadores potenciales asociados, ni de las interacciones entre ellos. Esta información es

relevante ya que las redes de interacción entre especies son esenciales para mantener la estabilidad de los ecosistemas y la producción de frutos de calidad (Hammond 1995).

La identificación de las especies es primordial para poder conocer la diversidad existente en un sitio, además es la base para poder realizar esfuerzos de conservación y desarrollar estudios específicos, por ejemplo, sobre características nutricionales de las plantas (Campanaro et al. 2018). Actualmente, existen métodos moleculares que complementan el esfuerzo de identificación y descubrimiento de especies basados en morfología. El método del código de barras del ADN contempla el uso de una o unas pocas regiones del ADN para distinguir entre especies (Hebert et al. 2004). El código de barras de plantas consiste en una secuencia corta estandarizada, entre 400 a 800 pares de bases (bp), presente en todas las plantas (Kress, 2017). Los estudios de código de barras en plantas utilizan generalmente una combinación de más de un marcador molecular para diferenciar entre especies, entre los que están algunas regiones de plástidos (*rbcL*, *matK*, *trnH-psbA*) y regiones del ribosoma nuclear (ITS o ITS2) (Hollingsworth et al. 2016). Para poder aplicar el método del código de barras como una herramienta para identificar especies es necesario la construcción de una librería de códigos de barra de especies conocidas que sirva de referencia para contrastar secuencias desconocidas con el fin de que empaten con alguna de las secuencias de la librería (Kress 2017). Para lograrlo se deben obtener secuencias de varios individuos de una especie identificada morfológicamente. Las secuencias deben ser depositadas en una base de datos de acceso libre como GenBank o “Barcode of Life Datasystem (BOLD)” y los ejemplares, de los cuales se obtuvieron las muestras, en un herbario; secuencias y ejemplares deben llevar un código único que las asocie (Kress 2017).

La polinización por insectos constituye un servicio ecosistémico esencial (Klein et al. 2007), sin embargo, diversos factores, como la destrucción o la fragmentación del hábitat, afectan su diversidad y abundancia (Potts et al. 2010). Estudios sugieren que hábitats semi-naturales tienen un papel relevante en la conservación de insectos polinizadores (Klein et al. 2012), por lo que los huertos familiares son candidatos importantes para contribuir con la conservación de los polinizadores. Por otro lado, la conservación de las redes de interacción planta-polinizadores es tan importante como la conservación de las especies en sí y muchas veces puede preceder la extinción de las especies, sin embargo, este componente ha sido poco estudiado (Valiente-Banuet

et al. 2015). Se ha reportado que si se reduce la diversidad de polinizadores se pierde la estabilidad de las redes de interacción y que el aumento de especies de plantas y su abundancia es imprescindible para el aumento de la diversidad y abundancia de polinizadores (Valiente-Banuet et al. 2015, Bendel et al. 2019). Por lo tanto, es necesario mantener y fomentar la diversidad vegetal de los huertos familiares rurales para incrementar la cantidad de polinizadores y de esta manera mejorar la calidad de la producción de las plantas.

Se ha sugerido que los huertos familiares constituyen refugios bio-culturales, es decir espacios que albergan especies nativas, pero también conocimiento y experiencias, que han permitido a grupos humanos enfrentar períodos de escasez en diferentes partes del mundo en diferentes épocas (Barthel et al. 2013). Sin embargo, se ha documentado que la industrialización de la agricultura y otras presiones de la modernización provocan el olvido de los conocimientos y amenazan la capacidad de resiliencia de las poblaciones (Barthel et al. 2013, Sawe et al. 2020). Desarrollar material sobre los usos y conocimientos de los pobladores puede contribuir a que los comunitarios valoricen los conocimientos que poseen como grupo social. Por otro lado, existen estudios que sugieren que la producción de los cultivos puede beneficiarse al fortalecer y/o mejorar los conocimientos y habilidades sobre prácticas agrícolas de los propietarios de los huertos (Turner & Brush, 1997). Por eso es importante sistematizar la información sobre las prácticas agrícolas, las cuáles pueden ser evaluadas y posteriormente proponer mejoras o prácticas alternativas para aumentar los rendimientos de las plantas cultivadas y optimizar los huertos familiares.

6 Estado del arte

En Guatemala se han desarrollado estudios que se han enfocado en documentar la diversidad vegetal utilizada por la población guatemalteca. Orellana (1998) realizó una recopilación de los estudios realizados desde la década de los años 40 hasta la década de los años 90. La mayoría de estudios se han enfocados principalmente en estudiar la flora utilizada con fines medicinales en diferentes regiones del país.

En su trabajo, Orellana (1998) amplía el enfoque y documenta el uso de plantas medicinales y comestibles empleadas en comunidades de la Reserva de la Biósfera Sierra de las Minas. Posteriormente, Ruiz (2006) hace una relación entre el paisaje y la distribución de las especies

vegetales de utilidad en la región de Chelemhá, Alta Verapaz. En este trabajo se reporta un mayor espectro de usos, que incluyen construcción, ornamentación, simbólico, además de los usos comestibles y medicinales, tradicionalmente reportados. Recientemente, Azurdia (2016), realizó una recopilación bibliográfica y basado en experiencia personal, que incluye la descripción, la distribución, el origen y los usos de especies nativas poco conocidas con alto potencial nutricional consumidas en Guatemala.

Otros estudios, se han centrado en documentar la diversidad presente en los huertos familiares rurales, evidenciando la contribución de estos sistemas agrícolas en la conservación de la flora nativa de las regiones de estudio (Leiva et al. 2000, Pardo-Villegas et al. 2018). Pardo-Villegas et al. (2018) reportaron que el 60% de las plantas presentes en los huertos familiares de la Reserva Natural de usos Múltiples Monterrico son de origen nativo, apoyando, por lo tanto, la hipótesis de que los huertos familiares constituyen una alternativa para la conservación *in situ* de la flora nativa. Como producto complementario Pardo-Villegas et al (2018) proporcionan un listado de murciélagos y aves asociados con los huertos familiares del área de estudio.

Por su parte Leiva et al. (2000) realizaron un estudio sobre la diversidad vegetal de los huertos familiares de la región semi-árida de Guatemala donde identificaron 276 especies de plantas, 50% de las cuales son nativas, evidenciando una vez más la importancia de los huertos familiares para conservar la diversidad vegetal nativa. Adicionalmente, Leiva et al. (2000) describen otros beneficios ecológicos como la regulación del microclima gracias a la presencia de árboles productores de sombra, y la conservación de los suelos, gracias a las prácticas de manejo.

Actualmente, se ha hecho relevante la importancia de la polinización para mejorar la calidad de las frutas y verduras importantes para el ser humano (Eilers et al. 2011). En función de esto, en otros países se han realizado estudios que han investigado sobre los conocimientos sobre polinizadores de la población, mostrando que la mayoría de las personas no reconocen su valor en la producción de frutos (Sawe et al. 2020). Garibaldi et al. (2016), realizaron un estudio a nivel global en donde registraron la riqueza y abundancia de visitantes florales en sistemas agrícolas de tamaño grande y pequeño asociándolo con el rendimiento de los cultivos y encontraron que en los sistemas pequeños existía una relación positiva entre la diversidad de visitantes florales y el rendimiento de los cultivos.

7 Objetivos

7.1 Objetivo general:

Fortalecer el papel de los huertos familiares del corredor seco en Zacapa, como una alternativa para la conservación *in situ* de la biodiversidad local, y para el fortalecimiento de la seguridad alimentaria.

7.2 Objetivos específicos:

- Actualizar el listado de especies vegetales útiles (alimenticias o medicinales), con énfasis en identificar especies subutilizadas e ignoradas, presentes en los huertos familiares del corredor seco, Zacapa.
- Registrar la riqueza taxonómica de los insectos polinizadores potenciales, con énfasis en las abejas, de las especies vegetales útiles, presentes en los huertos familiares del corredor seco, Zacapa.
- Describir las interacciones planta-visitante floral en huertos del corredor seco, Zacapa.
- Determinar las especies de abejas indispensables para mantenimiento las redes de polinización.
- Contribuir a la optimización de los huertos familiares por medio de sistematizar el conocimiento tradicional y el establecimiento de dispositivos para la conservación de abejas, principales polinizadores.

8 Hipótesis

Los huertos familiares contribuyen con la conservación de la biodiversidad y con la seguridad alimentaria de las familias propietarias con especies vegetales nativas conocidas, pero además con especies poco conocidas y con una amplia riqueza de abejas que favorece las redes de interacción.

9 Materiales y métodos

9.1 Enfoque de la investigación

Esta investigación tiene un enfoque exploratorio por que aporta información sobre la riqueza de especies de plantas y visitantes florales y las interacciones entre estos en los huertos familiares de la región. Adicionalmente, se proporciona información sobre los usos que las personas le dan a las plantas cultivadas en los huertos lo cual permite valorizar las relaciones entre las personas, la diversidad biológica y su entorno.

9.2 Método

Para obtener la información se realizaron encuestas semi-estructuradas a los propietarios de los huertos visitados para indagar sobre la diversidad de plantas, el uso que se les da y la forma de cultivar. Se realizaron recolectas de ejemplares de plantas útiles presentes en los huertos para ser identificadas morfológicamente por medio del uso de un estereoscopio y claves de identificación. Se obtuvo muestras de tejido de los ejemplares de plantas para realizar análisis moleculares por medio de la técnica del código de barras para identificar las especies molecularmente. Adicionalmente, se realizaron recolectas de visitantes florales sobre las flores de las plantas útiles, los cuales fueron identificados morfológicamente utilizando un estereoscopio y claves de identificación.

El proceso de identificación morfológica y molecular de los ejemplares colectados se realizó en el Instituto de Investigaciones de CUNZAC, el cual está debidamente equipado para realizar tanto identificación morfológica como análisis moleculares.

9.3 Recolección de información

Las unidades de estudio son cada una de las comunidades seleccionadas, las cuales tienen características particulares en relación a su localización geográfica.

Las unidades de muestreo consisten en cada uno de los huertos que fueron visitados. Los huertos incluidos en el estudio fueron seleccionados de manera preferencial para obtener la mayor información posible, en cuanto a biodiversidad y conocimientos. Para esto se solicitó la colaboración de los líderes de la comunidad.

El universo de estudio corresponde a todas las plantas y los visitantes florales, y la población está conformada por los ejemplares colectados.

9.4 Técnicas e instrumentos

Caracterización espacial del entorno:

Cada huerto visitado fue georeferenciado. Se realizó una caracterización espacial básica del entorno de cada comunidad. Utilizando un sistema de información geográfica se determinó el tipo de bosque predominante en las regiones que circundan a las comunidades de estudio.

Colecta de plantas:

Se obtuvieron muestras de las plantas indicadas como útiles (uso alimentario o medicinal) por los propietarios de los huertos. Las muestras se identificaron con el nombre común, la fecha de colecta y el nombre del propietario del huerto y se colocaron en bolsas plásticas para ser transportadas al laboratorio donde se colocaron en una prensa para su secado y se ingresaron al herbario para ser identificadas posteriormente. Se colectaron al menos tres ejemplares por especie, procurando que todas las muestras de plantas incluyeran las partes necesarias para la identificación (hojas, flores y frutos), sin embargo, cuando no había flores o frutos disponibles se colectaron muestras únicamente con hojas. El material que fue utilizado para desarrollar los análisis moleculares fue colectado en el campo directamente. De cada planta colectada se seleccionó una o varias hojas verdes, lo más tiernas posibles en buen estado, y material fue colocado, para cada muestra individual, en una bolsa zip-lock con 1 cucharada de silica gel. La bolsa fue etiquetada con la información de colecta correspondiente (nombre común, la fecha de colecta y el nombre del propietario del huerto) y colocada en un recipiente para su transporte. Antes de tomar una nueva muestra las tijeras se sumergieron en alcohol al 70%.

Análisis moleculares:

El procedimiento para realizar los análisis moleculares incluyó la extracción de ADN de especies de plantas reportadas por los comunitarios, amplificación (PCR) del ADN extraído y secuenciación de los extractos de la PCR. Las muestras se procesaron individualmente. La extracción se realizó utilizando el método de CTAB X2 (Apéndice I). La presencia y calidad del

ADN extraído se confirmó utilizando geles de agarosa, además se midió la concentración de ADN utilizando un fluorómetro Qubit de marca Invitrogen.

La amplificación consiste en la replicación de fragmentos de ADN por medio de la reacción en cadena de la polimerasa o PCR. En este trabajo se amplificaron dos regiones conservadas del ADN utilizando dos marcadores moleculares comúnmente utilizados para obtener el código de barras molecular para identificación de especies de plantas (rbcL y Matk). Los primers utilizados fueron matK_390_FW (CGATCTATTCATTCAATATTTC) / matK1326R_RV(TCTAGCACACGAAAGTCGAAGT) y rbcLa_FW (ATGTCACCACAAACAGAGACTAAAGC) / rbcLr590_RV (AGTCCACCGCGTAGACATTCAT). Los PCR se realizaron utilizando 3 µl de muestra en 47 µl de solución master, 50 µl en total. La mezcla para realizar las PCR contenía: 25 µl de solución de master mix JumpStart™ REDTaq® ReadyMix™, en una concentración de 1X, 2 µl (0.4 µM) de cada primer (F y R) del marcador evaluado (rbcL o Matk), 18 µl de agua ultra pura ddH₂O y 3 µl (1 a 200 ng) de muestra de ADN. Las condiciones de temperatura de la amplificación fueron las siguientes para el marcador MatK: desnaturalización inicial de 2 min a 94°C, 35 ciclos de 30 s a 90°C, 30 s 51°C y 2 min a 72°C y una extensión final de 5 min a 72°C. Las condiciones de temperatura de la amplificación para el marcador RbcL fueron: desnaturalización inicial de 2 min a 94°C, 35 ciclos de 30 s a 90°C, 30 s 60.3°C y 2 min a 72°C y una extensión final de 5 min a 72°C. Posteriormente, los productos de la amplificación se visualizaron utilizando geles de agarosa 1%, para comprobar su presencia y calidad.

Para la secuenciación los productos de PCR fueron enviados para ser purificados y secuenciados en ambas direcciones, en el extranjero, por la empresa Macrogen (Macrogen Inc., Seoul, South Korea).

Colecta de visitantes florales:

La colecta de visitantes florales se realizó en los huertos familiares seleccionados, temprano en la mañana para evitar el calor. Las colectas se realizaron los días que se visitaron los huertos, utilizando una red entomológica para capturar los visitantes sobre las flores de plantas útiles en floración. Los individuos colectados fueron sacrificados en una cámara hermética conteniendo cianuro de potasio y posteriormente fueron colocados en un recipiente con la información de la

especie de planta sobre la cual fue colectada, fecha de colecta y nombre del propietario del huerto. Los recipientes fueron llevados al laboratorio y almacenados en el congelador hasta su procesamiento el cual incluye, montaje con alfileres entomológicos, y etiquetado con papel de algodón. Posteriormente los ejemplares fueron identificados utilizando claves entomológicas y un estereoscopio.

Conocimientos tradicionales (usos y prácticas agrícolas):

Se realizó una encuesta a través de entrevistas semi-estructuradas (Apéndice II), a los propietarios de los huertos familiares visitados. De esta manera se obtuvo información sobre el uso que se da a las plantas (alimento, medicina, construcción u otro), técnicas agrícolas empleadas (aplicación de insecticidas, herbicidas, abono, sombra/sol, riego).

Material de divulgación:

Se realizaron fotografías de alta calidad de plantas, de visitantes florales, de prácticas de uso y de preparación de las plantas. Se preparó un folleto de divulgación sobre la importancia de los polinizadores en los huertos familiares, incluyendo información sobre características de los huertos del corredor seco en Zacapa.

Implementación de huerto demostrativo y de dispositivos para conservación de abejas:

Se realizó un taller con miembros de la comunidad para indagar sobre el interés de la realización de un huerto demostrativo. Durante el taller, se realizó, de manera conjunta, un listado de las especies que los comunitarios deseaban sembrar en el huerto. De acuerdo a lo establecido en la reunión una parte de las plantas sería comprada y otra sería aportada por la comunidad. En relación a las plantas que debían ser compradas, algunas debían sembrarse a partir de semillas y otras por pilones o esquejes. Las semillas fueron compradas en distintas agropecuarias y los pilones en una empresa productora de pilones. Adicionalmente, se realizaron gestiones ante el ICTA para adquirir esquejes de yuca y camote. Posteriormente, los comunitarios prepararon el terreno para realizar la siembra y una semana después se realizó una actividad para sembrar las plantas y semillas obtenidas. En esta actividad participaron mujeres, hombres y niños y niñas. Los comunitarios se organizaron en parejas para regar la siembra diariamente. Al momento de la cosecha se realizó una actividad para repartir los productos. El uso de hoteles para polinizadores puede contribuir a aumentar la presencia de visitantes florales ya que ofrece sitios para anidar y

también les proporciona recursos alimenticios apoyando la conservación de abejas, al mismo tiempo que mejora la productividad de los cultivos. Con el fin de promover el interés en la conservación de los polinizadores se presentaron e instalaron, en el huerto demostrativo, dos dispositivos de “hotel para polinizador” durante una de las actividades relacionadas con la implementación del huerto demostrativo.

9.5 Procesamiento y análisis de la información

Identificación taxonómica de plantas:

Para la identificación morfológica de las plantas se utilizaron claves taxonómicas y un estereomicroscopio. Los nombres aceptados de las especies y las familias a las que estas pertenecen fueron confirmados utilizando el sitio del Royal Botanic Gardens, Kew (Powo, 2022). Este sitio también fue utilizado para recabar información sobre el origen de las especies registradas.

Identificación molecular de plantas:

Los cromatogramas obtenidos a partir de la secuenciación de los productos de PCR del ADN extraído y amplificado utilizando los marcadores moleculares MatK y RbcL fueron visualizados, y posteriormente las secuencias fueron editadas, alineadas y ensambladas utilizando el software Geneious Prime® (v.2019.2.3. Biomatters Ltd.). Las secuencias de baja calidad fueron eliminadas. Los pares de bases de baja calidad del inicio y fin de las secuencias fueron recortados. Las secuencias de ambas direcciones fueron ensambladas utilizando la función de ensamblaje de Novo, las secuencias consenso fueron editadas cuando fuera necesario y por último fueron extraídas. Posteriormente, las secuencias consenso de todas las especies fueron alineadas entre sí. Las secuencias fueron guardadas en un alineamiento único en formato FASTA.

Por último, se realizó una búsqueda para encontrar regiones de similitud con secuencias de las regiones amplificadas (MatK y RbcL) de libre acceso, disponibles en la base de datos de NCBI (National Center for Biotechnology Information) y así identificar las especies a las que corresponden las muestras analizadas. La búsqueda se realizó por medio del programa BLAST (Basic Local Alignment Search Tool), implementado en Geneious Prime® (v.2019.2.3. Biomatters Ltd.).

El archivo generado al desarrollar la búsqueda usando BLAST fue guardado en formato CVS. Se compararon los nombres de las especies obtenidos por medio de BLAST con los nombres asignados en función de la identificación morfológica.

Conocimientos tradicionales (usos y prácticas agrícolas):

Se realizó un análisis descriptivo de la información obtenida a través de las entrevistas con los propietarios de los huertos familiares visitados. Se proporciona información sobre los tipos de uso, las especies más utilizadas y el origen de las especies reportadas. Se elaboró un listado de plantas más importantes reportadas por las personas entrevistadas. Se reporta también algunas prácticas de manejo que realizan los propietarios de los huertos.

Identificación de abejas y otros visitantes florales:

Los ejemplares colectados fueron identificados hasta el nivel de especie, cuando fue posible. Cuando no fue posible identificar hasta especie se utilizó la categoría de morfoespecie. La identificación se realizó utilizando claves taxonómicas especializadas y estereomicroscopios.

Redes de interacción:

Las redes de interacción entre plantas y visitantes florales se construyeron utilizando la riqueza de los visitantes florales y de las especies de plantas visitadas por cada visitante. Los análisis de redes de interacción se realizaron utilizando el paquete “bipartite” (Dormann et al. 2018) implementado en el software R (versión 3.3.1., R Core Team 2016). La red de interacción planta-visitante floral fue descrita por medio del índice del grado de interacción (H2, donde 0= más especializado y 1= más generalizado), la conectancia, la densidad de enlaces, el promedio de enlaces, (Blüthgen et al. 2006).

Material de divulgación:

La información incluida en el folleto tiene busca comunicar a las personas sobre la importancia de la polinización y de los polinizadores en los huertos familiares. Las fotografías fueron seleccionadas con el fin de mostrar esa importancia.

Implementación de huerto demostrativo y de dispositivos para conservación de abejas:

Esta actividad se evaluó con base en la participación, colaboración de los participantes y en el éxito de la producción de las siembras. El éxito de la instalación de los dispositivos para

conservación de abejas (hoteles de polinizadores) se evaluó visualmente, al comprobar que los espacios proporcionados fueron ocupados por insectos.

10 Resultados y discusión

10.1 Resultados

Caracterización espacial del entorno:

Cada huerto visitado fue georeferenciado (Tabla 5 en Apéndice III). El análisis espacial muestra que el bosque predominante en Guadalupe es bosque de pino-encino mientras el de las otras aldeas es monte seco subtropical (Figura 1, Tabla 5 en Apéndice III).

Identificación taxonómica de plantas:

Durante este trabajo fueron entrevistadas 20 personas (13 mujeres y 7 hombres) de las aldeas Guadalupe (4), San Vicente (1), El Arenal (1), Sunzapote (3), Loma de San Juan (4) y Plan de la Cruz (7) del departamento de Zacapa (Figura 1 y Tabla 5 en Apéndice III). El rango de edad de las personas varió entre 23 y 92 años. Los informantes reportaron 186 nombres vernáculos diferentes de plantas que usan como alimento, medicina o ambos. De los nombres reportados 153 corresponden a 120 especies taxonómicas y 37 no pudieron ser identificados taxonómicamente (Tabla 6 en Apéndice IV). Las especies taxonómicas corresponden a 58 familias de plantas de las cuales las más representadas son las familias Asteraceae (9%), Fabaceae (9%), Solanaceae (5%), Verbenaceae (5%) y Lamiaceae (4%). El resto está representado por menos de 4 especies.

Conocimientos tradicionales (usos y prácticas agrícolas):

Los propietarios de los huertos visitados reportan entre 5 y 43 especies diferentes (Tabla 1). Los principales usos que se le otorgan a las plantas reportadas como útiles son como medicina o alimento, sin embargo, también algunas personas reportaron el uso de algunas plantas como veneno para matar peces, madera, para hacer engrudo o de beneficio para el bosque.

Tabla 1. Cantidad de especies reportadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala

Informante	Cantidad de especies	Informante	Cantidad de especies
Informante 04	43	informante 11	16
informante 16	40	Informante 05	16
informante 18	38	Informante 08	13
Informante 02	38	Informante 06	12
Informante 07	33	Informante 19	12
Informante 17	27	informante 13	11
Informante 09	26	informante 15	10
informante 14	21	informante 12	8
Informante 20	19	informante 10	5
Informante 03	17	Informante 01	5

Un reporte importante que no se documentó es la importancia para los propietarios de plantas ornamentales o flores de jardín. También reportaron el uso de la cera de abejas nativas y del polvo de cascabel como medicina. Del total de plantas reportadas, 44% son usadas como medicina, 34% como alimento y 22% tienen un uso mixto como medicina y/o alimento (Figura 2).

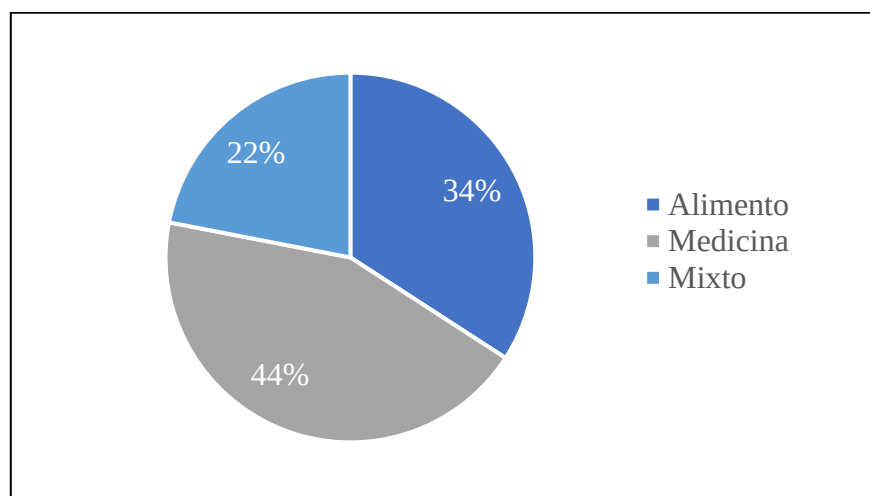


Figura 2. Porcentaje de plantas usadas como medicina, alimento o de uso mixto por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala.

La mayoría de las plantas de uso medicinal fueron reportadas por un solo informante (75%), y el 25% fueron reportadas por 3 a 7 personas. Las especies más usadas como medicina son el apazote

(*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants), el tabardillo (*Mikania micrantha* Kunth), la hierba del toro (*Tridax procumbens* L.) y la hierba del pollo (*Tradescantia zebrina* Bosse) (Tabla 7 en Apéndice V). En relación a las plantas alimenticias el 42% fueron reportadas por 3 a 15 personas. Las plantas alimenticias más usadas son el quilete o hierbamora (*Solanum americanum* Mill.), el chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook. & Arn.), el tomate chiquito (*Solanum lycopersicum* L.), el bledo (*Amaranthus* sp. L.) y el ayote (*Cucurbita argyrosperma* C. Huber) (Tabla 8 en Apéndice V).

En total, fueron registrados 73 usos medicinales diferentes y 8 usos alimenticios específicos. Las principales afecciones tratadas con las plantas reportadas incluyen fiebre, tos, dolor de estómago, diabetes, gastritis, nervios, cáncer, cólicos y dolor menstrual (Tabla 9 en Apéndice VI). Los principales usos alimenticios reportados fueron como alimento para preparar la comida, condimento, refresco, colorante, vinagre, vitamina, fruto y también como alimento para animales (Tabla 10 en Apéndice VI).

En general las plantas reportadas por las personas entrevistadas corresponden a especies nativas, siendo que el 61 % de las especies tienen su origen en las regiones tropicales de América que incluyen Guatemala (Figura 3, Tabla 6 en Apéndice IV).

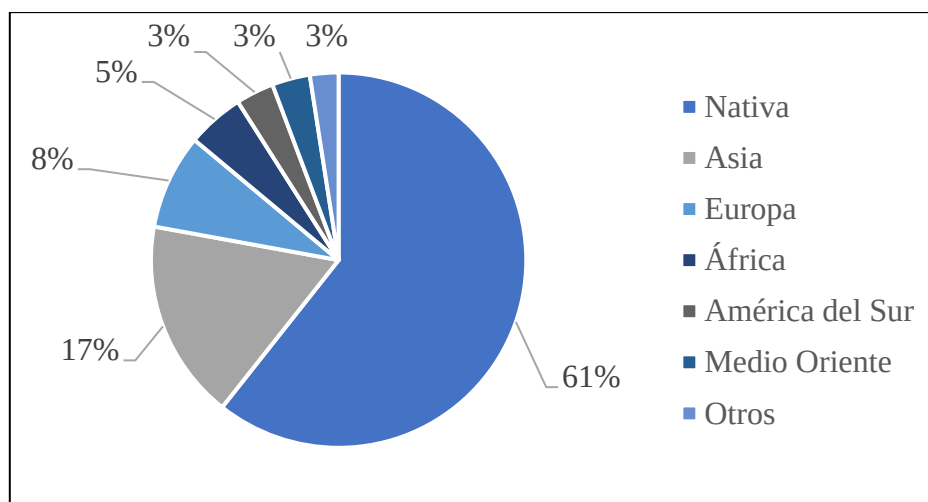


Figura 3. Origen de las especies reportadas por propietarios de huertos de seis comunidades de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala

En relación a las prácticas de manejo que realizan las personas entrevistadas se obtuvo información sobre la aplicación de abono, de insecticidas y algunas prácticas de siembra (Tabla 11 en Apéndice VII). Las personas reportan el uso de excremento de animales como abono. Reportan que antes de mezclarlo con la tierra lo lavan para limpiarlo y para desinfectarlo lo lavan con agua caliente, indicaron que le pueden agregar insecticida para eliminar insectos que puedan dañar los cultivos. Una práctica común para proteger los cultivos es realizar la siembra en alto, para esto construyen un tapesco en donde realizan la siembra (Figura 5 en Apéndice XII).

Identificación molecular de plantas

La identificación molecular de las plantas utilizadas por los propietarios de los huertos visitados, se realizó empleando la técnica del código de barras (barcoding) y se utilizaron dos marcadores moleculares que se usan comúnmente para este fin, los marcadores MatK y RbcL. Fueron obtenidas secuencias de 29 especies para el marcador RbcL y 17 para el marcador MatK (Tabla 12 en Apéndice VIII). La identificación con base en el marcador RbcL coincidió con la identificación morfológica en 8 de los casos. Para 17 especies la identificación por medio del marcador RbcL coincide en el género morfológico, pero no con la especie. En dos casos no coincide el género y en dos las especies identificadas por el marcador y por morfología no pertenecen a la misma familia. En relación al marcador MatK, seis especies coinciden con las especies identificadas morfológicamente, 10 especies coinciden en el género, pero no en la especie y en un caso las especies identificadas no están ubicadas en la misma familia. Los dos marcadores coincidieron entre ellos y con la identificación morfológica en cinco especies.

Redes de interacción y visitantes florales:

Durante el trabajo fueron capturados 152 visitantes florales en 28 recursos. Los recursos incluyen plantas medicinales o alimenticias reportadas por los propietarios de los huertos, una planta de jardín, nido de abejas y volando. Estos últimos tres recursos se incluyen debido a que proveen visitantes potenciales para las plantas de los huertos. Fueron identificadas 51 morfoespecies de insectos visitantes florales de los órdenes Hymenoptera (45) y Diptera (6) (Tabla 13 en Apéndice IX). La mayoría de los visitantes capturados (133) corresponden a representantes de 35 morfoespecies de abejas (Apoidea, Hymenoptera) (Tabla 2).

Tabla 2. Cantidad de visitantes florales capturados en plantas utilizadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala.

Orden	Superfamilia	Morfoespecie	Abundancia morfoespecies
Diptera		6	9
Hymenoptera	Apoidea	35	133
Hymenoptera	Vespoidea	10	10
Total		51	152

Para describir las interacciones entre los recursos florales y sus visitantes, y crear una red de interacción, se asignó un código a cada morfoespecie de visitante y uno a cada especie de planta visitada (Tabla 13 en Apéndice IX). Se observaron 96 interacciones entre los visitantes florales y las plantas visitadas (Figura 4). En la figura, el tamaño de los cuadros representa la cantidad de especies con las cuales cada especie está interactuando, por lo que se observa las especies de visitantes representadas por los cuadros de arriba a la derecha visitan más plantas y las plantas de la porción inferior derecha son visitadas por más especies.

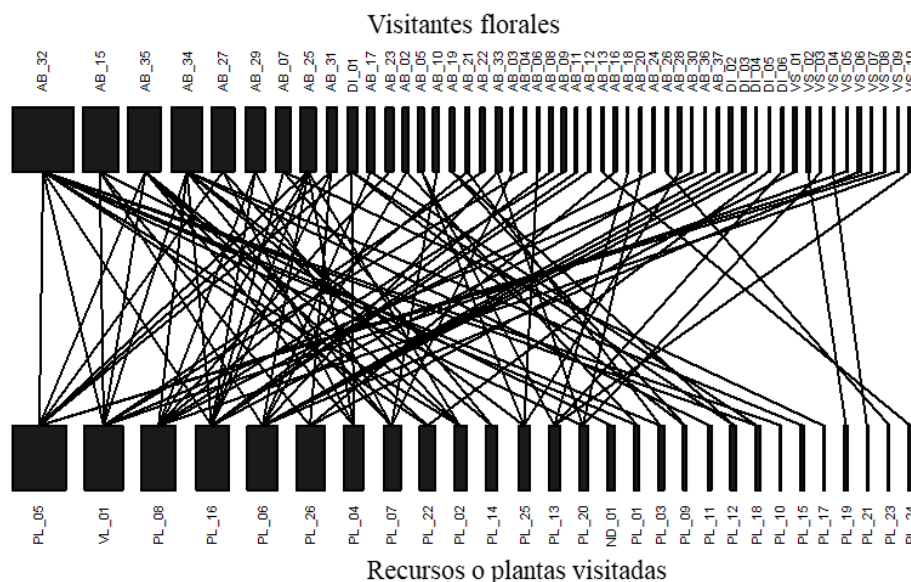


Figura 4. Representación de la red de interacción entre los visitantes florales y plantas utilizadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala.

En la tabla 3, se muestran los valores de los principales parámetros utilizados para describir la red. El parámetro de conectancia para la red estudiada es bajo, es decir que en relación al total de enlaces posibles el porcentaje de conexiones que se dan en la red es bajo. El promedio de enlaces entre los integrantes de la red muestra que las especies visitan en promedio 1.20 flores del total de flores muestreadas. El índice H2' es un descriptor que permite evaluar la especialización de la red, en el caso de la red que se está evaluando el valor de este índice (H2': 0.39796) está en el rango inferior de los valores que puede adquirir (0 a 1). La densidad de enlaces tiene un valor de 4.2278 lo cual puede ser considerado alto.

Tabla 3. Descriptores de la red de interacción entre visitantes florales y plantas utilizadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala.

Descriptor	valor
Conectancia	0.06793
Enlaces por especie	1.2278
H2'	0.39796
Densidad de enlaces	4.2278

De acuerdo a los valores del parámetro fuerza de conexión las especies *Tetragonisca angustula* y *Trigona fulviventris* son las especies de visitantes florales de mayor importancia para la red, mientras *Cordia truncata* (chaparro), *Turnera ulmifolia* (jardín 1) y *Crotalaria longirostrata* (chipilín) (Tabla 4) son las plantas más relevantes. Esto es corroborado por los valores del grado de especie que muestra que esas especies interactúan con más especies.

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI–

Tabla 4. Fuerza de conexión y grado de especie de la red de visitantes florales y plantas utilizadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa.

Grupo	Código	Especie	Fuerza de conexión	Grado de especie
Visitante	AB_32	Tetragonisca angustula	4.38882784	10
	AB_34	Trigona fulviventris	3.11172161	8
	AB_15	Halictus sp1	1.96060606	4
	AB_35	Trigona sp1	1.38690476	6
	AB_07	Ceratina sp3	1.87692308	3
	DI_01	Diptera sp1	1.17261905	4
	AB_19	Lasioglossum sp1	1	2
	AB_27	Paratrigona guatemalensis	0.96785714	3
	AB_17	Halictus sp3	0.66666667	2
	AB_29	Pseudaugochlora sp1	0.65384615	3
	AB_25	Nannotrigona perilampoides	0.60430403	6
	AB_02	Apis mellifera	0.58333333	2
Planta	PL_06	Cordia truncatifolia Bartlett	6.97619048	10
	PL_16	Turnera ulmifolia L.	5.125	10
	PL_08	Crotalaria longirostrata Hook. & Arn.	5.375	8
	VL_01	volando	4.62912088	8
	PL_05	Dysphania ambrosioides (L.) Mosyakin & Clemants	3.85576923	8
	PL_13	Tridax procumbens L.	3.5	4
	PL_26	Thouinidium decandrum (Bonpl.) Radlk.	2.82142857	4
	PL_25	Cordia dentata Poir.	2.66666667	4
	PL_20	Lippia alba (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P.Wilson	2.54166667	4
	PL_07	Capsicum annuum L.	2.36217949	5
	PL_22	Sambucus canadensis L.	1.24358974	3
	PL_04	Ocimum basilicum L.	1.0491453	4

Material de divulgación:

Se elaboró un folleto titulado “La importancia de los polinizadores en los huertos familiares” de 24 páginas a colores. En el folleto se menciona brevemente el ciclo de vida de una planta. Luego se detalla la forma en que se lleva a cabo la polinización y se explica el papel que juegan los

animales polinizadores. Posteriormente, se presenta la importancia de los huertos familiares, y la relación que existe entre estos y los polinizadores. También, expone un resumen con información de algunas plantas comunes de los huertos familiares del bosque seco de Zacapa que dependen de los polinizadores. Por último, se dan unos consejos para mejorar la polinización de las plantas de los huertos (Apéndice X).

Implementación de huerto demostrativo y de dispositivos para conservación de abejas:

Se instaló un huerto demostrativo en el terreno de la escuela de la aldea Loma de San Juan. Se sembraron 25 especies diferentes, algunas fueron compradas o donadas por el ICTA y otras fueron aportadas por los comunitarios (Tabla 14 en Apéndice XI). En las actividades de establecimiento del huerto participaron mujeres, hombres, niños y niñas. Los hombres prepararon el terreno. Todos los participantes sembraron y se organizaron para regar (Figura 6 en Apéndice XII). Algunos cultivos no se desarrollaron debido probablemente a que el terreno estaba bastante pedregoso y no fue apto para el desarrollo.

10.2 Discusión de resultados

Este proyecto se realizó en el contexto de la pandemia de COVID-19, lo que limitó el esfuerzo de muestreo, siendo este inferior a otros realizados anteriormente en la región. Leiva et al. (2000), incluyeron 47 huertos familiares distribuidos en 16 comunidades, mientras para este proyecto se visitaron 20 huertos de seis comunidades. A pesar de esta diferencia se observa que la diversidad de especies es importante (120 especies de 58 familias vs. 276 especies de 85 familias) y es comparable a la reportada para la región de Monterrico en Santa Rosa (181 especies de 54 familias) (Pardo-Villegas et al. 2018). Las tres familias de plantas (Asteraceae, Fabaceae y Solanaceae) con más reportes de uso coinciden con reportes de otras regiones (Aguilar-Støen & Moe 2007).

El mayor porcentaje de especies (61%) que se mantienen en los huertos familiares visitados son especies nativas. Esta información concuerda con Leiva et al. (2000) quienes reportaron un porcentaje importante, aunque ligeramente menor (52%) en la misma región. Esto confirma que los huertos familiares son importantes para conservar recursos nativos.

La información obtenida muestra que los huertos familiares en las regiones rurales de la región también son esenciales para contribuir con la seguridad alimentaria de las personas. A pesar de que los propietarios reportan una mayor diversidad de plantas usadas como medicina, las especies que más personas citaron fueron especies que usan como alimento como el chipilín (*Crotalaria longirostrata*), el quilete (*Solanum americanum*), el bledo o amaranto (*Amaranthus*), el ayote (*Cucurbita argyrosperma*), además de varias variedades de frijol y varios frutos. Estas especies, además, son fuente importante de nutrientes esenciales. Es de hacer notar, sin embargo, que las condiciones climáticas limitan la disponibilidad de estos alimentos, siendo difícil encontrarlos en la época más seca del año.

La importancia de las plantas como medicina también es relevante para la vida cotidiana de las personas de la región, lo cual se evidencia en la gran diversidad de plantas que se usan para tratar diversos malestares. Esto es importante ya que el acceso a medicamentos manufacturados, tanto económico como logístico, es limitado, y las plantas medicinales pueden contribuir a aliviar enfermedades comunes que no necesitan de una intervención más especializada. Una importante proporción de las plantas medicinales utilizadas regularmente, ya han sido estudiadas con el fin

de comprobar las propiedades atribuidas por la población (Cáceres, 1996). A pesar de que la mayoría de las plantas utilizadas como medicina se encuentran en los huertos de las familias, estas crecen en estado silvestre y no son realmente cultivadas, además, es frecuente encontrarlas también en áreas de bosque perturbado, guatales y parcelas de cultivo. Esta observación concuerda con lo reportado por Aguilar-Støen & Moe (2007) quienes indican que la gran proporción de las plantas medicinales se localizan en áreas perturbadas y sugieren que es necesario realizar esfuerzos para conservar este recurso enfocándose en ese tipo de bosques. Estos autores realizaron un estudio comparativo basado en trabajos de ocho países de cuatro regiones biogeográficas distintas, uno de los países estudiados es Guatemala (Aguilar- Støen & Moe, 2007). Los autores mencionan que una gran proporción de las plantas medicinales citadas en los trabajos revisados son de amplio uso y que muchas veces trascienden regiones biogeográficas, además mencionan que México es el país que menos especies usadas comparte con otras regiones (Aguilar- Støen & Moe, 2007). Sin embargo, muchas de las plantas reportadas por los propietarios de los huertos tienen un origen mesoamericano, por lo que sería necesario revisar si su uso se extiende a otras regiones.

La aplicación del método molecular del código de barras para identificar molecularmente las especies utilizadas es un enfoque relativamente reciente por lo que la información disponible en las bases de datos tiene aún una representatividad geográfica limitada, siendo más escasa la representación de las regiones tropicales, como Guatemala. De hecho, existen estudios que sugieren que la eficiencia del método de barcoding para identificar la flora de una región depende del nivel de muestreo de la flora local (Braukmann et al. 2017). La baja coincidencia entre la identificación molecular y la identificación morfológica, en este trabajo, puede deberse a esta baja representatividad geográfica. Sin embargo, los protocolos establecidos sugieren que se revisen la identificación morfológica para confirmarla o no, y en el caso de confirmarse la falta de coincidencia se recomienda realizar análisis moleculares adicionales.

En relación al análisis de la interacción entre los visitantes florales y los recursos que visitan se puede sugerir, con base en la baja conectancia que presenta y el valor de densidad de enlaces, que es una red bastante estable. El promedio de enlaces bajo (1.22) indica que los visitantes utilizan muy pocos recursos de los que están disponibles, por lo que en caso de ser necesario pueden

utilizar otros recursos. El índice H2' evalúa la especialización de la red y varía entre 0 (sin especialización) y 1 (especialización completa), el valor obtenido en este trabajo (H2': 0.39796) puede considerarse bajo ya que está en el rango inferior, lo que sugiere que es una red generalista. En función de los valores de los parámetros obtenidos podemos sugerir que el hecho de que sea una red estable y generalista la provee de una resiliencia que le permitiría enfrentar posibles extinciones locales.

Los resultados indican que las especies de abejas sin aguijón (*Tetragonisca angustula*, *Trigona fulviventris*, *Nannotrigona perilampoides* y *Trigona* sp1.) son especies relevantes para la red planta-visitante floral, sin embargo, no hay que desestimar el papel que juegan otras especies solitarias como *Halictus* sp.1 o *Ceratina* sp.3. En cuanto a las plantas más relevantes para la red encontramos a las especies *Cordia truncatifolia* (Chaparro), *Turnera ulmifolia* (jardín 1), *Crotalaria longirostrata* (chipilín) y *Dysphania ambrosioides* (apazote). La presencia de estas especies es importante porque pueden actuar como atrayentes de polinizadores potenciales para otras especies.

En conclusión, los huertos familiares en la región de estudio presentan una alta diversidad de especies nativas. Esto apoya lo propuesto por otros estudios que indican que estos espacios constituyen refugios importantes para la conservación de biodiversidad nativa. Además, de acuerdo a las plantas más utilizadas también se puede sugerir que constituyen una fuente importante para asegurar la seguridad alimentaria y también el acceso a recursos útiles para atención primaria en salud de estas poblaciones con recursos, económicos y de movilización, limitados. Por otra parte, la información obtenida evidencia la importancia de los polinizadores para el bienestar de las poblaciones humanas ya que especies de plantas que son fuente importante de nutrientes como el chipilín o que tienen propiedades medicinales comprobadas como el apazote son visitadas frecuentemente por polinizadores. Además, otras especies que, aunque naturalmente se autopolinizan como el frijol, el bleo o el tomate también son visitadas por polinizadores que pueden potencializar su producción tanto en calidad como en cantidad. Por último, es necesario realizar un muestreo más exhaustivo para desarrollar librerías de secuencias de la flora local que permitan una mayor resolución en la identificación molecular de plantas a nivel de especies.

11 Referencias

- 1 Aguilar-Støen, M., & Moe, S. R. 2007. *Medicinal plant conservation and management: Distribution of wild and cultivated species in eight countries*. Biodiversity and Conservation 16(6): 1973–1981. <https://doi.org/10.1007/s10531-006-9125-7>
- 2 Azurdia, C. 2016. *Plantas Mesoamericanas Subutilizadas en la Alimentación Humana. El caso de Guatemala: una revisión del pasado hacia una solución actual*. Consejo Nacional de Áreas Protegidas y Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación. Documento técnico No. 11-2016.
- 3 Barthel, S., C. Crumley, and U. Svedin. 2013. *Bio-cultural refugia - Safeguarding diversity of practices for food security and biodiversity*. Global Environmental Change-Human And Policy Dimensions. 23:5, 1142-1152
- 4 Bendel, C., K. Kral-O'Brien, T. Hovick, R. Limb, and J. Harmon, Jason. 2019. *Plant-pollinator networks in grassland working landscapes reveal seasonal shifts in network structure and composition*. Ecosphere 10. 10.1002/ecs2.2569.
- 5 Blüthgen, N., F. Menzel, and N. Blüthgen. 2006. *Measuring specialization in species interaction networks*. BMC Ecology 6:1–12.
- 6 Braukmann, T. W., Kuzmina, M. L., Sills, J., Zakharov, E. V., and Hebert, P. D. 2017. *Testing the efficacy of DNA barcodes for identifying the vascular plants of Canada*. PLoS one, 12:1, e0169515.
- 7 Buchmann C. 2009. *Cuban home gardens and their role in social–ecological resilience*. Hum Ecol.37(6):705–21.
- 8 Cáceres, A., (1996). *Plantas de uso medicinal en Guatemala*, Guatemala: Editorial Universitaria.
- 9 Campanaro, A., N. Tommasi, L. Guzzetti, A. Galimberti, I. Bruni, and M. Labra. 2018. *DNA barcoding to promote social awareness and identity of neglected, underutilized plant species having valuable nutritional properties*. Frin, doi:10.1016/j.foodres.2018.07.031
- 10 Cardinale, B. J., et al. 2012. *Biodiversity loss and its impact on humanity*. Nature 486:59–67.
- 11 Dirzo, R., H. S. Young, M. Galetti, G. Ceballos, N. J. B. Isaac, and B. Collen. 2014. *Defaunation in the Anthropocene*. Science, 345(6195), 401–406. doi:10.1126/science.1251817

- 12 Dormann, C.F., J. Fruend and B. Gruber. 2018. Package ‘bipartite’. Version 2.11. <http://r.adu.org.za/web/packages/bipartite/bipartite.pdf>
- 13 Eilers, E. J., C. Kremen, S. Smith, S. Greenleaf, A.K. Garber, and A.-M. Klein. 2011. *Contribution of pollinator-mediated crops to nutrients in the human food supply*. PLoS One, 6: e21363.
- 14 Fazekas, A. J., Kuzmina, M. L., Newmaster, S. G., & Hollingsworth, P. M. (2012). *DNA barcoding methods for land plants*. In W. J. Kress & D. Erickson (Eds.), *DNA Barcodes. Methods in Molecular Biology (Methods and Protocols)* (pp. 223–252). Totowa, NJ:Humana Press.
- 15 Galhena, D. H., R. Freed, and K. M. Maredia.2013. *Home gardens: a promising approach to enhance household food security and wellbeing*. Agric & Food Secur 2, 8. <https://doi.org/10.1186/2048-7010-2-8>
- 16 Garibaldi, L. A., L.G. Carvalheiro, B.E. Vaissière, B. Gemmill-Herren, J. Hipólito, J., B.M. Freitas, and J. An. 2016. *Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms*. Science 351(6271), 388-391.
- 17 Hammond, P. C. 1995. *Conservation of biodiversity in native prairie communities in the United States*. Journal of the Kansas Entomological Society 68:1– 6
- 18 Hebert, P. D. N., M. Y. Stoeckle, T. S. Zemlak, and C. M. Francis. 2004. *Identification of birds through DNA barcodes*. PLoS Biology 2: e312.
- 19 Hollingsworth, P.M., D-Z. Li, M. van der Bank, A.D. Twyford. 2016 *Telling plant species apart with DNA: from barcodes to genomes*. Phil. Trans. R. Soc. B 371: 20150338. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2015.0338>
- 20 Huelsenbeck J.P, and F. Ronquist. 2001. MRBAYES: *Bayesian inference of phylogenetic trees*. Bioinformatics 17(8): 754 -5.
- 21 Klatt B.K., A. Holzschuh, C. Westphal, Y. Clough, I. Smit, E. Pawelzik, and T. Tscharntke. 2014. *Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value*. Proc. R. Soc. B 281: 20132440. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.2440>
- 22 Klein, A., C. Brittain, S. D. Hendrix, R. Thorp, N. Williams, and C. Kremen, 2012. *Wild pollination services to California almond rely on semi-natural habitat*. J. Appl. Ecol. 49: 723–732
- 23 Klein, A-M., B.E. Vaissière,J.H. Cane, et al. 2007. *Importance of pollinators in changing landscapes for world crops*. Proc.Biol.Sci. 274_303–313.

- 24 Kress, W. 2017. *Plant DNA barcodes: Applications today and in the future: Plant DNA barcode applications*. Journal of Systematics and Evolution 55(4): 291-307. 10.1111/jse.12254.
- 25 Kumar, B. M., and P. R. Nair. 2004. *The enigma of tropical homegardens*. Agrofor Syst. 61(1–3): 135–52.
- 26 Leiva, J.M., C. Azurdia, and W. Ovando. 2000. *Contribución de los huertos familiares para la conservación in situ de recursos genéticos vegetales. I. Caso de la región semiárida de Guatemala*. Tikalia 18(2): 7-34
- 27 Liu, Q., P. Xu, K. Yan, and Y. Guo, 2019. *Pollination services from insects in homegardens in the Chengdu Plain will be confronted with crises*. Sustainability 11: 2169
- 28 Ollerton, J. 2017. *Pollinator Diversity: Distribution, ecological function, and conservation*. Annu.Rev.Ecol,Evol,S. 48: 353–76
- 29 Orellana, R. (1998). *Plantas Medicinales y Comestibles en siete comunidades de la Reserva de Biosfera Sierra de Las Minas, con énfasis en Plantas Medicinales* (Tesis de licenciatura). Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia- Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- 30 Pardo-Villegas, P.D., C.L. Burgos-Barrios, y P. Castillo-Lee. 2018. *Diseño de huertos demostrativos como alternativa para la conservación in situ del conocimiento etnobotánico en las comunidades de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico (RNUMM)*. Informe final. Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 62 p.
- 31 Potts, S.G., J. C. Biesmeijer, C. Kremen, et al. 2010. *Global pollinator declines: trends, impacts and drivers*. Trends Ecol.Evol 5_345–353.
- 32 POWO. 2022. "Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; <http://www.plantsoftheworldonline.org/> Retrieved 23 February 2022."
- 33 R Core Team. 2016. *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- 34 Sawe, T., A. Nielsen, and K. Eldegard. (2020). *Crop Pollination in Small-Scale Agriculture in Tanzania: Household Dependence, Awareness and Conservation*. Sustainability 12, 2228.

- 35 Turner B.L., and S.B. Brush.1987. *The nature of farming systems and views of their changes*. In Comparative Farming Systems. Edited by Turner BL, Brush SB. New York, USA: Guilford Press; 1987
- 36 Unicef. 2019. Desnutrición crónica infantil en Guatemala: una tragedia que el debate político no debe evadir. Icefi. Guatemala. P. 52
- 37 Valiente-Banuet A., M. A. Aizen, J. M. Alcantara, J. Arroyo, A. Cocucci, et al. 2014. *Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world*. Funct. Ecol. 29: 299–307

12 Apéndice

Apéndice I. Protocolo CTAB 2X

1. Preparar mezcla de CTAB 2X: medir 850 μ l por muestra de CTAB, agregar 85 mg 1% PVP y precalentar a 60°C por 15 minutos o hasta que se disuelva
2. Agregar 2 μ l de 0.2% β mercaptoetanol por μ l de CTAB
3. Pesar 50-100 mg de hoja, colocar en un tubo de microcentrífuga de 2 ml y macerar
4. Agregar 850 μ l de la mezcla de CTAB 2X + PVP + β mercaptoetanol a cada muestra macerada
5. Incubar a 60°C durante 30 minutos. Agitar ocasionalmente por inversión.
6. Agregar 500 μ l de cloroformo:AIA (24:1) y mezclar por inversión 2-3 veces. Incubar a -20°C 30 minutos.
7. Centrifugar a 10 000 rpm por 10 minutos, aparecerán dos fases.
8. Transferir la fase acuosa a un tubo de 1.5 ml.
9. Añadir 400 μ l de isopropanol frío e invertir varias veces, incubar a -20°C durante 20 minutos.
10. Centrifugar a 10 000 rpm durante 10 minutos
11. Decantar (no usar pipeta) el sobrenadante con cuidado de no perder el pellet que se formó en el fondo del tubo. Secar la boca del tubo con papel.
12. Agregar 1 ml de etanol 70% frío y separar el pellet del tubo con pequeños golpes. Incubar a 37°C y 200 revoluciones durante 30 minutos
13. Centrifugar a 10 000 rpm durante 10 minutos, decantar el sobrenadante sin perder el pellet,
14. Si es necesario repetir los pasos 12 y 13 para eliminar más impurezas
15. Secar al aire los pellets colocando los tubos boca abajo en papel de filtro durante 15 minutos o hasta que no queden restos de alcohol
16. Agregar 50 μ l de TE + 2 μ l de ARNasa, incubar a 37°C y 200 revoluciones durante 30 minutos.
17. Almacenar a 4°C para uso inmediato o a -20°C a largo plazo.

Esta entrevista es parte de un trabajo de investigación realizado por parte de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tiene como objetivo obtener información sobre las plantas comestibles y medicinales que cultiva en el patio de su casa o en su terreno y también de las que obtiene en el bosque o en el monte. Le agradezco mucho su colaboración.

- Coordenadas
- Comunidad
- ¿Cuál es su nombre?
- Edad Sexo
- ¿Me puede enseñar las plantas medicinales y montes que usan para comer que tiene sembradas en su patio?

1. ¿Para qué lo usan?
2. ¿Lo usan también para alimento?
3. ¿Lo usan también como medicina?

- ¿Para qué lo usan?
- ¿Qué parte de la planta usan?
- ¿Es una bebida?
- ¿Es un emplasto?
- ¿Es polvo?
- ¿Cómo lo preparan?
- ¿Cada cuánto hay que tomarlo?
- ¿Hay todo el año?
- ¿Cada cuánto lo siembran?
- ¿Cuándo nace?
- ¿Cada cuánto lo riegan?
- ¿En qué mes florece?
- ¿Llegan animalitos a visitar las flores para comer?
- ¿Cómo lo siembran?
- ¿Lo siembran en la sombra o en el sol?
- ¿Lo siembran en la tierra, en maceta, en tapasco?
- ¿Le echa algún abono?
- ¿Cómo hace el abono?
- ¿Le echa algún insecticida?
- ¿Qué insecticida usa?

DE LA MILPA

- ¿Para qué lo usan?
- ¿Qué parte de la planta usan?
- ¿Es una bebida?
- ¿Es un emplasto?
- ¿Es polvo?
- ¿Cómo lo preparan?
- ¿Cada cuánto hay que tomarlo?
- ¿Hay todo el año?
- ¿Cada cuánto lo siembran?
- ¿Cuándo nace?
- ¿Cada cuanto lo riegan?
- ¿En qué mes florece?
- ¿Llegan animalitos a visitar las flores para comer?
- ¿Cómo lo siembran?
- ¿Lo siembran en la sombra o en el sol?
- ¿Lo siembran en la tierra, en maceta, en tapesco?
- ¿Le echa algún abono?
- ¿Cómo hace el abono?
- ¿Le echa algún insecticida?
- ¿Qué insecticida usa?

DEL BOSQUE

- ¿Usa plantas del bosque? ¿Usa plantas del monte?
- ¿Qué plantas?
- ¿Para qué lo usan?
- ¿Qué parte de la planta usan?
- ¿Es una bebida?
- ¿Es un emplasto?
- ¿Es polvo?
- ¿Cómo lo preparan?
- ¿Cada cuánto hay que tomarlo?
- ¿Hay todo el año?
- ¿Cuándo nace?
- ¿En qué mes florece?
- ¿Llegan animalitos a visitar las flores para comer?
- ¿Todavía encuentra mucho?

PLANTAS COMESTIBLES

DEL PATIO DE LA CASA

- ¿Qué parte de la planta usan?
- ¿Es una bebida, condimento, polvo, salsa, verdura, crudo?
- ¿Cada cuánto lo comen?
- ¿Hay todo el año?
- ¿Cada cuánto lo siembran?
- ¿Cuándo nace?
- ¿Cada cuánto lo riegan?
- ¿En qué mes florece?
- ¿Llegan animalitos a visitar las flores para comer?
- ¿Cómo lo siembran?
- ¿Lo siembran en la sombra o en el sol?
- ¿Lo siembran en la tierra, en maceta, en tapesco?
- ¿Le echa algún abono?
- ¿Cómo hace el abono?
- ¿Le echa algún insecticida?
- ¿Qué insecticida usa?

DE LA MILPA

- ¿Qué parte de la planta usan?
- ¿Es una bebida, condimento, polvo, salsa, verdura, crudo?
- ¿Cada cuánto lo comen?
- ¿Hay todo el año?
- ¿Cada cuánto lo siembran?
- ¿Cuándo nace?
- ¿Cada cuánto lo riegan?
- ¿En qué mes florece?
- ¿Llegan animalitos a visitar las flores para comer?
- ¿Cómo lo siembran?
- ¿Lo siembran en la sombra o en el sol?
- ¿Lo siembran en la tierra, en maceta, en tapesco?
- ¿Le echa algún abono?
- ¿Cómo hace el abono?
- ¿Le echa algún insecticida?
- ¿Qué insecticida usa?

PLANTAS MEDICINALES DEL BOSQUE

- ¿Usa plantas del bosque? ¿Usa plantas del monte?
- ¿Qué plantas? Me las puede enseñar

- ¿Qué parte de la planta usan?
- ¿Es una bebida, condimento, polvo, salsa, verdura, crudo?
- ¿Cada cuánto lo comen?
- ¿Hay todo el año?
- ¿Cuándo nace?
- ¿En qué mes florece?
- ¿Llegan animalitos a visitar las flores para comer?
- ¿Todavía encuentra mucho?

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI–

Apéndice III. Localidades de colecta

Tabla 5. Localidades de colecta y propietarios de huertos entrevistados en seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala.

No.	Localidad	Informante	Género	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Tipo de bosque
1	Guadalupe	informante 16	Hombre	Zacapa	14.96799	-89.41265	748	Bosque de pino-encino
2		informante 018	Mujer					
3		Informante17	Mujer					
4		informante 15	Mujer					
5	El Arenal	Informante20	Mujer	Cabañas	14.873972	-89.757011	371	
6	Loma de San Juan	Informante03	Hombre	Cabañas	14.84924	-89.72656	612	
7		Informante04	Mujer					
8		Informante05	Hombre					
9		Informante19	Mujer					
10	Plan de la Cruz	informante 12	Mujer	Cabañas	14.85107	-89.72076	799	Monte seco subtropical
11		informante 10	Mujer					
12		Informante08	Hombre					
13		Informante07	Hombre					
14		informante09	Mujer					
15		informante 11	Mujer					
16		informante 13	Mujer					
17	San Vicente	informante 14	Mujer	Cabañas	14.90213	-89.74748	341	
18	Sunzapote	Informante06	Hombre	Cabañas	14.86396	-89.726	552	
19		Informante01	Mujer					
20		Informante02	Hombre					

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI–

Apéndice IV. Listado de especies

Tabla 6. Listado de especies y uso reportado por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala

Familia	Especie	Nombre común	Uso		
			Comida	Medicina	Mixto
Acanthaceae	Dianthera secunda (Lam.) Griseb.	insulina 1		X	
Amaranthaceae	Amaranthus sp. L.‡	bledo	X		
	Dysphania ambrosioides (L.) Mosyakin & Clemants‡	apazote	X	X	X
	Gomphrena globosa L.‡	siempreviva		X	
Amaryllidaceae	Allium cepa L.	cebolla	X		
		cebolla criolla	X		
	Allium sativum L.	ajo	X		
	Allium schoenoprasum L.	cebolleta	X		
Anacardiaceae	Anacardium occidentale L.	jocote marañón	X		
	Mangifera indica L.	mango	X		
	Spondias purpurea L.‡	jocote	X		
		jocote corona	X		
Annonaceae	Annona muricata L.‡	guanaba	X	X	X
	Annona squamosa L.‡	anona	X		
Apiaceae	Eryngium foetidum L.‡	cilantro de monte	X	X	X
	Ridolfia segetum (L.) Moris	eneldo		X	
	No identificada*	cilantro	X		
Apocynaceae	Catharanthus roseus (L.) G.Don	chula		X	
		loroco	X		
	Echites panduratus A.DC.‡	loroco de monte	X		
Araceae	Colocasia esculenta (L.) Schott	malanga	X		

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI–

Arecaceae	Chamaedorea tepejilote Liebm. ‡	pacaya	X		
	Cocos nucifera L.	coco		X	
Asparagaceae	Yucca gigantea Lem.‡	izote	X		
Asphodelaceae	Aloe vera (L.) Burm.f.	sábila		X	
Asteraceae	Artemisia absinthium L.	incienso perejil		X	
	Chaptalia nutans (L.) Pol.‡	valeriana de monte		X	
	Lactuca sativa L.	lechuga	X		
		lechuga espinuda	X		
		lechuga lisa	X		
	Lepidaploa tortuosa (L.) H.Rob.‡	corrimiento		X	
	Mikania micrantha Kunth‡	Tabardillo		X	
	Pluchea odorata (L.) Cass.‡	siguapate		X	
	Porophyllum sp. ‡	ruda de zope		X	
	Tagetes sp. ‡	sampual		X	
	Tridax procumbens L.‡	hierba del toro		X	
	Tagetes erecta L. ‡	flor de muerto		X	
		toronjil		X	
	No identificada*‡	oreja de conejo		X	
		oreja de conejo 1		X	
Bignonaceae	Crescentia alata Kunth‡	morro		X	
	Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth‡	chacté		X	
Bixaceae	Bixa orellana L.‡	achiote	X	X	X
Boraginaceae	Cordia dentata Poir.‡	upay	X	X	X
	Cordia truncatifolia Bartlett‡	chaparro		X	
	Myriopus volubilis (L.) Small‡	miona		X	
Brassicaceae	Brassica oleracea L.	repollo	X		
Bromeliaceae	Ananas comosus (L.) Merr.	piña	X		
	Bromelia pinguin L.‡	muta	X		

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI–

Burseraceae	Bursera simaruba (L.) Sarg.‡	shino		X	
Cactaceae	Nopalea sp. ‡	tuna	X	X	X
Caprifoliaceae	Valeriana sp.	valeriana		X	
Caricaceae	Carica papaya L.‡	papaya	X	X	X
Celestraceae	Semialarium mexicanum (Miers) Menega‡	cancerina		X	
Combretaceae	Terminalia catappa L.	almendro	X	X	X
Commelinaceae	Tradescantia zebrina Bosse‡	hierba del pollo		X	
		matarín		X	
Convolvulaceae	Ipomoea batatas (L.) Lam.‡	camote	X		
Costaceae	Costus spicatus (Jacq.) Sw.‡	insulina 2		X	
Crassulaceae	Kalanchoe daigremontiana Raym.-Hamet & H.Perrier	cancerina		X	
	No identificada*	curarina		X	
Cucurbitaceae	Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. & Nakai	sandía	X		
	Cucurbita argyrosperma C.Huber‡	ayote	X		
	Sicyos edulis Jacq.‡	güisquil	X		
Euphorbiaceae	Acalypha arvensis Poepp.‡	hierba del cáncer		X	
	Jatropha curcas L.‡	piñón		X	
	Manihot esculenta Crantz	yuca	X		
Fabaceae	Caesalpinia pulcherrima (L.) Sw.‡	Santa Rosa		X	
	Crotalaria longirostrata Hook. & Arn.‡	chipilín	X		
	Diphysa americana (Mill.) M.Sousa‡	guachipilín		X	
	Erythrina sp.‡	palo de pito	X	X	X
	Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth‡	madre cacao	X		
	Inga vera Willd.‡	paterna	X		
	Lathyrus oleraceus Lam.	arveja	X		
	Phaseolus lunatus (?)‡	frijol furuna	X		
	Phaseolus sp.‡	cachito frjol	X		
		frijol	X		

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI–

		frijol cachito	X		
		frijol furuna	X		
		frijolito arroz	X		
	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link.†	frijolillo	X	X	X
	<i>Tamarindus indica</i> L.	tamarindo	X	X	X
Lamiaceae	<i>Mentha</i> sp.	hierbabuena	X	X	X
		hierbabuena colocha	X		
		hierbabuena de colonia		X	
		hierbabuena de espíritu		X	
	<i>Mentha spicata</i> L.	hierbabuena	X	X	X
		hierbabuena mera	X		
	<i>Mentha x piperita</i> L.	hierbabuena de monte		X	
		hierbabuena mera		X	
	<i>Ocimum basilicum</i> L.	albahaca	X	X	X
		albahaca de castilla		X	
	<i>Thymus</i> sp.	tomillo	X	X	X
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill.†	aguacate	X	X	X
	<i>Persea schiedeana</i> Nees†	chucté	X	X	X
Loganiaceae	No identificada*	hierba del incono		X	
Lythraceae	<i>Punica granatum</i> L.	granada	X	X	X
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth†	nance	X	X	X
		nance agrio	X		
Malvaceae	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.) Moench	ocra	X		
	<i>Abelmoschus</i> sp.	algalia		X	
	<i>Gossypium hirsutum</i> L.†	algodón		X	
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.†	caulote		X	
Menispermaceae	<i>Cissampelos pareira</i> L.†	alcotán		X	
Moraceae	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	mazapan	X		

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI–

Moringaceae	Moringa oleifera Lam.	moringa	X	X	X
Muntingiaceae	Muntingia calabura L.‡	capulín	X		
Musaceae	Musa × paradisiaca L.	banano	X		
	Musa sp.	plátano	X		
Myrtaceae	Eucalyptus sp.	eucalipto		X	
	Psidium guajava L.‡	guayaba	X	X	X
		guayaba criolla	X		
	Psidium guineense Sw.‡	guayaba agria	X		
Onagraceae	Ludwigia octovalvis (Jacq.) P.H.Raven	clavillo		X	
Pedaliaceae	Sesamum indicum L.	ajonjolín	X	X	X
Phytolaccaceae	Petiveria alliacea L.‡	apazín		X	
Piperaceae	Piper auritum Kunth‡	santa María	X	X	X
Poaceae	Cymbopogon citratus (DC.) Stapf	té de limón		X	
	Sorghum bicolor (L.) Moench	maicillo	X		
	Zea mays L.‡	maíz	X		
		maíz amarillo criollo	X		
		maíz blanco	X		
Pteridaceae	Adiantum concinnum Humb. & Bonpl. ex Willd.‡	culantrillo de barranco		X	
Rubiaceae	Morinda citrifolia L.	noni		X	
Rutaceae	Citrus × aurantium L.	naranja	X		
		toronja	X		
	Citrus × limon (L.) Osbeck	limón	X	X	X
	Citrus deliciosa Ten.	mandarina	X		
	Ruta graveolens L.	ruda		X	
Sapindaceae	Thouinidium decandrum (Bonpl.) Radlk.‡	zorriño		X	
Sapotaceae	Pouteria sapota (Jacq.) H.E.Moore & Stearn‡	zapote	X		
Scrophulariaceae	Buddleja americana L.‡	salvia santa		X	
Solanaceae	Brugmansia sp.‡	florifundia		X	

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI–

	<i>Capsicum annum</i> L.‡	chile dulce	X		
		chile jalapeño	X		
	<i>Capsicum</i> sp.‡	chile	X		
		chile blanco	X		
		chile de monte	X		
		chile de vega	X		
		chile serrano	X		
	<i>Solanum americanum</i> Mill.‡	quilete	X	X	X
	<i>Solanum lycopersicum</i> L.‡	tomate chiquito	X	X	X
		tomate grande man- darina	X		
	<i>Solanum tuberosum</i> L.	papa		X	
Verbenaceae	<i>Lantana</i> sp.‡	chincurra		X	
	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P.Wilson‡	salvia sija		X	
	<i>Lippia origanoides</i> Kunth‡	orégano		X	
	<i>Lippia</i> sp.‡	chincurra mera		X	
	<i>Verbena litoralis</i> Kunth‡	verbena		X	
Viburnaceae	<i>Sambucus canadensis</i> L.‡	sauco	X	X	X
Vitaceae	<i>Vitis</i> sp.	uva	X		
Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	jengibre		X	
No identificada	No identificada	aceituno		X	
		alirio		X	
		bandera		X	
		barba de San Pedro		X	
		bejuco de sangre		X	
		chilindrón		X	
		chincurrona		X	
		curarina		X	

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI–

fruta de cabro		X
frutillo		X
hierbita		X
higuero		X
hoja de burro		X
insulina 3		X
lengua de venado		X
manzanilla		X
mata piojo		X
miuna		X
mutilla de montaña	X	
orégano extranjero		X
oreja de conejo 2		X
pata de paloma		X
peineto		X
punta cachito	X	
quina		X
ruda cimarrona		X
San Francisco		X
santo domingo		X
sare		X
uruguay	X	
verdolaga de charco		X
zapotón		X
zarzaparrilla		X

‡ Especie nativa

Apéndice V. Especies más utilizadas como medicina o alimento

Tabla 7. Especies de plantas medicinales más utilizadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala

Familia	Especie	Nombre común	Uso medicinal
Amaranthaceae	Dysphania ambrosioides (L.) Mosyakin & Clemants*‡	apazote	7
Asteraceae	Mikania micrantha Kunth‡	tabardillo	7
Asteraceae	Tridax procumbens L. ‡	hierba del toro	7
Commelinaceae	Tradescantia zebrina Bosse‡	hierba del pollo	7
Euphorbiaceae	Acalypha arvensis Poepp. ‡	Hierba del cáncer	6
Rutaceae	Ruta graveolens L.	ruda	6
Asphodelaceae	Aloe vera (L.) Burm.f.	sábila	5
Bignonaceae	Tecoma stans (L.) Juss. Ex Kunth‡	chacté	5
Scrophulariaceae	Buddleja americana L.‡	salvia santa	5
Verbenaceae	Verbena litoralis Kunth‡	verbena	5
Asteraceae	Pluchea odorata (L.) Cass. ‡	Siguapate	4
Fabaceae	Senna occidentalis (L.) Link‡	frijolillo	4
Myrtaceae	Psidium guajava L.* ‡	guayaba	4
Poaceae	Cymbopogon citratus (DC.) Stapf	té de limón	4
Rutaceae	Citrus × limon (L.) Osbeck *	limón	4
Solanaceae	Solanum 51mericanum Mill.* ‡	quilete	4
Boraginaceae	Cordia truncatifolia Bartlett‡	chaparro	3
Combretaceae	Terminalia catappa L.*	almendro	3
Lamiaceae	Mentha sp. *	hierbabuena	3
Lamiaceae	Ocimum basilicum L.	albahaca	3
TOTAL			20

* Especies de uso mixto

‡ Especie nativa

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI–

Tabla 8. Especies de plantas alimenticias más utilizadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala

Familia	Especie	Nombre común	Uso alimenticio
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.* ‡	quilete	15
Fabaceae	<i>Crotalaria longirostrata</i> Hook. & Arn. ‡	chipilín	10
Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> L. ‡	tomate	10
Amaranthaceae	<i>Amaranthus</i> sp. L. ‡	bledo	9
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita argyrosperma</i> C.Huber‡	ayote	8
Lamiaceae	<i>Mentha</i> sp. *	hierbabuena	8
Musaceae	<i>Musa</i> × <i>paradisiaca</i> L.	banano	7
Solanaceae	<i>Capsicum</i> sp. ‡	chile	7
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> L. ‡	jocote	6
Apiaceae	No identificada (cilantro)	cilantro	6
Apocynaceae	<i>Echites panduratus</i> A.DC. ‡	Loroco	6
Rutaceae	<i>Citrus</i> × <i>aurantium</i> L.	naranja	6
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L. ‡	papaya	5
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.* ‡	guayaba	5
Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i> L.	ajo	4
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	mango	4
Fabaceae	<i>Phaseolus</i> sp. ‡	frijol	4
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth‡	nance	4
Rutaceae	<i>Citrus</i> × <i>limon</i> (L.) Osbeck*	limón	4
Amaranthaceae	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants*‡	apazote	3
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	jocote marañón	3
Asparagaceae	<i>Yucca gigantea</i> Lem. ‡	izote	3
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i> L. ‡	achiote	3
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.*	almentro	3
Cucurbitaceae	<i>Sicyos edulis</i> Jacq. ‡	güisquil	3
Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i> Crantz	yuca	3
Fabaceae	<i>Erythrina</i> sp. ‡	palo pito	3
Lamiaceae	<i>Thymus</i> sp.	tomillo	3
Poaceae	<i>Zea mays</i> L.	maíz	3
TOTAL			29

* Especies de uso mixto

‡ Especie nativa

Apéndice VI. Usos medicinales específicos

Tabla 9. Usos medicinales específicos asignados por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala

Uso	Cantidad de re- portes	Uso	Cantidad de re- portes	Uso	Cantidad de re- portes
fiebre	26	artritis	2	dolor de rodillas	1
tos	17	cólicos menstruales	2	estreñimiento	1
dolor de estó- mago	14	corazón	2	hinchazón	1
diabetes	12	dolor de verigas (cóli- cos)	2	inflamación ovarios	1
gastritis	10	fuego	2	limpiar útero	1
nervios	9	hipo	2	llagas	1
cáncer	7	mal de colón	2	nariz tapada	1
cólico	7	ojo en niños	2	náuseas	1
menstruación	7	parto	2	paludismo	1
aire	6	presión alta	2	para baños	1
dolor de cabeza	6	vitamina	2	para fuego en gar- ganta	1
infección uri- naria	6	accidente de gallinas	1	para poner alcohol	1
herida	5	alcoholismo	1	para presión	1
lombrices	5	aliviar útero	1	pasmo	1
anemia	4	asma	1	piquetes	1
diarrea	4	cáncer testículo	1	presión baja	1
dolor de muela	4	colería	1	prevenir cáncer	1
medicina	4	covid-19	1	pulmonía	1
catarata	3	decaimiento	1	riñones	1
dengue	3	desinflamatorio	1	sangre caliente	1
fluxión	3	dientes	1	sangre de nariz	1
granos	3	dolor de cuerpo	1	úlceras	1
gripe	3	dolor de intestino	1	vista	1
infección	3	dolor de músculo	1		
mezquino	3	dolor de pierna	1		

Tabla 10. Usos alimenticios específicos asignados por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala

Uso	Cantidad de reportes
alimento	184
condimento	35
refresco	7
colorante	3
vitamina	3
fruto	2
alimento animal	1
vinagre	1

Apéndice VII. Prácticas de manejo

Tabla 11. Prácticas de manejo reportadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala

Actividad	Descripción
Abono	Abono químico
	Excremento de bestia (lo lava y lo mezcla con tierra)
	Excremento de vaca o chivo, lo mezcla con tierra, lo cuela con canasto para quitar piedras
	Desecho de basura
	Excremento de vaca o bestia le echan agua caliente para desinfectar
	Excremento de bestia o de zompopo, lo lavan antes de sembrar para quitar la lejía (agua amarilla), a veces le ponen insecticida antes de sembrar
Lugar de siembra	Maceta u otros recipientes
	Maceta en tapesco
	Construyen un tapesco, colocan tierra y siembran
	Suelo
	Prepara un almácigo y luego lo siembra en guatal
Protección	Huerto aéreo sobre el techo
	Siembran en tapesco para proteger de animales domésticos
	Colocan una manta alrededor del tapesco para proteger de sol
Obtención de semillas	Compra
	Del vivero
	Del monte
	Seca el fruto y guarda las semillas
Insecticida	No acostumbran
	Uso de productos químicos
Riego	diario
	un día de por medio

Apéndice VIII. Identificación molecular

Tabla 12. Identificación molecular de plantas reportadas por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala

Familia	Nombre común	Especie morfológica	Especie RbcL	Especie MatK
Acanthaceae	insulina 1	<i>Dianthera secunda</i> (Lam.) Griseb.	<i>Dianthera candicans</i> *	<i>Justicia californica</i> *
Amaranthaceae	apazote	<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants	<i>Dysphania ambrosioides</i> *	<i>Dysphania ambrosioides</i> *
	bledo	<i>Amaranthus</i> sp. L.	<i>Amaranthus cruentus</i> *	
Apocynaceae	loroco	<i>Echites panduratus</i> A.DC.		<i>Echites speciosissima</i> *
Asteraceae	corrimiento	<i>Lepidaploa tortuosa</i> (L.) H.Rob.	<i>Aster hypoleucus</i> *	
	ruda de zope	<i>Porophyllum</i> sp.	<i>Porophyllum linaria</i> *	
	siguapate	<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.	<i>Brunia fragarioides</i> (Bruniaceae) *	
	oreja de conejo 1	No identificada	<i>Critonia sexangularis</i> *	<i>Critonia sexangularis</i> *
Commelinaceae	hierba del pollo	<i>Tradescantia zebrina</i> Bosse	<i>Tradescantia spathacea</i> *	
Crassulaceae	cancerina	<i>Kalanchoe daigremontiana</i> Raym.-Hamet & H.Perrier	<i>Kalanchoe daigremontiana</i> *	
Fabaceae	chipilín	<i>Crotalaria longirostrata</i> Hook. & Arn.	<i>Crotalaria podocarpa</i> *	
	frijolillo	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link	<i>Senna occidentalis</i> *	<i>Senna occidentalis</i> *
	palo de pito	<i>Erythrina</i> sp.	<i>Erythrina flabelliformis</i> *	
	Santa Rosa	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> *	
Lamiaceae	albahaca	<i>Ocimum basilicum</i> L.	<i>Ocimum tenuiflorum</i> *	
	hierbabuena colocha	<i>Mentha</i> sp.	<i>Mentha</i> x *	
	tomillo	<i>Thymus</i> sp.		<i>Thymus mongolicus</i> *
Loganiaceae	hierba del incono	No identificada	<i>Strychnos potatorum</i> *	
Malpighiaceae	nance agrio	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	<i>Byrsonima crassifolia</i> *	<i>Byrsonima crassifolia</i> *
Malvaceae	algalia	<i>Abelmoschus</i> sp.	<i>Abelmoschus moschatus</i> *	
Myrtaceae	guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	<i>Psidium guajava</i> *	<i>Psidium guajava</i> *
No identificada	peineto	No identificada	<i>Combretum littoreum</i> *	
Primulaceae	uruche	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.) B.Ståhl & Källersjö	<i>Bonellia frutescens</i> *	<i>Bonellia</i> sp. *
Rutaceae	ruda	<i>Ruta graveolens</i> L.	<i>Ruta graveolens</i> *	<i>Ruta chalepensis</i> *
Solanaceae	chile dulce	<i>Capsicum annuum</i> L.	<i>Capsicum baccatum</i> *	<i>Capsicum pubescens</i> *
	quilete	<i>Solanum americanum</i> Mill.	<i>Solanum americanum</i> *	<i>Solanum americanum</i> *
	tomate chiquito	<i>Solanum lycopersicum</i> L.		<i>Solanum lycopersicum</i> *
Verbenaceae	chincurra mera	<i>Lippia</i> sp.	<i>Lantana camara</i> *	<i>Lippia origanoides</i> *
	salvia sija	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P.Wilson	<i>Lippia origanoides</i> *	<i>Lippia origanoides</i> *
	verbena	<i>Verbena litoralis</i> Kunth	<i>Salvia umbratica</i> (Lamiaceae) *	
Viburnaceae	sauco	<i>Sambucus canadensis</i> L.	<i>Sambucus nigra</i> *	<i>Sambucus nigra</i> *
Vitaceae	uva	<i>Vitis</i> sp.	<i>Cissus repanda</i> *	<i>Vitis labrusca</i> *

* La identificación molecular corresponde con la identificación morfológica a nivel de especie

* La identificación molecular corresponde con la identificación morfológica a nivel de género

* La identificación molecular no corresponde a nivel de género o de familia (entre paréntesis se coloca la familia cuando es el caso)

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI–

Apéndice IX. Visitantes florales

Tabla 13. Listado de visitantes florales capturados en especies de plantas utilizadas como medicina o alimento por propietarios de huertos de seis comunidades del departamento de Zacapa, Guatemala

Planta		Visitante floral				
Especie	Código	Orden	Superfamilia	Especie	Código	Cantidad
Buddleja americana L.	PL_19	Hymenoptera	Vespoidea	Vespoidea sp2	VS_02	1
Capsicum annuum L.	PL_07	Hymenoptera	Apoidea	Augochloropsis sp1	AB_03	1
				Colletes sp1	AB_10	2
				Pseudaugochlora sp1	AB_29	1
				Trigona fulviventris	AB_34	1
				Trigona sp1	AB_35	2
Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. & Nakai	PL_21	Hymenoptera	Vespoidea	Vespoidea sp4	VS_04	1
Cordia dentata Poir.	PL_25	Hymenoptera	Apoidea	Ceratina sp1	AB_05	1
				Ceratina sp2	AB_06	1
				Plebeia sp1	AB_28	1
				Trigona fulviventris	AB_34	2
Cordia truncatifolia Bartlett	PL_06	Diptera	Diptera	Diptera sp2	DI_02	1
				Diptera sp3	DI_03	1
				Diptera sp4	DI_04	1
		Hymenoptera	Apoidea	Apis mellifera	AB_02	1
				Halictus sp1	AB_15	2
				Halictus sp3	AB_17	2
				Nannotrigona per- ilampoidea	AB_25	1
				Tetrapedia sp1	AB_33	1
				Trigonisca sp1	AB_37	1
			Vespoidea	Vespoidea sp6	VS_06	1
Costus spicatus (Jacq.) Sw.	PL_15	Hymenoptera	Apoidea	Trigona fulviventris	AB_34	1

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

Crotalaria longirostrata Hook. & Arn.	PL_08	Hymenoptera	Apoidea	Ceratina sp5	AB_09	1
				Megachile sp2	AB_21	1
				Megachile sp4	AB_23	3
				Megachile sp5	AB_24	1
				Nannotrigona per-ilampoides	AB_25	1
				Pseudaugochlora sp1	AB_29	5
				Trigona fulviventris	AB_34	1
Dianthera secunda (Lam.) Griseb.	PL_14	Hymenoptera	Apoidea	Vespoidea	VS_09	1
				Vespoidea sp9	VS_09	1
				Ceratina sp3	AB_07	4
Dysphania ambrosioides (L.) Mosyakin & Clemants	PL_05	Hymenoptera	Apoidea	Trigona fulviventris	AB_34	1
				Diptera	DI_01	1
		Diptera	Diptera	Diptera sp1	DI_01	1
				Nannotrigona per-ilampoides	AB_25	1
				Paratrigona guatemalensis	AB_27	3
				Tetragona mayarum	AB_31	2
				Tetragonisca angustula	AB_32	9
				Trigona sp1	AB_35	3
Eryngium foetidum L.	PL_09	Hymenoptera	Apoidea	Vespoidea	VS_07	1
				Vespoidea sp7	VS_07	1
				Vespoidea sp8	VS_08	1
Gossypium hirsutum L.	PL_03	Hymenoptera	Apoidea	Diptera	DI_01	1
				Lasioglossum sp1	AB_19	1
Jardín 2	PL_17	Hymenoptera	Apoidea	Megachile sp2	AB_21	1
				Tetragonisca angustula	AB_32	1
Lippia alba (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P.Wilson	PL_20	Hymenoptera	Apoidea	Ceratina sp3	AB_07	1
		Hymenoptera	Apoidea	Megachile sp1	AB_20	1
				Tetragonisca angustula	AB_32	1
				Tetrapedia sp1	AB_33	1

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

		Vespoidea	Vespoidea	Vespoidea sp3	VS_03	1
Mentha x piperita L.	PL_12	Diptera	Diptera	Diptera sp1	DI_01	1
		Hymenoptera	Apoidea	Lasioglossum sp1	AB_19	1
Ocimum basilicum L.	PL_02	Hymenoptera	Apoidea	Nannotrigona per-ilampoides	AB_25	1
				Paratrigona guatemalensis	AB_27	1
				Tetragonisca angustula	AB_32	1
				Trigona sp1	AB_35	2
Ocimum tenuiflorum	PL_04	Diptera	Diptera	Diptera sp1	DI_01	1
		Hymenoptera	Apoidea	Nannotrigona per-ilampoides	AB_25	1
				Paratrigona guatemalensis	AB_27	5
				Trigona sp1	AB_35	1
Ridolfia segetum (L.) Moris	PL_10	Hymenoptera	Apoidea	Tetragonisca angustula	AB_32	1
Sambucus canadiensis L.	PL_22	Diptera	Diptera	Diptera sp5	DI_05	1
		Hymenoptera	Apoidea	Tetragonisca angustula	AB_32	4
Trigona sp1	AB_35			1		
Sesamum indicum L.	PL_01	Hymenoptera	Apoidea	Apis mellifera	AB_02	1
				Tetragonisca angustula	AB_32	1
Sicyos edulis Jacq.	PL_11	Hymenoptera	Apoidea	Trigona fulviventris	AB_34	2
Solanum americanum Mill.	PL_18	Hymenoptera	Apoidea	Halictus sp3	AB_17	1
				Tetragonisca angustula	AB_32	1
Solanum lycopersicum L.	PL_23	Hymenoptera	Apoidea	Paratetrapedia sp1	AB_26	1
	PL_24			Euglossa sp2	AB_13	1
Thouinidium decandrum (Bonpl.) Radlk.	PL_26	Hymenoptera	Apoidea	Halictus sp1	AB_15	8
				Halictus sp2	AB_16	1
				Tetragona mayarum	AB_31	1

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

			Vespoidea	Vespoidea sp1	VS_01	1
Tridax procumbens L.	PL_13	Diptera	Diptera	Diptera sp6	DI_06	1
		Hymenoptera	Apoidea	Ceratina sp1	AB_05	1
				Halictus sp4	AB_18	1
			Vespoidea	Vespoidea sp10	VS_10	1
Turnera ulmifolia L.	PL_16	Hymenoptera	Apoidea	Ceratina sp3	AB_07	1
				Ceratina sp4	AB_08	1
				Nannotrigona per-ilampoides	AB_25	1
				Pseudaugochlora sp1	AB_29	2
				Pseudaugochlora sp2	AB_30	1
				Tetragona mayarum	AB_31	1
				Tetragonisca angustula	AB_32	1
				Trigona fulviventris	AB_34	3
				Eucerini sp1	AB_11	1
				Eucerini sp2	AB_12	1
volando	VL_01	Hymenoptera	Apoidea	Centris sp	AB_04	1
				Halictus sp1	AB_15	1
				Megachile sp3	AB_22	2
				Tetragonisca angustula	AB_32	4
				Trigona fulviventris	AB_34	1
				Trigona sp1	AB_35	4
				Trigona sp2	AB_36	1
			Vespoidea	Vespoidea sp5	VS_05	1
nido tierra	ND_01	Hymenoptera	Apoidea	Halictus sp1	AB_15	3

Apéndice X. Folleto “La importancia de los polinizadores en los huertos familiares”



Apéndice XI. Plantas sembradas en huerto demostrativo

Tabla 14. Listado de plantas seleccionadas por los comunitarios y sembradas en el huerto demostrativo, Loma de San Juan, Cabañas, Zacapa

No.	Especie	Uso	Procedencia
1	Chipilín	hortaliza	compra
2	Cebolla	hortaliza	compra
3	berenjena	hortaliza	compra
4	Tomate	hortaliza	compra
5	Puerro	hortaliza	compra
6	cilantro	hortaliza	compra
7	pepino	hortaliza	compra
8	sandía	hortaliza	compra
9	quilete	hortaliza	compra
10	chile	hortaliza	compra
11	maiz	hortaliza	compra
12	camote	hortaliza	donación
13	yuca	hortaliza	donación
14	manzanilla	hortaliza	compra
15	rábano	hortaliza	compra
16	apio	hortaliza	compra
17	apazote	medicinal	comunidad
18	ruda	medicinal	comunidad
19	sábila	medicinal	comunidad
20	curarina	medicinal	comunidad
21	hierba del pollo	medicinal	comunidad
22	hierbabuena	medicinal	comunidad
23	toronjil	medicinal	compra
24	hierba del toro	medicinal	comunidad
25	Tabardillo	medicinal	comunidad

Apéndice XII. Fotografías



Figura 5. Tapesco para siembra aérea para protección de cultivos



Figura 6. Siembra de plantas en huerto demostrativo

13 Aspectos éticos y legales

No tramitados.

14 Vinculación

Se obtuvo la colaboración de la sede del ICTA de Zacapa quien proporcionó esquejes de plantas para sembrar en el huerto demostrativo que se estableció en la comunidad de Lomas de San Juan, Cabañas.

15 Estrategia de difusión, divulgación y protección intelectual

Fue elaborado e impreso un folleto de divulgación titulado “La importancia de los polinizadores en los huertos familiares” de 24 páginas a colores. En el folleto se menciona brevemente el ciclo de vida de una planta. Luego se detalla la forma en que se lleva a cabo la polinización y se explica el papel que juegan los animales polinizadores. Posteriormente, se presenta la importancia de los huertos familiares, y la relación que existe entre estos y los polinizadores. También, expone un poco acerca de algunas plantas comunes de los huertos familiares del bosque seco de Zacapa que dependen de los polinizadores. Por último, se dan unos consejos para mejorar la polinización de las plantas de los huertos.

16 Aporte de la propuesta de investigación a los ODS

Esta investigación contribuye al cumplimiento de tres objetivos de desarrollo sostenible. Primero, contribuye al cumplimiento del objetivo 15 “vida de ecosistemas terrestres”. Conocer la identidad precisa de las especies vegetales y sus visitantes florales contribuye a valorizar la importancia de los huertos familiares como alternativa de. Además, contar con el conocimiento de las especies utilizadas permite apoyar la seguridad alimentaria.

El segundo objetivo que se contempla es el objetivo 2 “Hambre 0”. A través de este proyecto se promoverá y valorizará la importancia de los huertos familiares como una práctica sostenible que provee de alimentación adecuada a lo largo del año para las familias de la región de estudio.

Este trabajo, además, favorece también el cumplimiento del objetivo 12 “Producción y consumo responsable” incrementando la sostenibilidad agrícola. Al tener conocimiento sobre la diversidad vegetal con importancia nutricional, se valoriza la importancia de los huertos familiares y se promueve la conservación de esta práctica. De esta manera, se reducen las cadenas de producción, se promueve un uso eficiente de los recursos, y se contribuye con el fortalecimiento de la seguridad alimentaria.

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI–

17 Orden de pago final

Nombres y apellidos	Categoría (investigador /auxiliar)	Registro de personal	Procede pago de mes (Sí / No)	Firma
Carmen Lucía Yurrita Obiols	Coordinadora	970104	No	
Enma Yamileth Aldana Salguero	Auxiliar II	20200430	No	

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI–

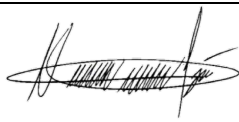
18 Declaración de la Coordinadora del proyecto de investigación

La Coordinadora de proyecto de investigación con base en el *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación*, artículos 13 y 20, deja constancia que el personal contratado para el proyecto de investigación que coordina ha cumplido a satisfacción con la entrega de informes individuales por lo que es procedente hacer efectivo el pago correspondiente.

Carmen Lucía Yurrita Obiols Coordinadora del proyecto de investigación	
28/02/2022	

19 Aval del director del Instituto de Investigaciones, del Centro Universitario de Zacapa

De conformidad con el artículo 13 y 19 del *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación* otorgo el aval al presente informe de las actividades realizadas en el proyecto “**Huertos familiares del corredor seco de Zacapa, documentando su diversidad como potencial para conservación, y fortalecimiento de la seguridad alimentaria**” en mi calidad de Director del instituto de Investigaciones del Centro Universitario de Zacapa, mismo que ha sido revisado y cumple su ejecución de acuerdo a lo planificado.

Vo.Bo. Dr. Manuel Barrios Coordinador, Instituto de Investigaciones Centro Universitario de Zacapa	
28/02/2022	

Informe final proyecto de investigación 2021

Dirección General de Investigación –DIGI-

20 Visado de la Dirección General de Investigación

Vo.Bo. Dra. Sandra Herrera Ruiz Coordinadora Programa Universitario de Investigación en Asentamientos humanos -PUIAH-	
28/02/2022	

Ing. Rufino Salazar Vo.Bo. Coordinador General de Programas Universitarios de Investigación	
28/02/2022	