



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



TECNM
TECNOLOGICO NACIONAL DE
MEXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE OAXACA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN DESARROLLO REGIONAL Y
TECNOLÓGICO

TESIS

“Análisis estratégico de los factores sociodemográficos y la
biodiversidad de la familia Cactaceae en San Pablo Villa de Mitla,
Tlacolula, Oaxaca”

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

Maestra en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico

PRESENTA

Delia Quero Martínez

DIRIGIDA POR

Dr. Andrés Enrique Miguel Velasco
Dr. Julio César Torres Valdez

ASESORES

Dr. Felipe De Jesús Palma Cruz
Dr. Ruffo Caín López Hernández



Oaxaca de Juárez, Oax., **25/agosto/2023**

Oficio No. DEPI-743/2023

Asunto: Autorización de impresión de tesis.

ING. HUITZILÍ DÍAZ JAIMES
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ESCOLARES.
P R E S E N T E

Por este medio comunico a usted, que de acuerdo con las disposiciones establecidas en los Lineamientos para la operación de estudios de Posgrado en el Tecnológico Nacional de México, dependiente de la Secretaría de Educación Pública, la estudiante **Delia Quero Martínez** con número de control M21161684, ha cumplido con todas las recomendaciones que el Comité Revisor hizo respecto a su tesis cuyo título es "Análisis estratégico de los factores sociodemográficos y la biodiversidad de la familia Cactaceae en San Pablo Villa de Mitla, Tlacolula, Oaxaca", para obtener el Grado de Maestra en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico.

Por lo anterior, la División a mi cargo le concede la autorización para que proceda el trámite correspondiente y la impresión de la misma.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
"Tecnología Propia e Independencia Económica"



DR. MARCO ANTONIO SÁNCHEZ MEDINA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN

MASM/EFA/cmh





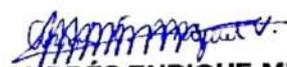
ASUNTO: Autorización de impresión de tesis.

C. DELIA QUERO MARTÍNEZ
ESTUDIANTE DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN DESARROLLO REGIONAL Y TECNOLÓGICO
P R E S E N T E.

De acuerdo con las disposiciones para la Operación de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México, dependiente de la Secretaría de Educación Pública y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora le hizo con respecto a su Tesis para obtener el Grado de Maestra en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico, cuyo título es "Análisis estratégico de los factores sociodemográficos y la biodiversidad de la familia Cactaceae en San Pablo Villa de Mitla, Tlacolula, Oaxaca", los abajo firmantes, integrantes de la Comisión Revisora le concedemos la autorización para que proceda a la Impresión de la misma.

ATENTAMENTE

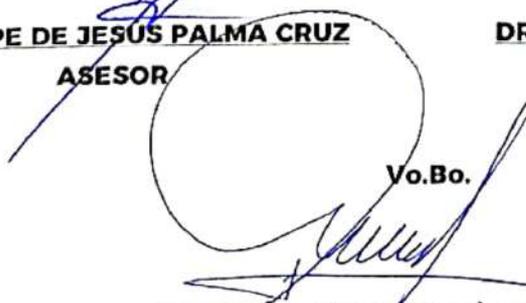
*Excelencia en Educación Tecnológica
"Tecnología Propia e Independencia Económica"*


DR. ANDRÉS ENRIQUE MIGUEL VELASCO
DIRECTOR


DR. JULIO CÉSAR TORRES VALDEZ
CO-DIRECTOR


DR. FELIPE DE JESÚS PALMA CRUZ
ASESOR


DR. RUFFO CAÍN LÓPEZ HERNÁNDEZ
ASESOR


Vo.Bo.
DR. MARCO ANTONIO SÁNCHEZ MEDINA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN

 **EDUCACIÓN** |  **TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE OAXACA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

MASMA*cmh



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi sincero agradecimiento al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) por el apoyo financiero brindado. Su respaldo económico ha sido fundamental para llevar a cabo este proyecto de tesis de manera exitosa, Agradezco también al Tecnológico Nacional de México campus Instituto Tecnológico de Oaxaca por apoyarme con las herramientas necesarias para continuar con mi desarrollo profesional.

En la culminación de este significativo trabajo de investigación, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas cuya valiosa colaboración y apoyo han sido fundamentales para la realización exitosa de este proyecto.

En primer lugar, quiero extender mi gratitud al distinguido Dr. Andrés Enrique Miguel Velasco, quien no solo dirigió esta tesis con compromiso y dedicación, sino que también me brindó sus valiosos consejos y orientación en cada etapa del proceso. Su amplio conocimiento y su disposición constante desempeñaron un papel crucial al señalar el camino hacia la culminación de este trabajo de investigación. Le doy las gracias de todo corazón, Doctor Andrés.

Asimismo, quiero reconocer y agradecer el apoyo fundamental del Dr. Felipe De Jesús Palma Cruz, el Dr. Julio César Torres Valdez, el Dr. Ruffo Caín López Hernández y la Dra. Karina Aidee Martínez García. Sus aportes, consejos y tiempo enriquecieron enormemente este trabajo, por ello, les estoy sinceramente agradecida.

Finalmente, deseo expresar mi reconocimiento al Comisariado de Bienes Comunales de San Pablo Villa de Mitla. Su disposición y respaldo constante durante el transcurso de esta investigación fueron esenciales para la obtención de datos relevantes y la realización de un análisis completo. Su colaboración demuestra un espíritu de comunidad y cooperación que valoro profundamente.

En conjunto, estas muestras de apoyo y colaboración han sido los cimientos sobre los cuales se constituye este trabajo. Sus contribuciones serán recordadas con gratitud y aprecio. Sin su orientación, conocimientos y disposición, este proyecto no habría sido posible.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, quien ha sido la fuente de inspiración y el motor que me impulsó a superar desafíos y obstáculos en el transcurso de la elaboración de este proyecto. Gracias por no dejarme sola en los momentos de flaqueza, por acompañarme siempre y por guiar mis pasos hacia las personas indicadas en el camino para un constante aprendizaje.

Un reconocimiento especial a mi madre y mi abuelita, quienes han estado presentes de manera inquebrantable, apoyándome en cada etapa de mi vida. Su aliento constante y su amor incondicional han sido el motor detrás de mis logros. Gracias por ser mis pilares y por motivarme a seguir adelante incluso en los momentos más desafiantes. El amor que me han brindado es una fuente inagotable de fortaleza que me impulsa a superar obstáculos y no defraudar sus expectativas.

A mi pareja Josafat, quiero expresar mi profundo agradecimiento por su constante motivación y apoyo a lo largo de esta travesía. Tu presencia ha sido un faro en los momentos de duda y una fuerza impulsora en los momentos de cansancio. Gracias por ser mi compañero en este viaje.

En este momento de gratitud, reconozco que cada una de estas personas que ha dejado una huella imborrable en este proyecto. Cada palabra de aliento, cada gesto de apoyo y cada muestra de amor han sido los cimientos sobre los cuales se ha construido esta tesis. Su presencia ha enriquecido este trabajo de maneras invaluable. Que este acto de dedicación sea una expresión sincera de mi agradecimiento y un testimonio de la importancia que tienen en mi vida.

RESUMEN

Las cactáceas son un grupo distintivo y endémico de México, sin embargo, el uso irracional y la falta de planes de manejo han ocasionado la gradual desaparición de estas especies en varias áreas del país. Es por ello que, en la presente tesis, se analiza el caso específico de San Pablo Villa de Mitla, con el objetivo de examinar la problemática sociodemográfica de las cactáceas, evaluando tanto sus fortalezas como oportunidades, debilidades y amenazas. Asimismo, se plantea la hipótesis de que la biodiversidad de las cactáceas en esta zona se encuentra más amenazada que fortalecida debido al uso que le dan los habitantes de la comunidad.

Se realizó una evaluación de la diversidad y abundancia de las cactáceas utilizando el índice de Shannon-Wiener, lo cual permitió registrar un total de 11 especies. Además, se utilizó el método de entrevistas para obtener información sobre los diversos usos que la comunidad les otorga, identificando tres usos principales, como son el uso alimentario, ornamental y como cerca viva. Para analizar la degradación del hábitat, se superpusieron los registros de cactáceas con los datos proporcionados por el INEGI sobre el uso de suelo y los tipos de vegetación, lo cual reveló que estas especies se encuentran ubicadas en zonas destinadas a la agricultura, pastizales y asentamientos humanos. Asimismo, se identificaron las especies que están bajo protección en los principales listados y se calculó el índice de importancia cultural con el fin de evaluar su impacto. Por último, se empleó un análisis FODA y un modelo de correlación reflectivo para evaluar la hipótesis planteada.

En conclusión, los resultados de esta investigación evidencian la problemática sociodemográfica que enfrenta la diversidad de las cactáceas en el área de estudio. La disminución de la diversidad y los impactos negativos en el hábitat son consecuencia directa de las presiones antropogénicas y la falta de un manejo adecuado de los recursos, por lo tanto, se confirma la hipótesis planteada, en la que se destaca la predominancia de las amenazas sobre las fortalezas. Para abordar esta problemática, se recomienda implementar medidas de conservación y manejo adecuadas, involucrando activamente a la comunidad local. De esta manera, se podrá promover la conservación de la biodiversidad de las cactáceas y lograr un equilibrio sostenible entre los beneficios humanos y el cuidado del medio ambiente en San Pablo Villa de Mitla.

ABSTRACT

Cacti are a distinctive and endemic group of Mexico, however, irrational use and lack of management plans have caused the gradual disappearance of these species in various areas of the country. That is why, in this thesis, the specific case of San Pablo Villa de Mitla is analyzed, with the aim of examining the sociodemographic problems of cacti, evaluating both their strengths and opportunities, weaknesses and threats. Likewise, the hypothesis is raised that the biodiversity of cacti in this area is more threatened than strengthened due to the use given to it by the inhabitants of the community.

An evaluation of the diversity and abundance of cacti was carried out using the Shannon-Wiener index, which allowed recording a total of 11 species. In addition, the interview method was used to obtain information on the various uses that the community grants them, identifying three main uses, such as food, ornamental and living fence use. To analyze habitat degradation, cacti records were superimposed with data provided by INEGI on land use and vegetation types, which revealed that these species are located in areas devoted to agriculture, pastures, and settlements. humans. Likewise, the species that are under protection in the main listings were identified and the index of cultural importance was calculated in order to assess their impact. Finally, a SWOT analysis and a reflective correlation model were used to evaluate the proposed hypothesis.

In conclusion, the results of this research show the sociodemographic problems faced by the diversity of cacti in the study area. The decrease in diversity and the negative impacts on the habitat are a direct consequence of anthropogenic pressures and the lack of adequate management of resources, therefore, the proposed hypothesis is confirmed, in which the predominance of threats is highlighted. about the strengths. To address this problem, it is recommended to implement adequate conservation and management measures, actively involving the local community. In this way, it will be possible to promote the conservation of the biodiversity of cacti and achieve a sustainable balance between human benefits and care for the environment in San Pablo Villa de Mitla.

NANI GISIEEDLU

Reyabitzuh nakni te kuaa yajg nani rahpnu nen Gedx Ge'p Bæii, lux, palaga kueduxnuni o dinu guun te suu reyahgre cheni wiinreni te tioobreni, pet sitzuhn te dxej nitloh tekuaa reyahgre nen gideeb gehdxnu. Ni'kni, nen gihtzre ni kasieednu, kakualohnu xo kayakh neni San Pabl Guehdx Lyoob, te fiinu la yū' xi guunnu kon reyahgre, gukualohnu rextihpnu nehza xi nezyuh yu', karu rusennu etlaadi o yu' ries sugajiætnu. Lagahk si'k, ruhnnu xigaab palga rahpnu xidahl rcuaa reyagehdxre, ruxunruni ries quela yu' xtihpreni saksi rebenloguehdx lakti rkiinreni, rutiugrenini lux direni gusuh reyagkoob.

Bare'xnu don lakti kuaa reyahgre yu' nen ladxnu, bikiinnu nani laa Shannon-Weiner, nani basaani gohpnu 11 cuaa reyahgre. Nehza, gunæbdiidxnu lorebehn xo rkiinreni reyahgre, bidxeelnu chòn huælt kadru rkiinrenini, sic yælrahw, cheni rucuaatisnu rolihznun saksi sakruu rlùini, nehza sik te basaa nabahn. Cheni gukualohnu xo cayakxuu yuh cadru roobni, bawiinu rediidx nani rahp INEGI kadru nni xo rkiinreni reyuhre, nehza rebalahg, cuaan o yahg nani rahpnu, ro'c rehbni giraa reyahgre tre'reni kadru rbe'kreni binih, gixa' o kadru rbehz behn.

Lagahk si'k, biumbeenu tecuaa yahg nani cayapdaanu te na'k nitlohni, nehza biumbeenu lakti sahknini nen laadxnu. Lultli, biumbeenu nani rumbeenu sik "FODA" (sik laani nen dixtiil), nehza te yælsieed te gumbeenu xo rineereni za'reni rediidxre nani ruhnu xigaab.

Jia'nnu diidx, nani bidxeelnu nen yælsieedre rulùini nani etlaadi yu' nen laadxnu kadru roob xidahl cuaa reyahgre kadru kasieednu. Rie'ch xidahl kuaa reyahgre nehza xo et laadi rusen reyahge're saksi rebehn rutiug reyahgre, nehza direni gàn xo gapdaareni guraa reyælnabahn re, nah, rwiinu laaka behnnu xigaab, kadru guniinu yu'ru nani ruschahgni kela nani rustihpni. Palga gusuliinu kasioonre, rulihdxnu chuu xo gikinnu, nehza gapdaanu reyahgre, nungæhl gusiu'nu rebengehdx. Si'k, sahknini guunnu dzuun te chuza'c xidahl cuaa reyahgre, te chuza tebloh nani rkiin rebehn nehza gapdaanu yælnabahnre nen San Pabl Guehdx Lyoob.

Traducción del resumen al idioma zapoteco perteneciente al grupo lingüístico Otomangue de San Pablo Villa de Mitla, Tlacolula, Oaxaca.

Por Misael Martínez Martínez y Delia Quero Martínez

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1. Antecedentes	5
1.1.1. Biodiversidad y distribución cactológica	5
1.1.2. Listados de protección de cactáceas	6
1.1.3. El endemismo, la exclusividad de las cactáceas en México.....	6
1.1.4. Antecedentes sociodemográficos de la zona de estudio.....	7
1.1.5. Investigaciones locales	8
1.2. Planteamiento del problema de investigación	9
1.2.1. Crecimiento demográfico acelerado.....	9
1.2.2. Sobreexplotación de recursos naturales	10
1.2.3. Introducción de especies invasoras	10
1.2.4. Pérdida de conocimientos tradicionales	11
1.2.5. Tenencia de la tierra	11
1.3. Justificación de la investigación.....	12
1.3.1. Justificación teórica.....	12
1.3.2. Justificación práctica	12
1.3.3. Justificación metodológica.....	13
1.4. Delimitación de la investigación	13
1.5. Objetivos de la investigación	14
1.5.1. Objetivo general	14
1.5.2. Objetivos específicos.....	14
1.6. Hipótesis.....	14
1.7. Preguntas de investigación	15
1.7.1. Pregunta general.....	15
1.7.2. Preguntas específicas.....	15
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	16
2.1. Análisis estratégico	17
2.1.1. Matriz de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA)	17
2.2. Factores sociodemográficos	18
2.2.1. Población.....	18
2.2.2. Sociocultura.....	19
2.2.3. Tenencia de la tierra	19

2.3.	Teorías y conceptos del desarrollo sustentable	20
2.3.1.	Actividad turística y desarrollo sustentable.....	21
2.4.	Biodiversidad de las cactáceas	24
2.4.1.	Identificación de las cactáceas	25
2.4.2.	Tipos de usos más destacados	27
2.4.3.	Técnicas de protección	32
2.4.4.	El papel ecológico de las cactáceas	35
2.4.5.	Marco legal para la protección de cactáceas	35
2.5.	La biodiversidad de las cactáceas en la sociedad	39
2.5.1.	Acciones de conservación de los recursos en Mitla	39
2.5.2.	El legado cultural de las cactáceas	41
2.5.3.	Factores de perturbación que afecta a las cactáceas	42
2.5.4.	Las cactáceas como fuente de beneficios económicos	47
CAPITULO III: CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN		49
3.1.	Localización del área de estudio	50
3.1.1.	Límites y estructura regional	50
3.2.	Antecedentes históricos.....	53
3.3.	Descripción geográfica de San Pablo de Villa de Mitla.....	54
3.3.1.	Clima	54
3.3.2.	Tipos de suelo.....	56
3.3.3.	Hidrografía	56
3.3.4.	Flora	57
3.3.5.	Fauna	58
3.4.	Aspectos sociales de San Pablo Villa de Mitla	59
3.4.1.	Población.....	59
3.4.2.	Salud.....	60
3.4.3.	Vivienda	60
3.4.4.	Educación.....	64
3.4.5.	Migración	64
3.4.6.	Rezago social.....	65
3.4.7.	Índice de marginación	65
3.4.8.	Indicadores de pobreza.....	67
3.4.9.	Índice de desarrollo humano	67
3.5.	Aspectos económicos de San Pablo Villa de Mitla.....	68
3.5.1.	Economía Artesanal	68
3.5.2.	Economía turística.....	70

3.5.3.	Actividades económicas más demandadas por los pobladores	72
3.5.4.	Economía agricultura tradicional	74
3.6.	Aspectos culturales y religiosos	75
CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		76
4.1.	Tipos de investigación.....	77
4.2.	Variables e indicadores de investigación	78
4.3.	Diversidad y abundancia	80
4.4.	Degradación del hábitat.....	81
4.5.	Especies de cactáceas en riesgo de extinción	81
4.6.	Uso de cactáceas.....	81
4.7.	Índice de Importancia Cultural (IIC).....	83
4.8.	Análisis FODA.....	84
4.9.	Comprobación de la hipótesis	84
CAPÍTULO V. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....		86
5.1.	Resultado del análisis de datos.....	89
5.1.1.	Diversidad y abundancia de las cactáceas en la “Fortaleza” y “Cerro Tosbín”	89
5.1.2.	Estatus de las especies en la NOM-059, CITES Y UICN	92
5.1.3.	Especies endémicas	93
5.1.4.	Cambio de uso de suelo.....	94
5.1.5.	La biodiversidad de cactáceas y su relación con los factores sociodemográficos.....	96
5.1.6.	Uso de las cactáceas	100
5.1.7.	Índice de importancia cultural	103
5.2.	Resultados de la prueba de hipótesis.....	106
5.2.1.	Contraste de la hipótesis central de la investigación	108
5.2.2.	Consistencia interna del modelo.....	112
5.2.3.	Análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas	114
5.3.	Hallazgos de la investigación	117
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES, DISCUSIONES Y RECOMENDACIONES		118
6.1.	CONCLUSIONES	119
6.2.	DISCUSIONES	121
6.3.	RECOMENDACIONES	124
REFERENCIAS.....		127
ANEXO I. ENCUESTA.....		145
ANEXO II. CATÁLOGO DE CACTÁCEAS DE MITLA		154
ANEXO III. USO DE LAS CACTÁCEAS EN MITLA		180
GLOSARIO.....		182

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1. Problemática de los factores sociodemográficos en la biodiversidad de cactáceas	15
Figura 2.1. Categorías de riesgo de extinción de acuerdo a la UICN.....	37
Figura 2.2. ADVC en San Pablo Villa de Mitla	40
Figura 2.3. ADVC en la agencia municipal de Unión Zapata, perteneciente a San Pablo Villa de Mitla.....	41
Figura 3.1. Ubicación San Pablo Villa de Mitla.....	51
Figura 3.2. Infraestructura municipal de San Pablo Villa de Mitla.....	52
Figura 3.3. Tipos de clima de la cabecera municipal de Mitla.....	55
Figura 3.4. Tipos de suelo de la cabecera municipal de Mitla.	56
Figura 3.5. Afluentes de la cabecera municipal de Mitla.	57
Figura 3.6. Tipos de vegetación y uso de suelo de la cabecera municipal de Mitla.....	58
Figura 3.7. Pirámide poblacional de San Pablo Villa de Mitla 2020.	59
Figura 3.8. Distribución de viviendas particulares habitadas 2010 y 2020.....	61
Figura 3.9. Total de viviendas en la cabecera municipal de San Pablo Villa de Mitla	61
Figura 3.10. Total de viviendas con drenaje y alcantarillado.....	62
Figura 3.11. Viviendas con agua entubada.....	63
Figura 3.12. Viviendas con energía eléctrica	64
Figura 3.13. Grafica del grado de pobreza en San Pablo Villa de Mitla	67
Figura 3.14. Elaboración de ropa artesanal en San Pablo Villa de Mitla.....	69
Figura 3.15. Actividades más demandadas por el turismo	71
Figura 3.16. Actividades más demandadas por los pobladores	73
Figura-3.17. Actividades económicas diversas	74
Figura 5.1. Distribución de cactáceas en la Fortaleza y el Tosbín	89
Figura 5.2. Distribución de cactáceas de acuerdo al uso y tipo de vegetación 2013, en el sitio denominado la “Fortaleza” y “Cerro Tosbín” de Mitla.....	95
Figura 5.3. Frecuencia de colecta de acuerdo a las colonias de Mitla.....	100
Figura 5.4 Modelo de análisis de hipótesis	107
Figura 5.5. Análisis FODA.....	115

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	24
Etapas de planificación estratégica que ofrece la OMT (1999).....	24
Tabla 2.2.	31
Uso alimenticio de algunos géneros de cactáceas	31
Tabla 3.1	55
Tipos de clima existentes en el municipio.....	55
Tabla 3.2	60
Población Total del Municipio de acuerdo al año 2010, 2015 y 2020	60
Tabla 3.3	65
Proyección de la población 2021	65
Tabla 3.4	66
Indicadores de marginación de Mitla, comparativo 2010-2015	66
Tabla 4.1	79
Variables e indicadores de la investigación.....	79
Tabla 5.1	90
Índice De Shanonn-Weiner (H) de la zona “La Fortaleza”	90
Tabla 5.2	90
Índice De Shanonn-Weiner (H) de la zona “Tosbín”	90
Tabla 5.3	91
Índice De Shanonn-Weiner (H) del área total de estudio.....	91
Tabla 5.4	93
Especies de cactáceas registradas en las zonas de estudio	93
Tabla 5.5.	104
Importancia cultural del uso de las especies de Cactáceas.....	104
Tabla 5.6.	106
Ubicación de especies en viveros de Tlacolula	106
Tabla 5.7.	111
Grado de correlación entre variable.....	111
Tabla 5.8.	113
Fiabilidad y validez del constructo	113

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 4.1. Proceso con enfoque mixto de la investigación.....	77
Gráfica 5. 1. Abundancia de especies de Cactáceas	91
Gráfica 5.2. Frecuencia de uso de cactáceas de la población de Mitla.....	96
Gráfica 5.3. Motivo del uso de las cactáceas por los pobladores de Mitla.....	97
Gráfica 5.4. Número de ejemplares de cactáceas que tienen las familias mitleñas.....	97
Gráfica 5.5. Porcentaje de colecta relacionado con el sexo.....	98
Gráfica 5.6. Especies más colectadas de acuerdo al nombre común.....	99
Gráfica 5.7. Porcentaje del uso alimenticio de las cactáceas de Mitla	101
Gráfica 5.8. Porcentaje del uso ornamental de las cactáceas de Mitla	101
Gráfica 5.9. Porcentaje del uso como cerca viva de las cactáceas de Mitla.....	102
Gráfica 5.10. Frecuencia de uso de las especies de cactáceas registradas en Mitla	103

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ADVC	Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación
ANP	Áreas Naturales Protegidas
AMJB	Asociación Mexicana de Jardines Botánicos
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
DOF	Diario Oficial de la Federación
FANAR	Fondo de Apoyo para Núcleos Agrarios
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
PROCEDE	Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
LEGEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

INTRODUCCIÓN

Los cactus como comúnmente se les conoce a los miembros de la familia Cactaceae, son la flora característica principalmente de ambientes áridos y semiáridos (Bravo-Hollis, 1978). Es endémica del Continente Americano (Nyffeler, 2002), está conformada por 1,883 especies que se agrupan en 139 géneros (Hunt, 2016), distribuidos desde el suroeste de Estados Unidos hasta Sudamérica, siendo México el principal centro de distribución y endemismo (Arias, 1993; Barthlott *et al.*; 2010; Alanís y Velazco, 2008).

Las cactáceas son un grupo de plantas muy valoradas en México desde tiempos ancestrales por su importancia cultural, tradicional y economía local. Formaron parte de los primeros jardines botánicos existentes en México que pertenecieron a Nezahualcóyotl y Moctezuma Xocoyotzin, quienes tenían gran afición por sus flores y ejemplares exóticos de tierras lejanas (Bravo-Hollis, 1978, p.12).

Este valor sociocultural se extendió a diversas zonas del país, quienes muy a su estilo les fueron dando diversos usos que persisten en nuestros días, tal es el caso de San Pablo Villa de Mitla, un poblado con raíces zapotecas que se encuentra muy relacionado con este tipo de flora gracias a su geografía y clima desértico, ha sido objeto de importantes colectas científicas realizadas por la reconocida cactóloga Helia Bravo Hollis (Bravo-Hollis, 1978). Sin embargo, estas plantas también han sido objeto de colectas descontroladas e ilegales, lo que ha llevado a una disminución significativa de algunas especies y ha generado preocupación entre los habitantes de la zona (Bran. 2019).

La presente investigación se enfoca en realizar un análisis de los factores sociodemográficos y la biodiversidad de la familia Cactaceae en San Pablo Villa de Mitla, permitirá valorar el papel cultural y simbólico de las cactáceas en la cultura zapoteca y cómo su conservación y uso puede contribuir a fortalecer las identidades sostenibles y culturales. La investigación tiene un enfoque sociobiológico para entender la relación entre la diversidad de cactáceas en el hábitat natural, su uso y manejo por parte de la población local. Se explorarán oportunidades para fomentar un comercio legal y sostenible de estas plantas que beneficien a la comunidad y la conservación de la biodiversidad. Así mismo se busca contribuir a la

conservación de las cactáceas en la zona de estudio y a su valoración como un recurso cultural, económico y ecológico importante.

A continuación, se hace una breve descripción del contenido de cada capítulo que conforma la presente investigación:

Capítulo I: Planteamiento de la Investigación. En este capítulo se establece el contexto y la relevancia del estudio. Se presenta el problema de investigación relacionado con los factores sociodemográficos y la biodiversidad de la familia Cactaceae en San Pablo Villa de Mitla. Se exponen los objetivos y preguntas de investigación que guiarán el estudio, así como la justificación de su importancia.

Capítulo II: Marco Teórico y Conceptual. Este capítulo aborda las bases teóricas y conceptuales que sustentan la investigación. Se analizan las teorías y enfoques que proporcionan una comprensión sólida del tema, estableciendo el marco conceptual que guiará el análisis.

Capítulo III: Contexto de la Investigación. En este capítulo se describe el contexto geográfico, social y cultural del área de estudio. Se presentan datos demográficos, características socioeconómicas y elementos culturales para comprender la interacción entre la comunidad y la biodiversidad de la familia Cactaceae.

Capítulo IV: Metodología de la Investigación. Este capítulo detalla la metodología utilizada en el estudio. Se describe cómo se recopilaron los datos, incluyendo métodos de recolección para examinar la relación entre factores sociodemográficos y las cactáceas.

Capítulo V: Resultados de la Investigación. En este capítulo se presentan los resultados obtenidos del estudio. Se muestran los hallazgos relacionados con la influencia de los factores sociodemográficos.

Capítulo VI: Conclusiones, discusión y recomendaciones. En este último capítulo, se presentan las conclusiones derivadas de los resultados obtenidos. Se discuten estas conclusiones respecto al marco teórico y los objetivos de la investigación y se hacen recomendaciones para la conservación.

MATRIZ DE CONGRUENCIA

TITULO	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	ELEMENTOS BÁSICOS DEL MODELO TEÓRICO	JUSTIFICACIÓN	FUENTES PARA OBTENER INDICADORES
<p>“Análisis estratégico de los factores sociodemográficos y la biodiversidad de la familia Cactaceae en San Pablo Villa de Mitla, Tlaxolula, Oaxaca”</p>	<p>Espacial: San Pablo Villa de Mitla</p> <p>Temporalidad: 2021-2023</p>	<p>En San Pablo Villa de Mitla, la biodiversidad de las cactáceas ha disminuido debido a las actividades humanas relacionadas con los factores sociodemográficos. La extracción ilegal, el uso no sostenible de los recursos naturales y la falta de planes de manejo adecuado son las principales amenazas para la biodiversidad de las cactáceas en la comunidad</p>	<p>Pregunta general ¿Cuál es la influencia de los factores sociodemográficos sobre la biodiversidad de las cactáceas en San Pablo Villa de Mitla?</p> <p>Preguntas específicas</p> <p>¿Cuántas especies de cactáceas están presentes en la zona de estudio durante el periodo 2021-2023?</p> <p>¿Qué utilidad les dan a las especies de cactáceas en Mitla?</p> <p>¿Cuáles especies son importantes culturalmente en Mitla?</p> <p>¿Cuáles son las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la biodiversidad de las cactáceas en Mitla?</p>	<p>General</p> <p>Analizar la influencia de los factores sociodemográficos sobre la biodiversidad de las cactáceas en San Pablo Villa de Mitla.</p> <p>Específicos</p> <p>Elaborar un listado de las especies de cactáceas en el área de estudio</p> <p>Identificar los usos que los habitantes le dan a las cactáceas</p> <p>Identificar las especies con importancia cultural</p> <p>Realizar un análisis para identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas</p>	<p>Central: La biodiversidad de las cactáceas en la Villa de Mitla se encuentra en una etapa de vulnerabilidad como consecuencia de las presiones antropogénicas, debido a que existe una correlación positiva y significativa entre los factores sociodemográficos y la biodiversidad en la comunidad analizada. Esta vulnerabilidad deriva de las debilidades y amenazas generadas por los factores sociodemográficos en la zona de estudio, las cuales superan a sus fortalezas y oportunidades.</p>	<p>Dependiente: Biodiversidad de cactáceas</p> <p>Independiente: Factores sociodemográficos</p>	<ol style="list-style-type: none"> Análisis estratégico Matriz de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas Factores sociodemográficos (La Organización Panamericana de la Salud, 2022; Hernández Millán, 1996, Chaves, 2001, Rojina Villegas, 1981) Teorías y conceptos del desarrollo sustentable (López-Ricalde et al. 2005; Picazzo <i>et al.</i> 2010; Sen y Anand, 1994) Biodiversidad de las cactáceas (Bravo-Hollis, 1978, Arias, 1993; Bustamante y Búrquez, 2005; Rzedowski, 2006; Durán y Méndez, 2010; Jiménez, 2011) Las cactáceas en la sociedad (Bravo, 1978, Acosta-Castellanos, 2002; Jiménez, 2011; FAO, 2015; Sarandón, 2020). 	<ol style="list-style-type: none"> Teórica La importancia cultural y ecológica de la biodiversidad de las cactáceas, enfrenta desafíos derivados de factores sociodemográficos. Estos cambios ponen en riesgo la biodiversidad presente. Práctica Mitla posee un potencial turístico a partir de la apreciación de su flora y fauna nativa, lo que puede generar beneficios económicos para las comunidades y mejorar su calidad de vida. Metodológica La metodología empleada combina datos primarios y secundarios, junto con enfoques cualitativos y cuantitativos para explorar los usos y el valor cultural en la región. 	<p>INEGI CONEVAL Entrevistas</p>

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación, se presentan los antecedentes de las cactáceas, su relación con el aspecto social y económico; así como el planteamiento del problema, la justificación, delimitación de la investigación, objetivos, hipótesis y preguntas de investigación.

1.1. Antecedentes

1.1.1. Biodiversidad y distribución cactológica

Las cactáceas habitan principalmente zonas áridas y semiáridas (Arias, 1993). Aunque también se pueden encontrar en selvas tropicales, matorral de dunas, bosque de coníferas y encinos, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio, caducifolio, subcaducifolio y espinoso (Bustamante y Búrquez, 2005; Rzedowski, 2006; Jiménez, 2011). Se encuentran a una altitud que va entre los 1300 a 2200 metros sobre el nivel del mar (Aquino y Arias, 2010).

A nivel mundial comprende aproximadamente 1,883 especies agrupadas en 139 géneros (Hunt, 2016). Es endémica del Continente Americano (Nyffeler, 2002). Se distribuyen en dos centros de diversidad: 1) desde el centro al norte de México en dirección al suroeste de Estados Unidos. 2) Desde Sudamérica, en la parte correspondiente de Bolivia, Argentina, Perú y el este de Brasil (Arias, 1993; Barthlott *et al.*, 2010; Arias *et al.*, 2012).

México es el principal y más importante centro de concentración de cactáceas, con 51 géneros y 603 especies (Hunt, 2016). El 60% de estos géneros se concentran en una franja a partir de la región correspondiente al Desierto de Chihuahua, pasando por Querétaro e Hidalgo, el Desierto de Sonora y el Valle de Tehuacán-Cuicatlán ubicado entre Puebla y Oaxaca (Hernández y Godínez, 1994; Hernández *et al.*, 2004; Flores-Martínez y Manzanero, 2010; SEMARNAT, 2016). Este último posee 81 especies de cactáceas, 25 de las cuáles son endémicas de la región (SEMARNAT, 2016).

Por otra parte, de acuerdo a García-Mendoza *et al.* (2004) Oaxaca alberga 112 especies distribuidos en 28 géneros, 35 de las cuales se encuentran bajo amenaza. Dentro del territorio se presentan 3 centros con alta concentración, el primero corresponde al Istmo de Tehuantepec y Juchitán con 44 y 29 especies respectivamente; seguido de Tehuacán-Cuicatlán y la Mixteca Alta, siendo Cuicatlán la zona con mayor cantidad de especies (40), Teotitlán (35), Huajuapán

(29), Teposcolula (29) y Coixtlahuaca (26); finalmente el tercer centro se ubica en el distrito de Tlacolula (27) y el centro de Oaxaca con (25).

1.1.2. Listados de protección de cactáceas

La NOM-059-2010 de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2010) en México. Esta normativa establece la clasificación de especies de flora y fauna en diferentes categorías de conservación. Según dicha norma, se contemplan 274 taxa de cactáceas bajo alguna categoría de protección. De estas, 156 se encuentran en la categoría de protección especial, 87 están consideradas como especies amenazadas y 31 están en peligro de extinción.

Por otra parte, los listados de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) para el año 2023 también son relevantes para comprender la situación de las cactáceas en términos de conservación. Según estos listados, la familia Cactaceae en su totalidad está incluida en el Apéndice II, lo que implica que su comercio internacional está regulado para asegurar su supervivencia a largo plazo. Sin embargo, algunas especies específicas no se encuentran en ningún listado, como *Pereskia spp*, *Pereskioopsis* y *Quiabentia spp*. Asimismo, ciertos géneros, como *Ariocarpus*, *Astrophytum*, *Aztekium*, *Coryphantha*, *Disocactus*, *Echinocereus*, *Escobaria*, *Mammillaria*, *Melocactus*, *Obregonia*, *Pachycereus*, *Pediocactus*, *Pelecyphora*, *Sclerocactus*, *Strombocactus*, *Turbinocarpus* y *Uebelmannia*, tienen especies incluidas en el Apéndice I de CITES, lo que indica que están en mayor peligro y se prohíbe su comercio internacional.

En el contexto de México, la lista de especies de cactáceas incluidas en estos diferentes listados y categorías de conservación de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) enumera un total de 663 especies. Estas especies se distribuyen en las diversas categorías de conservación que establece la UICN, proporcionando un marco importante para evaluar la situación de la biodiversidad de cactus en el país.

1.1.3. El endemismo, la exclusividad de las cactáceas en México

Del total de cactáceas presentes en territorio mexicano el 73% a nivel genérico y 78% a nivel específico son endémicas del país (Hernández y Godínez, 1994; Mandujano y Goludov, 2002 y

Hernández *et al.*, 2004). De acuerdo a García-Mendoza *et al.* (2004) Oaxaca alberga 72 especies de cactáceas endémicas a México y 19 se encuentran restringidas al Estado, del total de estas especies 4 se ubican en el distrito de Tlacolula, lugar en el cual se ubica el área de estudio San Pablo Villa de Mitla.

De acuerdo a Jiménez (2011) considera que las especies endémicas debido a su limitada distribución geográfica se encuentran más propensas a las actividades antropogénicas que las especies que no lo son. Es por ello que perder una de estas especies o un género completo trae un alto costo biológico (Meza, 2011).

1.1.4. Antecedentes sociodemográficos de la zona de estudio

En términos económicos, de acuerdo al INEGI (2021) el municipio depende principalmente de industrias manufactureras, comercio al por menor y servicios de hotelería y preparación de alimentos y bebidas como restaurantes y bares. La Población Económicamente Activa (PEA) en 2022 fue del 60.3%, con una tasa de desocupación del 1.66%. El 78.2% de los empleos son informales, mientras que el 21.8% son formales, con un salario promedio mensual de \$3.64k MX (Data México, 2022).

La tasa de participación laboral en Mitla fue del 70,7%, con un 81,3% correspondiente a la población masculina y un 61,6% a la población femenina. En cuanto a las ocupaciones, los hombres se dedican al manejo del telar y la elaboración de manta y prendas de vestir, mientras que las mujeres se dedican a la confección de ropa, bordados y elaboración de punta de textiles (DENUE, 2021). La dependencia de actividades económicas específicas puede generar distintos patrones de uso de la biodiversidad. Por ejemplo, en cuanto a las cactáceas estas tienen aplicaciones en la elaboración de artesanías o productos relacionados con la hospitalidad, como decoraciones o ingredientes culinarios, por ello se les atribuya un valor comercial o cultural

En el 2020, había 2,518 viviendas particulares habitadas en la cabecera municipal de San Pablo Villa de Mitla. La mayoría de las viviendas tienen 1, 2 o 3 dormitorios, lo que indica estructuras familiares pequeñas. Estos aspectos pueden influir en la percepción y el uso de los recursos naturales, incluyendo las cactáceas presentes en la región (Data México, 2020-h).

Respecto a los servicios básicos, el 76,62% de las viviendas contaban con drenaje y alcantarillado y el 71,90% disponía de agua entubada (Data México, 2020-h). Estos servicios no solo mejoran la calidad de vida de los habitantes, sino que también pueden tener implicaciones en la gestión de los recursos naturales. Por ejemplo, el acceso a servicios de saneamiento puede influir en la conservación de los ecosistemas cercanos y en cómo la comunidad interactúa con la biodiversidad local, como las cactáceas.

En términos de atención médica, las opciones más utilizadas en 2020 fueron el Centro de Salud u Hospital de la Secretaría de Salud (Seguro Popular), los consultorios de farmacia y el IMSS (Seguro Social). El municipio contaba con dos unidades médicas y 12 profesionales de la salud. Respecto a la discapacidad, se registraron 426 casos de personas con alguna discapacidad física, 386 con discapacidad visual y 224 con discapacidad auditiva (Data México, 2020-g). Las opciones de atención médica utilizadas y el número de profesionales de la salud disponibles revelan la infraestructura médica y el acceso a servicios de salud en la comunidad. La presencia de personas con discapacidades físicas, visuales y auditivas también puede influir en la manera en que se valora y se utiliza la biodiversidad, ya que ciertas plantas, como las cactáceas, podrían tener usos medicinales o terapéuticos.

En conjunto, estos detalles proporcionan una base para analizar cómo los factores sociodemográficos no solo definen el entorno en el que se desarrolla la comunidad, sino que también influyen en la relación de la comunidad con la biodiversidad. La comprensión de estos factores es esencial para llevar a cabo un análisis estratégico completo que aborde la interacción entre la población local y la familia Cactaceae en San Pablo Villa de Mitla.

1.1.5. Investigaciones locales

La etnobotánica de las cactáceas fue abordada por Hernández y Vásquez-Dávila (2007), se enfocaron en las especies endémicas pertenecientes al Estado de Oaxaca, (*Cephalocereus nizandensis*, *Cephalocereus totolapensis*, *Mammillaria kraehenbuehlii*, *Mammillaria polyedra*, *Mammillaria rekoi*, *Mammillaria tonalensis*, *Opuntia nejapensis*, *Ortegocactus macdougallii*, *Peniocereus madcougallii*, *Pilosocereus quadricentralis*, *Selenicereus chontalensis* y *Stenocereus chacalapensis*) de las cuales obtuvieron como usos principales el ornamental y el

comestible especialmente los frutos y cerca viva. En cuanto a las especies en riesgo se ubicaron cuatro en la NOM-059 en estatus de raras (*C. nizandensis*, *M. dehertiana*, *M. kraehuebuehlii* y *S. chacalpensis*) y amenazadas (*M. tonalensis* y *O. macdougallii*).

En Mitla, las investigaciones en las cuáles se ha incluido a las cactáceas son las relacionadas mayormente con listados florísticos como la obra de: Bravo-Hollis 1978, Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada.1991 a, b, en este caso Mitla ha sido parte de colectas científicas. Por otra parte, Joyce y Kent (2001) realizaron una investigación sobre la clasificación de animales y plantas entre los zapotecos del siglo XV, que conocían a todas las plantas como yága, no había una clasificación biológica por lo que solo hay registros de nombres comunes en los que mencionan a los yágapichij que hace referencia a los órganos como se conocen a los cactus columnares, entre los que lograron identificar tres géneros: *Lemaireocereus*, *Myrtillocactus* y *Cephalocereus*. Estudios recientes hacen referencia al trabajo de Jarquín (2021) sobre la flora y fauna de Mitla, en el cual considera la existencia de especies de la familia Cactaceae.

En cuanto a las publicaciones relacionadas con la conservación se encuentra la investigación de Flores (2017) cuyo enfoque fue la sistematización de la experiencia de las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) en tres comunidades de los Valles Centrales, en las que se incluye a Mitla, dentro de este análisis menciona la presencia de flora cactológica.

1.2. Planteamiento del problema de investigación

El problema de los factores sociodemográficos en San Pablo Villa de Mitla se relaciona con los cambios y dinámicas que ha experimentado la población de esta localidad en los últimos años. Estos factores han generado impactos significativos en diversos aspectos de la vida cotidiana de la comunidad, así como en su desarrollo social, económico y medioambiental. A continuación, se detallan los principales problemas sociodemográficos asociados a la biodiversidad de las cactáceas:

1.2.1. Crecimiento demográfico acelerado

Se ha observado un aumento considerable en la población de San Pablo Villa de Mitla en los últimos años pasando de 11,825 habitantes en el 2010 a 13,587 habitantes en el 2020 (INEGI

2010 y 2020). Este hecho puede generar presiones de crecimiento sobre los servicios básicos, infraestructuras, viviendas, empleo y recursos naturales disponibles en la comunidad (Data México (2020-b).

El cambio de uso de suelo ocasionado por el incremento poblacional y la falta de planificación urbana da lugar al aumento de la demanda de tierras para viviendas, agricultura u otras actividades económicas, lo que ocasiona la fragmentación del hábitat de la flora y fauna, que limita la capacidad de reproducción, dispersión y supervivencia de las especies silvestres (UICN, 2015). En el caso de las cactáceas el 24% de las especies amenazadas se ven afectadas por la agricultura y el 31% por la ganadería (Jiménez, 2011).

En la comunidad de estudio las áreas agrícolas que se han extendido a gran velocidad por la creciente demanda de productos relacionados con la venta de mezcal, actualmente parte del territorio destinado a la agricultura tradicional ha cambiado sus cultivos de maíz por maguey debido al auge económico que ha traído el consumo del mezcal en la población y finalmente se encuentra las zonas de pastizal dedicadas a las actividades pecuarias que en conjunto crean un efecto devastador para el hábitat de múltiples especies en especial las cactáceas (San Pablo Villa de Mitla, 2021).

1.2.2. Sobreexplotación de recursos naturales

Los factores sociodemográficos, como el crecimiento poblacional y la migración interna, pueden aumentar la presión sobre los recursos naturales, ocasionando la sobreexplotación de estos a través del tráfico ilegal que es considerada la segunda causa de amenaza de la vida silvestre (SEMARNAT, 2013).

En el caso de las cactáceas la extracción ilegal ha afectado al 47% de las especies amenazadas, por lo que es una problemática alarmante que pone en peligro la biodiversidad y la supervivencia de estas especies vegetales (UICN, 2015).

1.2.3. Introducción de especies invasoras

La migración de personas trae consigo plantas o animales no nativos que ocasionan el cambio del paisaje de las comunidades a las que llegan y suelen ser la causa de la desaparición de

muchas especies. En el caso de la fauna la incorporación del ganado a zonas desérticas desde la época colonial ha significado una amenaza especialmente para las cactáceas, debido a que algunas especies suelen ocuparse como forraje; así mismo la extracción del follaje por el ganado provoca que las cactáceas se encuentren bajo mayor vulnerabilidad al ser expuestas directamente por los rayos del sol; por último, el pisoteo constante de las especies de menor tamaño afecta su crecimiento y reproducción. Por lo tanto, las especies invasoras pueden desplazar a las cactáceas autóctonas y reducir su biodiversidad (Jiménez, 2011).

1.2.4. Pérdida de conocimientos tradicionales

La pérdida de tradiciones culturales puede implicar la disminución del conocimiento local sobre la importancia de las cactáceas y cómo interactuar de manera sustentable con ellas. Si las prácticas tradicionales de conservación y manejo de las cactáceas se pierden, se corre el riesgo de que se realicen actividades perjudiciales para su supervivencia, como la extracción excesiva o la destrucción de hábitats (Bravo, 1978).

1.2.5. Tenencia de la tierra

Entre los municipios del territorio oaxaqueño que presentan conflictos sobre la tenencia de la tierra, se encuentra la comunidad de estudio San Pablo Villa de Mitla, de acuerdo a oficio emitido por el RAN, delegación Oaxaca, Departamento de Catastro, con número de oficio D´RAN/ST/1232/2011, señala que el régimen de propiedad al cual pertenece los terrenos del núcleo agrario de Mitla, según resolución presidencial del 10 de noviembre de 1948, es de régimen comunal, no existe propiedad privada o pequeñas propiedades que hayan sido excluidas y a la fecha no hay zonas expropiadas.

Este hecho ha provocado una serie de disputas y conflictos entre ciertos sectores de la población y el Comisariado de Bienes Comunales debido a la protección de estos últimos por los recursos naturales al prohibir la caza ilegal de fauna silvestre bajo protección especial o en veda, la extracción ilegal de flora silvestre incluidas especies considerabas bajo el estatus de protección especial por la NOM-59, la tala ilegal de bosques, cancelar el campo de tiro (que presentaba una amenaza a la población por su cercanía a la zona urbana) y restringir el saqueo de arena dentro de la ANP (Comisariado de Bienes Comunales Mitla, 2012).

Teniendo en cuenta lo anterior la Comisión Representativa del pueblo de Mitla, bajo sus propios intereses obligaron al comisariado de Bienes Comunales a firmar el acuerdo en el cual aceptan mediante asamblea general de Comuneros, el programa FANAR (Fondo de Apoyo para Núcleos Agrarios sin Regularizar) para regularizar la tenencia de la tierra de la zona urbana y sus alrededores, dicho programa fue publicado el 6 de enero de 1992, en el Diario Oficial de la Federación. con la reforma del artículo 27 constitucional que legaliza la privatización de la tierra (Comisariado de Bienes Comunales Mitla, 2012).

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación teórica

La biodiversidad de la familia Cactaceae en San Pablo Villa de Mitla es particularmente relevante debido a su importancia cultural y ecológica (Bravo, 1978). El área de estudio se encuentra entre una de las tres zonas con mayor riqueza cactológica en el Estado de Oaxaca, que incluye especies que son endémicas (García-Mendoza *et al.* 2004.) y están vinculadas con las tradiciones y el conocimiento ancestral de las comunidades locales (Munguía-Vázquez *et al.*, 2018). Sin embargo, los factores sociodemográficos y los cambios en los usos de la tierra pueden representar amenazas para esta biodiversidad única (Acosta-Castellanos, 2002 y Jiménez, 2011). Por lo tanto, esta investigación busca analizar el impacto de dichos factores en la biodiversidad de la familia Cactaceae.

1.3.2. Justificación práctica

La biodiversidad atraviesa grandes desafíos biológicos, económicos y sociales (Bravo, 1978, UICN, 2015 y García-De León y Arnaud-Franco, 2020), lo cual hace necesario abordar su estudio y conservación desde una perspectiva práctica. San Pablo Villa de Mitla, es un atractivo potencial turístico que basado en la observación y valoración de la flora y fauna nativa puede generar beneficios económicos para las comunidades locales, fomentando el desarrollo económico y mejorando la calidad de vida de sus habitantes (Roobins, 2003).

Este análisis puede contribuir al fortalecimiento de las comunidades locales al generar oportunidades económicas basadas en la conservación de la biodiversidad, promoviendo prácticas turísticas sustentables, al tiempo que se protege y valora su patrimonio natural.

Asimismo, la implementación de medidas de educación ambiental y concientización dirigidas a la población, así como visitantes puede generar un cambio de actitud y comportamiento hacia la conservación de la biodiversidad. La divulgación de los resultados de este análisis y la sensibilización sobre la importancia de la biodiversidad y su relación con los factores sociodemográficos pueden promover comportamientos responsables y acciones de conservación por parte de la comunidad y los turistas.

1.3.3. Justificación metodológica

En la presente investigación se aportan elementos que contribuyen a enriquecer el conocimiento que se tiene sobre la flora de Mitla, especialmente la cactológica. La combinación de información primaria y secundaria, junto con el uso de técnicas de análisis cualitativo y cuantitativo permiten conocer los usos y el valor cultural en la región de estudio. Estas aportaciones metodológicas serán de gran utilidad para generar conocimiento científico y promover la conservación de las cactáceas en esta área geográfica.

1.4. Delimitación de la investigación

Según Jarquín (2021) desde hace 73 años, la localidad de Mitla ha sido objeto de diversos estudios que abarcan tanto la flora como la fauna de la región. Estos estudios han contribuido significativamente a la caracterización de la diversidad biológica presente en Mitla y han sentado las bases para investigaciones posteriores.

Es necesario seguir ampliando este conocimiento debido a que Mitla se caracteriza por ser un lugar con abundancia de recursos naturales y culturales. Sin embargo, no se cuenta a la fecha con un listado florístico y faunístico completo y menos uno dónde solo se enfoquen únicamente en las cactáceas.

Por lo tanto, la presente investigación pretende contribuir en cuanto a la identificación de la flora cactológica en Mitla, en un lapso de 2 años, del 2021 al 2023, en los cuales se analizará la importancia, uso y el valor cultural que se le han dado a estas plantas.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo general

Analizar la influencia de los factores sociodemográficos sobre la biodiversidad de las cactáceas en San Pablo Villa de Mitla.

1.5.2. Objetivos específicos

- Elaborar un listado de las especies de cactáceas ubicadas en la periferia de la zona urbana de la cabecera municipal San Pablo Villa de Mitla.
- Identificar los usos que los habitantes le dan a las cactáceas
- Identificar las especies con importancia cultural
- Realizar un análisis para identificar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas de la biodiversidad de cactáceas

1.6. Hipótesis

Central

La biodiversidad de las cactáceas en la Villa de Mitla se encuentra en una etapa de vulnerabilidad como consecuencia de las presiones antropogénicas, debido a que existe una correlación positiva y significativa entre los factores sociodemográficos y la biodiversidad en la comunidad analizada. Esta vulnerabilidad deriva de las debilidades y amenazas generadas por los factores sociodemográficos en la zona de estudio, las cuales superan a sus fortalezas y oportunidades.

1.7. Preguntas de investigación

1.7.1. Pregunta general

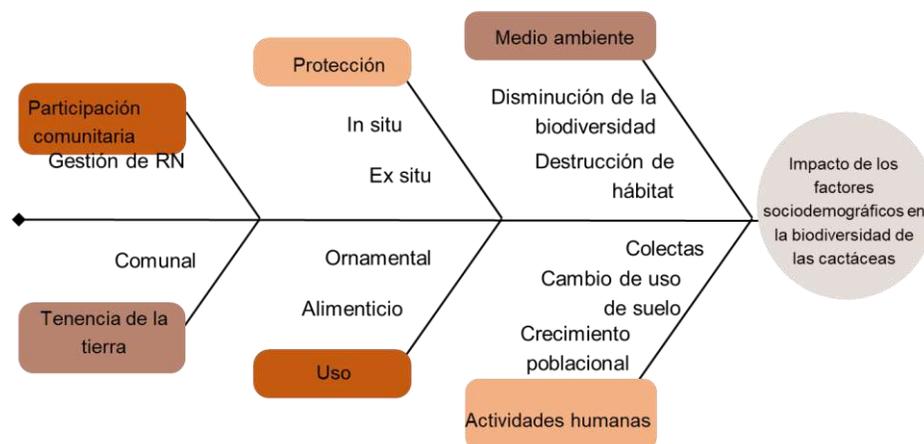
¿Cuál es la influencia de los factores sociodemográficos sobre la biodiversidad de las cactáceas en San Pablo Villa de Mitla?

1.7.2. Preguntas específicas

- ¿Cuántas especies de cactáceas están presentes en San Pablo Villa de Mitla?
- ¿Qué utilidad les dan a las especies de cactáceas en San Pablo Villa de Mitla?
- ¿Cuáles especies son importantes culturalmente en San Pablo Villa de Mitla?
- ¿Cuáles son las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la problemática sociodemográficas de las cactáceas en San Pablo Villa de Mitla?

En conclusión, los factores sociodemográficos pueden tener un impacto directo e indirecto en la biodiversidad de las cactáceas. La fragmentación del hábitat, la pérdida de hábitat, la sobreexplotación de recursos, la introducción de especies invasoras y la pérdida de conocimientos tradicionales son todos los aspectos que pueden amenazar la biodiversidad y la supervivencia de las cactáceas en San Pablo Villa de Mitla. En el gráfico 1.1. se presentan los problemas principales que afectan a las cactáceas relacionados con la biodiversidad de las mismas y los factores sociodemográficos que han influido.

Figura 1. 1. Problemática de los factores sociodemográficos en la biodiversidad de cactáceas



CAPITULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

En este apartado se presentan los conceptos que fundamentan la presente investigación con temas como población, población étnica, pueblos indígenas crecimiento poblacional, sociocultura, tenencia de la tierra y desarrollo sustentable.

2.1. Análisis estratégico

2.1.1. Matriz de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA)

Ponce-Talancón (2006) consideran que la matriz FODA se trata de un acróstico para determinar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. También se puede identificar como “Matriz de Análisis DAFO” (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) o “SWOT” (Strenghts, Weaknesses, Opportunities and Threats) por sus siglas en ingles. Se trata de una herramienta que puede ser aplicada sobre cualquier tipo de objeto de estudio para analizarla.

Por su parte Mguiña y Ugarriza, (2016) mencionan qué el FODA es la evaluación de factores internos (fortalezas y debilidades) y externos (oportunidades y amenazas) que pueden afectar una organización. Las fortalezas son capacidades que permiten a la organización un mejor desempeño. Las debilidades son características que impiden el correcto desempeño. Las oportunidades son aquellas características que la compañía pueden impulsar para su beneficio. Las amenazas son aquellas que no pueden controlarse, se necesita planear para decidir.

En términos generales Maturana y Ramos (2002) indican que el FODA es una herramienta que otorga los elementos necesarios para llevar a cabo un proceso de planeación estratégica, suelen ocuparse más en el ramo empresarial, sin embargo, no son exclusivas de este sector, debido a la facilidad de manejo pueden ser empleadas desde análisis simples a complejos.

2.2. Factores sociodemográficos

La Organización Panamericana de la Salud (2022) describe a los factores sociodemográficos como indicadores que se utilizan para caracterizar a las personas en relación a su edad, grupo étnico, identidad de género, nivel de educación, situación laboral, ingresos económicos, profesión, estado civil, entre otros aspectos relevantes.

2.2.1. Población

Para analizar una población de acuerdo a se debe basar en tres aspectos que puede ser la parte biológica, étnica y social. De acuerdo a Hernández Millán (1996) la población biológica se refiere a un “grupo de individuos de la misma especie que ocupan un espacio particular en un tiempo determinado”; en biología intervienen otros factores distintos como por ejemplo el tamaño, como lo señala Huffaker *et al.* (1999) que la población la constituye un “grupo de individuos de la misma especie que ocupan un espacio particular en un tiempo determinado”; en términos más actuales Berryman (2002) define la población como “un grupo de individuos de la misma especie que viven juntos en un área de tamaño suficiente para permitir la dispersión normal y/o los comportamientos de migración, y en cuyos cambios numéricos intervengan fuertemente procesos de nacimiento y muerte”.

El constante aumento de individuos es definido por Hernández Millán (1996) como crecimiento poblacional, disminución o estabilidad de un número de integrantes durante un determinado periodo, que depende de la relación existente entre los nacimientos, defunciones y desplazamientos de dicha población. Manrique *et al.* (2007) consideran el crecimiento poblacional como algo inestable, que va en aumento constante, en algunos periodos es lento y en otros acelerados, trayendo como consecuencia un aumento de consumo de recursos naturales.

2.2.1.1. Población étnica

En cuanto a población étnica la CEPAL (2011) lo define como un grupo originario de personas establecidos en un mismo territorio, que tienen una ascendencia común

generada por un proceso histórico, con costumbres, creencias, un dialecto único y una misma cosmovisión.

El concepto puede relacionarse con la de los pueblos indígenas, los cuáles la CEPAL (2011) lo define como comunidades descendientes de las sociedades precoloniales y anteriores a las invasiones que tuvieron lugar en el territorio donde se encuentran, son distintos de los otros sectores sociales establecidos en el mismo lugar, tienen la determinación de preservar, desarrollar y transmitir su identidad como base de su existencia.

2.2.2. Sociocultura

Para el desarrollo de la humanidad, se han adoptado diversas normas para una adecuada relación entre los semejantes, que es aprendida desde las primeras etapas del ser humano, de acuerdo a la teoría de Vygotsky el desarrollo intelectual consiste en la apropiación de los procesos culturales y naturales a través de la educación, que crea una repercusión en la actividad colectiva de la sociedad (Chaves, 2001).

2.2.3. Tenencia de la tierra

La tenencia de la tierra, es considerada como un conjunto de normas sociales para regular y definir de qué manera pueden asignarse dentro de las sociedades los derechos de propiedad de la tierra, que incluye los recursos naturales, así como las responsabilidades y limitaciones (OMT, 1999 y FAO, 2003).

Según Rojina Villegas (1981), la propiedad es considerado como el poder que es otorgado de forma legal hacia una persona, para aprovechar la tierra totalmente en sentido jurídico, sin afectar a terceros.

Se divide en:

- Privada: Hace referencia a la asignación de derechos a un individuo, una pareja casada, un grupo de personas o una persona jurídica (entidad comercial o una organización sin fines de lucro) sobre la propiedad de la tierra (FAO, 2003)

- Comunal: Puede pertenecer a una o varias comunidades, el control de la tierra está regido por la asamblea comunal, que se elige de forma tradicional; en este caso la tierra está dividida en parcelas que son utilizadas temporalmente ya que el derecho sobre ellas es colectivo, en este sistema se permite el usufructo vitalicio de algunas parcelas en beneficio de los comuneros y sus familias, quienes pueden heredarlas o intercambiarlas entre los otros miembros de la comunidad, pero no se considera propiedad privada, quien no sea parte de la comunidad queda excluido de la utilización de la tierra y sus recursos (Honorable Cámara de Diputados, 2003; FAO, 2003)
- Ejidos indígenas: Son tierras reconocidas a comunidades que no acreditaban la posesión de la tierra en la época colonial, pero en la práctica operan bajo las reglas comunales (Honorable Cámara de Diputados, 2003)
- Ejidos indígenas que operan bajo la ley de la Reforma Agraria (reglamentaria de la Constitución de 1917), estas tierras están divididas en parcelas individuales, bajo este sistema pueden mantenerse como ejidos o convertirse en propiedad privada, como lo establece el artículo 27 constitucional vigente (Honorable Cámara de Diputados, 2003).
- De libre acceso: No se asignan derechos específicos a nadie, ni se puede excluir a nadie, por ejemplo, las aguas continentales (FAO, 2003).

2.3. Teorías y conceptos del desarrollo sustentable

El desarrollo sustentable o sostenible, son conceptos que suelen tomarse como sinónimos; se busca encontrar un equilibrio entre el crecimiento económico, la protección ambiental y el bienestar social a largo plazo.

El desarrollo sustentable se ha adoptado del inglés a partir del término "sustentar" y se centra en la satisfacción de las necesidades humanas y los principales obstáculos sociales a los que se enfrenta (López-Ricalde et al. 2005). En ocasiones se considera sinónimo del desarrollo sostenible que involucra la palabra sostener y contempla tres enfoques que es: el social, el económico y el ecológico, para que sea

sostenible debe ser indefinido mediante una serie de técnicas que impliquen el cambio de conciencia de la población, relacionado con aspectos éticos, educativos, responsabilidad y compromiso común de toda la humanidad. (López-Ricalde et al. 2005).

Sen y Anand (1994) señalan que el desarrollo en la actualidad consiste en asegurar la disponibilidad de los recursos para el futuro, se deben tomar en cuenta dos escenarios para orientar las acciones, el primero debe ser el presente, en el cual los beneficios del desarrollo deben distribuirse equitativamente para todos y el otro escenario es el futuro donde se asegura que dichos beneficios antes creados seguirán existiendo para el adecuado desarrollo de la humanidad.

Picazzo *et al.* (2010) mencionan que el proceso de convergencia entre la perspectiva del desarrollo humano y el desarrollo sustentable, se encuentra en la sociedad humana, quienes hacen del desarrollo un escenario donde se integran diversos aspectos como la distribución equitativa de los recursos tanto naturales como económicos, la integración social y la gobernabilidad, procurando salvaguardar las generaciones presentes y futuras.

2.3.1. Actividad turística y desarrollo sustentable

En la Conferencia Mundial del Turismo Sostenible en 1995, surgió la Carta de Lanzarote o Carta del Turismo Sostenible, en ella los dirigentes de todos los países consideraron al turismo como una actividad sumamente importante debido a los alcances que tiene a nivel mundial en cuanto a la actividad económica, política, cultural y ambiental (Virgen-Aguilar, 2014). A partir de esta conferencia la OMT (Organización Mundial del Turismo, 2021) promueve un desarrollo turístico sustentable que involucra tres aspectos que son la conservación de la biodiversidad, el bienestar social y la seguridad económica, por lo tanto el turismo debe dar un uso adecuado a los recursos naturales, conservando la diversidad biológica; respetando la autenticidad sociocultural de las comunidades las cuales visitan y contribuyendo al entendimiento intercultural; además de apoyar las actividades económicas viables a largo plazo, que reporten ingresos a las comunidades anfitrionas.

En este sentido en la última década el turismo ha sido considerado un factor relevante en el comercio, especialmente en la economía de América Latina (Forteza y Méndez, 2021). En el 2019 generó ingresos de divisas de aproximadamente de USD 100.000 millones, con una participación del 6.8% en el mercado mundial; el volumen de actividad alcanzó los USD 14 billones en y generó 330 millones de empleos; la contribución promedio del turismo al PIB mundial fue del 10.3%; los arribos de turistas llegaron a 1.500 millones, lo que indica que el turismo internacional venía creciendo a una tasa promedio del 4.8% (OMC, 2021).

Los aspectos positivos que trae el turismo son: la generación de empleos; la promoción del desarrollo regional; el desarrollo de pequeñas y medianas empresas, que podrían ser generadoras de empleos, especialmente aquellas dedicadas al ramo de servicios hoteleros, de restauración, entretenimiento y transporte (Forteza y Méndez, 2021). Así mismo existen aspectos negativos que se clasifican según Virgen-Aguilar (2014) en directos e indirectos según el lugar donde se desarrollen: los directos son aquellos que surgen de las actividades turísticas por ejemplo la construcción de hoteles, de muelles (en el caso de lugares con playas) o de construcciones dedicadas al turismo; ahora los impactos indirectos son aquellos que resultan de las acciones que afectan al medio ambiente pero que no tienen relación directa con el turismo, entre los que se pueden encontrar la construcción de carreteras, puentes, aeropuertos entre otros, que por una parte facilitan el acceso directo a los lugares turísticos, pero por otra generan daños importantes al medio ambiente.

El turismo debe ayudar a que la gente lleve una vida sana y productiva en armonía con la naturaleza, contribuyendo a la conservación, protección y restauración de los ecosistemas, mediante modelos sostenibles de producción y consumo donde la protección ambiental sea una parte fundamental del proceso de desarrollo turístico (Virgen-Aguilar, 2014). Es por ello que la agenda 2030 considera al turismo en todos sus objetivos, para fines del presente estudio se toman en cuenta los objetivos 8, 12 y 15.

En el objetivo 8 (trabajo decente y crecimiento económico), en la meta 8.9 se considera al turismo como parte fundamental del crecimiento económico mundial y una fuente de trabajo de 1 de cada 11 puestos particularmente en los jóvenes y las mujeres; se tiene previsto para el 2030 la creación de políticas que promuevan el turismo sostenible para crear empleos y se promueva la cultura y los productos locales.

En la meta 12 del objetivo 12 (producción y consumo responsable) se señala que es importante “Elaborar y aplicar instrumentos para vigilar los efectos en el desarrollo sustentable, a fin de lograr un turismo sustentable que cree puestos de trabajo y promueva la cultura y los productos locales”.

El objetivo 15: vida de ecosistemas terrestres. En este objetivo se plantea el turismo sustentable, que desempeña un papel importante en la concientización, conservación y preservación de la biodiversidad terrestre, entre las metas de este objetivo destaca el 15.7 que propone “Adoptar medidas urgentes para poner fin a la caza furtiva y el tráfico de especies protegidas de flora y fauna y abordar la demanda y la oferta ilegales de productos silvestres” y el 15.5 el cual pretende adoptar medidas urgentes para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica.

Así mismo el presente proyecto busca colaborar con los Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces-SSyS) del Conacyt (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología), en relación la Pronace número 8 que corresponde a los sistemas socioecológicos y sustentabilidad, cuyo objetivo primordial es impulsar el conocimiento a nivel técnico-científico, institucional y comunicativo para llevar a cabo acciones de conservación, restauración, uso y aprovechamiento de los ecosistemas, de los recursos naturales y de la biodiversidad de forma sustentable y de justicia social (Conacyt, 2021).

La planeación estratégica permite tomar decisiones y evaluar el éxito del proyecto desde una perspectiva comunitaria y sustentable basándose en los pasos que sugiere la OMT (1999) mencionado en Ricaurte (2009) que son: Estudio preliminar; objetivos de

desarrollo; estudio y evaluaciones; análisis y síntesis; formulación del plan; recomendaciones; por último, ejecución y gestión (**Tabla 2.1**).

Tabla 2.1

Etapas de planificación estratégica que ofrece la OMT (1999)

Etapas	Actividades	Herramientas de planificación
Estudio preliminar	<ul style="list-style-type: none"> •Visita al lugar de estudio •Observación de recursos •Determinación de la tierra •Identificar las potencialidades de desarrollo y productos 	<ul style="list-style-type: none"> •Perfil del proyecto •Cronograma de actividades
Objetivos de desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> •Establecer objetivos •Involucrar a las autoridades 	<ul style="list-style-type: none"> •Mapeo de actores sociales
Estudios y evaluaciones	<ul style="list-style-type: none"> •Recabar información de la comunidad 	<ul style="list-style-type: none"> •Caracterización del paisaje natural y urbano •Inventario, clasificación y jerarquización de atractivos turísticos •Inventario de infraestructura de servicios •Revisión de planes, que afectan a la actividad turística •Encuestas o sondeos de identificación
Análisis y síntesis	<ul style="list-style-type: none"> •Analizar todos los elementos para determinar la potencialidad turística •Calcular las limitaciones 	<ul style="list-style-type: none"> •Análisis FODA
Formulación del plan	<ul style="list-style-type: none"> •Formular propuesta •Involucrar programas 	<ul style="list-style-type: none"> •Determinación de programas •Identificación de estrategias •Presupuesto estimado •Definición de fases de ejecución
Recomendaciones		
Ejecución y gestión		<ul style="list-style-type: none"> •Monitoreo ambiental •Comités de seguimiento

Fuente: Modificado del artículo Manual para el diagnóstico turístico local, guía para planificadores, Ricaurte con base en la OMT (1999).

2.4. Biodiversidad de las cactáceas

2.4.1. Identificación de las cactáceas

Fisiológicamente los cactáceas son plantas suculentas, perennes desde muy pequeñas hasta gigantescas que se distinguen por su metabolismo ácido crasuláceo (CAM), que les permite economizar agua debido a que su intercambio gaseoso lo realizan durante la noche cuando la temperatura del ambiente es más baja (Jiménez, 2011).

Morfológicamente son de hábito arbóreo, arbustivo, trepadoras (*Heliocereus* y *Pereskiaopsis*) o epífitas como *Rhipsalis baccifera* (Durán y Méndez, 2010). Poseen raíces fibrosas o tuberosas. Presentan tallos continuos o articulados, globosos, ovoides, cilíndricos, planos, cladodios o filocladios, angulosos, con costillas presentes o ausentes, si están presentes se disponen en series verticales, varían en número (2-100), dimensiones y formas; simples o ramificados, solitarios o cespitosos, erguidos o decumbentes. Tubérculos presentes o ausentes, si están presentes se encuentran dispuestos en series espiraladas con variaciones de dimensiones y formas (Bravo-Hollis, 1978, p.23 y Arias *et al.*, 1997).

Presentan hojas modificadas a manera de espinas (0-100), subuladas o laminadas, varían en tamaño, forma, consistencia y color, visibles en radiales (cortas y delgadas) y centrales (largas y gruesas), dispuestas alrededor de meristemas axilares especializados denominados aréolas (pequeñas almohadillas homólogas de las yemas), que pueden ser elípticas o circulares y presentan en la base tricomas multicelulares parecidas a las fibras del algodón; esta estructura también puede originar flores debido a que posee meristemas floríferos en la parte superior y en la inferior meristemas espinulíferos (Hoffmann, 1989).

Poseen flores diurnas o nocturnas de 0.5-40.0 cm de largo, por lo general son solitarias (también presenta inflorescencia cimosa), bisexuales, epíginas y sésiles mayormente aunque también las hay unisexuales, hipógino-períginas y/o pedunculadas, actinomorfas o seudozigomorfas por curvatura del tubo receptacular con podarios (base foliar) espiralados, brácteas presentes o ausentes (Bravo-Hollis, 1978, p.37 y Arias *et al.*, 1997); el androceo está compuesto por numerosos estambres en espiral, insertados

en la parte interna del receptáculo en una o más series, con anteras longitudinales en dehiscencia, tetrasporangiada y bitecadas; mientras que el gineceo es sincárpico, con ovario ínfero, pluriovulado, con un único estilo, estigmas en número igual al de carpelos; el perianto puede estar diferenciado en pétalos y sépalos o consistir en numerosos tépalos dispuestos en espiral; son polinizadas por abejas, polillas, colibrís o murciélagos. Sus frutos son un tipo baya, carnosos y comestibles, rara vez secos. Con semillas de tipo ariladas, exalbuminosa o perispermosa (Simpson, 2006).

De acuerdo a la APG III (2009) la familia Cactaceae se encuentra agrupada en cuatro subfamilias *Pereskioideae*, conformado por plantas arborescente (5-20m) o arbustivas (1m), presentan hojas laminares vegetativas, simples, suculentas y alternas, areola circulares, espinas desiguales, casi rectas, aciculares o subuladas, sus flores suelen ser solitarias o dispuestas en inflorescencias, laterales, pedunculares, diurnas, pericarpelo con brácteas foliáceas carnosas, los frutos son rojos con semillas ex ariladas (Simpson, 2006).

Opuntioideae de hábito arbustivo o arborescentes, con tallos erectos o rastreros, cilíndricos y articulados, gloquidas especializadas, hojas caducas, flores laterales o terminales, solitarias, sésiles o pediceladas y diurnas, frutos piriformes, claviformes a globosos, indehiscentes con semillas ariladas de testa amarilla, blanquecina a gris (Arias *et al.*, 1997).

Maihuenioideae se caracterizan por ser arbustivo cespitoso, sus tallos son cortos, cilíndricos o globulosos, tiene hojas ovadas a subcilíndricas, presentan 3 espinas (amarillas, blancas a grises) por aréola, una central y dos laterales, flores solitarias y apicales de color blanco a rosado (Saldivia y Faúdez, 2007).

Cactoideae la cual sus integrantes suelen ser arborescentes, arbustivas, trepadoras o epifitas, con tallos ramificados o no, erectos o decumbentes, columnares, cilíndricos, globosos o filocladios, con costillas o tubérculos, hojas y glóquidas ausentes, presenta espinas radiales y centrales, flores solitarias, sésiles, diurnas o nocturnas con pericarpelo y tubo receptacular desnudos o con brácteas y/o aréolas con tricomas,

cerdas y/o espinas, sus frutos son periformes, claviformes a globosos con semillas exariladas, con testa parda a negra (Arias *et al.*, 1997).

En conclusión, saber identificar a las cactáceas nos permite conocer los requerimientos que necesita la planta para implementar acciones de manejo y conservación de las especies y así reintroducirlas a un hábitat en condiciones similares a las que previamente tenía o en su defecto crearle un entorno parecido.

2.4.2. Tipos de usos más destacados

En América desde tiempos prehispánicos la humanidad creó vínculos de supervivencia con las cactáceas, al consumir sus tallos y frutos, además con el constante uso descubrieron otras propiedades como que algunas especies pertenecientes al género *Opuntia* servía para curar malestares ocasionados por el calor, aliviar ciertas dolencias como: fiebre, hernias, úlceras, limpiar la bilis y los riñones al ser consumida (Bravo-Hollis, 1978, p.3; Cornejo y Arreola-Nava, 2008). Por su atractivo exótico las cactáceas formaron parte de los primeros jardines botánicos existentes en México que pertenecieron a Nezahualcóyotl que poseía gran afición por sus flores y Moctezuma Xocoyotzin que coleccionaba ejemplares provenientes de partes lejanas del territorio mexicano (Bravo-Hollis, 1978, p.12).

A partir del descubrimiento de América, las cactáceas fueron conocidas en el continente europeo, por su valor económico, cultural, social e histórico (Cornejo y Arreola-Nava, 2008), llamaron la atención de botánicos, médicos y horticultores; fue así como el rey Felipe II envió a Francisco Hernández a realizar un inventario florístico del continente americano y en cuya obra señala la importancia de las cactáceas como plantas medicinales (Bravo-Hollis, 1978, p.3).

Por otra parte el cronista Hernández de Oviedo y Valdés en 1535 describió a las cactáceas como cardones y los describía como plantas salvajes pero con frutos comestibles y llamativos conocidos como pitahayas; describió también a los cardos altos llamados por los pobladores como cirios por su parecido con los cirios de cera, de esta manera las cactáceas se fueron haciendo presentes en los manuscritos antiguos,

donde Martín de la Cruz y Juan Badiano 1552 describieron y dibujaron dos especies del género *Opuntia* y *Stenocereus* conocidos como tlatocnochtli y teonochtli respectivamente, tal fue el interés por estas plantas que fueron llevadas en grandes cantidades a países del continente europeo donde las reprodujeron y comercializaron (Bravo-Hollis, 1978, p.2).

Después de la segunda guerra mundial, el interés por las cactáceas aumento debido a su estructura y sus diferentes usos (Arias, 1993). Actualmente se emplean mayormente como plantas de ornato, alimenticio, medicinal, artesanal, forraje, material de construcción, biocombustible, fuente de mucílagos, gomas y pectinas; provocando así una creciente demanda en el mercado internacional, algunos de los géneros más comercializados se muestran en la Tabla 2.1 (Bravo, 1978, p.66; Esquivel, 2004; Alanís y Velazco, 2008 y Meza,2011).

En la actualidad las cactáceas siguen siendo parte fundamental de la sociedad, como es el caso de El Alberto, en Ixmiquilpan (Hidalgo), que de acuerdo a la investigación realizada por Munguía-Vázquez *et al.* (2018) determinaron el uso de 14 especies de cactáceas pertenecientes a esta población, reconociéndose 9 tipos: “alimenticio, ornamental, forraje, medicinal, combustible, cosmético, fabricación de herramienta, elaboración de artesanía y material para construcción”, siendo las especies más mencionadas *Echinocactus platyacanthus*, *Isolatocereus dumortieri* y *Myrtillocactus geometrizans* y los usos más frecuentes fueron alimenticios, seguido de ornamental y forraje.

2.4.2.1. Ornato

En el mundo vegetal existen plantas que son apreciadas por sus cualidades estéticas, se utilizan como decoración de un entorno, entre ellas se encuentran las cactáceas que se empezaron a ocupar como plantas de ornato desde tiempos prehispánicos durante el siglo XV, Nezahualcóyotl (1402-1472) creo varios jardines en Texcoco, mientras que Moctezuma Ilhuicamina (1467-1520) fundo uno en Oaxtepec, mismo que funcionó como centro de investigaciones médico-botánicas y como proveedor de plantas medicinales para el hospital de Oaxtepec, hasta mediados del siglo XVIII (Estrada,

1996; CONABIO, 2020). Actualmente el inventario de especies ornamentales de México (SINAREFI y Red Ornamentales 2006) considera a las cactáceas como una de las familias con más demanda dentro de la floricultura.

Hernández y Vásquez-Dávila (2007) se enfocaron en la etnobotánica de cactáceas endémicas de Oaxaca, cuyo objetivo fue documentar los nombres comunes, el uso y manejo de las especies, mediante entrevistas, obteniendo como resultado ocho géneros de cactáceas endémicas, que son mayormente empleadas como ornamentales, 4 especies se encuentran en la NOM-059 como raras (*Cephalocereus nizandensis*, *Mammillaria dehertiana*, *Mammillaria kraehbuehlii* y *Stenocereus chacalpensis*) y dos amenazadas (*Mammillaria tonalensis* y *Ortegocactus macdougallii*)

Martínez-Bolaños (2014) identificó las especies plantas ornamentales más comercializadas en los mercados de la región de Valles Centrales de Oaxaca, entre los que hace mención de 7 especies de cactáceas (*F. macrodiscus*, *D.ackermannii*, *M. albilanata*, *M. haageana*, *M.rekoi*, *M.voburnensis* y *S. truncata*), 4 de las cuales corresponden al género *Mammillaria*, siendo dos de ellas endémicas *M. albilanata* y *M. haageana*, ubicadas en estatus de Pr (sujeta a protección especial) y A (amenazada) respectivamente, comercializadas mayormente en épocas decembrinas en la central de abastos, el mercado de Ocotlán y Zaachila.

2.4.2.2. Alimenticio

De acuerdo a diversos autores el uso más antiguo que se le ha dado a las cactáceas ha sido el alimenticio (Tabla. 2.2), estas especies han sido parte de la dieta de los mexicanos desde tiempos remotos al consumir los tallos (nopales y dulce acitronado) y los frutos (tuna, pitaya, pitahaya, xoconoxtle y garambullo); de hecho, se ha considerado a los nopales como la causa por la que los grupos humanos decidían permanecer en un lugar, debido a la época de floración y fructificación de estas plantas (Bravo-Hollis, 1978, p.3; Peña, 1999; Esquivel, 2004; Alanís y Velazco, 2008; Meza,2011).

Algunas comunidades en Oaxaca, en especial las que presentan alto y muy alto grado de marginación se han enfocado en la producción de cactáceas como lo menciona Lázaro *et al.* (2020) quienes analizaron la importancia socioeconómica de la producción del tunillo (*Stenocereus stellatus*) en Ejutla de Crespo, Ocotlán de Morelos y Santa Ana Tlapacoyan, enfocándose especialmente en la producción de frutos, mediante entrevistas semiestructuradas empleando la técnica bola de nieve, obtenido como resultados la presencia de tres tipos de fruto, el criollo, la olorosa y huele piña, siendo los últimos dos los considerados de mejor calidad para consumirlo fresco, en agua (tunate), nieve, gelatina o congelados; de acuerdo al valor económico generado durante el primer mes de producción se llega a cosechar hasta 3 cubetas cada tercer día, que tiene un valor cada una entre 400 y 600 pesos, sin embargo si hay competencia entre otros productores el valor baja a 200 pesos, dicho ingreso lo emplean para cubrir las necesidades básicas del hogar y es el género femenino, especialmente las amas de casa que se enfocan en el cuidado y promueven la cosecha de sus cultivos, sin embargo la tradición está por perderse debido al desinterés de los jóvenes.

Las especies de cactáceas empleadas para consumo, por lo general son extraídas de su hábitat y no existe una retribución a la naturaleza para reintegrar dichos organismos, por lo tanto, es considerado como un factor de amenaza.

Tabla 2.2.

Uso alimenticio de algunos géneros de cactáceas

Parte de la planta	Modo de preparación	Géneros
Tallo	Nopales Harina de nopal jugos, néctares, vinagre, aromatizante, confituras, verdura, platillos típicos, dulce de biznaga, aceite comestible	<i>Opuntia</i> <i>Echinocactus</i> y <i>Ferocactus</i>
Fruto Chilillo, pera de cactus, tuna, pitaya, pitahaya, garambullo	Consumo puro bebidas como: melcocha, miel de tuna, colache, pulque, curados, vino, miel de tipo maple y alcohol,	<i>Mammillaria</i> , <i>Opuntia</i> , <i>Acanthocereus</i> , <i>Cephalocereus</i> , <i>Hylocereus</i> , <i>Stenocereus</i> , <i>Cereus</i> , <i>Myrtillocactus</i> , <i>Pachycereus</i> y <i>Selenicereus</i>
Flores	Cabuches (botón floral) en guisado o escabeche	<i>Ferocactus</i>
Semillas		<i>Escontria</i>

Elaboración propia con base a Bravo, 1978; Peña, 1999; Esquivel, 2004; Alanís y Velazco, 2008, Meza, 2011.

2.4.2.3. Medicinal

El grupo de investigación Sustainable and applied biotechnology que pertenece al grupo con Enfoque Estratégico en Bioprocesos del Tecnológico de Monterrey, extrajo pigmentos como las betalaínas de la pitaya de mayo que se ha demostrado que inhibe el crecimiento de células cancerígenas evaluados en modelos animales de cáncer de piel y pulmón, si estos frutos se combinan con la pitaya de mayo, jiotilla, pitaya de agosto y tuna de cardón en jugos, previene el cáncer de mama, próstata, colon y hepático. (Sandate-Flores, 2021).

Sandate-Flores *et al.*, (2020) y Sandate-flores. *et al.* (2022) Analizaron los compuestos bioactivos (betalaínas, fenoles, vitamina C, antioxidantes y minerales) en el extracto de *Pachycereus weberi* (tuna de cardón) y *Escontria chiotilla* (jiotilla), obteniendo como resultado que la tuna de cardón posee grandes cantidades de vitamina

C, potasio y zinc; por otra parte la jiotilla posee betaxantinas que proporciona tonalidades amarillas; años más tarde (2022) incluyeron en su análisis a *Stenocereus pruinosus* y *Myrtillocactus geometrizan*, obteniendo este ultimo la menor cantidad de producción de betanina, seguido de *Pachycereus weberi*, *Escontria chiotilla* y *Stenocereus pruinosus* que reporto la mayor concentración con $2,0\pm 0,25$ (mg/g peso seco).

Batis y Rojas-Aréchiga (2022), en su investigación sobre las cactáceas con propiedades psicotrópicas más recurridos por los grupos prehispánicos (tarahumaras, tepehuanes, coras y huicholes), encontraron que el más empleado es el peyote (*Lophophora williamsii*), descubierta en 1560 como una planta con propiedades alucinógenas, de sabor amargo, con 60 tipos de alcaloides, siendo el principal la mescalina (B-fenetilaminas) y la hordenina (tetrahidroisoquinolinas) que provocan visiones, pero una ingesta mayor a 0.5 gramos provoca intoxicación y puede desarrollar un síndrome psicótico con visiones demoniacas, por tal motivo la santa inquisición en 1617 prohibió su consumo, años más tarde en 1720 se prohíbe a nivel nacional; en tanto los tarahumaras le dieron un uso medicinal para curar la influenza, artritis, diabetes, desorden intestinal, mordedura de serpiente, piquete de escorpión y envenenamiento, combaten el hambre, la sed y el agotamiento; existen alrededor de 15 especies utilizadas como falsos peyotes, entre ellos el género *Coryphantha* tiene alcaloides similares a la epinefrina que provoca efectos similares, pero con una ingesta más elevada, las especies del género *Mammillaria* poseen hordenina que inhibe las bacterias resistentes a la penicilina y tiramina, posee propiedades antisépticas y finalmente *Ariocarpus fissuratus* empleado en la brujería como narcótico, que provoca locura permanente.

2.4.3. Técnicas de protección

Existen dos tipos de técnicas de conservación, el primero es en el sitio (*in-situ*) que consiste en proteger los organismos tanto animales como vegetales en su hábitat y el segundo es fuera del sitio (*ex-situ*) (Arredondo-Gómez y Sánchez-Barra, 2007).

2.4.3.1. En el sitio

En este sentido el H. Congreso del Estado Libre y Soberano de Oaxaca (2006) y el Centro de Información e Investigaciones Legislativas (CIILCEO) aprobaron el decreto número 276, respecto a la reforma de la Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca (1998), en la cual se señala la importancia establecer y administrar las áreas naturales protegidas (Art.2. IV), las cuales según el Artículo 36-59 de la misma ley, tienen como propósito principal salvaguardar los ambientes naturales representativos de los diferentes ecosistemas, especialmente las especies que se encuentren bajo algún estatus de protección ambiental y las endémicas.

La Ley General de Equilibrio Ecológico (LEGEPA, 2022). En la sección II, artículo 46 considera como Áreas Naturales Protegidas (ANP) las reservas de la biosfera, los parques nacionales, los monumentos naturales, las áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna, santuarios, parques y reservas estatales, zonas de conservación ecológica municipales y las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC). Esta última clasificación es de suma importancia debido a la forma de establecimiento, administración y manejo ya que de acuerdo al Art. 77 BIS pueden acceder a ella todo tipo de personas que estén interesadas en destinar voluntariamente a la conservación sus predios sean personas físicas, morales, públicas o privadas, organizaciones sociales así como pueblos indígenas; para ello es necesario realizar una solicitud ante la secretaría para obtener un certificado que acredite sus predios como ADVC.

A la fecha suman más de 134 mil hectáreas, destinadas como ADVC en Oaxaca, concentrándose la mayor cantidad en la frontera Sur, Istmo y Pacífico Sur , entre los beneficios que tiene certificar un predio como ADVC se encuentra el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, el predio en cuestión se protege frente al desarrollo de proyectos y obras públicas, adaptación ante los efectos del cambio climático, seguridad alimentaria, fortalecimiento social y gobernanza local y regional (CONANP, 2022).

2.4.3.2. Fuera del sitio

La Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca, en el capítulo II, Artículo 69, en sus 3 incisos considera obligatoria la protección de masas forestales y de todo tipo de cobertura vegetal, entre ellos los terrenos altamente susceptibles a la erosión o inundables (II), en las inmediaciones de centros de la población de acuerdo con el ordenamiento territorial municipal (III). Así mismo fomenta la repoblación natural y la reforestación de zonas degradadas (Art. V), mediante el establecimiento y control de viveros y jardines botánicos (Art. VI).

Actualmente los jardines botánicos son instituciones que cumplen objetivos muy importantes desde el punto de vista científico, educativo, estético, turístico y económico (Jackson y Sutherland, 2000 y Almaraz *et al*, 2012). El objetivo principal es la conservación de especies vegetales, especialmente aquellas que se encuentran en peligro de extinción, así mismo se encarga de propagarlas ya sea para programas de reforestación, reintroducción en sus hábitats naturales o con fines económicos; este último punto contribuye a reducir el saqueo de especies de su hábitat y brinda ingresos para el mantenimiento del jardín (García y Guerrero, 2006 y Lascuráin *et al*. 2006).

Para lograr dichos objetivos de conservación es necesario garantizar la participación corresponsable de las personas en forma individual o colectiva en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (Art.2.VII); la utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas (Art.3.III). Existen 2 500 jardines botánicos, de un total de 165 países, que mantienen representadas en sus colecciones más de ochenta mil especies, casi un tercio de las especies de plantas vasculares del mundo (Caballero, 2012).

La familia Cactaceae ha sido considerada como prioritaria en el manejo de especies de los jardines botánicos presentes en México, que a la fecha cuenta con treinta jardines registrados en la Asociación Mexicana de Jardines Botánicos (AMJB); entre los que destaca por su contribución a la protección de la flora cactológica es: el jardín

botánico Helia Bravo Hollis, ubicado en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán Cuicatlán en Puebla, cuenta con 53 especies de cactáceas, que son consideradas endémicas y en algunos casos se localizan bajo el estatus de peligro de extinción (CONAFOR, 2013); otro de los jardines enfocados al estudio, conservación y aprovechamiento de las cactáceas es el Jardín botánico Cadereyta del desierto de Querétaro. el Jardín Etnobotánico de Oaxaca conserva 7330 ejemplares colectados (474 géneros, 140 familias) en 2.3 hectáreas (Caballero, 2012). En Oaxaca podemos encontrar el Jardín Botánico Regional Cassiano Conzatti-CIIDIR que fue establecido con los objetivos de investigación, conservación, educación y propagación de especies bajo alguna categoría de protección de acuerdo con la NOM-059-2010 (SEMARNAT-2010), principalmente especies de cactáceas (Caballero, 2012).

2.4.4. El papel ecológico de las cactáceas

Los cactus desempeñan un papel clave en el desarrollo de otras especies, como aves, pequeños mamíferos, roedores y reptiles. Estos animales encuentran refugio entre los tallos y raíces de los cactus para protegerse de los depredadores, incluyendo a los humanos. Además, ayudan a proteger el suelo contra la erosión y tienen la capacidad de almacenar agua y minerales (EBAMEX, s/f).

Debido a esta capacidad de almacenamiento, otras plantas se establecen cerca de ellos para acceder al agua durante períodos de sequía intensa. Esto les permite desarrollarse y sobrevivir en condiciones adversas. Asimismo, los nectarios extrafoliares que poseen atraen a diferentes especies de artrópodos, como hormigas, moscas, avispas, mariposas y escarabajos. Esta relación se conoce como mutualista, ya que la planta brinda protección y alimento a cambio, estos organismos ayudan a la reproducción de la planta mediante la polinización, la dispersión de semillas y la contribución a la obtención de nutrientes (García-De León y Arnaud-Franco, 2020).

2.4.5. Marco legal para la protección de cactáceas

Debido a la necesidad de protección de las cactáceas que se encuentran en riesgo, se han elaborado listados tanto nacionales como internacionales (Jiménez. 2011). Se

estima que el 35% de las especies mexicanas de cactáceas se encuentran en alguna categoría de riesgo en listados de la NOM-059 2010, CITES y la UICN: (Hernández y Godínez, 1994).

2.4.5.1. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES)

La CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) es un acuerdo internacional firmado el 3 de marzo 1973 que entró en vigor el 1 de julio de 1975, cuyo objetivo es que el comercio internacional de flora y fauna silvestre no represente una amenaza para las especies y su hábitat. Hasta el momento CITES ha regulado el comercio internacional de 40 900 especies de animales y plantas silvestres (CITES, 2023)

CITES maneja tres tipos de listados, el Apéndice I en el cual se consideran a las especies en peligro de extinción, por lo tanto, su comercio es regulado bajo circunstancias especiales. En el Apéndice II se incluyen el resto de las especies que pueden comercializarse sin perder de vista su conservación. Apéndice III se consideran las especies que se encuentran protegidas en algún país y que a su vez solicita a CITES controlar su comercio.

El proceso de importación y exportación requiere permiso ante CITES y permiso de exportación o certificado de reexportación expedido por las autoridades administrativas del Estado de procedencia. Dichos permisos solo se expedirán si el espécimen fue legalmente adquirido

Los listados de CITES (2023) considera la inclusión de toda la familia Cactaceae en el Apéndice II, a excepción de las especies *Pereskia* spp, *Pereskioopsis* y *Quiabentia* spp que no están en ningún listado y aquellas especies que se encuentran incluidas en el Apéndice I pertenecientes a los siguientes géneros: *Ariocarpus*, *Astrophytum*, *Aztekium*, *Coryphantha*, *Disocactus*, *Echinocereus*, *Escobaria*, *Mammillaria*, *Melocactus*, *Obregonia*, *Pachycereus*, *Pediocactus*, *Peleciphora*, *Sclerocactus*, *Strombocactus*, *Turbinocarpus* y *Uebelmannia* (CITES, 2023).

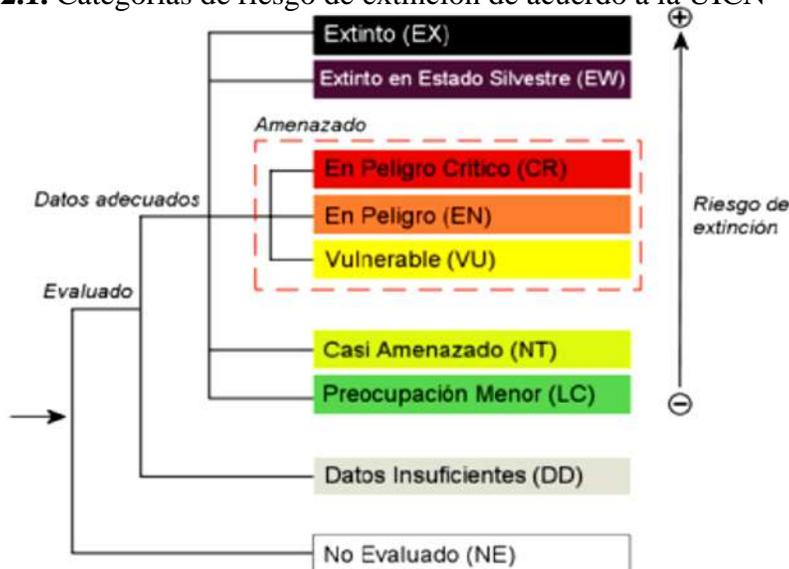
2.4.5.2. Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (UICN)

La UICN es una organización global dedicada a la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos naturales. Fundada en 1948, es la red más grande y diversa de expertos en conservación del mundo, compuesta por gobiernos, organizaciones no gubernamentales, científicos y expertos individuales (UICN, 2015).

Para definir las categorías mostradas en la **Figura 2.1**, la UICN consideró el área de ocupación (A, B y D), la reducción de población, distribución geográfica (B y D) y análisis cuantitativo (E).

- A) Reducción del tamaño de la población durante un periodo de diez años o en tres generaciones
- B) Distribución geográfica que implica la extensión de presencia (B1), el área de ocupación (B2) o ambas. Se evalúan aspectos como la fragmentación, extensión de 10 a 100 km², la presencia de individuos maduros, número de localidades o subpoblación entre otras.
- C) Tamaño de la población menor a 250 individuos maduros, que puede ser de un 25% en un periodo de tres a 100 años
- D) El tamaño poblacional es menor a 50 individuos maduros
- E) Probabilidad de extinción del 50% dentro de 10 a 100 años.

Figura 2.1. Categorías de riesgo de extinción de acuerdo a la UICN



- **EX.** No se encuentra un solo individuo después de realizar inspecciones de sus hábitats y área de distribución histórica.
- **EW.** Solo se encuentra en cultivo, en cautiverio o como población (o poblaciones) fuera de su hábitat original.
- **CR.** Riesgo de extinción extremadamente alto en vida silvestre.
- **EN.** Riesgo de extinción muy alto en vida silvestre.
- **VU.** Enfrenta un riesgo de extinción alto en vida silvestre
- **NT.** No satisface, actualmente, los criterios para CR, EN y VU, pero está próximo a satisfacer los criterios,
- **LC.** Son taxones abundantes y de amplia distribución que no satisfacen los criterios antes mencionados
- **DD.** No hay información para hacer una evaluación, directa o indirecta, se requiere investigaciones
- **NE.** No hay información para hacer una evaluación, directa o indirecta

2.4.5.3. Norma Oficial Mexicana-059 (NOM-059)

La NOM-059 es un instrumento legal emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAT). Esta norma tiene como objetivo identificar y clasificar las especies de flora y fauna silvestres en México, estableciendo su estatus de riesgo y protección. Proporciona criterios y categorías para la clasificación de las especies en diferentes listas, como la lista de especies en riesgo, la lista de especies amenazadas y la lista de especies sujetas a protección especial, que se detallan a continuación. (SEMARNAT, 2010).

Probablemente extinta en el medio silvestre (E) hace referencia a las especies cuya información refleja la desaparición total de sus hábitats y solo se pueden encontrar ejemplares en instituciones de confinamiento dentro o fuera del país.

En peligro de extinción (P) son aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de población han sufrido una disminución drástica que amenaza su supervivencia biológica en su hábitat natural debido a factores como la destrucción o

modificación severa del hábitat, la explotación no sostenible, enfermedades y la depredación, entre otros.

Amenazadas (A) especies que podrían desaparecer en un futuro próximo si las circunstancias negativas que las afectan no se modifican, especialmente aquellas que tienen que ver con las actividades humanas previamente señaladas.

Sujetas a protección especial (Pr) hace referencia a las especies que se encuentran en riesgo de desaparecer, por lo tanto, es necesario tomar medidas específicas para garantizar su bienestar y sobrevivencia.

Estas medidas pueden incluir la implementación de programas de manejo y conservación, la creación de áreas naturales protegidas, la restricción de actividades humanas que podrían perjudicar a estas especies y la promoción de prácticas sostenibles, la reintroducción en programas de reproducción en cautiverio, la educación y sensibilización ambiental, entre otros enfoques. El objetivo final es evitar la desaparición de estas especies y promover su recuperación para mantener la biodiversidad y el equilibrio de los ecosistemas.

2.5. La biodiversidad de las cactáceas en la sociedad

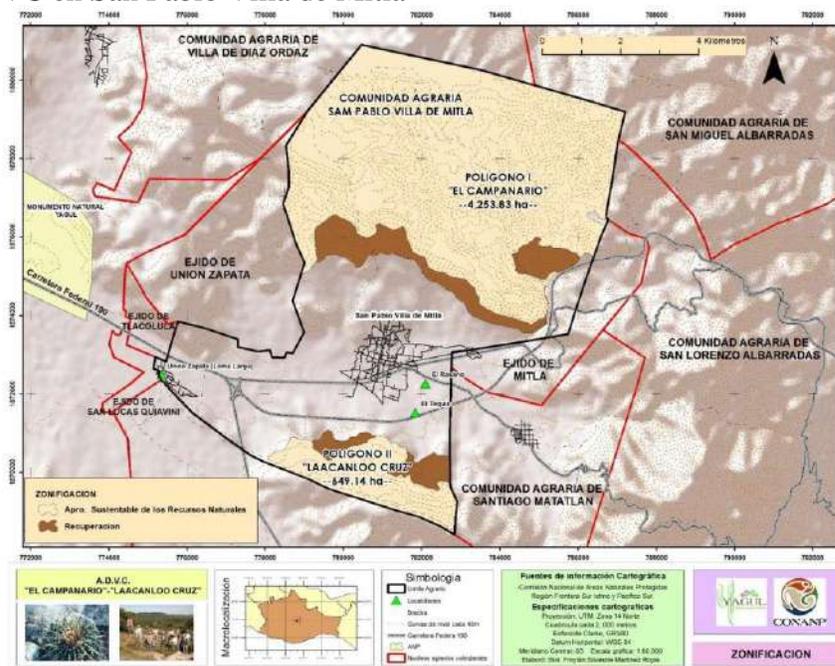
2.5.1. Acciones de conservación de los recursos en Mitla

Para contribuir al cuidado del medio ambiente, la flora y fauna nativa, en el 2011 la Asamblea Comunal de San Pablo Villa de Mitla, presidida por el C. Cirilo Juárez Antonio han decidido certificar voluntariamente a la conservación por 15 años, dos polígonos (**Figura 2.2.**), el primero se conoce como El campanario con una extensión de 4,253.83 ha y el segundo es Laacanloo Cruz con 649.14 ha, posee en la parte alta bosque templado de pino-encino y las partes bajas bosque tropical caducifolio, matorral xerófilo y pastizales, que albergan una gran diversidad biológica de fauna y flora, que se encuentran bajo alguna categoría de protección, entre las que destaca los ejemplares de la familia Cactaceae como *Coryphantha retusa*, *Mammillaria karwinskana*, *Opuntia pilífera*, *Opuntia pubescens*, *Opuntia velutina*, *Pilosocereus purpussi*, *Stenocereus*

pruinus, *Setenocereus treleasei*, (Comisariado de Bienes Comunales Mitla, 2011; CONANP, 2011; Flores, 2017).

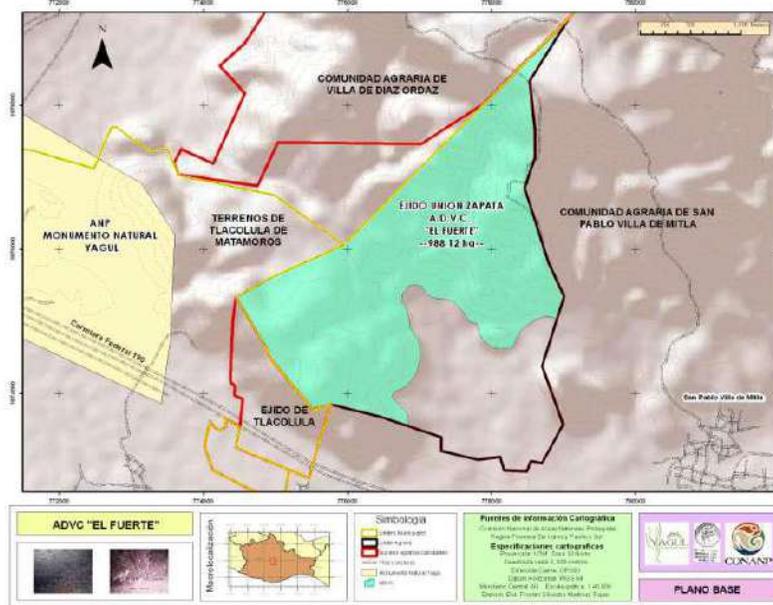
La agencia de Unión Zapata perteneciente al municipio de San Pablo Villa de Mitla, también destino 988,12,00 ha a la conservación por 15 años, lleva por nombre “El Fuerte” (**Figura 2.3.**), este ejido comparte especies que se encuentran bajo protección con la cabecera municipal Mitla (Flores, 2017).

Figura 2.2. ADVC en San Pablo Villa de Mitla



Fuente: Tomado del artículo Sistematización de la experiencia de las ADVC, en tres comunidades de los Valles Centrales, Oaxaca, Flores (2017).

Figura 2.3. ADVC en la agencia municipal de Unión Zapata, perteneciente a San Pablo Villa de Mitla.



Fuente: Tomado del artículo Sistematización de la experiencia de las ADVC, en tres comunidades de los Valles Centrales, Oaxaca, Flores (2017).

2.5.2. El legado cultural de las cactáceas

Las cactáceas han jugado un papel sumamente importante en la vida social, y mágico-religiosa de las diferentes etnias en el México prehispánico, eran empleadas como fuente alimenticia (consumo de frutos, tallos y elaboración de licores), medicinal, ornato, material de construcción (casas), utensilio para labrar, comunicación divina (predicción del futuro) y para el cultivo de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus*) en especies del género *Opuntia* (Bravo, 1978).

La grana cochinilla ha sido muy utilizada para generar colorante, en esos tiempos se ocupaba para pintar telas, murales, decorar utensilios entre otros; en este último caso los españoles que llegaron en 1519 prestaron mayor atención pues empezaron a hacer lucrativo el negocio del cultivo de la grana en diferentes partes del país (debido a que el lugar de origen fue en Oaxaca) donde se establecieron y posteriormente exportaron hacia países europeos donde la cultivaban y comercializaban

con países vecinos, esto no solo ocurrió con especies de *Opuntia* sino también con diversos géneros como *Stenocereus* (frutos conocidos como pitayas), *Hylocereus*, *Myrtilocactus*, *Echinocereus*, *Ferocactus* y *Mammillaria*, que resultaron muy atractivas por sus frutos (Orozco s/f.).

2.5.3. Factores de perturbación que afecta a las cactáceas

Las cactáceas conforman uno de los grupos de plantas más amenazadas (Acosta-Castellanos, 2002). En la actualidad, el 31% de las cactáceas del planeta están en peligro de extinción (Jiménez, 2011), debido a presiones antropogénicas como: crecimiento poblacional, el cambio de uso de suelo por zonas agrícolas o pecuarias, colecta ilegal de ejemplares, construcción de caminos y carreteras, construcción de presas, líneas de comunicación, eléctricas e incendios forestales inducidos (Hernández y Godínez, 1994; Mandujano y Goludov, 2002; Arredondo-Gómez y Sánchez-Barra, 2007), que han fragmentado severamente el hábitat de estas plantas en los últimos 30 años provocando un deterioro que se caracteriza por ser continuo y acumulativo y que afecta principalmente a especies endémicas o microendémicas (Hernández-Oria et al. 2007).

2.5.3.1. Agricultura

La agricultura se encuentra estrechamente relacionada con el crecimiento poblacional, debido a que a mayor número de individuos la demanda por los recursos naturales aumenta para cubrir sus necesidades básicas, siendo la alimentación la más importante (Sarandón, 2020), por esa razón el sector agrícola ha ido aumentando la superficie cultivada en los últimos 50 años a 14%, ocupando entre el 11% y 14% de la superficie terrestre y consumiendo el 70% del agua extraída de lagos, ríos, y acuíferos (SEMARNAT. 2015), lo que ha afectado fuertemente a la biodiversidad, debido al uso de agroquímicos (insecticidas, herbicidas, fungicidas y fertilizantes) de los cuales los agricultores han fomentado una cierta dependencia (Sarandón, 2020) que va más allá del desmonte del terreno generando consecuencias graves a futuro.

De acuerdo a la FAO (2015) la agricultura, la silvicultura y la pesca son las presiones antropogénicas que más daño le hacen a la naturaleza, seguido de las

actividades como la deforestación, la concentración parcelaria, reducción de linderos, las vías de comunicación y las redes de energía eléctrica reduciendo el hábitat de las especies de flora y fauna.

Entre los cultivos con mayor demanda en México se encuentra el género *Agave*, representado por 159 especies, de las cuáles 119 especies son endémicas. Han adquirido una notable relevancia como una de las principales actividades productivas en la elaboración del mezcal (García-Mendoza, 2018).

El mezcal es una bebida alcohólica tradicional de México, durante el 2005-2020 la exportación de mezcal incremento un 140% y entre el 2013-2016, el incremento fue de 266% (Hernández *et al*, 2022). Respecto a las ganancias tan solo en el 2021 dejo una ganancia de 1,225,778 pesos por hectárea (Miranda, 2022).

Sin embargo, la sobreexplotación de las especies de *Agave* conlleva consecuencias negativas tanto para el medio ambiente como para las comunidades humanas que dependen de estos recursos (García-Mendoza y Franco-Martínez 2018). Esta actividad ha provocado la disminución de las poblaciones silvestres, que a su vez ha repercutido en la pérdida de valiosos servicios ecosistémicos (suministro de alimentos, fibras, combustible, materiales de construcción y medicinas) que son esenciales para las comunidades locales; ha impactado sobre los servicios de regulación del ecosistema, como: la polinización, la erosión, el clima y el agua, lo que provoca un efecto domino en el funcionamiento del ecosistema; también ha afectado los procesos evolutivos, ya que destruye el hábitat de numerosas especies de fauna silvestre que dependen de estas plantas para encontrar alimento, refugio, descanso y reproducción (García-Mendoza y Franco-Martínez, 2018).

En el estado de Oaxaca, se encuentran 35 especies de las 210 especies presentes a nivel mundial, particularmente en la Sierra Sur y los Valles Centrales conocidas como la "Región del mezcal" (García-Mendoza y Franco-Martínez, 2018). En este último se localiza San Pablo Villa de Mitla como uno de los destinos turísticos más importantes que forma parte de la ruta del mezcal

2.5.3.2. Extracción ilegal

En el siglo XIX se conocían en Europa diversas especies de cactáceas debido a expediciones que enviaron grandes cargamentos de colectas y que a su vez los horticultores aprovecharon para cultivar en jardines estatales o privados, fue así como se iniciaron los cactarios, entre ellos el del príncipe Salm-Dyck, que formo una de las más grandes colecciones de cactáceas; tanto investigadores, colectores como exploradores divulgaron el conocimiento de las cactáceas según los registros entre los años de 1812-1978, en los cuales se realizaron exhaustivas colectas con fines científicos y comercio ilegal, disminuyendo sus poblaciones silvestres, debido a esto el gobierno mexicano prohibió su exportación, sin embargo dicha actividad continua hasta nuestros tiempos de forma ilegal, por ello gran parte de las especies de esta familia se encuentra bajo algún estatus de protección para evitar que desaparezcan completamente (Bravo-Hollis, 1978, p.5; Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991b, p. 162 y País, 2016).

Hernández-Oria *et al.* (2007) corrobora que las presiones antropogénicas relacionadas con la transformación y destrucción del hábitat son la principal causa de riesgo para la sobrevivencia de las cactáceas, al combinarse todos estos provocan un gran impacto en sus poblaciones, esta interacción se divide en dos, aquellos que transforman el hábitat que son el crecimiento poblacional, la agricultura, la deforestación y el sobrepastoreo y los que destruyen el hábitat que son la construcción de caminos, carreteras, minas o extracción de pétreos, lo anterior aunado a que algunas especies son especialistas tanto en hábitat como con las especies que establecen condiciones planta-nodrizas, se vuelven más vulnerables al cambio, por lo que una baja densidad poblacional indica mayor presión de disturbio.

2.5.3.3. Crecimiento poblacional

El medio ambiente y el desarrollo social se encuentran estrechamente relacionados, debido a que el crecimiento poblacional busca nuevas áreas de asentamiento urbano, especialmente en las periferias (Miguel-Velasco *et al.*2019), invadiendo y convirtiéndolas en zonas agrícolas o ganaderas, que provocan la degradación de los

suelos así como el deterioro de los recursos naturales que al final repercute en la sociedad, este hecho provoca un efecto dominó en la degradación del medio ambiente, debido a la demanda de alimento, agua, combustible y material de construcción (SEMARNAT. 2015, Miguel-Velasco *et al.* 2021, INEGI, 2021). Estos factores afectan a especies nativas como las cactáceas, que las hacen más vulnerables a la extinción, que de efectuarse provocarían grandes pérdidas económicas valuadas en millones de dólares (Bran, 2019).

La ciudad se ha considerado como la forma territorial más eficaz de la modernidad, este hecho representa el sometimiento y negación de la naturaleza, la considera como una cosa de la cual se nutre, por ejemplo, los recursos naturales que se encuentran en una ciudad como riqueza material salen de ella bajo la forma de desechos, de materia muerta y contaminación; la cual la vuelve inservible para reintegrarse a la fuente de la cual proviene, esto provoca un desequilibrio ecológico que tiene repercusiones en la humanidad (Lezama y Domínguez, 2006).

Actualmente la población mundial es de 7,949,952 mil millones de personas, se calcula que para el 2056 alcanzará los 10 mil millones (Worldometer, 2022), lo que implicaría un aumento en la producción de alimentos del 70% y por ende en el consumo de recursos naturales (FAO, 2011). De acuerdo al Banco Mundial (2020), México contaba con 128, 932,753 millones de habitantes, de los cuales según el INEGI (2020) 4,132,148 millones se encuentran en Oaxaca, ocupando la entidad el décimo lugar a nivel nacional con sobrepoblación, lo que ha llevado a ocupar la periferia de la ciudad afectando la flora y fauna que ahí se desarrolla.

Al existir grandes masas de gente se van formando núcleos agrarios, en México existen 8000 núcleos agrarios indígenas, 63 % de ellos son ejidos los 37% restantes son tierras comunales (FAO, 2003). En el Estado de Oaxaca de acuerdo al Registro Agrario Nacional (RAN,2018), el 76% (7,200 millones de ha) del territorio de es propiedad social, conformado por 1588 núcleos agrarios, de los cuales 853 son ejidos y 735 son comunidades.

En la gran mayoría de las tierras comunales y ejidales existen conflictos sociales como: la invasión violenta de tierras por parte de particulares, así como la existencia de amparos agrarios de “propietarios” no indígenas, entre ellos la expropiación, mediante la cual el Estado tiene la facultad de adjudicarse la tierra; otro de los problemas relevantes es cuando varias partes ya sea de la misma comunidad o diferentes poblaciones reciben los mismos derechos sobre la porción de tierra, se crea una serie de disputas que llegan a la violencia, este hecho está ligado a una mala medición, a la falta de documentación y por el desconocimiento de la nueva legislación agraria (Honorable Cámara de Diputados, 2003; FAO, 2003).

Lo anterior tiene repercusiones en el hábitat de la flora y fauna, debido a que en los territorios indígenas se encuentra el 80% de la biodiversidad del planeta, se requiere trabajar en equipo con ellos para desarrollar estrategias de conservación de los recursos naturales, estas áreas bajo el manejo de los pueblos indígenas están mejor protegidas y administradas que las que se encuentran bajo el control del gobierno; es por ello que muchas organizaciones de conservación trabajan estrechamente con las comunidades para ayudar a definirla, enseñándoles formas de manejo de los recursos naturales que poseen, para su beneficio sin perjudicar la disponibilidad de estos en el futuro (Conservation international,2019).

De acuerdo con la Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca, en el artículo 62, señala que el Gobierno del Estado y los Municipios establecerán y, en su caso, promoverán ante las autoridades el establecimiento de vedas de la flora silvestre y la modificación o levantamiento de las mismas, con el fin de proteger, conservar o restaurar ecosistemas naturales o especies de los mismos basándose en los estudios correspondientes; así mismo participarán en la autorización de permisos, para la colecta de especímenes vegetales que otorgue la Federación a través de los Convenios que para tal fin, se establezcan (Art. 63).

El manejo sustentable de los recursos naturales son la base para el desarrollo social y económico de futuras generaciones (Miguel-Velasco *et al.* 2021).., por lo que

se debe suministrar los elementos necesarios para proporcionar un acceso más equitativo a la riqueza natural y al mismo tiempo crear una mentalidad en la población para su cuidado (Lezama y Domínguez, 2006).

2.5.3.4. Sobrepastoreo

El sobrepastoreo se ha convertido en una amenaza para la flora de zonas áridas, especialmente para las cactáceas, debido a que acelera la destrucción de su hábitat (Hernández-Oria, 2007). Debido a la falta de alimento por los intensos periodos de sequía los ganaderos optaron por darle a sus animales el nopal silvestre, el cual les provee de alimento y de agua, por lo que se convirtieron en una excelente opción en tiempos de crisis entre el siglo XVI al XX,

Castellanos (2002). reportaron 35 especies de cactáceas amenazadas por su alto grado de endemismo que ha sido mayormente afectado por la destrucción de su hábitat y la colecta de ejemplares con fines comerciales de forma ilegal

Peña (1999), el nopal ha sido utilizado como forraje no solo en México sino en otras partes del mundo como: Estados Unidos, África del sur, Argelia, Túnez, India, Argentina, Brasil, Guatemala, España, India e Italia

Anaya-Pérez y Bautista-Zane (2008) dan a conocer que el 95% de la producción nacional del nopal se da en los estados del Distrito Federal, Edo. México, Morelos, San Luis Potosí, Jalisco, Aguascalientes, Hidalgo y Puebla; la producción agrícola en Oaxaca inicio en 1984 con la siembra de 22 ha y en 1985 aumento a 30 ha, con una producción de 750 toneladas, a comparación de los tres millones de hectáreas de nopal silvestre que existen en el país.

2.5.4. Las cactáceas como fuente de beneficios económicos

El comercio de cactus, en todos los niveles (regional, estatal, nacional e internacional), es frecuentemente ilegal, y la mayoría de las especies amenazadas utilizadas en la horticultura provienen de poblaciones silvestres (UICN, 2015). Los coleccionistas europeos y asiáticos son los principales participantes en el comercio ilegal de cactus,

ya que los especímenes recolectados en la naturaleza son altamente valorados debido a su rareza (UICN, 2015).

Estados Unidos es considerado uno de los mayores productores de cactáceas y el país donde se concentran los principales mercados a nivel mundial. La distribución de las cactáceas ornamentales producidos en Estados Unidos se realiza principalmente a través de viveros, supermercados y coleccionistas privados. Los viveros suministran cactáceas para uso en jardines residenciales, establecimientos comerciales y áreas públicas en zonas urbanas o suburbanas con climas áridos, siendo cada vez más populares en ciudades desérticas donde la escasez de agua es una preocupación creciente. Las especies más utilizadas en proyectos de paisajismo son el cacto de barril, el cacto pera espinosa y el cacto saguaro debido a su apariencia llamativa (Roobins, 2003).

Los supermercados también desempeñan un papel importante en la venta de cactus, mediante el envío de grandes cantidades y variedades de cactus en miniatura, cultivados artificialmente a partir de semillas, tanto dentro como fuera del país, para ser utilizados como plantas ornamentales de interior (Roobins, 2003). Por último, se encuentran los coleccionistas privados que buscan especies poco comunes y recién descubiertos de la familia de las cactáceas para su colección.

CAPITULO III: CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se describe detalladamente el contexto geográfico, social y cultural de San Pablo Villa de Mitla en Tlacolula, Oaxaca. Se presentan datos demográficos, características socioeconómicas y elementos culturales relevantes para comprender la interacción entre la comunidad y la biodiversidad de la familia Cactaceae.

3.1. Localización del área de estudio

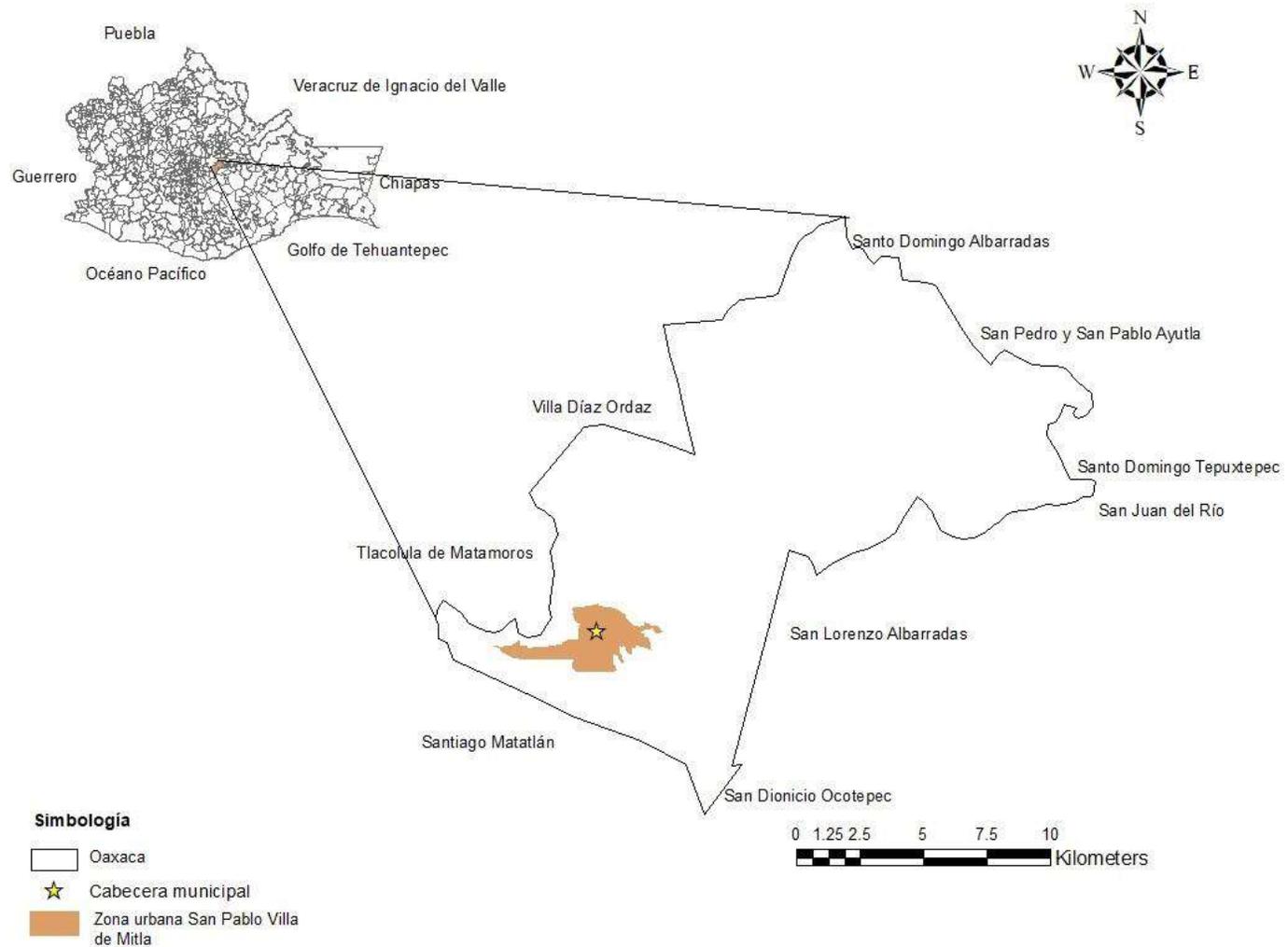
Se ubica en las coordenadas 16°55' de latitud norte y 96°22' de longitud oeste, a una altitud de 1,680 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con los Municipios de Santo Domingo Albarradas y Villa Díaz Ordaz, ambos pertenecen al mismo distrito; al sur con Tlacolula de Matamoros; al oeste con Tlacolula de Matamoros y Villa Díaz Ordaz; al este con San Lorenzo Albarradas y Santo Domingo Tepuxtepec (**Figura 3.1**). Posee una extensión aproximada de 246.17 km², lo que representa el 0.26% del total estatal (Data México, 2020-a). Para efectos del presente estudio se tomará únicamente la cabecera municipal de San Pablo Villa de Mitla.

3.1.1. Límites y estructura regional

El municipio cuenta con 5 agencias San José del Paso (agencia de policía), San Miguel Albarradas, Unión Zapata (Loma Larga), Santa María Albarradas y Xaagá; son agencias municipales dependientes de la cabecera de San Pablo Villa de Mitla (Mesófilo, 2018). El Tequio, Lomas del Pedregal, La Granja, Reforma, Don Pedrillo y Robias son colonias de la cabecera municipal, de acuerdo al Marco geoestadístico del INEGI (2021) posee los siguientes elementos viales mostrados en la **Figura 3.2**.

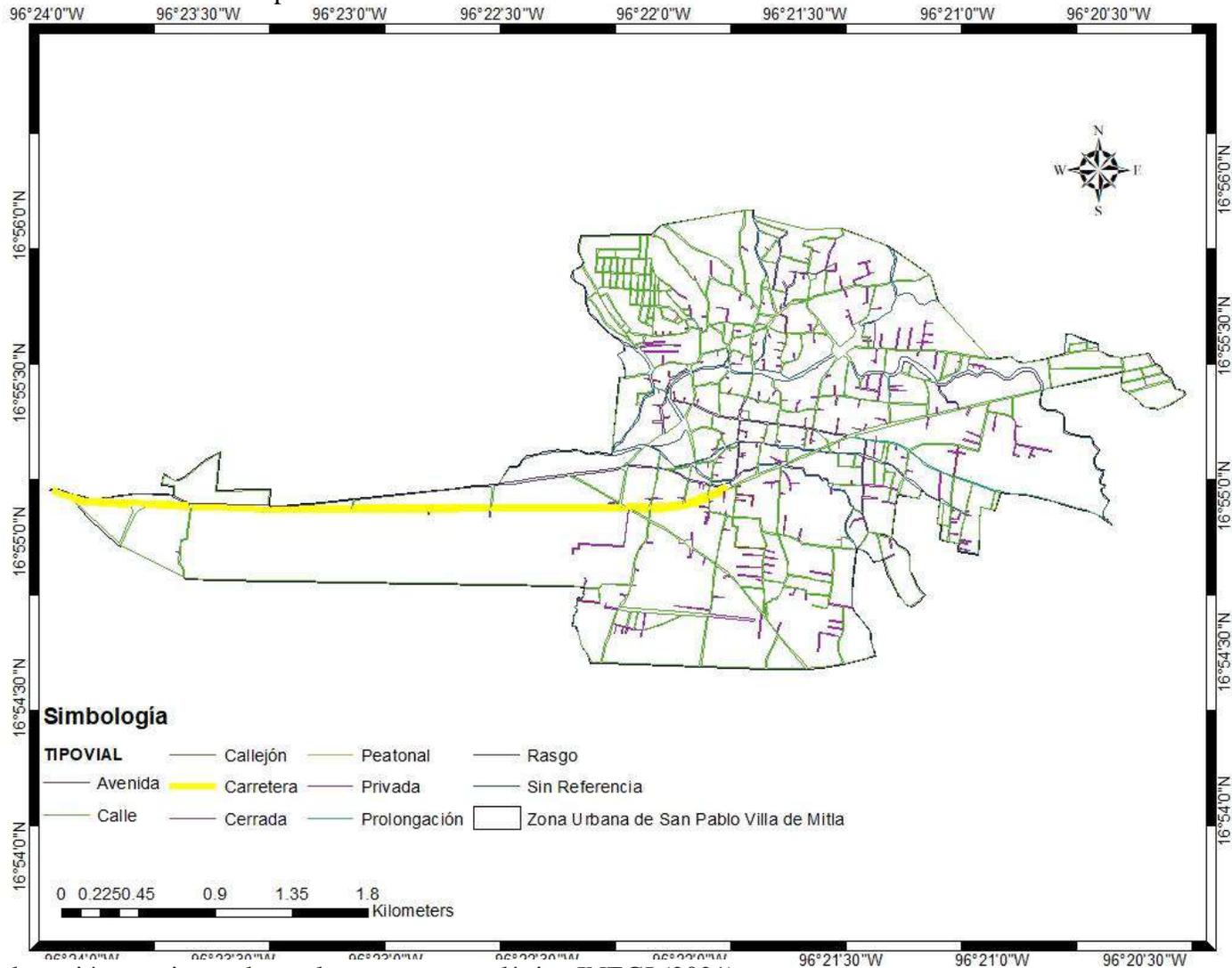
Mitla se encuentra conformada por planicies, justo en donde inicia las faldas de la sierra norte, al norte de la población se ubica el cerro “dan guido” (cerro de la iglesia o templo) y al sur se encuentra el cerro “dan belgo” o cerro del jarro (Mesófilo, 2018).

Figura 3.1. Ubicación San Pablo Villa de Mitla



Elaboración propia con base al Inventario Geoestadístico Nacional (INEGI, 2016)

Figura 3.2. Infraestructura municipal de San Pablo Villa de Mitla.



Fuente: Elaboración propia con base al marco geoestadístico INEGI (2021)

3.2. Antecedentes históricos

San Pablo Villa de Mitla es una comunidad ubicada en el estado de Oaxaca, México. Su nombre consta de dos elementos: "San Pablo" y "Mitla". "San Pablo" es una referencia a San Pablo Apóstol, uno de los doce discípulos de Jesucristo en la tradición católico-cristiana (su templo principal fue construido en el siglo XV sobre una plataforma prehispánica perteneciente a la zona arqueológica) (SECTUR, 2021) y "Mitla", por otro lado, se refiere al sitio arqueológico prehispánico ubicado en la comunidad cuyo nombre proviene del vocablo náhuatl "Mictlán", que significa "lugar de los muertos" y conocido en zapoteco como Lyobáa que quiere decir "Casa de descanso" o "Casa de tumbas" (fue llamada así debido a las tumbas de importantes jerarcas zapotecos encontradas en sus edificios) (Data México, 2020-i; pueblos originarios, 2021).

Mitla fue un importante centro religioso y político de la cultura zapoteca, que floreció en la región de Oaxaca entre los siglos VII y XV. Después del decaimiento de Monte Albán, en el año 750 D.C. Mitla expande su territorio, alcanzando su máximo esplendor entre los años 1000 y 1521; en 1528 fue fundada y para 1712 la corona española le otorgo títulos que amparan la posesión de la tierra; en 1874 Mitla era considerado un poblado con importantes redes comerciales con comunidades de la sierra mixe y contaba con 2153 habitantes (pueblos originarios, 2021).

Mitla cuenta con cinco conjuntos arqueológicos: el Grupo Norte, el Grupo de las Columnas, el Grupo del Arroyo, el Grupo del Adobe o el Calvario y el Grupo del Sur. Los primeros tres se conforman por patios cuadrangulares comunicados por pasillos y poseen una decoración geométrica conocida como grecas, mismas que se replican en los textiles y otras artesanías que se producen en la zona (INAH, 2010 y SECTUR, 2021).

La zona denominada "El calvario" es el primer templo católico en Mitla durante el siglo XVI, en el año de 1671, fue construido sobre la pirámide dedicada al sol de los antiguos zapotecas, se conoce también como grupo del adobe, por el material con el que fue construido, actualmente puede ser visitada como parte de la ruta turística (Arfman,2008).

La fortaleza un sitio importante en la cultura zapoteca de Mitla, el cual se creía que era ocupado como fuerte para la guerra, de ahí el nombre de “Fortaleza”, sin embargo recientes investigaciones de los antropólogos Gary Feiman y Linda Nicholas señalan partir de importantes hallazgos como lo fue: una casa prehispánica, vasijas, herramientas talladas en hueso y piedra, navajas de obsidiana, además de una tumba sencilla que se trató de un pequeño poblado que albergaba entre 100 y 1000 personas durante la era clásica y posclásica (RCMULTIMEDIOS, 2011).

Las cuevas Prehistóricas de Mitla y Yagul, fueron reconocidas como Patrimonio Cultural de la Humanidad en la modalidad de Paisaje Cultura, por parte de la UNESCO, debido a la presencia de pinturas rupestres que plasman la vida de los primeros agricultores de la región y los manantiales de agua blanca (Plan de desarrollo municipal, 2018).

El 16 de octubre del 2015 el gobernador del Estado de Oaxaca y la Secretaría de Turismo federal otorgo el nombramiento de Pueblo Mágico a la comunidad de San Pablo Villa de Mitla (pueblos originarios, 2021).

3.3. Descripción geográfica de San Pablo de Villa de Mitla

3.3.1. Clima

El tipo de clima predominante es seco-templado, con lluvias en junio y septiembre, heladas durante los meses de diciembre a enero; en los meses de noviembre la temperatura alcanza los 20°C y con temperatura máximas de 30°C durante el mes de abril (García, 2004) (Tabla 3.1.). En la cabecera municipal predomina el clima semiseco y templado subhúmedo (Figura 3.3) (INEGI, 2008).

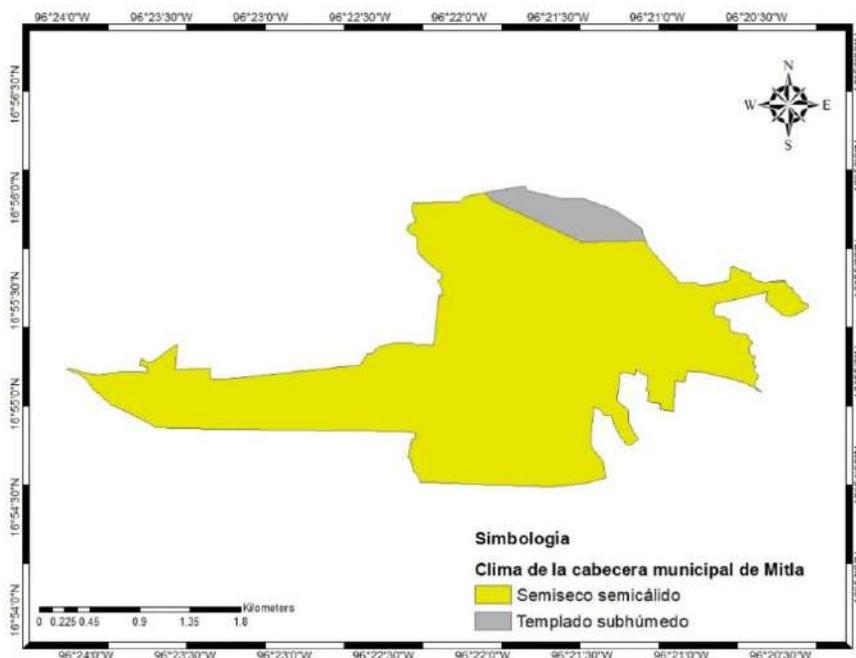
Tabla 3.1

Tipos de clima existentes en el municipio.

Clima	Tipo de clima	% lluvias en verano anual	Precipitación anual	Área (ha)	%
(A) Cw0	Semicálido, templado subhúmedo. T media anual >18° C T mensual más caliente >22°C P/T <42.2	5 – 12 %	500 a 2500mm	2,011.89	26.06
Cw 1	Templado subhúmedo. T medio anual >18°C T media mensual más fría <18°C P/T entre 43.2 y 55	5 – 10.2%	500 a 2500mm	1,795.40	23.25
Cw 2	Templado húmedo T media anual entre <12° T mes más frío entre 3°C a 18°C P/T > 55	5 – 10.2%	600 a 700mm	1,795.40	23.25
Cw 0	Templado subhúmedo T media anual entre 12°C y 18°C T del mes más caliente P/T > 55.3	5 - 12 %	500 a 800mm	3,564.65	46.17
Total	7,721.36	100.00			

Fuente: Tomado de Grupo Mesófilo, A.C. (2018) con “Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen” de (García, 2004).

Figura 3.3. Tipos de clima de la cabecera municipal de Mitla

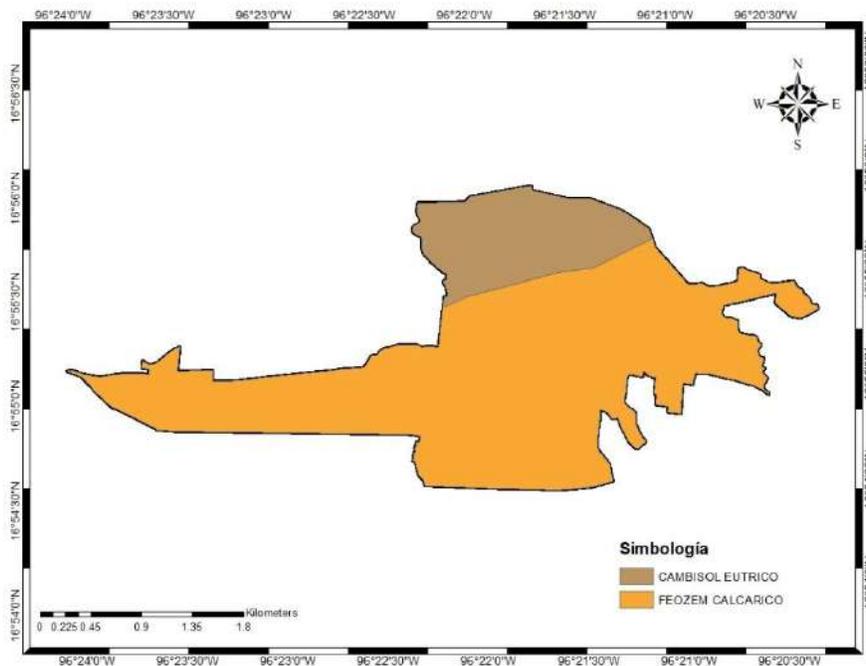


Fuente: Elaboración propia con base a la cartografía climática del INEGI (2008), con el software Arc gis V10.4.1.

3.3.2. Tipos de suelo

Los tipos de suelo con los que cuenta la población son de tipo luvisol crómico, arcillosos, poco fértiles. Asimismo, en su mayoría se encuentran suelos dominantes como el acrisol (23.16%), phaeozem (22.52%), luvisol (22.87%), leptosol (20.23%), regosol (5.17%) y umbrisol (3.59%) (García, 2004). En la cabecera municipal se encuentra mayormente el suelo feozem calcárico y en poca proporción el cambisol eutrico (INEGI, 2005)

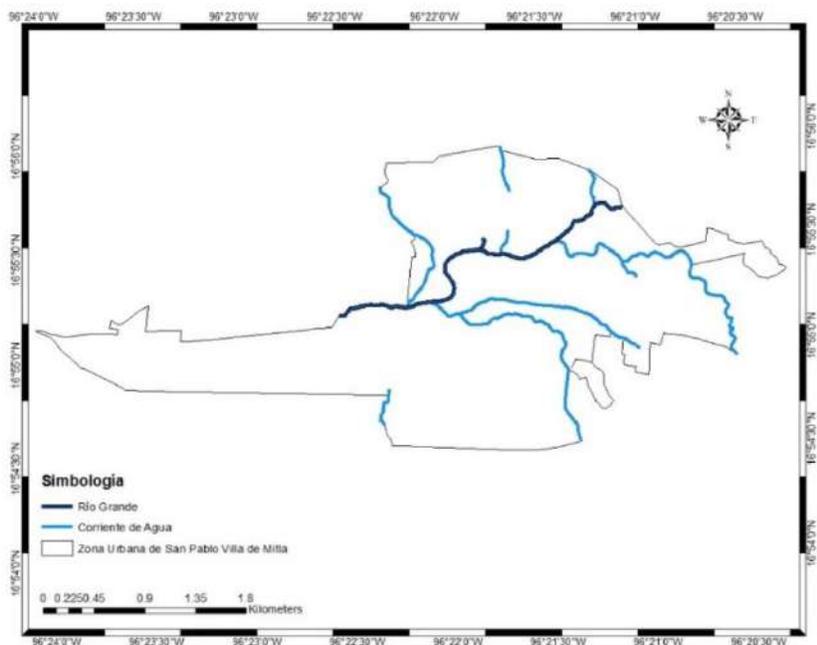
Figura 3.4. Tipos de suelo de la cabecera municipal de Mitla.



Fuente: Elaboración propia con base a la cartografía edafológica del INEGI (2005), con el software Arc gis V10.4.1.

3.3.3. Hidrografía

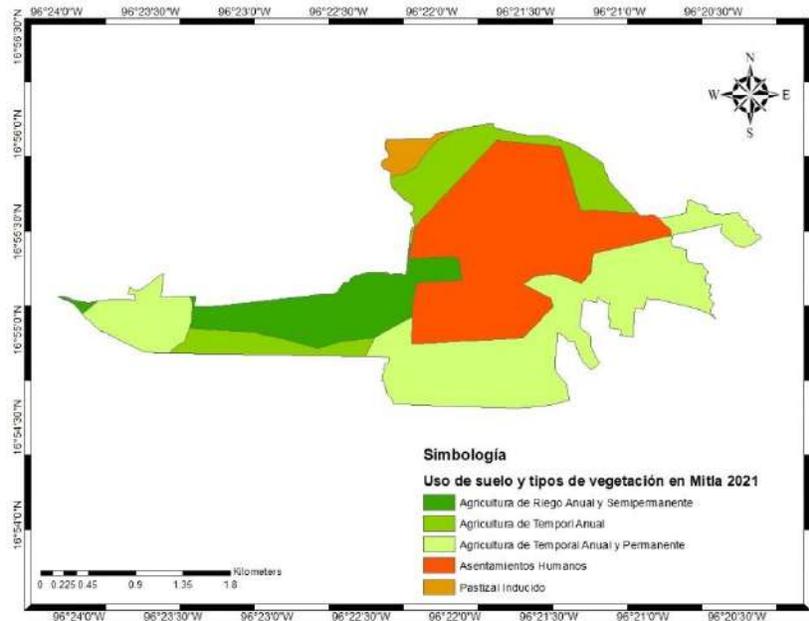
La superficie del municipio es atravesada por afluentes del río Grande que son arroyos sin agua y solo aumentan su caudal en época de lluvias; por ejemplo el río que viene de los cerros "la laguna" y "el campanario", "la calavera y la cruz", que colinda con san Miguel Albarradas y Díaz Ordaz; el otro se le conoce como río la Hacienda, proviene de Xaaga y el tercero es el río Geovirush; además de los ríos: Geu-roltsh o río del Valle y el rio Geu-stoo o río del Ratito (Figura 3.5) (Data México, 2020-a).

Figura 3.5. Afluentes de la cabecera municipal de Mitla.

Fuente: Elaboración propia con base al INEGI (2005), con el software Arc gis V10.4.1.

3.3.4. Flora

La vegetación del municipio de San Pablo Villa de Mitla abarca 7,221 hectáreas, entre los principales tipos se encuentran, Bosque de pino, Bosque de encino, Bosque de pino-encino, Selva baja caducifolia, Vegetación secundaria (arbórea, arbustiva, herbácea) y Matorral xerófilo (Grupo Mesófilo, 2018). En la cabecera municipal la vegetación se encuentra ausente, solo hay agricultura, pastizal inducido y asentamientos humanos como lo muestra la Figura 3.6.

Figura 3.6. Tipos de vegetación y uso de suelo de la cabecera municipal de Mitla.

Fuente: Elaboración propia con datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000, serie VII. (INEGI, 2021), con el software Arc gis V10.4.1.

3.3.5. Fauna

En cuento a la Fauna, entre las especies de fauna silvestre presentes se encuentran:

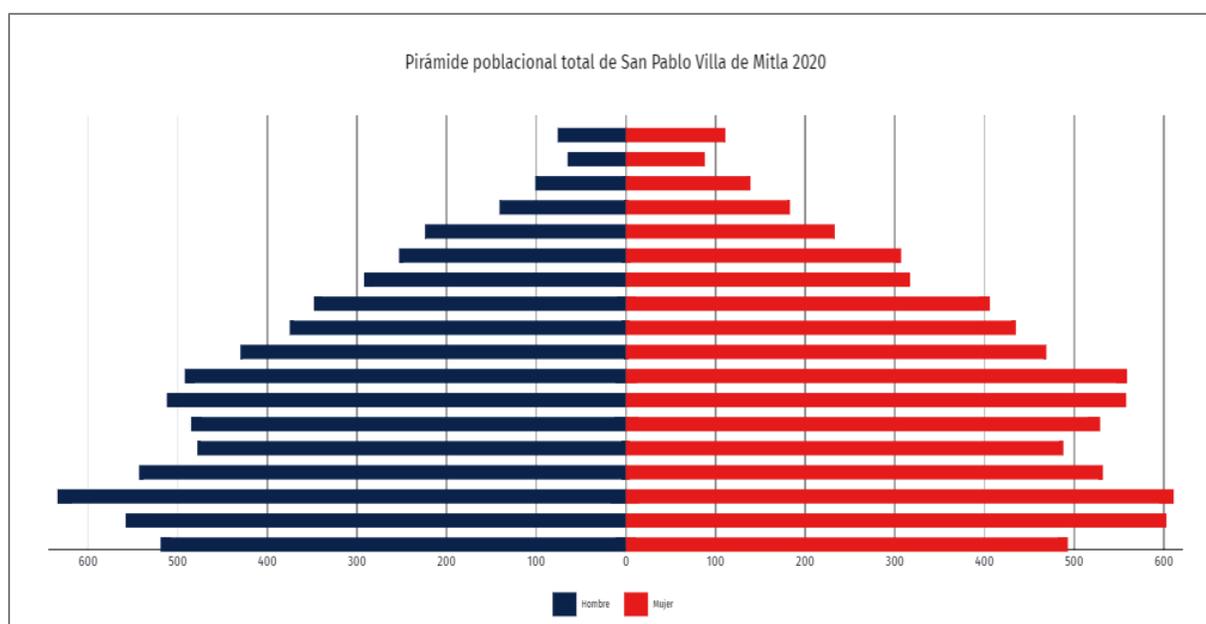
- Mamíferos. Zorrillo, tejón, venado cola blanca, tigrillo, armadillo, cacomiztle, coyote, oso hormiguero y mapache (los cuales se encuentran escasos); tuza, comadreja, ardilla, tlacuache, conejo, liebre, zorra.
- Aves. Codorniz común, jilguero, perdiz, águila, chachalaca, pájaro arpillero, murciélago pinto, vichicui, licolas (se encuentran escasos), zopilote, cacalote, golondrina, correcaminos, gavilancillo, paloma torcaza, pájaro carpintero, paloma barranquera, búho enano, tecolote, urraca copetona, cenzone.
- Reptiles. Escorpión, culebra rabo hueso, víbora tilcoatli, escorpión negro, víbora sorda, corredera, boa (escasos); lagartija, coralillo, camaleón, víbora de cascabel (Grupo Mesófilo, 2018).

3.4. Aspectos sociales de San Pablo Villa de Mitla

3.4.1. Población

La población total de San Pablo Villa de Mitla en 2020 fue 13,587 habitantes, siendo 52% (7,061) mujeres y 48% (6,526) hombres; los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (1,245 habitantes), 5 a 9 años (1,161 habitantes) y 15 a 19 años (1,075 habitantes), entre ellos concentraron el 25.6% de la población total (Data México, 2020-b) (ver **Figura 3.7.**).

Figura 3.7. Pirámide poblacional de San Pablo Villa de Mitla 2020.



Fuente: Tomado de Población y vivienda de San Pablo Villa de Mitla, Data México (2020-b).

3.4.1.1. Tendencias de crecimiento poblacional

Como se muestra en la tabla siguiente (**Tabla 3.2**) la población de San Pablo Villa de Mitla presento un crecimiento poblacional entre el 2010 y el 2020 del 14.9%, siendo la población masculina más elevada considerando el dato del 2010 que fue de 5614 al registrado en el 2020 que fue de 7061 varones, una diferencia de 1447 personas. En cuanto la población femenina presento un incremento del 2010 al 2015 de 420 mujeres, sin embargo, para el 2020 esa población se vio disminuida con un total de 105 personas (INEGI 2010, 2015 y 2020).

Tabla 3.2

Población Total del Municipio de acuerdo al año 2010, 2015 y 2020

Datos demográficos	2010			2015			2020		
	H	M	Total	H	M	Total	H	M	Total
Población total	5,614	6,211	11,825	5,880	6,631	12,511	7,061	6,526	13,587
Población que habla alguna lengua indígena de 5 años y más		4,029			4,003			3,141	

3.4.2. Salud

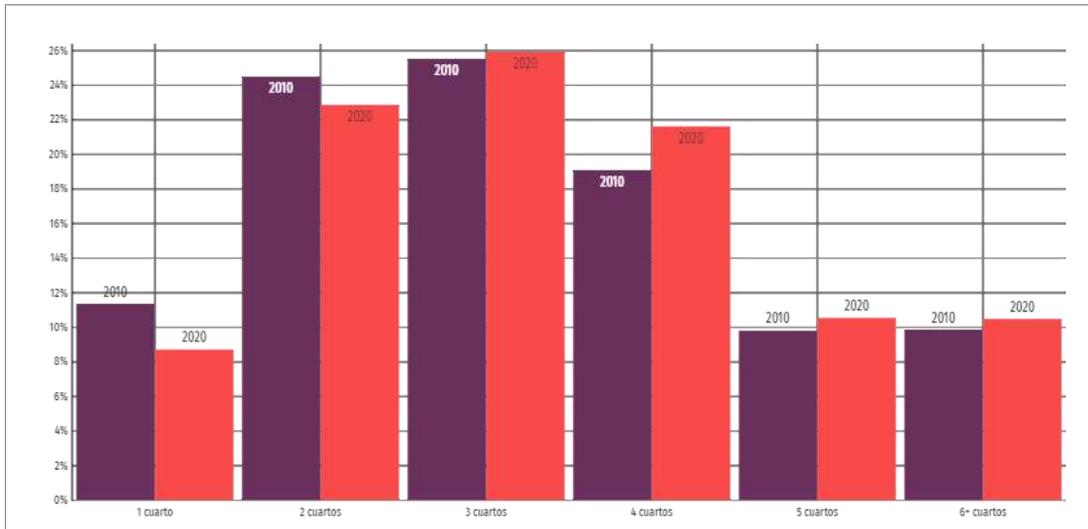
En San Pablo Villa de Mitla, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (6.82%), Consultorio de farmacia (5.68%) e IMSS (Seguro social) (377). Las unidades médicas en el municipio eran dos (0.1% del total de unidades médicas del estado). El personal médico era de 12 personas (0.2% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 6, frente a la razón de 3.8 en todo el estado. En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (7.27k) y No Especificado (5.33k) (Data México, 2020-g).

En cuanto a la población discapacitada, en el 2020 se registraron 426 casos de personas con alguna discapacidad física, 386 con discapacidad visual y 224 con discapacidad auditiva (Data México, 2020-m).

3.4.3. Vivienda

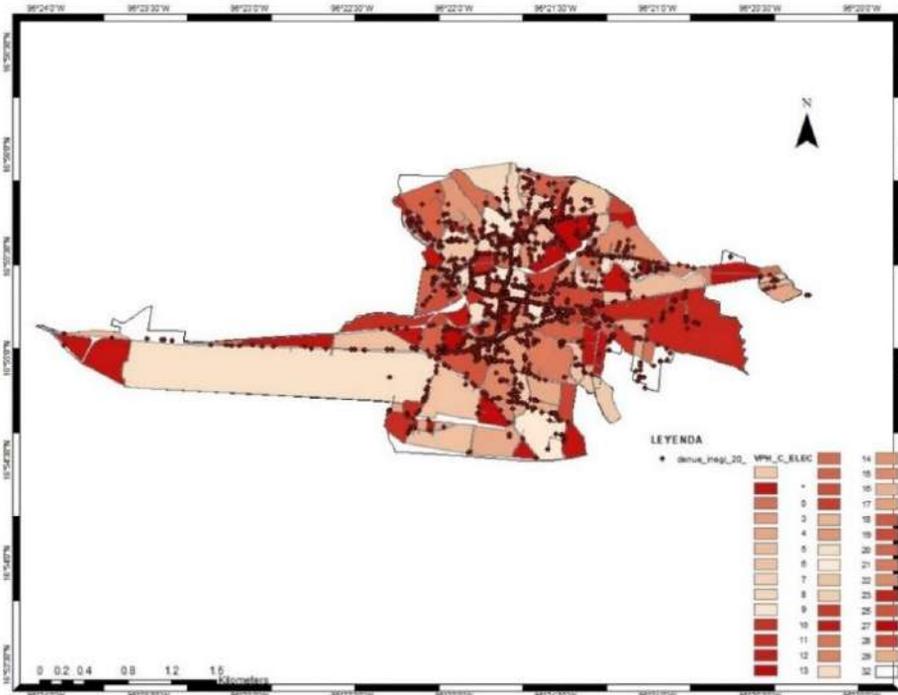
En 2020, el número de viviendas (Figura 3.8 y 3.9) particulares habitados en la cabecera municipal fueron 2518, la mayoría de ellas contaba con 1 (45%), 2 (33.5%) y 3 (25.9%) dormitorios (Data México, 2020-h).

Figura 3.8. Distribución de viviendas particulares habitadas 2010 y 2020



Fuente: Tomado de Calidad de vida-cuartos y dormitorios de la vivienda en San Pablo Villa de Mitla, Data México (2020-h).

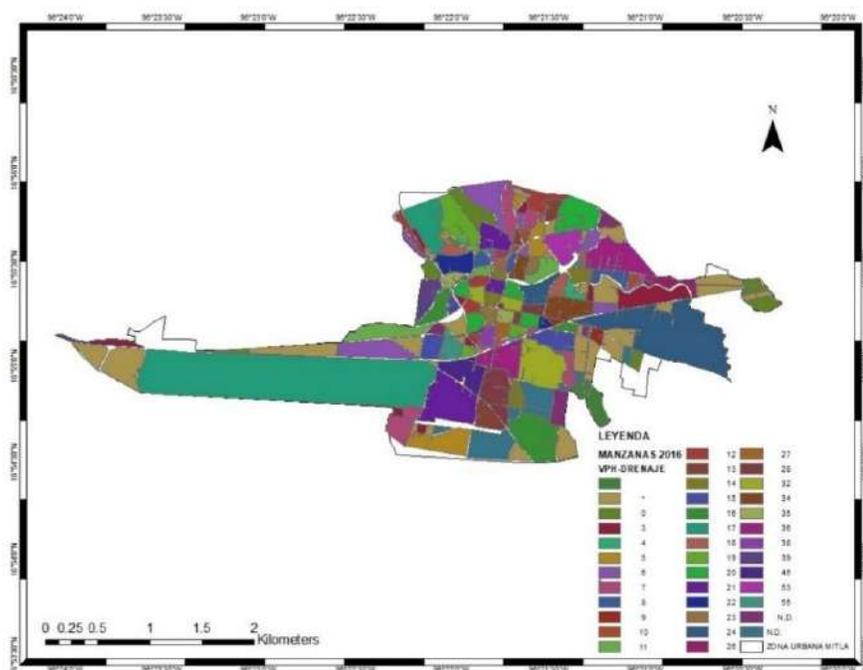
Figura 3.9. Viviendas en la cabecera municipal de San Pablo Villa de Mitla



Fuente: Elaboración propia con base al DENU (2021), mediante el software Arc Gis V10.4.1.

De acuerdo a los servicios básicos con los que cuenta cada vivienda que son: el drenaje y alcantarillado del total de viviendas registradas (**Figura 3.10**), el 76.62% de ellas cuenta con el servicio, el 23.09% carece de ella y el 0.29% no está especificado, ahora bien de los que disponen con el servicio el 84.87% se encuentra conectado a la red pública, el 14.54% tiene fosa séptica y el 0.58% restante emplea lugares al aire libre; en la pasada administración entre las labores más destacadas se realizó la ampliación del drenaje sanitario del paraje Guiviruch, colonia las canteras y lomas del pedregal (DENUE, 2016, PDM; 2021).

Figura 3.10. Total, de viviendas con drenaje y alcantarillado

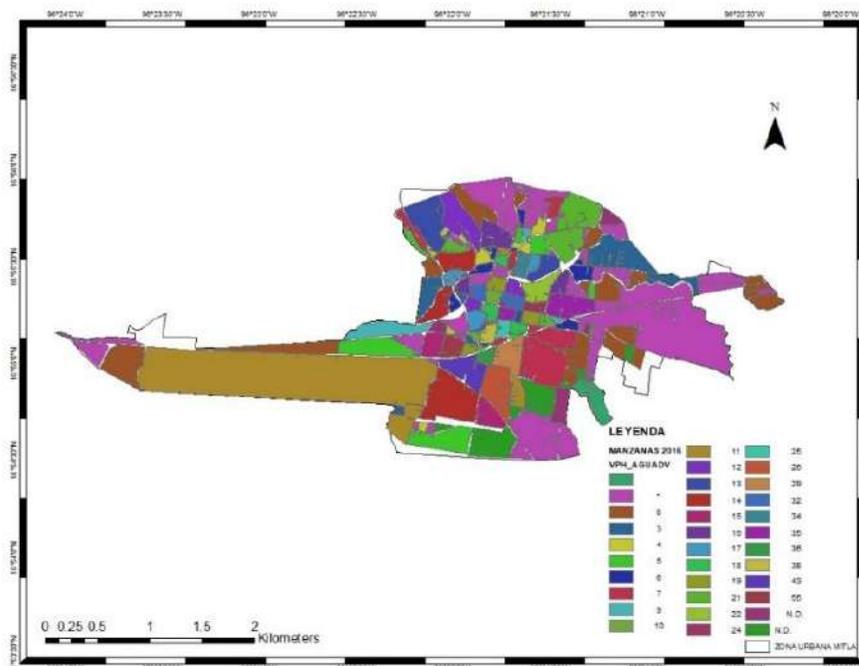


Fuente: Elaboración propia con base al DENUE (2021), mediante el software Arc Gis V10.4.1.

Cerca del 71.90% de la población cuenta con agua entubada (Figura 3.11), ya sea dentro de la vivienda o en el patio. El 28.04% consigue el agua por medio del acarreo de un pozo comunitario (Gueustoo, la granja, UBR, libertad, Justo Sierra 1 y 2), de otra vivienda o por medio de la adquisición de pipas. Así mismo se siguen realizando labores de ampliación del sistema de agua potable en zonas que no contaban con el servicio, por ejemplo, las colonias las canteras primera etapa, Shaguibloo y presidentes. Con el fin de maximizar la captación de agua

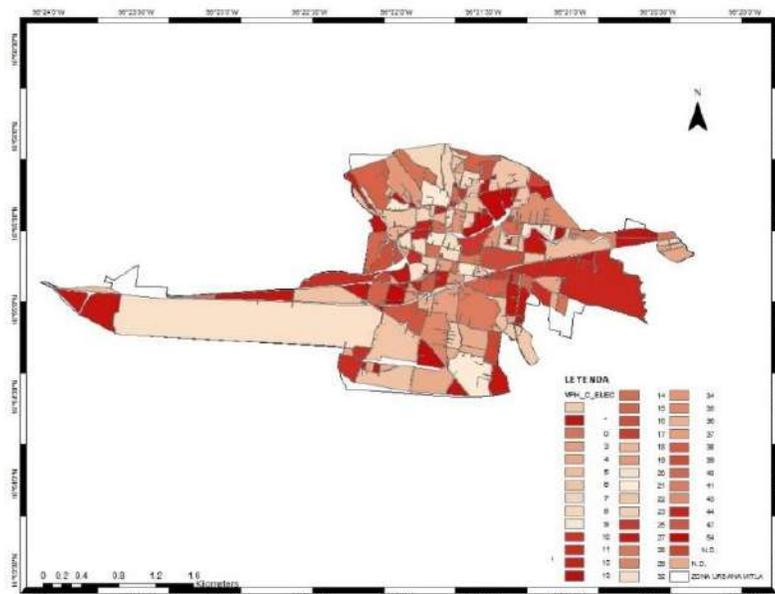
potable se han rehabilitado las presas La toma y El Rincón ubicadas en la agencia de Xaagá, así como la construcción de un pozo en el Paraje El Ocote y un pozo profundo en Unión Zapata.

Figura 3.11. Viviendas con agua entubada



Fuente: Elaboración propia con base al DENU (2021), mediante el software Arc Gis V10.4.1.

Servicio de energía eléctrica (Figura 3.12), la comunidad cuenta con 5,035 tomas de energía eléctrica, de las cuales 4,350 son domésticas y proveen al 98.63% de las viviendas, 6 son de alumbrado público, 7 con bombeo de agua potable y 31 de uso agrícola. En lo que respecta a estos servicios, en la comunidad aún hace falta la ampliación de los mismos, que pueda brindarle a las familias mitleñas una mejor calidad de vida.

Figura 3.12. Viviendas con energía eléctrica

Fuente: Elaboración propia con base al DENUE (2021), mediante el software Arc Gis V10.4.1.

3.4.4. Educación

La población cuenta con 25 instituciones públicas, de las cuales 9 son preescolares: 6 son preescolares generales y 3 indígenas; 9 instituciones de educación primaria, todas generales; con lo que respecta a las instituciones de educación secundaria existen 6 instituciones, de las cuales 1 es general y 5 son telesecundarias y, finalmente en el nivel bachillerato, se tiene la existencia de un CECYTE plantel 16 Mitla (Data México, 2020 j).

De acuerdo a la última actualización del INEGI (2020) el grado promedio de escolaridad es de 15 años o más, siendo el 47.8% que asiste a la primaria, el 27.9% asiste a la secundaria, el 12.4% a la preparatoria o bachillerato y el 7.8% corresponde a un grado superior (Data México, 2020 j).

3.4.5. Migración

De acuerdo a los registros del INEGI (2020), el porcentaje de población migrante fue del 5.7 %, la población nacida en la entidad es de 94.6% (9137 personas); el 4.3% (418 personas) nacieron

en otra entidad; 1% (99 personas) nacieron en otro país; la población de 5 años y más residente en la entidad en marzo de 2015 era del 96.2 (8605 personas); la población de 5 años y más residente en otra entidad fue del 2.9 (261 personas); mientras que el 0.7% (66) son residentes en Estados Unidos de América (INEGI, 2020). En cuanto a las remesas recibidas en Mitla, en el 2022 fue de 1.03 millones US, a diferencia del 2018 que llegó a 1.2 millones US, dicha variación se debe probablemente a que entre los años 2018 y 2022 se sucedió la pandemia por COVID-19 (Data México, 2020-k).

3.4.6. Rezago social

Como se muestra en la **Tabla 3.3** en el 2021 la población de San Pablo Villa de Mitla presentó un grado de rezago social Alto, de los 13,287 habitantes, 6,008 se encuentran en pobreza moderada, 2,341 habitantes se ubican en estatus de vulnerable por carencias, 1,906 se localizan en pobreza extrema; solo el 1.4% (190) y el 0.7 % (105) se ubican en las categorías de no pobre-vulnerable y vulnerable por ingresos respectivamente de acuerdo al CONEVAL (2020).

Tabla 3.3

Proyección de la población 2021

Indicador	En el municipio	En la entidad
1) Población al 2021 número de personas	13, 287	4,165,619
2) Grado de Rezago Social	Alto	Muy alto
3) Zonas de Atención Prioritaria 2021		
Rurales	1	499
Urbanas	6	2,519

Tomado de: Proyección de la población al 2021 elaborada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2016).

3.4.7. Índice de marginación

De acuerdo a la CONAPO (2016) se emplean nueve indicadores para medir la marginación: analfabetismo, población sin primaria completa; viviendas sin agua entubada, que carecen de

drenaje y servicio sanitario exclusivo; aquellas viviendas con piso de tierra, las que no cuentan con energía eléctrica, las que cuentan con algún nivel de hacinamiento; así mismo se encuentra aquella parte de la población ocupada que percibe hasta dos salarios mínimos y por ultimo las localidades con menos de cinco mil habitantes y mide su intensidad espacial como porcentaje de la población que no participa del disfrute de bienes y servicios esenciales para el desarrollo de sus capacidades básicas.

En la **Tabla 3.4** se muestra una comparación entre los indicadores de marginación de San Pablo Villa de Mitla en los años 2010 y 2015, dónde los indicadores más sobresalientes fueron: Porcentaje de la población con ingreso de hasta dos salarios mínimos, las viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento y la población de 15 años o más sin primaria completa, los cuales presentaron una ligera disminución entre 2010 y 2015 (CONAPO, 2016).

Tabla 3.4

Indicadores de marginación de Mitla, comparativo 2010-2015

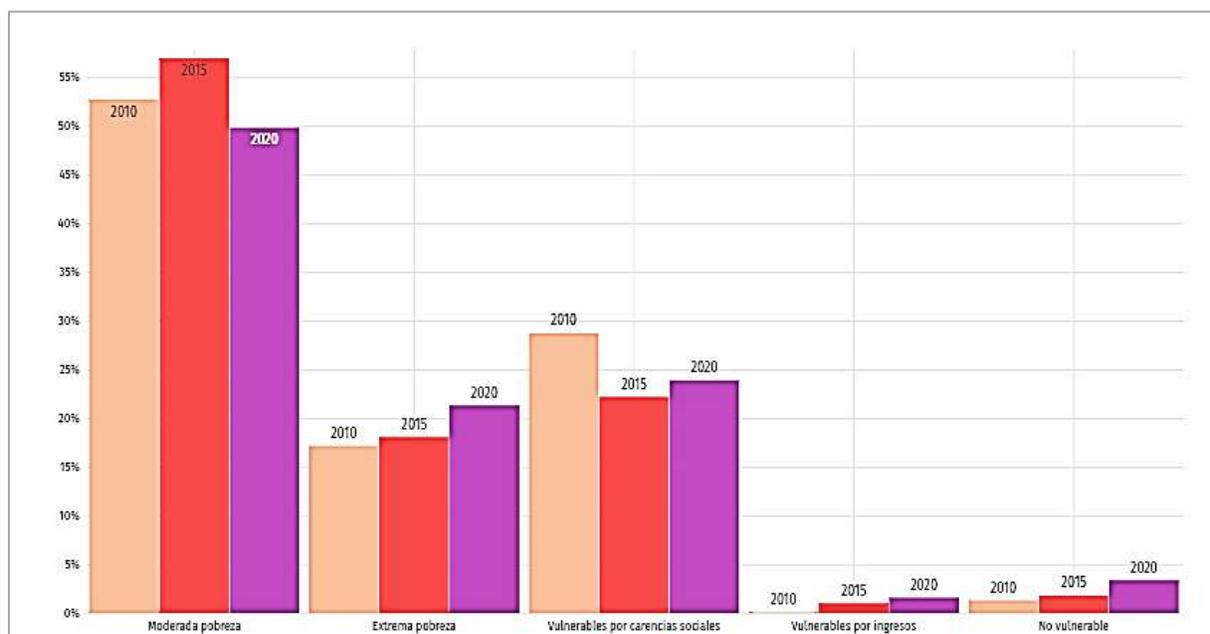
San Pablo Villa de Mitla	2010	2015
Población total	11,825	12,511
Porcentaje población de 15 años o más analfabeta	12.01	8.52
Porcentaje población de 15 años o más sin primaria completa	33.19	26.76
Porcentaje ocupantes en viviendas particulares habitadas sin drenaje ni excusado	3.29	1.04
Porcentaje ocupantes en viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	3.57	1.10
Porcentaje ocupantes en viviendas particulares habitadas sin agua entubada	42.72	28.06
Porcentaje viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento	48.48	41.41
Porcentaje ocupantes en viviendas particulares habitadas con piso de tierra	21.63	11.04
Porcentaje población en localidades con menos de cinco mil habitantes	30.93	30.93
Porcentaje población ocupada con ingresos de hasta dos salarios mínimos	62.86	66.27
Índice de marginación	0.10022	0.076
Grado de marginación	Medio	Medio
Lugar que ocupa en el contexto nacional	1,105	1,105

Tomado de CONAPO (2016)

3.4.8. Indicadores de pobreza

De acuerdo al CONEVAL, en el 2020 el 49.8% de la población se encuentra en pobreza moderada y el 21.3% en pobreza extrema. En la **Figura 3.13** se muestra las carencias principales durante el 2010, 2015 y 2020: acceso a la seguridad social, a los servicios de salud y a los servicios básicos en la vivienda (INEGI,2015) (Data México, 2020 e, f).

Figura 3.13. Grafica del grado de pobreza en San Pablo Villa de Mitla



Fuente: Tomado de Data México (2020-f) Indicadores de pobreza y carencias sociales.

3.4.9. Índice de desarrollo humano

De acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2010) en México. El índice de desarrollo humano para el Municipio de San Pablo Villa de Mitla en el 2010 fue de 0.6652 en hombres y en mujeres es del 0.6427, lo que significa un nivel medio en cuanto a desarrollo se refiere, debido a que en la población existen los servicios básicos como el acceso a la educación, servicios de salud y los servicios relacionados a una vivienda digna.

3.5. Aspectos económicos de San Pablo Villa de Mitla

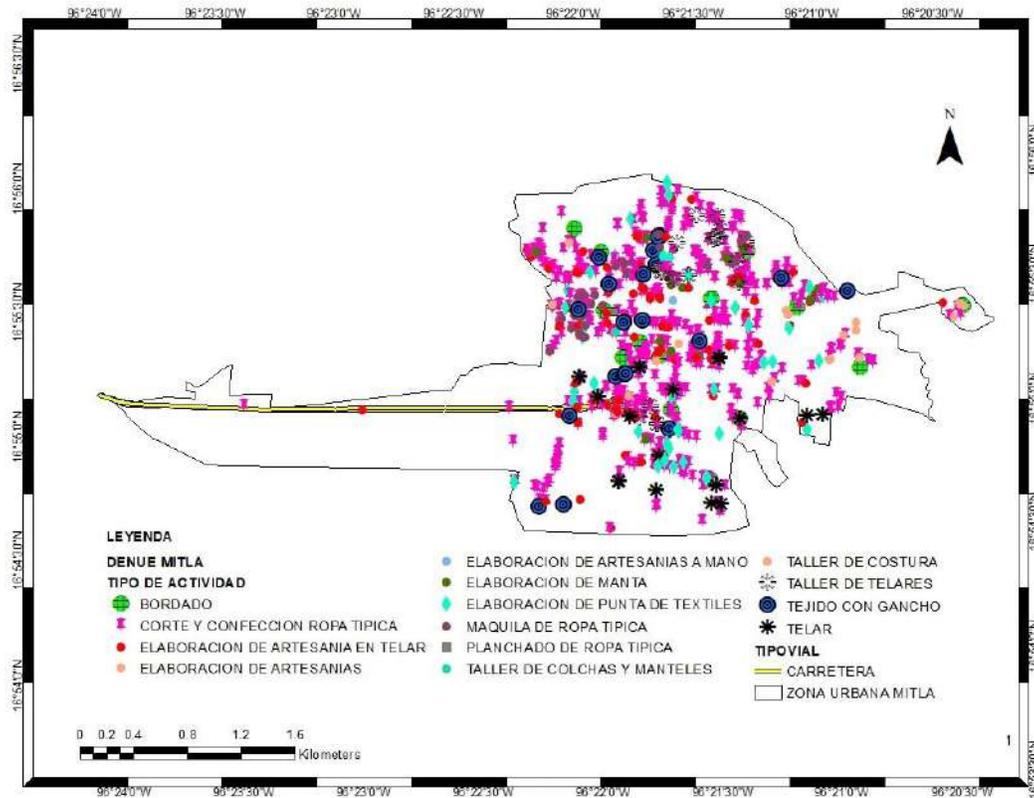
De acuerdo al censo económico 2019, la economía del municipio depende principalmente de Industrias manufactureras (1,199 unidades), comercio al por menor (657 unidades), servicios de hotelería, preparación de alimentos y bebidas como lo son restaurantes y bares (138 unidades) (Data México, 2020-1).

La tasa de participación laboral en Mitla fue de 70.7% (5452 habitantes), de los cuales el 81.3% (2913) corresponden a la población masculina y el 61.6% (2539) a la femenina (INEGI,2020). La Población Económicamente Activa (PEA) para el 2022 es del 60.3%, mientras que la tasa de desocupación fue de 1.66%, siendo el sexo femenino el más afectado entre el 2021 al 2022; se registraron 21.8% de empleos formales y 78.2% de empleos informales, con un salario promedio mensual de \$3.64k MX (Data México, 2022).

De acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) (INEGI, 2021) la economía del Municipio depende mayormente del sector terciario que es el de comercio y servicios específicamente la industria textil a la cual gran parte de la población se dedica. Las ocupaciones corresponden al género, es decir los varones se dedican al manejo del telar, con la elaboración de manta y prendas de vestir, mientras las mujeres se dedican a la confección de ropa, bordados y elaboración de punta de textiles (DENUE, 2021).

3.5.1. Economía Artesanal

Entre estas actividades artesanales más relevantes encontramos la elaboración de ropa típica (**Figura 3.14**) como: (vestidos, blusas, pantalones, rebozos, capas, chalinas entre otros), la cual a su vez engloba otras actividades económicas distribuidas entre los grupos de pobladores, por ejemplo los que elaboran la manta en sus telares, los que se dedican a elaboración de punta textiles (rebozo, manteles), los que confeccionan la ropa, quienes la planchan y quienes la bordan (se realizan mediante tres técnicas, la de gancho y aguja) que son elaboradas a mano por un grupo de habitantes que se dedica exclusivamente a ello. En la comunidad también se elaboran manteles, colchas, cortinas, en telares de pedal, se pueden encontrar talleres enfocados especialmente a esta actividad (DENUE, 2021),

Figura 3.14. Elaboración de ropa artesanal en San Pablo Villa de Mitla

Fuente: Elaboración propia con datos del DENUE (2021), mediante el software Arc Gis V10.4.1.

Una vez que la elaboración de las artesanías está completa, los habitantes que se dedican a estas actividades tienen varias opciones para vender sus productos. Principalmente, pueden venderse directamente al consumidor final, especialmente en la zona arqueológica, donde el turismo es abundante. Asimismo, tienen la posibilidad de comercializar su mercancía con aquellos que se dedican exclusivamente a la venta, generalmente comercios que han realizado una mayor inversión. Estos comercios se encuentran ubicados en la franja turística que parte desde la entrada a Mitla hasta la zona arqueológica. En esta área se pueden encontrar dos puntos de venta destacados: uno en frente del corredor parroquial y otro en el mercado de artesanías, además de tiendas dispersas alrededor del estacionamiento

La información proporcionada por el DENUE (2021) destaca la importancia de la economía artesanal en San Pablo Villa de Mitla. Las actividades mencionadas, como la

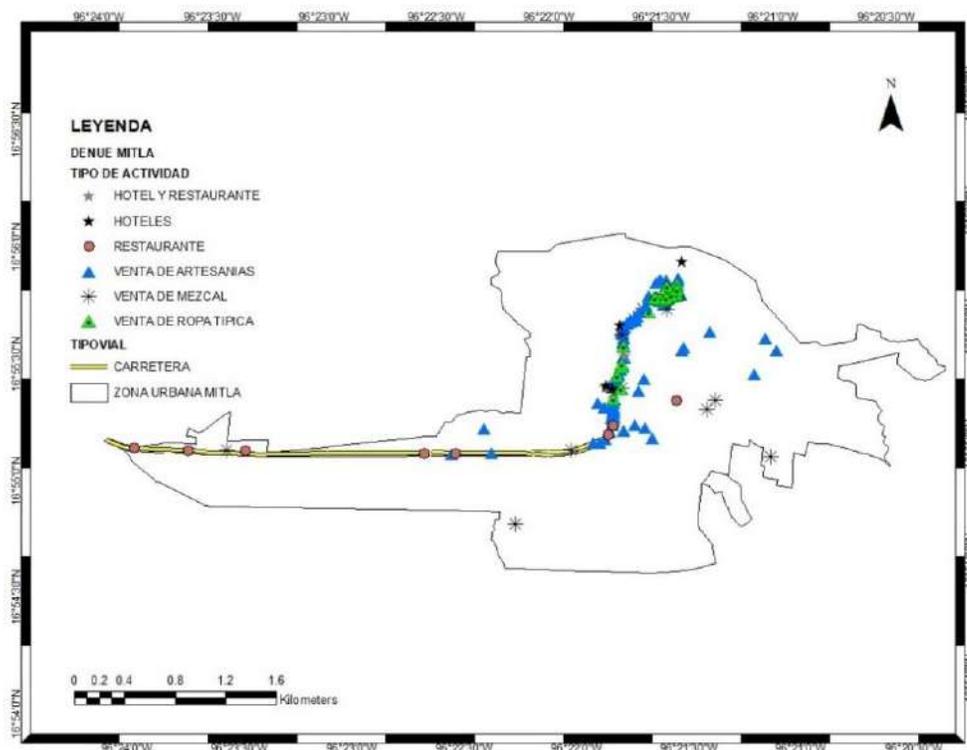
elaboración de prendas artesanales, representan fuentes de ingresos significativos para la comunidad. La venta de estas artesanías, tanto de forma directa al turista en la zona arqueológica como a través de comercios especializados, contribuye al sustento económico de los artesanos locales. Es importante destacar que la información recopilada del DENUE proporciona una visión actualizada de la economía artesanal en la zona (DENUE, 2021).

Parte de los pobladores se dedican a la elaboración de ropa típica elaborada con telares de pedal y lanzadera, se confeccionan prendas de hilados y tejidos como rebozos, manteles, cobijas, vestidos, blusas, figuras de danzantes realizadas con estambre, entre otras.

3.5.2. Economía turística

Este sector representa una actividad importante en el desarrollo de la economía del municipio; debido al principal atractivo turístico que es la zona arqueológica. Las actividades con mayor relevancia son en el ramo de bienes y servicios enfocadas al turismo (Figura 3.15) es el ramo hotelero que en el 2019 dejó una derrama económica de 12.32 MDP, el 114.23 % más que en 2018, esto significa 6.57 MDP más. En el mes de octubre, la ocupación registró el 21.01 %, la llegada de turistas en el periodo asciende a 13,786 personas, 36.62 % más que en el año 2018 (San Pablo Villa de Mitla, 2021).

En tanto el flujo de visitantes en la zona arqueológica la derrama fue de 20.92 MDP (San Pablo Villa de Mitla, 2021). Los servicios más demandados por los turistas los restaurantes y/o cocinas económicas y establecimientos de venta de mezcal (DENUE, 2021).

Figura 3.15. Actividades más demandadas por el turismo

Fuente: Elaboración propia con datos del DENUE (2021), mediante el software Arc Gis V10.4.1.

3.5.2.1. Actividades de captación turística

Villa mágica, es un proyecto que surgió para crear mayor derrama económica en la población en la temporada decembrina, consta de un espectáculo de luces, que incluye costumbres y tradiciones de la población. En el 2019 se alcanzó una afluencia de 55,368 visitantes; 45 mil con boleto pagado y 10,368 con boleto de cortesía (Plan de desarrollo municipal, 2018).

Equinoccio de primavera: Se realiza un ritual de purificación con diversos elementos naturales, así mismo se establece un mercado orgánico, limpias, masajes, música, que en el 2019 lograron la afluencia de 1,500 personas, entre los que se encontraron turistas regionales, nacionales y extranjeros (Grupo Mesófilo, 2018).

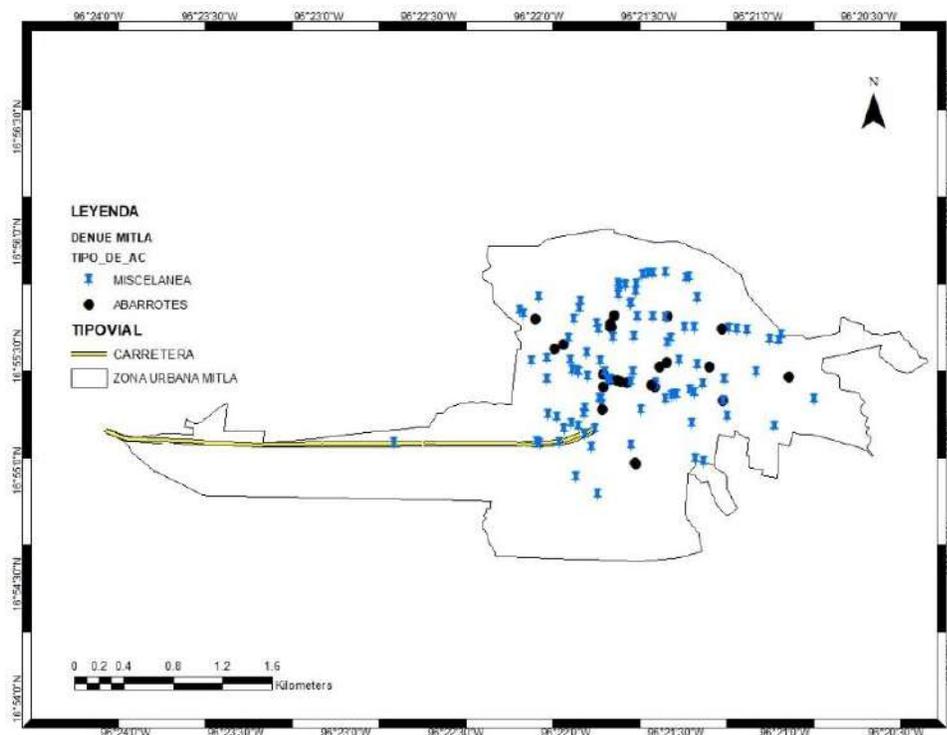
Festival de muertos: Con este festival se muestra a los turistas la cosmovisión mitleña, que empieza desde el 31 de noviembre con la llegada de los angelitos (niños), se va al panteón con flores, dulces, pan, chocolate, frutas e incienso, se limpia la tumba y coloca la ofrenda en ella, posteriormente se le invita a la casa y se conduce al alma a través del incienso y pétalos de cempasúchil que indican el camino a seguir, a las 12:00 pm se prenden cohetes para recibir a las almas, se pone un pequeño altar diferenciado del “altar mayor” que corresponde a los adultos. El día 1 y 2 de noviembre se festeja la llegada de los difuntos adultos, se realiza el mismo ritual de invitación y se efectúan visitas familiares, es decir la familia se reúne entre si llevando ofrendas que colocan en el suelo frente al altar para que el día 2 al retirarse se lleven todo lo que se les ha ofrecido.

En lo que respecta al 3 de noviembre se realizan las conocidas comparsas de los diferentes barrios de la población, que realizan un recorrido por las calles principales con música y bebidas, al igual que los altares se realiza un concurso de disfraces, donde al ganador se le otorga una retribución económica, finalmente la comparsa culmina en el panteón municipal entrada la mañana. En el presente año se ha incluido al turismo a ser parte de esta hermosa tradición, llevándolos a las casas participantes, donde se les muestra el procedimiento de la visita y decoración de los altares. Así mismo se realiza una feria del pan tradicional de Mitla, donde el turista podrá participar en el decorado y adquirir sus piezas personalizadas.

3.5.3. Actividades económicas más demandadas por los pobladores

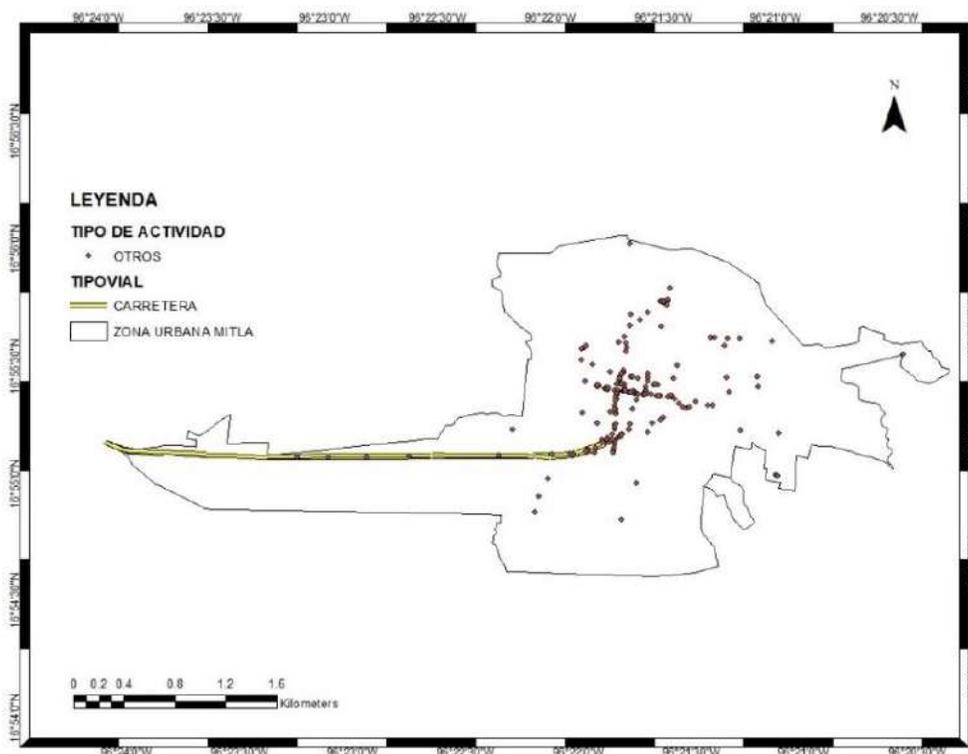
Así mismo en la comunidad destaca la proliferación de misceláneas y abarrotes, distribuidos en la zona céntrica y sus alrededores; cabe destacar que algunas abarroterías son empresas que se instalaron en la población, como la cadena comercial Oxxo, Pítico y Neto (DENUE, 2021).

Entre las actividades económicas más demandadas por los pobladores se encuentran los establecimientos de venta de alimentos mayormente, las panaderías, elaboración de tortillas a mano (una actividad que se encuentra bien representada en Mitla), tortillerías y purificadoras; existen otros enfocados a la distracción y esparcimiento como las caferías y los bares (Figura 3.16) (DENUE, 2021).

Figura 3.16. Actividades más demandadas por los pobladores

Fuente: Elaboración propia con datos del DENUE (2021), mediante el software Arc Gis V10.4.1.

Finalmente, el resto de las actividades económicas enfocadas al comercio y servicio, se denominan para el presente trabajo como “otros” (**Figura 3.17**) haciendo referencia a comercios de diferentes giros monetarios, entre los que se pueden encontrar estéticas, venta de ropa casual, veterinarias, alquileres, gimnasios, lavado de ropa ajena, taller de bicicletas, vulcanizadoras, balconerías, vidrierías, carpintería, consultorios médicos, laboratorios de análisis, bonetería, mercería, papelerías, ciber´s, florería, funerarias, dulcerías, joyerías, mueblerías, refaccionaría, cerrajerías, quiropráctico, huesero, entre otras (DENUE, 2021).

Figura-3.17. Actividades económicas diversas

Fuente: Elaboración propia con datos del DENE (2021), mediante el software Arc Gis V10.4.1.

3.5.4. Economía agricultura tradicional

En lo referente al sector primario la agricultura, destaca la dedicación a la producción agrícola de los cultivos de tomate rojo, (0.42% de la producción estatal), el maíz grano (0.23% de la producción estatal), la alfalfa verde (0.17% de la producción del estado) y el frijol (0.14% de la producción del estado) (Mesófilo, 2018).

Por último, pero no menos importante como generador económico en la población, se encuentra el sector secundario que está representado por las trituradoras de grava, arena y agroindustrias especializadas en la elaboración de maguey (Mesófilo, 2018).

3.6. Aspectos culturales y religiosos

Se desarrollan una infinidad de actividades que resultan como atractivos turísticos, tales como: misas, mayordomías, calendas, juegos artificiales y deportivos, jaripeos, ferias y muestras artesanales, bailes populares, comparsas de disfraces en época de muertos, ferias y degustaciones gastronómicas, carrera de caballos, juegos mecánicos y recientemente eventos temáticos relacionados con su nuevo grado de “pueblo mágico”.

De entre las celebraciones destaca: la fiesta de San Pablo Apóstol, el 25 de enero; el 31 de octubre, el 1 y 2 de noviembre con la Fiesta de Todos los Santos y el Día de Muertos; el 29 de junio con la Celebración de San Pedro y San Pablo y en el mes de febrero la fiesta de la Candelaria. Se realizan misas, lanzamiento de fuegos artificiales, jaripeos, bailes regionales y carreras de caballos.

En lo que respecta a las creencias religiosas, se observa que el 81,9% de la población (equivalente a 7903 personas) sigue la religión católica, mientras que un 13,9% (1345 personas) se identifica con el protestantismo o el cristianismo evangélico. Además, un 4.2% (402 personas) no sigue ninguna religión en particular (INEGI, 2020).

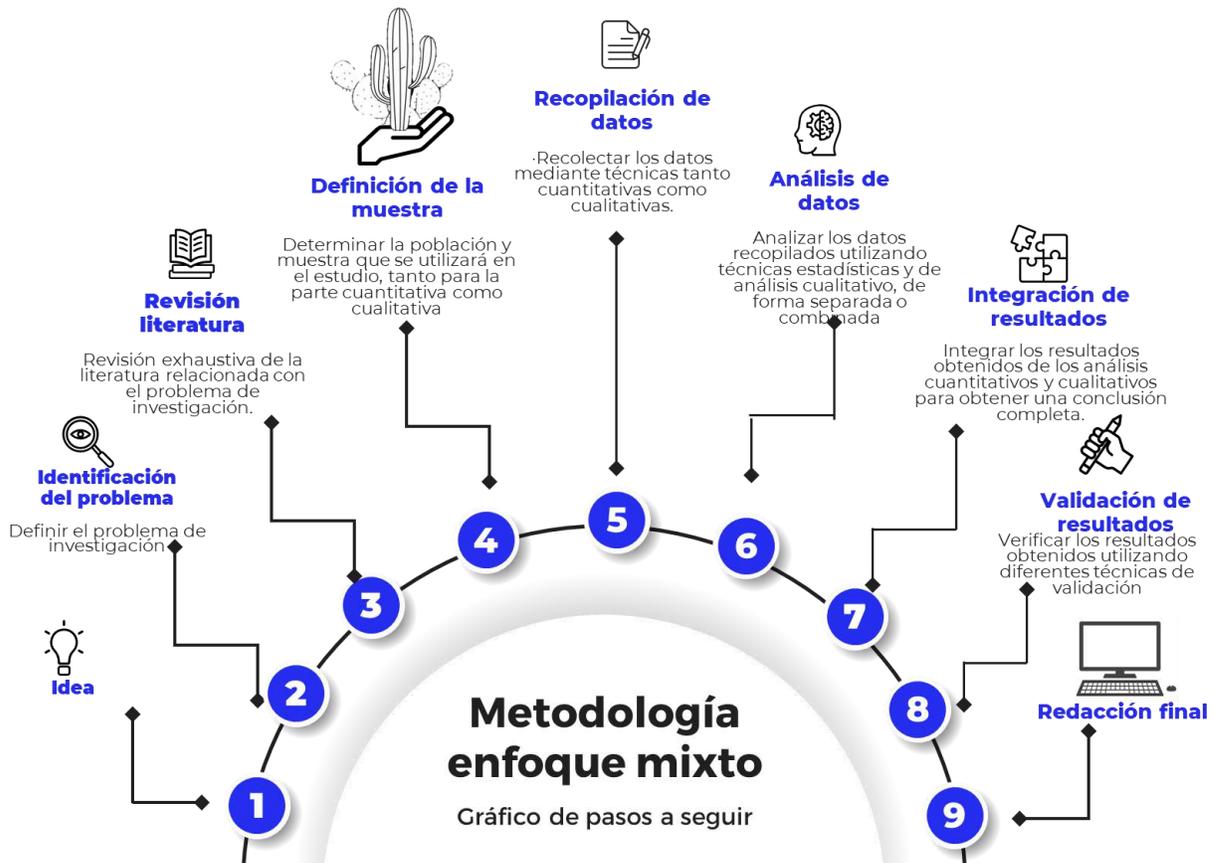
CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En el siguiente capítulo se presenta la metodología empleada para identificar la relación existente entre los factores sociodemográficos y la biodiversidad de cactáceas en la comunidad de San Pablo Villa de Mitla.

4.1. Tipos de investigación

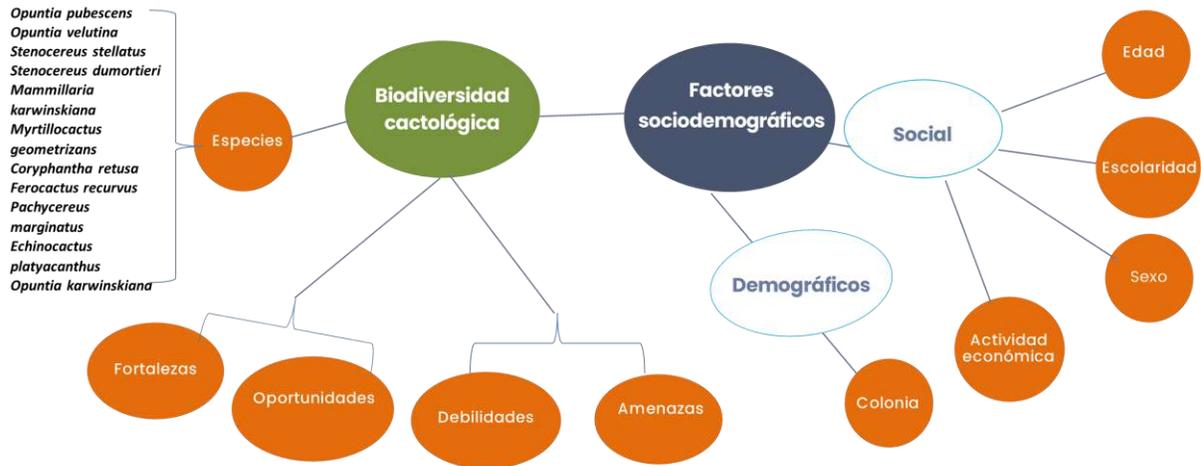
El tipo de investigación se realizó con base a un enfoque mixto de acuerdo a Sampieri *et al* (2014), el cual establece mediante los pasos mostrados en la gráfica 4.1 que de seguirlos permitirá la comprobación de la hipótesis propuesta.

Gráfica 4.1. Proceso con enfoque mixto de la investigación



Fuente: Elaboración propia con base a datos obtenidos de Sampieri *et al* (2014).

4.2. Modelo metodológico de la investigación



4.2. Variables e indicadores de investigación

Para evaluar la relación entre los factores sociodemográficos y las cactáceas, se recurrió a fuentes de información primaria y secundaria conforme cada indicador evaluado como lo muestra la **Tabla 4.1**, se consideraron tres dimensiones fundamentales: el ambiental y el social; el ambiental se compone de los siguientes indicadores: diversidad, abundancia de las especies, la degradación del hábitat y las especies que se encuentran en riesgo; en tanto que en el aspecto social se incluye el uso de las cactáceas, nivel de conocimiento e importancia cultural.

Tabla 4.1.

Variables e indicadores de la investigación

Variable	Tipo de impacto	Indicadores	Fuentes primarias	Fuentes secundarias
Biodiversidad de cactáceas	Ambiental	Diversidad y abundancia	Muestreo, fotográfico piloto los días 13 y 14 de abril del 2022 en la zona de la "Fortaleza" Muestreo formal aplicado los días 12 julio al 16 agosto del 2022 en la Fortaleza y cerro Tosbín	<ul style="list-style-type: none"> ● Bravo-Hollis (1978) ● Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada (1991a, b) ● Arias <i>et al.</i> (1997, 2012) ● Pilbeam (1999) ● TROPICOS (http://www.tropicos.org) ● Hernández y Gómez-Hinostrosa (2015) ● Hunt (2016). ● (JAOL, 2023). Índice de Shannon $H = -\sum p_{yo} * \ln(p_{yo})$ Equidad de Shannon $E_H = H / \ln(S)$
		Especies en peligro		Se contemplo información de los principales listados nacionales e internacionales NOM-059 (2010), CITES (2021) y UICN (2022)
Factores sociodemográficos		Degradación del hábitat	Visitas a campo	Capa de uso y tipos de vegetación de México INEGI (2013-2021), climatología (modificación de la clasificación climática de Köppen de acuerdo con INEGI, 2005), edafología (INEGI, 2005) y precipitación (INEGI, 2012).
		Importancia cultural	Se realizó una encuesta para conocer el uso de las especies, durante el periodo 15-01-2023 al 06-02-2023	Se empleo el índice de importancia cultural $IIC_z = \sum (I_{uz} + F_{mz} + V_{utz})$
		Uso cactáceas Nivel de conocimiento		
	Económico	Comercio		

Fuente: Elaboración propia

4.3. Diversidad y abundancia

Para conocer la diversidad y abundancia de las cactáceas presentes en la zona de estudio, se seleccionaron dos áreas principalmente conocidas por la presencia de flora cactológica dentro de la cabecera municipal, dichas áreas fueron: la “Fortaleza” y “Cerro Tosbín”. Posteriormente se realizaron muestreos aleatorios simples mediante la toma de fotografías y la ubicación geográfica realizada con la aplicación de GPS “Mis coordenadas”, así mismo para identificar la abundancia se hizo el conteo de los ejemplares correspondientes a cada especie.

Las fotografías se clasificaron de acuerdo a la especie y se excluyeron las variedades y/o híbridos, esto contemplando que la especie es la unidad taxonómica fundamental para describir la diversidad (Valencia, 1991; Iriondo, 2000). Así mismo se utilizó bibliografía especializada anteriormente señalada y se corroboró el reconocimiento de los nombres actuales de cada especie por medio de: la página TROPICOS (2022) los cuales contienen los nombres válidos, sinónimos, homónimos y basónimos que las especies pudieran tener.

Dicha información fue incluida en una base de datos, que permitió el análisis, la actualización y seguimiento de los ejemplares de manera más eficiente (Wyse Jackson y Wyse Jackson, 1996 (*op. cit.*)). Se contemplaron los siguientes datos: familia, género, especie, nombre común, nombre del autor de la especie, fecha de observación, nombre del determinador, país, estado, municipio, área de muestreo, altitud, latitud, longitud, hábitat y observaciones.

Se empleo el Índice de Shannon-Weiner (H), una medida de diversidad de especies que tiene en cuenta tanto la riqueza de especies presentes en una zona como la equidad de la distribución de la abundancia de cada especie (JAOL, 2023). La fórmula se compone de los siguientes datos:

$$H = - \sum_{i=1}^S \pi_i \ln \pi_i$$

Dónde:

H: Índice de Shannon

Σ: Suma

Ln: Logaritmo natural

pi: La proporción de toda la comunidad compuesta por especies i

Entre mayor sea el Índice de diversidad de Shannon-Wiener mayor diversidad existe y viceversa, si es menor hay menos diversidad, por lo general el valor va de 1 a 5, en caso que el resultado sea 0, indica que solo hay una especie.

4.4. Degradación del hábitat

Para identificar la degradación del hábitat de las cactáceas, se analizaron los registros obtenidos del muestreo fotográfico por medio del software Arc Gis versión 10.4.1 con el conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000, serie VII. (INEGI, 2013, 2021), climatología (modificación de la clasificación climática de Köppen de acuerdo con INEGI, 2008), edafología (INEGI, 2005) y precipitación (INEGI, 2012).

El primer paso fue convertir la base generada anteriormente en tipo texto (CSV), posteriormente fue trasladada al software y manipulada sobre los registros de la cartografía de recursos naturales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (las capas originales se ajustaron a la proyección WGS 1984 (World Geodetic System 84).

4.5. Especies de cactáceas en riesgo de extinción

Para identificar las especies de cactáceas que se encuentran en riesgo, se revisó el estatus que tiene cada una en los principales listados de protección como son: la NOM-059 (2010), CITES (2021) y UICN (2022).

4.6. Uso de cactáceas

La técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz (Casas-Anguita *et al*, 2002), por lo tanto fue empleada en el presente estudio como técnica de indagación para averiguar el conocimiento tradicional y los usos que los habitantes le han dado a las cactáceas, se tomó en cuenta 8 (alimenticio, ornamental, forraje, medicinal, combustible, cosmético, elaboración de

artesanía y material para construcción (cerca viva)) de los nueve usos que considero Munguía-Vázquez *et al.* (2018).

Considerando que la población de la zona de estudio es de 13,587 habitantes, se tomó en cuenta el número de viviendas (2518) con un 95%, resultando 97 encuestas, esto mediante la aplicación de la siguiente fórmula $n = \frac{NZ^2 pq}{d^2 (N-1) + Z^2 pq}$.

Dónde:

"n" representa el tamaño de la muestra necesaria.

"N" es el tamaño de la población total.

"Z" es el valor crítico de la distribución normal estándar correspondiente al nivel de confianza deseado.

"p" es la proporción estimada de la característica que se está estudiando en la población.

"q" es el complemento de la proporción estimada, es decir, $1 - p$.

"d" es el margen de error máximo permitido en la estimación de la proporción.

Con apoyo de un catálogo fotográfico obtenido de las salidas de campo, el cual fue de ayuda para la persona encuestada al momento de identificar la planta, buscando así obtener el nombre en lengua materna (zapoteco) y los usos que le dan a cada especie; la encuesta consistirá en 3 apartados (**Anexo III**) el primero hace referencia al perfil de la población, donde se obtiene datos como: edad, sexo, colonia, actividad económica a la que se dedica la persona encuestada y su escolaridad.

La segunda sección corresponde a la identificación de algunas especies de cactáceas más conocidas en la comunidad de estudio, de acuerdo a las imágenes mostradas se considerara el nombre por el que conocen a la planta, otorgando posibles opciones de acuerdo a cada imagen, así mismo se señalará el tipo de uso para lo cual se considera ocho tipos que son: alimenticio, ornato (adorno), medicinal, cerca viva, forraje, artesanal, cosmético y combustible, en cada caso el encuestado tendrá la opción de responder en relación al tipo de uso con la parte de la planta

que se emplea, que puede ser completa, solo los tallos, la semillas, la flor, las espinas, las raíces o la savia (baba).

La tercera sección corresponde al uso de las plantas compuesto de 21 preguntas enfocadas a como percibe la comunidad de Mitla a las cactáceas, involucrando aspectos enfocados a las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que afectan estas plantas.

4.7. Índice de Importancia Cultural (IIC)

Se utilizó el Índice de Importancia Cultural (IIC) para cuantificar el valor de uso de las especies, que calcula el valor que una especie desempeña dentro de una cultura (Herrera-Flores, 2019). Se consideraron tres categorías principales que son: alimenticio, ornamental y cerca viva, empleando la siguiente formula (Ávila-Nájera *et al.*, 2018).

$$IIC_z = \sum (I_{uz} + F_{mz} + V_{utz})$$

Donde

IIC_z: Índice de Importancia Cultural de una especie determinada

I_{uz}: Intensidad de uso

F_{mz}: Frecuencia de mención

V_{utz}: Valor de uso total para la especie *z*.

Para calcular cada valor se procede de la siguiente manera:

I_{uz}: número de usos de la especie *z* de todos los informantes entre el número total de usos de todas las especies y de todos los informantes, por 100.

F_{mz}: número de menciones de la especie *z* de todos los usos y de todos los informantes entre el número total de menciones de todas las especies para todos los usos y de todos los informantes, multiplicado por 100.

V_{utz}: número de menciones de la especie *z* para un uso de todos los informantes entre el número total de menciones de todas las especies para un uso *x* y de todos los informantes, por 100.

4.8. Análisis FODA

Se utilizó el análisis FODA para evaluar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas entre las cactáceas y la comunidad de estudio. Este tipo de análisis otorga un amplio panorama que permite establecer estrategias para lograr un equilibrio entre los factores internos (fortalezas y debilidades) que son variables controlables y los externos (oportunidades y amenazas) que no son controlables (Ponce-Talancón, 2007 y Ramírez, 2009).

- A) Se determinó los puntos fuertes del elemento analizado, en este caso las cactáceas (fortalezas).
- B) Se ubicó las circunstancias favorables que pueden utilizarse de forma ventajosa para alcanzar los objetivos (oportunidades).
- C) Se encontró las deficiencias o carencias que impiden la consolidación de los objetivos (debilidades).
- D) Por último, se identificó las circunstancias desfavorables que ponen en riesgo los objetivos y crean un ambiente inestable (Ramírez, 2009; García y Cano, 2013).

4.9. Comprobación de la hipótesis

1. Establecer hipótesis de investigación estadística

Si $H_C: r > 0$, y $p < 0.05$ existe correlación significativa entre la variable dependiente que es la biodiversidad y la independiente que corresponde a los factores sociodemográficos, la hipótesis se acepta.

2. Seleccionar el estadístico de prueba

Se empleó el estadístico de prueba para correlación de Coeficientes Path, generado por el software SMART PLS-SEM V4 (Ringle *et al.* 2022).

Se realizó un modelo estructural, es decir se diseñó un diagrama que ejemplificara la hipótesis de la investigación, el cual tiene como función describir las relaciones entre las variables utilizadas en el modelo (constructos); en cada constructo se agruparon los indicadores

correspondientes, considerando así la frecuencia de uso en el cual se agruparon las 11 especies evaluadas y el FODA constituida por cada constructo y sus respectivos indicadores.

- 1) Especificación del modelo de medida: en este apartado se evaluó el tipo de relación existente entre las variables latentes y sus medidas (indicadores).
- 2) Se determinó el tipo de modelo: de acuerdo a las relaciones entre variables establecidas, se identificó que el modelo resultante es de tipo reflectivo, para su análisis se siguieron 3 pasos
 - a. Consistencia interna: se verificó que el modelo fuese consistente, para lo cual se realizó una prueba de alfa de Cronbach y fiabilidad compuesta, de acuerdo a los autores Nunnally y Bernstein (1994) el valor aceptado para dicho análisis fue de 0.7 a 0.9.
 - b. Validez convergente
 1. Varianza media extraída (AVE, por sus siglas en inglés), para ser aceptada debe ser ≥ 0.50 , esto indica la cantidad de varianza que un constructo obtiene de sus indicadores que lo componen
 2. Fiabilidad del indicador, fue utilizado para observar la correlación simple de los indicadores con el constructo al cual pertenecen, para su aprobación Carmines y Zeller (1979) consideran aceptables cargas >0.707 , sugieren además que los indicadores con cargas inferiores sean eliminados.

3. Formular la regla de decisión

La aceptación de la hipótesis se basa en dos condiciones principales. En primer lugar, se verifica si el coeficiente de correlación es mayor a 0.00, lo que indica una correlación positiva. En segundo lugar, se examina si la significancia estadística es inferior a 0.05. Estas dos condiciones conjuntas determinan la aceptación de la hipótesis en cuestión.

CAPÍTULO V. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente apartado se presenta los resultados obtenidos del análisis respecto a la problemática sociodemográfica de 11 especies de cactáceas pertenecientes a la comunidad de San Pablo Villa de Mitla, determinados con base a la siguiente hipótesis:

Hipótesis central: La biodiversidad de las cactáceas en la Villa de Mitla se encuentra en una etapa de vulnerabilidad como consecuencia de las presiones antropogénicas, debido a que existe una correlación positiva y significativa entre los factores sociodemográficos y la biodiversidad en la comunidad analizada. Esta vulnerabilidad deriva de las debilidades y amenazas generadas por los factores sociodemográficos en la zona de estudio, las cuales superan a sus fortalezas y oportunidades.

5.1. Resultado del análisis de datos

5.1.1. Diversidad y abundancia de las cactáceas en la “Fortaleza” y “Cerro Tosbín”

A partir de las salidas de campo a los sitios “La Fortaleza” y “Cerro Tosbín” se realizó un muestreo fotográfico simple aleatorio. Se registraron un total de ocho especies de cactáceas en medio silvestre que fueron: *Opuntia pubescens*, *Opuntia velutina*, *Stenocereus stellatus*, *Stenocereus dumortieri*, *Mammillaria karwinskiana*, *Myrtilocactus geometrízans*, *Coryphantha retusa* y *Ferocactus recurvus* que mostraron una distribución aleatoria interrumpida por sembradíos de maguey, construcción de casas y caminos.

Se analizó la diversidad de especies en cada una de las dos zonas por separado, para luego comparar los resultados obtenidos y ver si había alguna diferencia significativa entre ellas. Después de analizar cada zona individualmente, se combinaron los datos de ambas zonas para obtener una visión general de la diversidad de especies en el área de estudio en su conjunto.

El índice de diversidad en la Fortaleza (**Tabla 5.1**) fue de 2.07, con un índice de equidad de 0.99, lo que indica una diversidad de especies relativamente baja y una distribución bastante uniforme de la abundancia.

En tanto en la zona denominada Cerro Tosbín (**Tabla 5.2.**), el índice fue de 1.99 y la equidad de 0.95, esto indica que la diversidad también es baja y presenta una distribución desigual de la abundancia de especies.

El índice de Shannon de forma general en este caso fue de 2.20, con una equidad de 0.91, en este caso se contempló los registros de tres especies que no fueron halladas en el medio silvestre, pero si fueron identificadas formando parte de cercas vivas (*Pachycereus marginatus*), cultivadas (*Opuntia karwinskiana*) y en jardines (*Echinocactus platyacanthus*), que a experiencia de los pobladores estas especies solían ser abundantes en el campo, lo cual se ha corroborado por medio de registros literarios de Bravo-Hollis (1978, p.231), Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada (1991a, p.290), quienes realizaron recorridos y colectas en Mitla, por lo que para fines del presente estudio se consideraron 11 especies en total, distribuidas en la zona de estudio, como se muestra en la **Figura 5.1.**

En resumen la diversidad en Mitla es baja, en tanto que la variación entre una zona y otra puede tener su explicación en las actividades que se desarrollan en cada área, por ejemplo en la Fortaleza hay mayor concentración de viviendas, que tienen a incluir a estas plantas dentro de su hogar, mientras que en el Tosbín hay sembradíos de maguey, por lo que probablemente fueron extraídas, tumbadas o quemadas para poder sembrar, datos obtenidos de la encuesta señalan un dato curioso sobre la especie de *M. karwinskiana*, la cual solía ser muy abundante en el Tosbín hace poco más de 60 años, sin embargo a la fecha es una de las menos representadas en ese lugar.

Figura 5.1. Distribución de cactáceas en la Fortaleza y el Tosbín

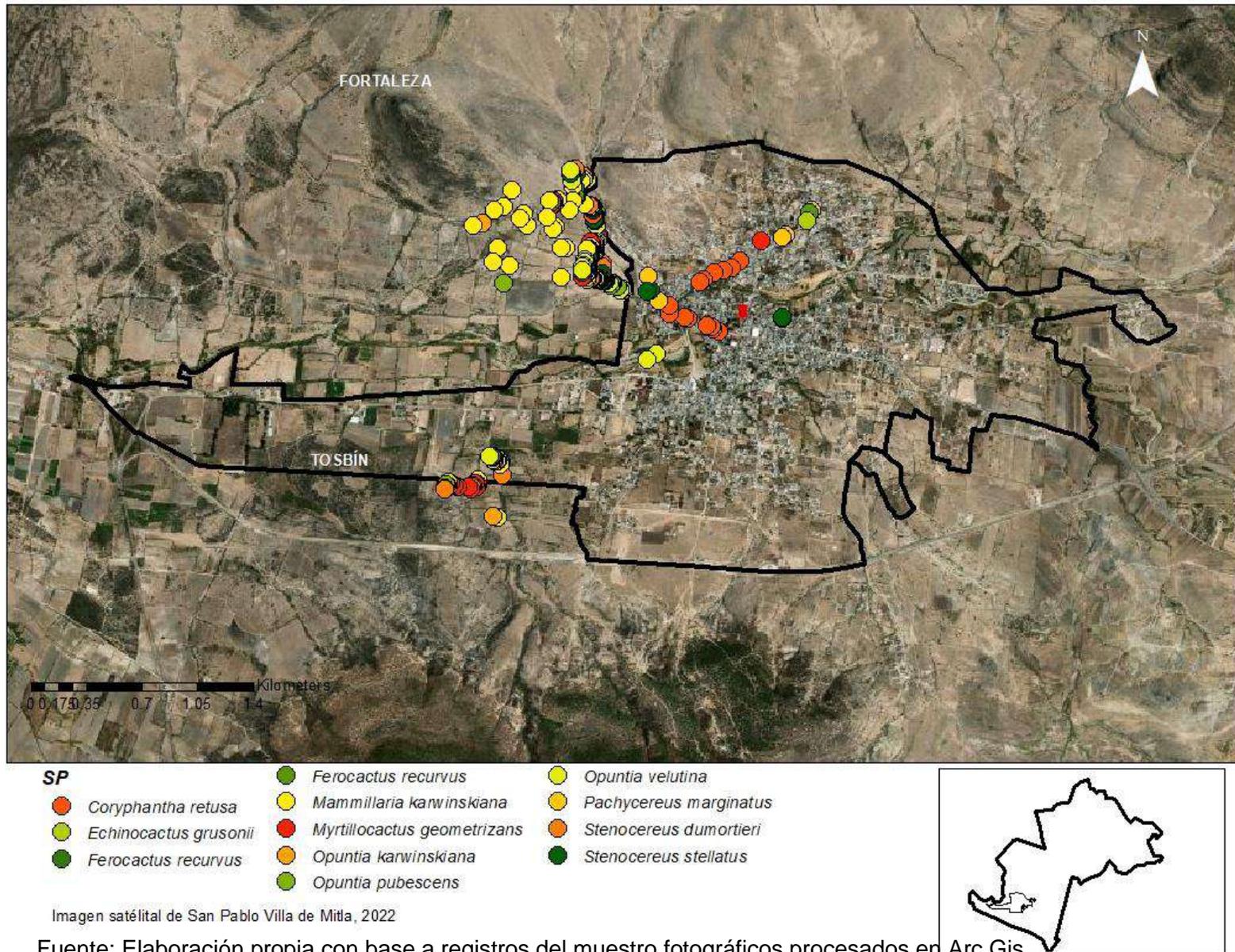


Tabla 5.1

Índice De Shanonn-Weiner (H) de la zona “La Fortaleza”

No.	Especies	Número de individuos (n _i)	Abundancia relativa (p _i)	ln p _i	P _i ln p _i
1	<i>Opuntia pubescens</i>	78	0.106	-2.234	-0.239
2	<i>Opuntia velutina</i>	94	0.128	-2.048	-0.264
3	<i>Stenocereus stellatus</i>	85	0.116	-2.149	-0.250
4	<i>Stenocereus dumortieri</i>	78	0.106	-2.234	-0.239
5	<i>Mammillaria karwinskiana</i>	121	0.165	-1.795	-0.298
6	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	91	0.124	-2.080	-0.259
7	<i>Coryphantha retusa</i>	82	0.112	-2.184	-0.245
8	<i>Ferocactus recurvus</i>	100	0.137	-1.986	-0.272
Número total de capturas (N)		729			
Índice de Shannon-Weiner (H)					2.07
Índice de equidad					0.99

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.2

Índice De Shanonn-Weiner (H) de la zona “Tosbín”

No.	Especies	Número de individuos (n _i)	Abundancia relativa (p _i)	ln p _i	P _i ln p _i
1	<i>Opuntia pubescens</i>	45	0.087	-2.441	-0.212
2	<i>Opuntia velutina</i>	83	0.160	-1.829	-0.293
3	<i>Stenocereus stellatus</i>	90	0.174	-1.748	-0.304
4	<i>Stenocereus dumortieri</i>	70	0.135	-1.999	-0.270
5	<i>Mammillaria karwinskiana</i>	60	0.116	-2.153	-0.249
6	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	107	0.206	-1.575	-0.326
7	<i>Coryphantha retusa</i>	42	0.081	-2.510	-0.203
8	<i>Ferocactus recurvus</i>	20	0.038	-3.252	-0.125
Número total de capturas (N)		517			
Índice de Shannon-Weiner (H)					1.99
Índice de equidad					0.95

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.3

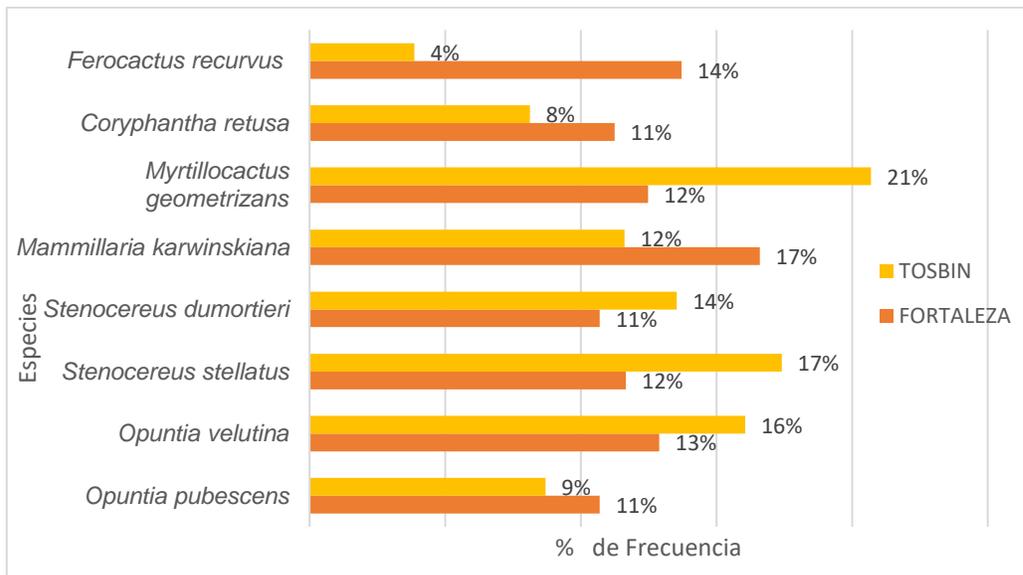
Índice De Shanonn-Weiner (H) del área total de estudio

No.	Especies	Número de individuos (ni)	Abundancia relativa (pi)	ln pi	Pi ln pi
1	<i>Opuntia pubescens</i>	123	0.089	-2.413	-0.216
2	<i>Opuntia velutina</i>	177	0.128	-2.049	-0.263
3	<i>Stenocereus stellatus</i>	175	0.127	-2.060	-0.262
4	<i>Stenocereus dumortieri</i>	148	0.107	-2.228	-0.240
5	<i>Mammillaria karwinskiana</i>	181	0.131	-2.026	-0.267
6	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	198	0.144	-1.937	-0.279
7	<i>Coryphantha retusa</i>	124	0.090	-2.405	-0.217
8	<i>Ferocactus recurvus</i>	120	0.087	-2.437	-0.212
9	<i>Pachycereus marginatus</i>	6	0.004	-5.433	-0.023
10	<i>Echinocactus platyacanthus</i>	2	0.001	-6.532	-0.009
11	<i>Opuntia karwinskiana</i>	120	0.087	-2.437	-0.212
Número total de capturas (N)		1374			
				Índice de Shannon-Weiner (H)	2.20
				Índice de equidad	0.91

Fuente: Elaboración propia con base a resultados obtenidos del muestreo fotográfico.

Como se observa en la **Gráfica 5.1.**, las especies más abundantes de acuerdo a la zona fueron: *M. geometrizans*, *S. stellatus* y *O. velutina* en el “Cerro Tosbín” con el 21%, 17% y 16% respectivamente. Mientras que en la Fortaleza estuvieron mayormente representadas *M. karwinskiana* con el 17%, *F. recurvus* con el 14% y *O. velutina* con el 13%.

Gráfica 5. 1. Abundancia de especies de Cactáceas



Fuente: Elaboración propia con base a los resultados del muestreo fotográfico.

5.1.2. Estatus de las especies en la NOM-059, CITES Y UICN

El estatus que posee las especies se muestra en la **Tabla 5.4**. La NOM_059 (2010) enlista a *M. karwinskiana*, *C. retusa*, *Echinocactus platyacanthus* como especies sujetas a protección especial, por lo tanto es necesario ejercer medidas para recuperar y preservarlas; de acuerdo con CITES (2021) todas las especies se encuentran enlistadas en el apéndice II, en el que se consideran aquellos organismos que por el momento no se encuentran en peligro, pero pueden llegar a estarlo, debido a que en estos casos se permite el comercio y exportación solo de forma legal mediante permisos expedidos por la autoridad científica, local, estatal y nacional (Benitez y Dávila, 2002); por último la IUCN (2013) en su clasificación solo considera a *Echinocactus platyacanthus* en peligro, debido a que se trata de una especie muy explotada, en cuanto al resto de especies son consideradas con datos insuficientes y preocupación menor.

5.1.3. Especies endémicas

En cuanto a endemismos, de las especies consideradas solo *M. karwinskiana*, *C. retusa*, *F. recurvus* y *Echinocactus platyacanthus* son endémicas de México, lo que indica que no se encuentran distribuidos de forma natural en otro país (NOM_059, 2010). Así mismo se verifico los sinónimos de cada especie con base a la página de Trópicos (2023), para el presente estudio se consideró un máximo de 3 sinónimos por especie, debido a que el objetivo no se enfoca en abordar la nomenclatura de las cactáceas (Tabla 5.4).

Tabla 5.4.

Especies de cactáceas registradas en las zonas de estudio						
No	ESPECIES	NOMBR E COMÚN	SINONIMIA	NOM_05 9 2010	CITE S 2021	IUCN 2013
1	* <i>C. retusa</i>	Bidi nool	<i>Cactus retusus</i> , <i>Melocactus mammillariformis</i>	Pr	II	DD
2	* <i>Echinocactus platyacanthus</i>	Bisnagr dush	<i>Echinocactus grandis</i> <i>Echinocactus ingens</i>	Pr	II	EN
3	* <i>M. karwinskiana</i>	Bidi	<i>Mammillaria beiselii</i> , <i>Mammillaria collinsii</i> , <i>Mammillaria confusa</i>	Pr	II	LC
4	<i>P. marginatus</i>	Ya bi tscuan	<i>Marginatocereus marginatus</i> , <i>Stenocereus marginatus</i>		II	DD
5	* <i>O. karwinskiana</i>	Biah bes	<i>Nopalea karwinskiana</i>		II	
6	<i>O. pubescens</i>	Gech gool	<i>Cactus pubescens</i> , <i>Cereus nanus</i> , <i>Opuntia pumila</i>		II	LC
7	* <i>O. velutina</i>	Biah	<i>Opuntia affinis</i> , <i>Opuntia nelsonii</i> , <i>Opuntia velutina</i>		II	DD
8	* <i>S. stellatus</i>	Bitsu	<i>Cereus stellatus</i> , <i>Lemaireocereus stellatus</i> , <i>Rathbunia stellata</i>		II	LC
9	* <i>S. dumortieri</i>	Bitsu	<i>Isolatocereus dumortieri</i> ,		II	LC

			<i>Lemaireocereus dumortieri</i> , <i>Rathbunia dumortieri</i>		
10	* <i>M. geometrizzans</i>	Bitu shob	<i>Cereus geometrizzans</i> , <i>Myrtilocactus grandiareolatus</i>	II	LC
11	* <i>F. recurvus</i>	Bisnagr	<i>Bisnaga latispina</i> , <i>Cactus recurvus</i> , <i>Ferocactus latispinus</i>	II	LC

Fuente: Elaboración propia con datos de encuesta, Tropicos (2022), Nom_059 (2010), CITES (2021) y UICN (2022).

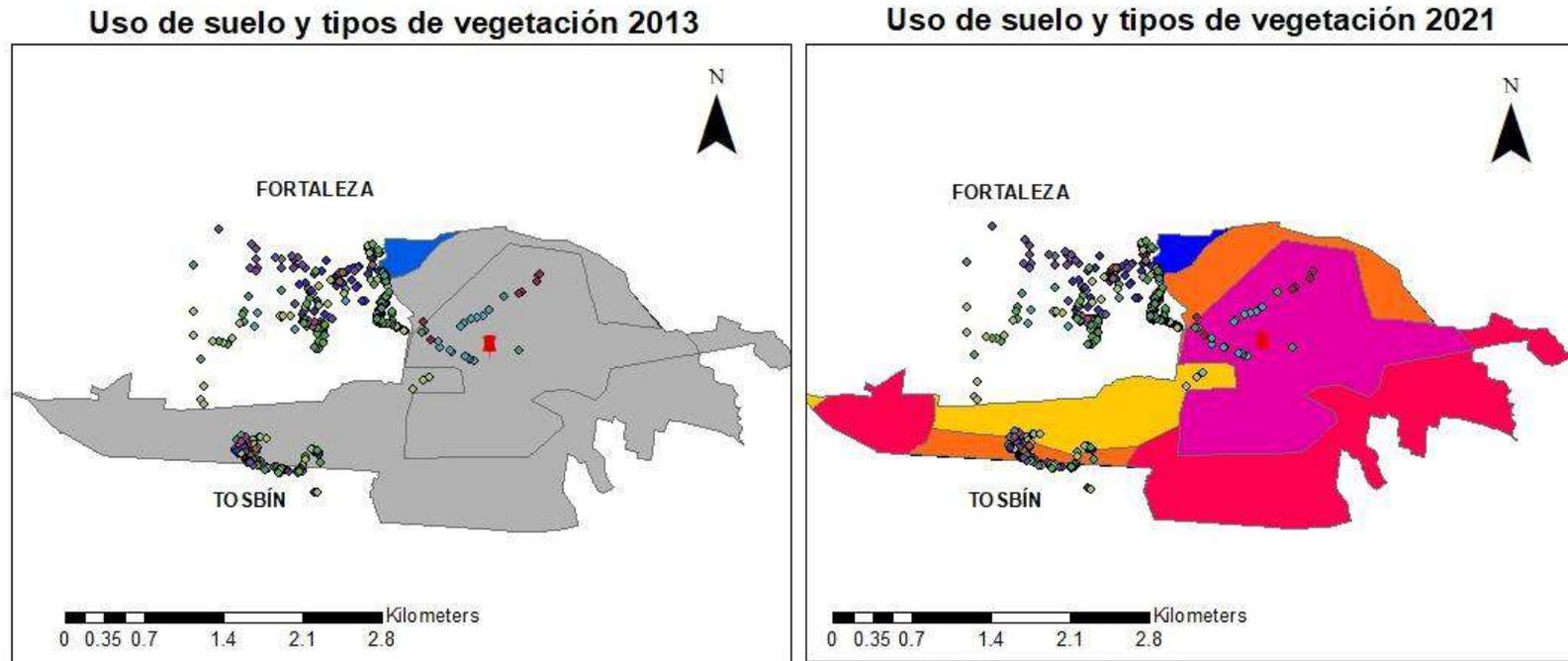
Nota: Endémica=*, DD= datos insuficientes, LC=P recuperación menor, Pr= sujetas a protección especial, EN= En peligro, NA= no aplicable. Sinonimia= Tomada de Tropicos.org (2022). Nombre común en zapoteco de San Pablo Villa de Mitla.

5.1.4. Cambio de uso de suelo

Para evaluar la degradación del hábitat a causa del cambio de uso de suelo en el hábitat de las cactáceas, se sobrepusieron los registros obtenidos del muestreo de campo sobre la cartografía del INEGI en cuanto a los tipos de vegetación y uso de suelo de los años 2013 y 2021 (**Figura 5.2**), se determinó que todas las especies registradas no se encuentran en un tipo de vegetación existente, sino en una zona perturbada por la agricultura de temporal, pastizal inducido y asentamientos humanos, lo que indica que el desplazamiento humano de la población de estudio hacia la periferia representa un grave problema para el hábitat de estas especies. En cuanto a la agricultura el 81% de la población encuestada está de acuerdo que ha sido un factor de riesgo para las cactáceas y su hábitat, especialmente el auge de la siembra de maguey debido a que Mitla forma parte de uno de los destinos turísticos de la ruta del mezcal.

En lo que respecta al tipo de clima (INEGI, 2005), tipo de suelo (INEGI, 2005) y precipitación (INEGI, 2012), las especies se ubicaron en un clima semiseco a semicálido, con precipitación de 600-1200 mm, sobre un suelo cambizol éutrico y feozem calcárico, en un rango altitudinal de 1660-1779 msnm.

Figura 5.2. Distribución de cactáceas de acuerdo al uso y tipo de vegetación 2013, en el sitio denominado la “Fortaleza” y “Cerro Tosbín” de Mitla



Leyenda

SP

- ◆ *Coryphantha retusa*
- ◆ *Echinocactus platyacanthus*
- ◆ *Ferocactus recurvus*
- ◆ *Mammillaria karwinskiana*
- ◆ *Myrtillocactus geometrizans*

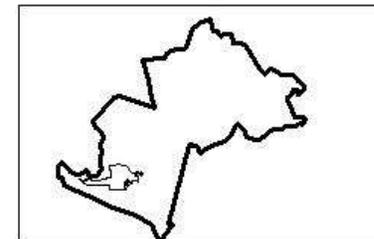
- ◆ *Opuntia pubescens*
- ◆ *Opuntia velutina*
- ◆ *Pachycereus marginatus*
- ◆ *Stenocereus dumortieri*
- ◆ *Stenocereus stellatus*

Vegetación 2013

- NO APLICABLE
- PASTIZAL INDUCIDO

Tipos de vegetación 2021

- AGRICULTURA DE RIEGO ANUAL Y SEMIPERMANENTE
- AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL
- AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL Y PERMANENTE
- ASENTAMIENTOS HUMANOS
- PASTIZAL INDUCIDO

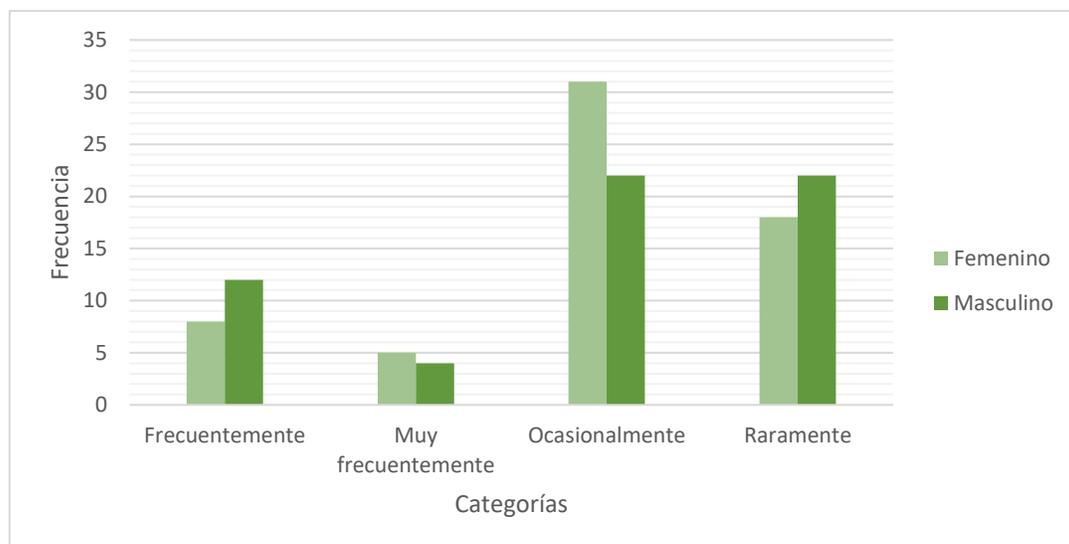


Fuente: Elaboración propia con base a los datos de los tipos de vegetación y uso de suelo de los años 2013 y 2021. Con apoyo del software Arc Gis V10.4.1.

5.1.5. La biodiversidad de cactáceas y su relación con los factores sociodemográficos

El 96.7% de la población entre 15- 61 años y más, en su mayoría de educación básica han ocupado las cactáceas por lo menos una vez en su vida. Las cactáceas han sido utilizadas por la población femenina (62%) y masculina (56%) de forma ocasional (**Gráfica 5.2**), transmitiendo el conocimiento sobre las cactáceas el 75.41% de la población encuestada, de padres a hijos (65%) desde la niñez.

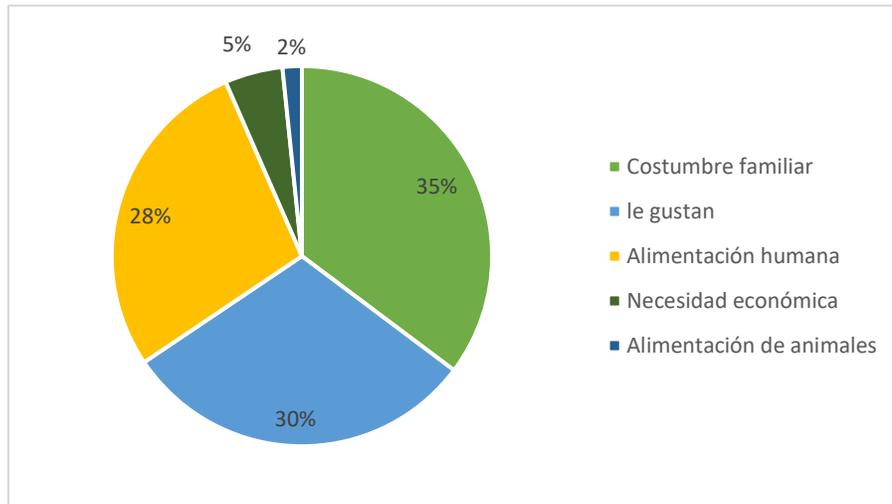
Gráfica 5.2. Frecuencia de uso de cactáceas de la población de Mitla



Fuente: Elaboración propia con base a resultados de la aplicación de encuestas en la comunidad de estudio

Las razones que los han llevado a utilizar estas plantas se muestran en el **Gráfica 5.3**. Entre las que destaca el 35% por costumbre familiar, el 30% por que le gusta su apariencia y el 28% por cuestión alimenticia. En este último apartado dentro de los derivados de las cactáceas lo que más se comercializa dentro de la población son los nopales, siendo la población femenina quienes lo consumen frecuentemente (32%) y de forma ocasional el 46% de la población masculina, en un rango de edad de 31-60 años.

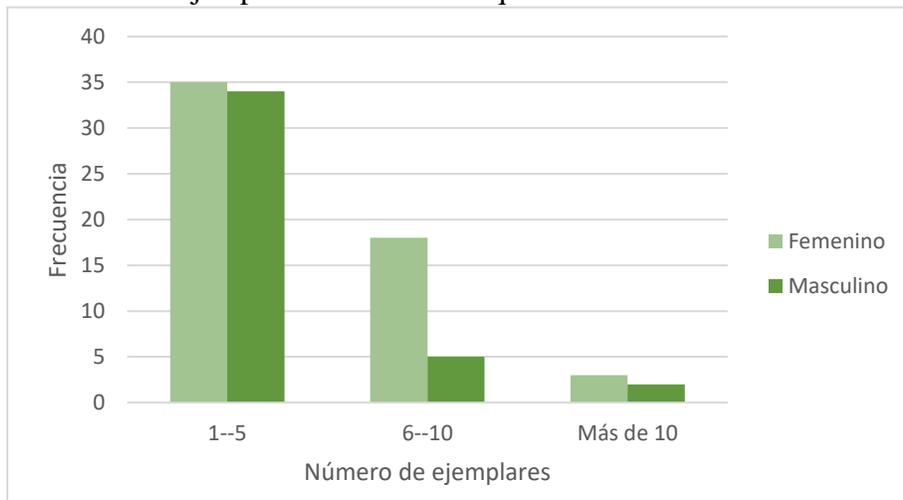
Gráfica 5.3. Motivo del uso de las cactáceas por los pobladores de Mitla



Fuente: Elaboración propia con base a resultados de la aplicación de encuestas en la comunidad de estudio

El 68% de la población encuestada (especialmente mujeres) han comprado alguna vez cactus, por lo tanto, en promedio tienen entre 1-5 ejemplares (63%) por familia (**Gráfica 5.4**). Pese al gusto que manifiestan tener por estas plantas, el 33% de la población se encuentra indecisa en cuanto a la posibilidad de cultivarlos, a diferencia de un 60% que mostro gran interés en aprender a propagarlas. Así mismo al 83% le gustaría que en Mitla existiese un jardín de cactáceas.

Gráfica 5.4. Número de ejemplares de cactáceas que tienen las familias mitleñas

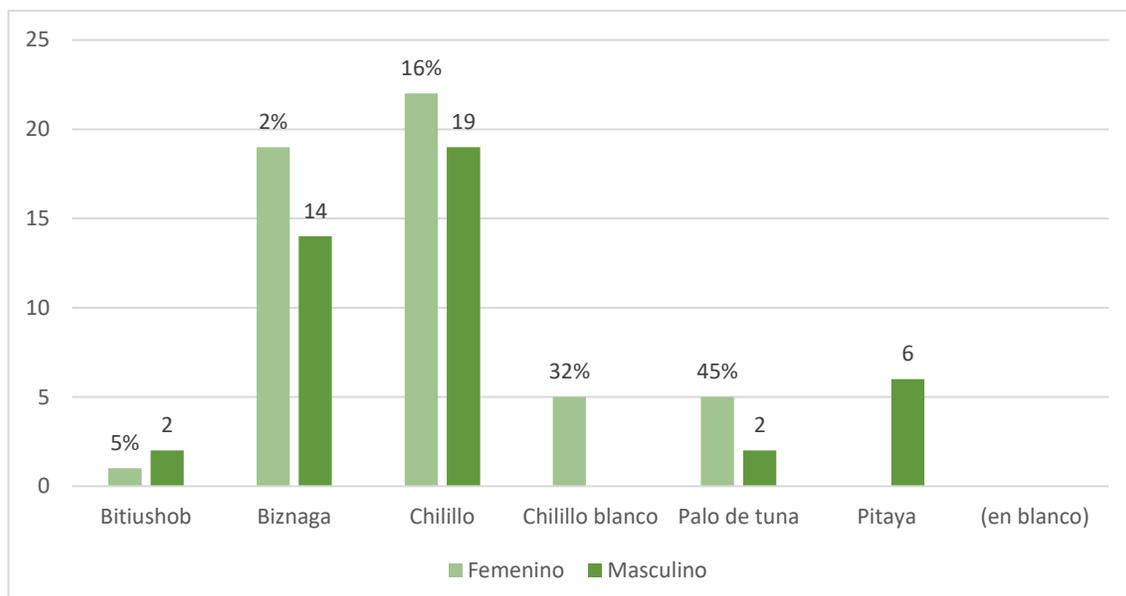


Fuente: Elaboración propia con base a resultados de la aplicación de encuestas en la comunidad de estudio

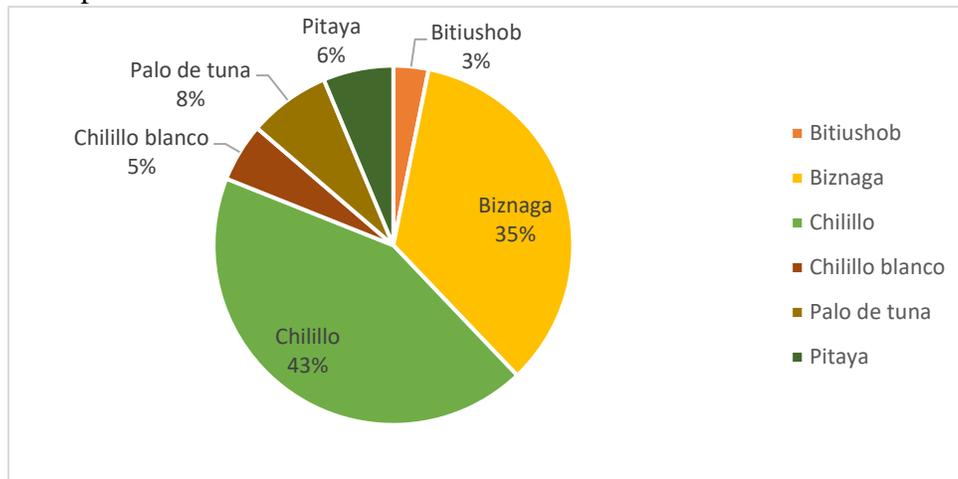
Así mismo la población mitleña ha percibido usualmente una disminución de cactáceas en campo, en general el 44% y 43% está totalmente de acuerdo y de acuerdo respectivamente al comentar que esta disminución se debe a las actividades que como comunidad han realizado.

Dentro de estas actividades destaca la colecta de ejemplares (**Gráfica 5.5**) que han efectuado especialmente el género femenino con una frecuencia rara (45%) y ocasional (32%). Mientras el género masculino también ha realizado colectas con un 35% de forma ocasional, contra un 34% que nunca ha realizado colectas. Los ejemplares más colectados han sido los chilillos (*Mammillaria karwinskiana*) y las biznagas (*Ferocactus recurvus*) (**Gráfica 5.6**).

Gráfica 5.5. Porcentaje de colecta relacionado con el sexo

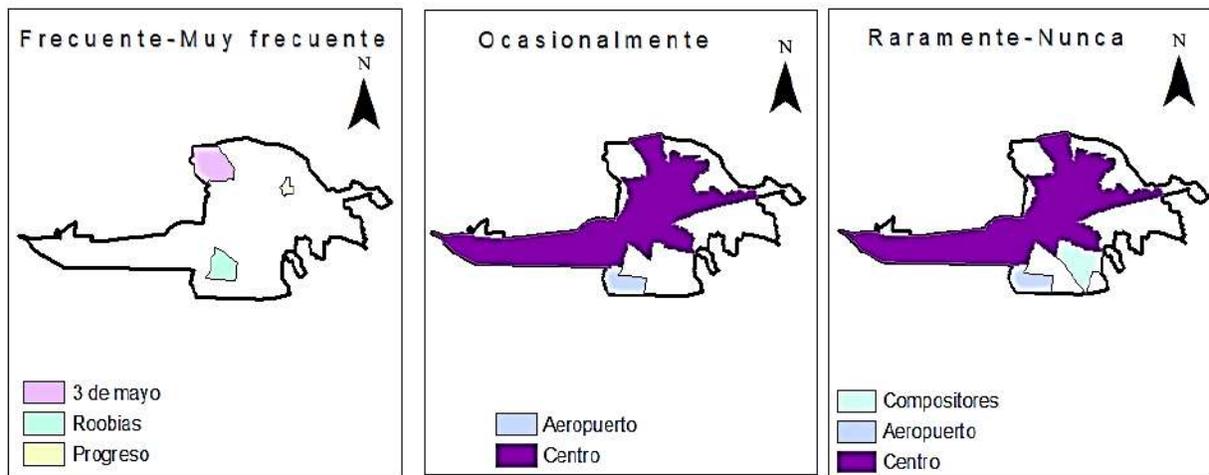


Fuente: Elaboración propia con base a resultados de la aplicación de encuestas en la comunidad de estudio

Gráfica 5.6. Especies más colectadas de acuerdo al nombre común

Fuente: Elaboración propia con base a resultados de la aplicación de encuestas en la comunidad de estudio

De acuerdo con las encuestas realizadas se evaluó la frecuencia de colecta de cada encuestado, obteniendo una comparación con base a las 15 colonias que componen a Mitla (Centro, 3 de mayo, Guadalupe Victoria, Las salinas, Gueustoo, La majada-Tequio, Roobias, Roo Last Roo, Aeropuerto, Compositores, Progreso, Trébol, Los presidentes, Libertad y Rooguegui), dando como resultado lo mostrado en la **Figura 5.3.**, las colonias que han colectado de frecuente a muy frecuentemente son: el Progreso (38%), 3 de mayo (25%) y Roobias (13%) ; las que señalaron una frecuencia ocasional fueron: Centro (39%) y Aeropuerto (17%). Finalmente, aquellas con una frecuencia entre rara y nunca fueron: Centro (30%), Compositores (23%) y Aeropuerto (10). Las colonias restantes mostraron un porcentaje de colecta menor a 10% por lo que fueron descartadas del análisis comparativo (Figura 5.3).

Figura 5.3. Frecuencia de colecta de acuerdo a las colonias de Mitla

Fuente: Elaboración propia con base a Arc Gis V 10.4.1.

5.1.6. Uso de las cactáceas

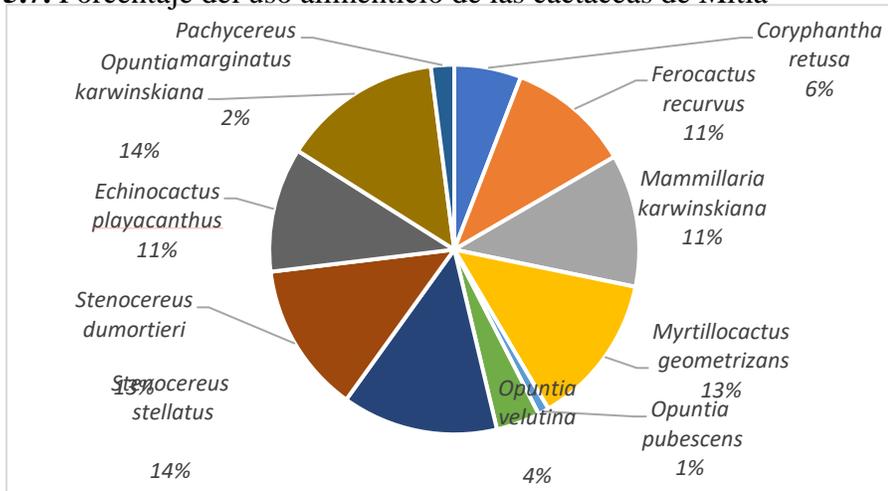
Mediante la técnica de encuesta se evaluó el uso de las 11 especies de cactáceas (**Anexo I**) consideradas en este estudio, proponiendo un total de ocho distintos tipos de utilidad (ornato, alimenticio, medicinal, cerca viva, forraje, artesanal, cosmético y combustible), de las cuales resultaron tres usos principales que fueron: alimenticio, ornato y cerca viva, que a continuación se detallan.

5.1.1. Alimenticio

En lo que respecta al uso alimenticio (**Gráfica 5. 7**) se registró la mayor incidencia en las especies de *O. karwinskiana*, *S. stellatus*, con una frecuencia del 14% cada una; *S. dumortieri*, *M. geometrizzans* y *M. karwinskiana*, *E. platyacanthus* y *F. recurvus* con el 11%.

De las especies anteriormente mencionadas se consume principalmente los frutos, ya sea en forma natural cortada directamente de la planta o procesada en agua fresca (tuna), comida (xoconoxtle), nieve, mermelada. En el caso de las especies de nopales como *O. karwinskiana* se consume los cladodios (tallo de nopal), los cuáles son preparados principalmente en comidas como puede ser: ensalada de nopal acompañado de tomate, cilantro y cebolla; nopal cocinado con hoja de aguacate (tiene un beneficio para curar dolores ocasionados por golpes); sopa con nopal y jugos verdes de nopal entre otras tantas variedades de comidas que se encuentran en la población de estudio.

Gráfica 5.7. Porcentaje del uso alimenticio de las cactáceas de Mitla

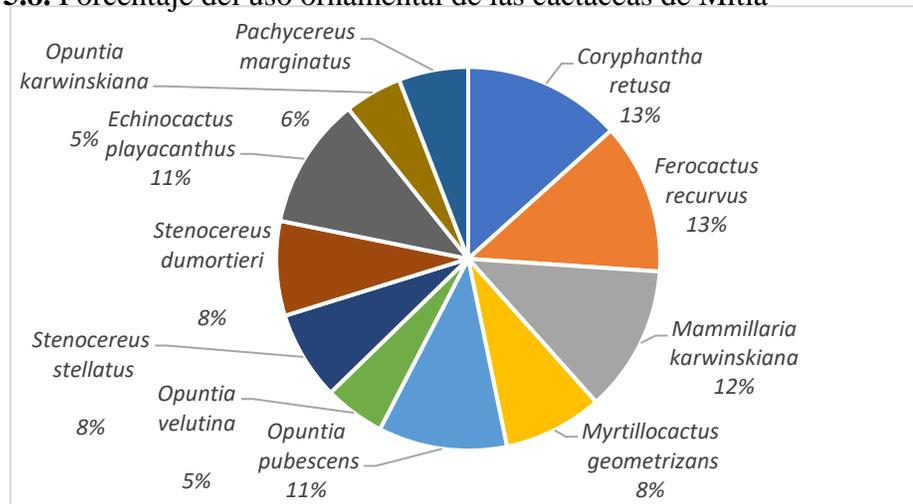


Fuente: Elaboración propia con base a resultados de la aplicación de encuestas en la comunidad de estudio

5.1.2. Ornato

Las especies más empleadas por su morfología atractiva (**Gráfica 5.8**) fueron: *F. recurvus* y *C. retusa* con el 13% cada una; el 12% corresponde a la especie *M. karwinskiana* y finalmente *Echinocactus platyacanthus* y *O. pubescens* se encuentra representada con el 11%. Mientras que las especies menos empleadas fueron *O. velutina* y *O. karwinskiana*.

Gráfica 5.8. Porcentaje del uso ornamental de las cactáceas de Mitla

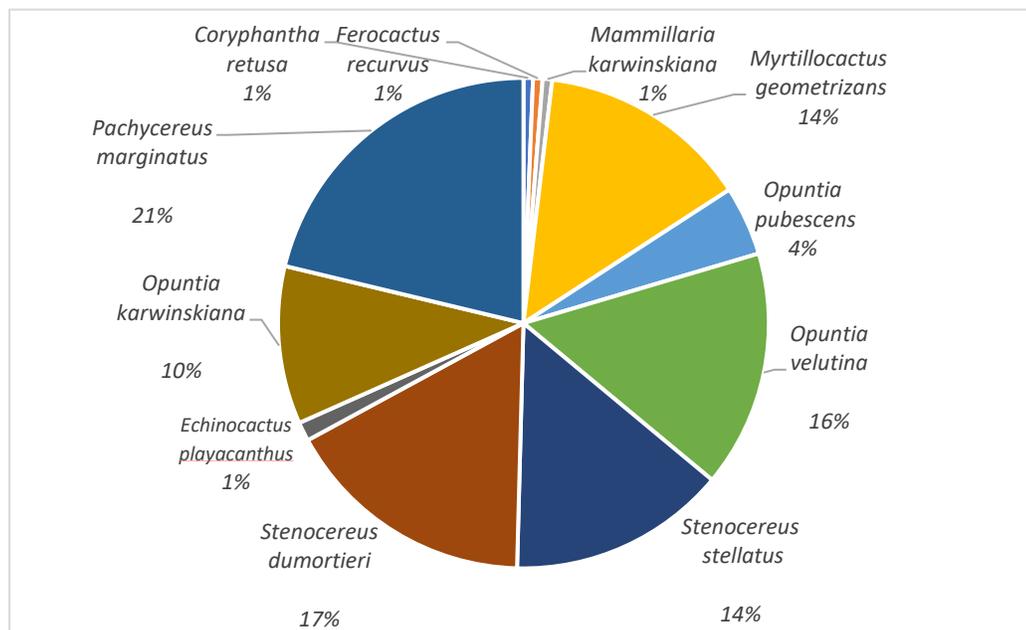


Fuente: Elaboración propia con base a resultados de la aplicación de encuestas en la comunidad de estudio

5.1.3. Cerca viva

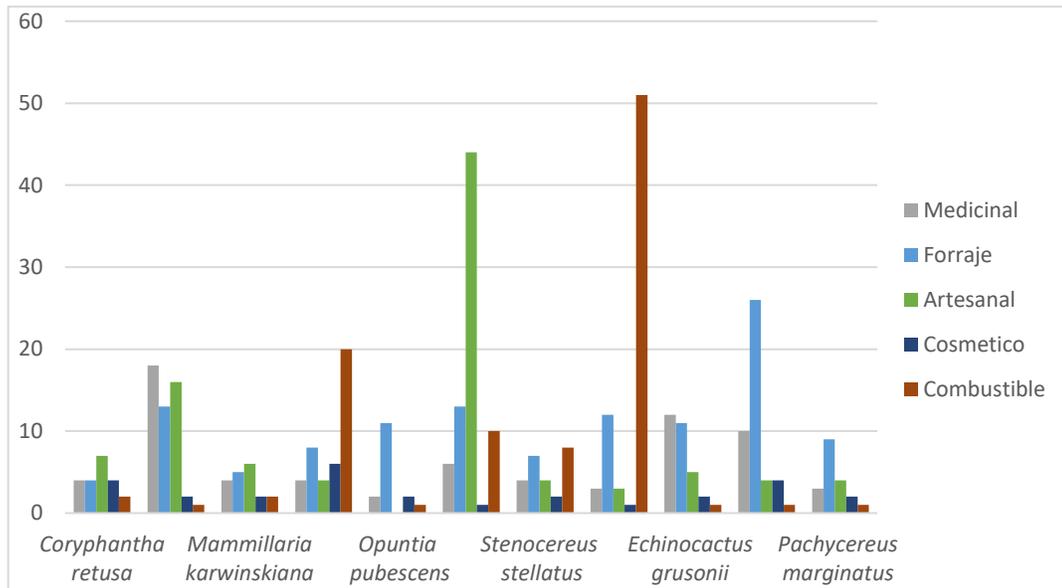
Las especies empleadas como cerca viva son aquellas de gran tamaño (**Gráfica 5.9**), por tal motivo los habitantes las consideran como una forma ecológica y tradicional de cercar sus propiedades, entre ellas se encuentra la especie *P. marginatus*, la cual el 21% de la población encuestada la ha utilizado regularmente, siendo este ejemplar característico de la cerca viva de las ruinas de Mitla; la siguiente especie es *O. velutina* (16%), *M. geometrizans* y *S. stellatus* representadas cada una con el 14%.

Gráfica 5.9. Porcentaje del uso como cerca viva de las cactáceas de Mitla



Fuente: Elaboración propia con base a resultados de la aplicación de encuestas en la comunidad de estudio.

En cuanto a los usos restantes (medicinal, forraje, artesanal, cosmético y combustible) la frecuencia de uso fue menor, siendo el más destacado el uso combustible, en el cual emplean más la especie de *S. dumortieri* y *M. geometrizans* (cabe señalar que son utilizadas cuando ya están secas). El uso artesanal fue el más representado por la especie *O. velutina* empleada en la producción de la grana cochinilla, utilizada como colorante natural para teñir tela (**Gráfica 5.10**).

Gráfica 5.10. Frecuencia de uso de las especies de cactáceas registradas en Mitla

Fuente: Elaboración propia con base a resultados de la aplicación de encuestas en la comunidad de estudio.

5.1.7. Índice de importancia cultural

Para conocer la importancia cultural se tomó en cuenta los usos más significativos obtenidos en el paso anterior, siendo estos: alimenticio, ornato y cerca viva, como lo muestra en la **Tabla 5.5**. Las especies con mayor índice de importancia cultural en cuanto al uso alimenticio fueron: *F. recurvus*, *M. geometrizzans*, *O. velutina*, *S. dumortieri*, *S. stellatus*, *E. platyacanthus* y *O. karwinskiana*, en la mayoría de los casos se consumen primordialmente los frutos he ahí el valor que le da la población a estas especies.

En lo que respecta a las especies ornamentales, el índice arrojó que la población ha empleado mayormente a *F. recurvus*, *O. velutina* y *S. dumortieri*; finalmente la utilidad en cuanto a cerca viva, en este caso las especies más sobresalientes fueron: *F. recurvus*, *M. geometrizzans*, *O. velutina*, *S. stellatus* y *S. dumortieri*, *O. karwinskiana* y *P. marginatus*, que son organismos de gran tamaño, excepto *F. recurvus* que es muy pequeño en comparación a las demás especies.

Tabla 5.5.

Importancia cultural del uso de las especies de Cactáceas.

	<i>C.ret</i>	<i>F.rec</i>	<i>M.kar</i>	<i>M.geo</i>	<i>O.pub</i>	<i>O.vel</i>	<i>S.ste</i>	<i>S.dum</i>	<i>E.pla</i>	<i>O.kar</i>	<i>P.mar</i>	<i>Total</i>
Alimenticio	49	90	97	111	8	32	114	110	91	117	17	836
Adorno	107	102	99	67	87	41	60	64	89	39	47	802
Medicinal	4	18	4	4	2	6	4	3	12	10	3	70
Cerca Viva	3	3	3	67	22	75	69	80	6	50	102	480
Forraje	4	13	5	8	11	13	7	12	11	26	9	119
Artesanal	7	16	6	4	0	44	4	3	5	4	4	97
Cosmético	4	2	2	6	2	1	2	1	2	4	2	28
Combustible	2	1	2	20	1	10	8	51	1	1	1	98
Total	180	245	218	287	133	222	268	324	217	251	185	2530
Alimenticio	37.975	82.949	45.219	74.621	43.713	75.102	61.729	88.464	69.462	73.916	46.845	
Ornato	45.456	84.901	45.960	69.697	53.604	76.386	55.574	83.286	69.674	64.7837	50.672	
Cerca viva	32.739	72.808	34.241	75.302	47.340	86.899	62.467	91.972	59.827	70.337	66.062	

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de la encuesta en la comunidad de estudio. *C. retusa*=*C. ret*, *F. recurvus*=*F.rec*, *M. karwinskiana*=*M. kar*, *M. geometrizans*=*M. geo*, *O. pubescens*=*O. pub*, *O. velutina*=*O. vel*, *S. stellatus*=*S. ste*, *S. dumortieri*=*S.dum*, *E. pla* =*E. platyacanthus*, *O. karwinskiana*=*O. kar*, *P. marninatus*=*P. mar*

El cultivo de plantas para la alimentación, como las cactáceas mencionadas en el tema anterior, puede generar ingresos y empleo en la producción y comercialización de alimentos. Por otro lado, el cultivo de cactáceas ornamentales, también es una actividad económica importante, ya que estas plantas son muy valoradas en el mercado de la jardinería y la decoración.

Finalmente, la cerca viva se refiere a la utilización de plantas para delimitar espacios y proteger cultivos, lo que puede tener un impacto económico positivo al mejorar la productividad y reducir los costos de protección de cultivos.

En la comunidad de estudio se ubican 15 locales dedicados a la venta de plantas y flores naturales, en su mayoría ubicados en el mercado de abastos, de los cuales 5 comercializan plantas en macetas con flores vistosas como las rosas, claveles, algunas suculentas entre otras, el resto de vendedores (10) se enfocan en arreglos para fiestas y funerales.

No existe como tal un vivero enfocado a las cactáceas, solo se ha visto que se comercializa de manera informal, en algunos casos extraídos de su hábitat. En cuanto a los alrededores, especialmente en Tlacolula se ubicó la presencia de 3 viveros (**Tabla 5.6.**) que venden algunas de las especies consideradas para el estudio como: *C. retusa*, *F. recurvus*, *E. platyacanthus* y *M. karwinskiana* de los cuales por ejemplares de 5 a 10 cm el precio fluctúa entre 60 a 170 dependiendo la especie y el lugar de adquisición. En cuanto al resto de las especies (*O. pubescens*, *O. velutina*, *S. stellatus*, *S. dumortieri*, *P. marginatus* y *M. geometrizzans*) no se encontraron en los viveros señalados, debido a que por lo general las cactáceas no son el fuerte de estos lugares que se enfocan mayormente en plantas de otro tipo.

Tabla 5.6.

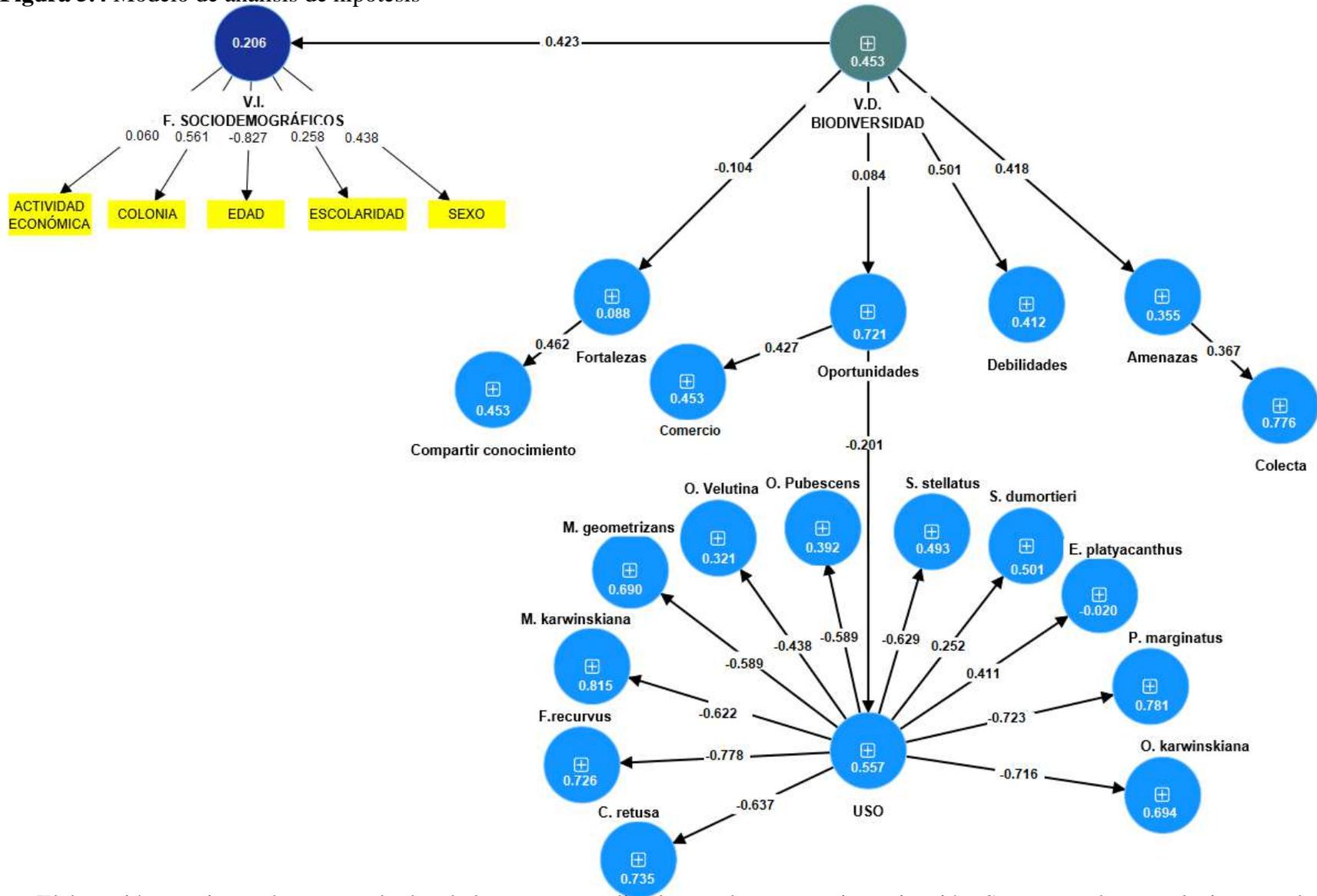
Ubicación de especies en viveros de Tlacolula

Especies	Venta informal Mercado abastos		Vivero Suculentas Tlacolula		Los Jazmines		San Francisco	
	Precio	Medida	Precio	Medida/ cm	Precio	Medida/ cm	Precio	Medida/ cm
<i>O. karwinskiana</i>	10, 20, 30	Según la cantidad y preparación						
<i>M. karwinskiana</i>			60	5cm				
<i>C. retusa</i>			80	6cm	90	5		
<i>F. recurvus</i>			160	10cm				
<i>Echinocactus platyacanthus</i>			170	10cm	150	10	160	12cm

5.2. Resultados de la prueba de hipótesis

En el presente apartado se muestran los resultados obtenidos por medio del programa SMART PLS-SEM V4. Se evaluó la hipótesis de la presente investigación mediante un diagrama en el cual se muestra la relación existente entre la variable dependientes e independiente (Figura 5.4), una vez formado el modelo se evaluaron los siguientes puntos:

Figura 5.4 Modelo de análisis de hipótesis



Fuente: Elaboración propia con base a resultados de la encuesta realizada para la presente investigación. Se muestra las correlaciones en las flechas y el Alfa de Cronbach en los círculos.

5.2.1. Contraste de la hipótesis central de la investigación

Si HC: $r > 0$, y $p < 0.05$ existe correlación significativa entre la variable dependiente que es la biodiversidad y la independiente que corresponde a los factores sociodemográficos, la hipótesis se acepta.

Se utilizó el estadístico de correlación de Coeficiente Path. Este análisis se realizó evaluado el modelo interno y el externo explicados a continuación

1. Modelo Interno corresponde a las relaciones entre los constructos, identificados en el modelo de la figura

Existe una influencia positiva moderada entre la biodiversidad y los factores sociodemográficos (0.423), que sugieren que los factores sociodemográficos, como la población, la estructura demográfica o las características socioeconómicas están influyendo en la biodiversidad. En este caso San Pablo Villa de Mitla presenta una alta densidad poblacional con bajos niveles de desarrollo socioeconómico presenta mayor pérdida de la biodiversidad debido a la presión ejercida sobre los recursos naturales.

En lo que respecta a la relación moderadamente positiva entre la biodiversidad y las amenazas (0.418) indica que las amenazas tienen un impacto negativo sobre la biodiversidad, a medida que esta aumenta las cactáceas se ven afectadas de forma negativa que puede resultar en la pérdida de especies y degradación del ecosistema. Lo que nos lleva al análisis de la siguiente relación entre las amenazas y la colecta (0.367), cuya relación indica que a medida que aumenta las amenazas que enfrenta la biodiversidad de cactáceas también aumenta la frecuencia de colecta de especies.

La biodiversidad muestra una conexión positiva fuerte con las debilidades (0.501), lo que indica una relación significativa entre estos constructos. Este hecho nos indica que las debilidades pueden depender de las limitaciones o deficiencias en relación al manejo de la biodiversidad, como pueden ser la falta de políticas de conservación efectivas, falta de conciencia pública o de recursos económicos que llevarían a una disminución de las especies que actualmente existen en la zona.

Sin embargo, la conexión entre la biodiversidad y las oportunidades es baja (0.084), lo que sugiere una relación débil entre estos constructos. Esto indica que las oportunidades no han tenido un impacto significativo en el manejo de la biodiversidad cactológica

2. El modelo externo hace referencia a la relación existente entre los indicadores que componen cada constructo analizado del modelo interno, por lo que se analizará cada uno.

Se observó una influencia moderada positiva entre los factores sociodemográficos y el sexo (0.438), una influencia débil positiva con la escolaridad (0.258) y las actividades económicas (0.060); la edad muestra una conexión negativa a la inversa con los factores sociodemográficos (-0.827) y en cuanto a la colonia la correlación es moderada (0.561), lo que sugiere una relación significativa entre ellos.

De los cinco indicadores analizados, los de mayor influencia fueron la edad con una correlación alta a la inversa que quiere decir que a medida que la edad aumenta es probable que tenga un impacto menor en la biodiversidad cactológica, es decir a medida que una persona envejezca se espera que tome conciencia sobre las consecuencias de sus acciones en el medio ambiente, en este caso en el cuidado de las cactáceas.

Otro indicador fue el tipo de colonia en la que se encuentra la población encuestada tiene un impacto significativo en la biodiversidad de las cactáceas. Específicamente, se encontró que a medida que las colonias, especialmente aquellas ubicadas en la periferia, aumenten su tamaño o población, tendrá un efecto negativo en las cactáceas debido a que en estos lugares aún conservan su hábitat estas plantas lo que las vuelve más vulnerables a los impactos humanos.

En lo que respecta al sexo o género biológico se encontró una correlación positiva que indica que las personas tanto hombres como mujeres tienen conocimiento de las cactáceas, no se enfoca a un solo género. Las actividades económicas mostraron una correlación débil, que de acuerdo a los resultados la economía no tiene un impacto significativo o directo en la biodiversidad de cactáceas, aun cuando hay algunas personas que toman de las plantas sus frutos o los nopales para venderlos no es un factor que condicione la supervivencia debido a que la representación de estas es menor. En cuanto a la escolaridad de igual manera presento una influencia débil en el modelo, que indica que realmente no tiene mucha repercusión, quizá se esperaba que entre mayor sean los

estudios se tenga mayor conciencia, sin embargo, los estudios en este caso no son tan relevantes debido a que parte de la población estudiada no sabe que este tipo de plantas se encuentra en riesgo, por lo tanto, igual han colectado frutos o plantas completas.

Hay correlaciones positivas fuertes entre las fortalezas y dos aspectos relacionados con las cactáceas: la frecuencia de uso (0.852) y la transmisión de conocimiento (0.840). La frecuencia de uso podría estar relacionado con aquellas personas que poseen conocimientos tradicionales, habilidades prácticas o con acceso a estos recursos, tienden a utilizar las cactáceas con mayor frecuencia en su vida cotidiana o en actividades culturales, económicas o medicinales.

En tanto la relación positiva con la trasmisión de conocimiento indica que las personas tienen una mayor tendencia a transmitir su conocimiento en relación a las cactáceas de generación en generación especialmente de padres a hijos. Este hecho puede tener implicaciones positivas para la conservación de las especies de cactáceas y el mantenimiento de prácticas culturales o tradicionales asociados a ellas.

En cuanto a las oportunidades, se observa que variables como el cultivo (0.761), el jardín botánico (0.648), el consumo (0.670) y el comercio (0.930) muestran una influencia significativa lo que sugiere que estos indicadores pueden contribuir a la conservación o mejora de la biodiversidad.

Por ejemplo, en el caso del cultivo de cactáceas puede ayudar a proteger, promover su reproducción y aumentar su disponibilidad en el entorno de especies en peligro como aquellas que ya no se encuentran en el medio silvestre (*P. marginatus* y *O. karwinskiana*, *E. platyacanthus*) y las que se ubican bajo protección de la NOM-059 (*C. retusa*, *M. karwinskiana* y *E. platyacanthus*). En referencia a la conexión positiva entre el jardín botánico y la biodiversidad de cactáceas sugiere que la existencia y gestión de un jardín botánico dedicado a las cactáceas puede ser una oportunidad valiosa para la conservación de estas plantas. Por último, la relación positiva en cuanto al consumo indica que mediante un consumo responsable y sostenible no afectarían a las cactáceas, en cambio contribuiría a su conservación

Las amenazas muestran una correlación muy fuerte con la remoción de cactus (0.996) y la colecta (0.910) lo que indica una relación altamente significativa. En menor medida se encuentra la agricultura de agave (0.057). Estos resultados destacan la importancia de abordar las amenazas

relacionadas con la colecta y con la remoción de cactáceas como principales problemas para la conservación de cactáceas. Además, señalan a la agricultura del agave como una actividad que posiblemente tenga implicaciones negativas a largo plazo sobre la supervivencia de las cactáceas.

Tabla 5.7.**Grado de correlación entre variable**

Tipo de modelo	Constructo	Correlación
Modelo interno	Biodiversidad-Factores sociodemográficos	0.423
	Biodiversidad-Amenazas	0.418
	Amenazas-Colecta	0.367
	Biodiversidad-Debilidades	0.501
	Biodiversidad-Oportunidades	0.084
	Oportunidades-Comercio	0.427
	Oportunidades-Uso	-0.201
	Uso- <i>C. retusa</i>	-0.637
	Uso- <i>F. recurvus</i>	-0.778
	Uso- <i>M. karwinskiana</i>	-0.622
	Uso- <i>M. geometrizzans</i>	-0.589
	Uso- <i>O. velutina</i>	-0.438
	Uso- <i>O. pubescens</i>	-0.201
	Uso- <i>S. stellatus</i>	-0.629
	Uso- <i>S. dumortieri</i>	0.252
	Uso- <i>E. platyacanthus</i>	0.411
	Uso- <i>P. marginatus</i>	-0.723
	Uso- <i>O. karwinskiana</i>	-0.716
	Biodiversidad-Fortalezas	-0.104
	Fortalezas-Compartir conocimiento	0.462
Factores sociodemográficas-sexo	0.438	
Modelo externo	Factores sociodemográficos-escolaridad	0.258

Factores sociodemográficos-edad	-0.827
Factores sociodemográficas- colonia	0.561
Factores sociodemográficos-Actividad económica	0.060
Fortalezas-Frecuencia de uso	0.852
Fortalezas-Trasmisión de conocimiento	0.840
Oportunidades-protección	0.697
Oportunidades-jardín botánico	0.648
Oportunidades-cultivo	0.761
Oportunidades-comercio	0.930
Oportunidades-consumo	0.670
Debilidades-acciones de habitantes	0.836
Amenazas- Remoción de cactus	0.996
Colecta-Frecuencia de colecta s	0.910

5.2.2. Consistencia interna del modelo

Para evaluar la consistencia interna del modelo propuesto se utilizó el estadístico alfa de Cronbach, la fiabilidad compuesta promedio (Rho_a), fiabilidad compuesta (Rho_c) y la Varianza extraña media (AVE), esta última se empleará también para evaluar la validez convergente. Para la aprobación de los resultados se siguió lo planteado a Nunnally y Bernstein (1994) que sugieren validar los indicadores que posean un valor mínimo de 0.7 para aceptar el alfa de Cronbach. En cuanto a la fiabilidad compuesta (Rho_a y Rho_c) Carmines y Zeller (1979) consideran adecuadas las cargas mayores a 0.707 y finalmente para la AVE las correlaciones aceptadas son aquellas superiores o igual a 0.50 de acuerdo a Hair *et al.* (2017).

Como se observa en la tabla 5.8., el resultado con mayor valor en los cuatro estadísticos lo tiene la variable colecta (0.776 de alfa de Cronbach, 0.778 de Rho_a , 0.899 de Rho_c y 0.817 de AVE), lo que indica que mantiene un alto grado de confiabilidad en relación a los demás constructos. Así mismo se muestra otras variables como la de oportunidades; especies como *Coryphantha retusa*, *Ferocactus recurvus*, *Mammillaria karwinskiana* y *Pachycereus marginatus* poseen un alto grado de confiabilidad.

Tabla 5.8.

Fiabilidad y validez del constructo

Constructo	Alfa de Cronbach 0.70-0.90	Composite reliability (rho_a) 0.70-0.90	Composite reliability (rho_c) 0.70-0.90	Varianza extraída media (AVE) ≥0.50
Biodiversidad	0.453	0.724	0.726	0.596
Factores sociodemográficos	0.206	-0.048	0.060	0.252
Fortalezas	0.088	0.356	0.305	0.322
Compartir conocimiento	0.453	-0.912	0.208	0.390
Oportunidades	0.721	0.747	0.809	0.423
Comercio	0.453	0.621	0.764	0.627
Uso	0.557	0.774	0.552	0.184
<i>Coryphantha retusa</i>	0.735	0.850	0.817	0.461
<i>Ferocactus recurvus</i>	0.726	0.810	0.775	0.369
<i>Mammillaria karwinskiana</i>	0.815	0.932	0.872	0.564
<i>Myrtillocactus geometrizzans</i>	0.690	0.864	0.714	0.344
<i>Opuntia velutina</i>	0.321	0.487	0.594	0.370
<i>Opuntia pubescens</i>	0.392	0.706	0.653	0.454
<i>Stenocereus stellatus</i>	0.493	0.465	0.514	0.249
<i>Stenocereus dumortieri</i>	0.501	0.289	0.154	0.251
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	-0.020	-0.150	0.244	0.337
<i>Pachycereus marginatus</i>	0.781	0.901	0.845	0.453
<i>Opuntia karwinskiana</i>	0.694	0.832	0.739	0.340
Debilidades	0.412	0.198	0.543	0.288
Amenazas	0.355	-0.268	0.429	0.341
Colecta	0.776	0.778	0.899	0.817

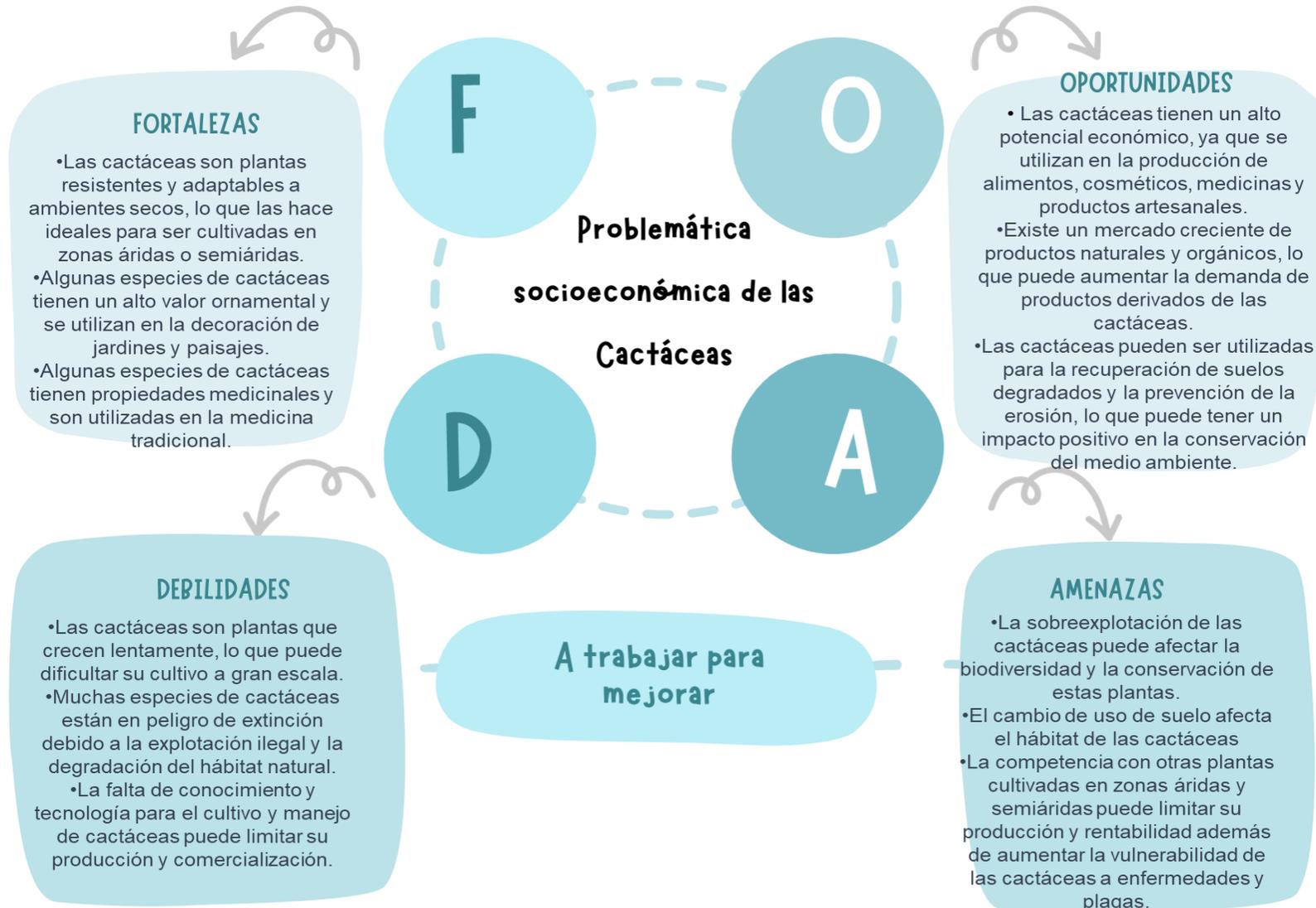
Fuente: Elaboración propia con apoyo del software Smart-PLS V4 y las encuestas aplicadas en la comunidad de estudio.

5.2.3. Análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas

Los resultados del análisis FODA (**Figura 5.5**) indican que existe una gran oportunidad para la implementación de estrategias de conservación y manejo sostenible de las cactáceas en la Villa de Mitla, a través de la promoción del ecoturismo, la implementación de políticas y programas de conservación y el manejo de las especies en su hábitat.

Con base a lo anterior es necesario enfrentar las amenazas asociadas a las actividades humanas para asegurar la supervivencia a largo plazo de las cactáceas y su biodiversidad, por lo tanto, se proponen las siguientes estrategias:

Figura 5.5. Análisis FODA



Fuente: Elaboración propia con el uso de plantillas Canva, Moyano (2023).

1. Promover el cultivo sostenible de las cactáceas: Se pueden desarrollar técnicas y prácticas de cultivo responsables y sostenibles que permitan aprovechar el su potencial económico sin comprometer su conservación y biodiversidad.
2. Fomentar la investigación y el desarrollo tecnológico: Se puede invertir en investigación y desarrollo tecnológico para mejorar el cultivo y manejo de las cactáceas, lo que puede aumentar su productividad y rentabilidad.
3. Crear mercados para productos derivados de las cactáceas: Se puede promover la creación de mercados para productos alimenticios, cosméticos, medicinales y artesanales derivados de las cactáceas, lo que puede aumentar su demanda y rentabilidad.
4. Fortalecer la conservación y protección de las cactáceas: Se puede promover la conservación y protección de las cactáceas, especialmente de aquellas especies en peligro de extinción, a través de medidas de protección de su hábitat natural y de su explotación legal y sostenible.
5. Promover la educación y la conciencia pública: Se puede fomentar la educación y conciencia pública sobre la importancia de las cactáceas y su conservación, lo que puede aumentar el apoyo y compromiso social con su protección y manejo sostenible.
6. Fomentar la cooperación y el diálogo entre los actores involucrados como: productores, investigadores, autoridades (comunal y municipal), consumidores y la comunidad, para promover soluciones integrales y sostenibles.

En el presente apartado, se muestran los resultados del modelo de análisis estadístico propuesto con base la utilización del software SMART PLS-SEM V4, en el que se introdujeron los datos obtenidos de las encuestas agrupando indicadores que previamente se han señalado, siguiendo los pasos que a continuación se detallan.

5.3. Hallazgos de la investigación

Se han identificado tres especies (*P. marginatus* y *O. karwinskiana*, *E. platyacanthus*) que no se encuentran en su hábitat natural. Solo hay presencia de ellas en la zona arqueológica, en algunos establecimientos y jardines de las casas de los pobladores, donde se utilizan como plantas de ornato. Lo que significa que estas especies están en riesgo de desaparecer de la población.

En lo que respecta a *O. karwinskiana*, es una especie es comestible que se cultiva con ese propósito, mientras que *E. platyacanthus* está catalogada como una especie bajo protección (ha sido muy utilizada para preparar conserva y dulces acitronados a nivel nacional, por ese motivo sus poblaciones se han visto reducidas). Finalmente *P. marginatus*, mejor conocida como órgano, solo se encuentra en setos vivos alrededor de algunas casas, en la zona arqueológica y en jardines públicos.

Se identifico la transmisión de conocimiento (0.840) como una fortaleza, ya que el 75.41% de la población encuestada reveló que han transmitido el conocimiento que tienen acerca de las cactáceas, especialmente de padres a hijos (65%). El 24.59% restante, entre los 15-45 años, no han transmitido su conocimiento debido a palabras de ellos a que no se ha dado la oportunidad y porque no es de su interés.

Además, se identificó una relación importante en cuanto a la colecta de cactáceas. Los análisis revelaron que la mayoría de las colonias encuestadas han colectado cactáceas en al menos una ocasión. Mediante una escala de evaluación de nunca a muy frecuentemente, se identificaron tres colonias (3 de mayo, Roobias y Progreso) que reportaron una mayor frecuencia de colecta en comparación a las otras colonias.

**CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES,
DISCUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

6.1. CONCLUSIONES

Los datos presentados revelaron que influencia tienen los factores sociodemográficos sobre la biodiversidad de las cactáceas en San Pablo Villa de Mitla. siendo la edad y la ubicación (colonia) tienen una influencia significativa. La edad de los habitantes es de suma importancia debido a que con el paso de los años los habitantes adquirieron conocimientos sobre las cactáceas y lo transmitieron a las siguientes generaciones, especialmente a sus hijos. Esta transmisión de conocimientos suele ser muy valiosa debido a que se consideraría como un punto favorable en cuanto a estrategias de conservación de las cactáceas.

El siguiente punto que se observó que repercutió en la investigación fue el lugar de residencia de los habitantes, en este caso se consideraron las colonias, las cuales tienen un impacto negativo en cuanto a la colecta y destrucción del hábitat, especialmente las ubicadas en la periferia, que con el incremento poblacional se van expandiendo. Esto representa una amenaza para las cactáceas y su conservación.

En cuanto a los otros aspectos evaluados como: el nivel educativo puede influir en la forma de ver, valorar y comprender la importancia de las cactáceas. Sin embargo, fomentar una mayor conciencia ambiental donde exista mayor sensibilización y comprensión sobre la importancia de las cactáceas y su valor para la sociedad, tendría una repercusión más favorable. Por otra parte, la ocupación laboral en el municipio es mayormente artesanal, lo cual se puede pensar en la poca influencia de esta actividad sobre las cactáceas, sin embargo, cierto grupo de la población tanto agricultores como habitantes enfocados en otras áreas laborales han apostado por la siembra de maguey lo cual impacta seriamente el hábitat de las cactáceas

Al analizar las preguntas de investigación sobre si las debilidades y amenazas que enfrenta las cactáceas en Mitla superan las fortalezas y oportunidades generadas por los factores sociodemográficos existentes que dificulta su conservación, se concluye que, efectivamente, las amenazas tienen un mayor impacto. La colecta y el auge en la siembra de agave son factores que contribuyen a la disminución de sus poblaciones en el hábitat. Sin embargo, el modelo propuesto también identificó oportunidades favorables

relacionadas con el comercio y reproducción de cactáceas para comercializarlos de forma legal.

En cuanto a la pregunta ¿cuántas especies de cactáceas se encuentran presentes en la zona de estudio? el muestreo en campo arrojó un total de 8 especies con una abundancia relativa, más la inclusión de 3 especies consideradas relevantes para la investigación y que lamentablemente no se encontraron en las dos áreas de muestreo, que fueron: *Pachycereus marginatus*, *Echinocactus platyacanthus* y *Opuntia karwinskiana*, Estas especies de acuerdo a las encuestas aplicadas solían ser muy abundantes, sin embargo por la constante explotación de las mismas ahora solo se encuentran en jardines y como parte del atractivo turístico de la zona arqueológica, en resumen el estudio considero el análisis de 11 especies.

Los resultados de la investigación resaltan la utilidad significativa que la población de Mitla atribuye a las especies de cactáceas. Los usos principales identificados fueron el ornamental, el alimenticio y la utilización como cerca viva. Este tipo de usos demuestran su importancia cultural, económica y ambiental de las cactáceas para la comunidad de Mitla. La conservación y gestión de estas especies resulta fundamental para garantizar su disponibilidad a largo plazo.

En conclusión, los resultados obtenidos resaltan la importancia de considerar aspectos sociodemográficos para abordar las amenazas y debilidades, y aprovechar las fortalezas y oportunidades para promover la conservación y gestión de la biodiversidad. Es necesario adoptar un enfoque integral que combine la conservación de la biodiversidad, la participación comunitaria y el desarrollo económico sostenible para garantizar un equilibrio entre el beneficio humano y la preservación del medio ambiente en cuanto a las cactáceas en la Villa de Mitla.

6.2.DISCUSIONES

En la comunidad de San Pablo Villa de Mitla existe una relación moderada entre la biodiversidad de cactáceas y los factores sociodemográficos entre grupos poblacionales jóvenes, adultos y adultos mayores.

En cuanto a los principales usos que le ha dado la comunidad de Mitla a las cactáceas ha sido el ornamental, el comestible y cerca viva, relacionado con lo reportado por Hernández y Vásquez-Dávila (2007) para el Estado de Oaxaca respecto a que los usos principales de las especies han sido el ornamental, el comestible y cerca viva. Algo similar obtuvieron Munguía-Vázquez *et al.* (2018) siendo el uso alimenticio, ornamental y forraje los más sobresalientes en Hidalgo.

Las diferencias en los usos prioritarios de las cactáceas pueden atribuirse a las actividades predominantes en las áreas de estudio. En el caso de Mitla, la ganadería no es una actividad destacada, sino que el turismo es el sector más relevante. Por lo tanto, los aspectos estéticos desempeñan un papel fundamental en el entorno local, lo cual explica por qué las cactáceas se asocian principalmente con su uso ornamental. Esta asociación está estrechamente vinculada a los establecimientos que comercializan mezcal, quienes buscan agregar un toque exótico a sus locales y las utilizan para decorar espacios.

Asimismo, el uso de las cactáceas como cerca viva representa otra forma de embellecer y proteger las propiedades en la zona. Por ejemplo, en la zona conocida como "El Calvario", se utilizan especies del género *Stenocereus* para crear una cerca viva, y en la zona arqueológica se ha instalado una cerca viva compuesta por *Pachycereus marginatus*, una especie que rara vez se encuentra en campo abierto, al menos no en las áreas periféricas a la zona urbana. Estas prácticas reflejan el valor que se le otorga a las cactáceas como elementos estéticos y protectores en el contexto de Mitla.

Sin embargo las cactáceas se han visto expuestas a una serie de riesgos ocasionadas por las actividades humanas, Jiménez (2011) describe tres tipos: el cambio de uso de suelo relacionado con la transformación del hábitat a causa de la agricultura, ganadería y la urbanización; en segundo lugar la introducción de especies exóticas que desplaza a las

nativas y finalmente la colecta directa que ha dado paso al tráfico ilegal de especies tal como dijo Bravo-Hollis (1978) que desde el siglo XIX debido a su atractivo exótico se comenzó a realizar colectas excesivas de cactáceas para exportarlas a Europa, lo que provocó la disminución y desaparición de las poblaciones silvestres.

Datos recientes señalan que el tráfico ilegal de especies silvestres ocupa el cuarto lugar de importancia en cuanto al comercio ilegal (SEMARNAT, 2013), lo que ha afectado de acuerdo a la UICN (2015) al 47% de las especies amenazadas. Este hecho se ha visto también reflejado en los resultados obtenidos en la presente investigación, respecto al factor colecta, debido a datos recabados de la encuesta señalan que la colecta afecta a las zonas muestreadas, debido a que solían ser muy abundantes hace poco más de 60 años, sin embargo, a la fecha las poblaciones se han visto reducidas por esta actividad. Por lo tanto, este factor es sumamente importante en cuanto a la preservación de las cactáceas.

En cambio, Hernández-Oria *et al.* (2007) consideran que entre las actividades humanas relacionadas con la transformación y destrucción del hábitat la principal causa de riesgo para la sobrevivencia de las cactáceas es la siembra de agave como lo menciona García-Méndez y Franco-Martínez (2018) la sobreexplotación de este recurso implica la disminución de los hábitats naturales de las cactáceas y, en consecuencia, pone en riesgo su diversidad y supervivencia.

Es crucial reconocer que la agricultura de agave es una práctica relativamente nueva en la zona de estudio y su impacto sobre las cactáceas aún está en proceso de desarrollo. Es necesario llevar a cabo investigaciones adicionales para evaluar de manera más precisa y detallada los posibles efectos de esta actividad sobre la biodiversidad de las cactáceas en Mitla.

Estas prácticas, que no suelen ser sostenibles según la NOM-059 (2010), la UICN (2013) y CITES (2021), han tenido consecuencias significativas en la conservación de las especies de cactáceas. La sobreexplotación y el comercio ilegal de estas plantas han llevado a la inclusión de muchas especies en los listados de protección, tanto a nivel nacional como

internacional. Estas medidas se han tomado con el objetivo de salvar la diversidad de cactáceas y garantizar su supervivencia a largo plazo.

La inclusión de las especies de cactáceas en los listados de protección implica una serie de medidas reguladoras para controlar su extracción, comercio y uso. Estas medidas van desde la prohibición total de la comercialización de ciertas especies hasta la implementación de las estrictas normas para su cultivo, transporte y venta (CITES, 2021).

Es por ello que es necesario implementar acciones que contribuyan al cuidado, protección y concientización ambiental para la familia Cactaceae en sus lugares de origen, teniendo en cuenta la agenda 2030 adoptada por la ONU, se ha tenido a bien considerar el objetivo 15, especialmente el 15.5 el cual se enfoca en la toma de medidas contra la degradación de los hábitats y la pérdida de la diversidad biológica, (ONU, 2021).

La implementación de acciones orientadas al cuidado, protección y concientización ambiental de las cactáceas en sus lugares de origen es esencial para preservar su diversidad y contribuir a la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible establecidos por la ONU. Esta labor requiere la colaboración de diversos actores, incluyendo gobiernos, organizaciones ambientales, comunidades locales y sociedad en general, para asegurar un futuro sostenible y equilibrado para estas valiosas especies y los ecosistemas en los que se encuentran.

Para resarcir este tipo de impactos en la población de estudio existen especies de cactáceas consideradas útiles para consumo humano, especialmente sus frutos (*S. stellatus*, *S. dumortieri* y *M. geometrizzans*), que pueden cultivarse y comercializarse como lo describe Casas (2005), en su artículo sobre el manejo tradicional de *S. stellatus*, por los campesinos en la Mixteca alta y el Valle de Tehuacán Cuicatlán, que describen como propagan la especie por medio de esquejes. Este tipo de método es ideal para la protección de suelos y el mantenimiento de la diversidad genética.

6.3.RECOMENDACIONES

Es necesario implementar acciones integrales que contribuyan al cuidado, protección y concientización ambiental en relación a la familia Cactaceae y sus lugares de origen. Para lograr esto, es fundamental promover la conservación de los hábitats naturales donde se encuentran las cactáceas, así como implementar prácticas de manejo sostenible que permitan su reproducción y desarrollo. Esto implica la adopción de estrategias de restauración ecológica, la protección de áreas naturales y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles que minimicen el impacto negativo en estos ecosistemas.

Es importante evitar la extracción de ejemplares de su hábitat y, en cambio, se proponen alternativas de conservación de las cactáceas mediante la enseñanza a la población de formas de cultivo. Debido a que parte del hábitat de estas especies es considerada propiedad privada y no es posible acceder a ellas, instruir a la población para que cultive y propague las especies puede evitar su desaparición, especialmente aquellas que se encuentran esporádicamente en el medio silvestre, como *E Platyacanthus*. En el caso de especies como: *P. marginatus*, *O. karwinskiana*, *S. dumortieri*, *O. velutina* y *M. geometrizzans*, que son especies de gran tamaño, se pueden propagar fácilmente mediante esquejes o brazos (como popularmente se conocen). Para especies como *C. retusa*, *F. recurvus* y *M. karwinskiana*, se recomienda la siembra de semillas, tal como lo menciona la CONAFOR (2013) en su manual de conservación y restauración de cactáceas.

Además, es necesario fomentar la conciencia ambiental y promover la participación activa de la comunidad en la protección de las cactáceas. Esto puede lograrse a través de programas educativos, capacitaciones y campañas de sensibilización que resalten la importancia de estas plantas como elementos clave de la biodiversidad y la importancia de su conservación para el equilibrio de los ecosistemas. Estas acciones educativas y de divulgación deben enfatizar la necesidad de cuidar y preservar las cactáceas, así como brindar información sobre las prácticas de cultivo adecuadas y las técnicas de propagación para que las comunidades locales puedan contribuir a la conservación de estas especies. Al empoderar a las personas con conocimientos y herramientas.

Asimismo, es importante establecer políticas y marcos legales que respalden la protección de las cactáceas y sus hábitats, así como fortalecer la cooperación internacional para abordar los desafíos relacionados con la conservación de esta familia de plantas a nivel global.

El comercio es una variable importante que hay que retomar del modelo obtenido, puesto que algunas personas se han enfocado en cultivar nopales especialmente *O. karwinskiana*, una especie ampliamente consumida por el 83% de los encuestados. Así mismo, la especie de *O. velutina* que ha sido empleada para el cultivo de la grana cochinilla, utilizado como colorante natural por algunos artesanos.

La colaboración de los comuneros de Mitla es de gran relevancia debido al rescate que han realizado de algunas especies al trasladarlas a las áreas naturales protegidas con las que cuentan. De esta forma, se intenta disminuir el impacto poblacional sobre estas plantas. Por lo tanto, la sugerencia en este caso es que los habitantes que extraigan cactáceas de su hábitat se pongan en contacto con el comisariado comunal para que las especies sean resguardadas en el área natural, en lugar de quemarlas o dárselas de comer a los animales.

Es importante reforzar las fortalezas en cuanto a la transmisión de conocimiento sobre las cactáceas a las generaciones actuales. Para ello, se sugiere incluir el tema en las clases de biología que reciben los niños en las escuelas, con el fin de que conozcan la diversidad biológica que tiene su población de origen. Complementar estas enseñanzas con visitas de campo y enseñarles a reproducir las cactáceas, puede crear conciencia que lo que toma un minuto destruir, a la planta le llega a costar años de crecimiento. Es importante que el cuidado del medio ambiente se tome como prioridad en el plan de actividades de cada población.

Este análisis podría involucrar la participación de la población local, los grupos de interés y los tomadores de decisiones en la región para identificar los principales desafíos y oportunidades en la conservación de la biodiversidad de las cactáceas, y para desarrollar estrategias para abordar estos desafíos. Asimismo, es necesario considerar la importancia de las cactáceas para la subsistencia y la cultura de las comunidades locales y fomentar el

desarrollo de alternativas económicas sostenibles que promuevan la conservación de los recursos naturales y la diversidad biológica en la región.

REFERENCIAS

- Acosta-Castellanos, S. (2002). Plantas vasculares, amenazadas, o en peligro de extinción del Estado de Oaxaca. *Revista Polibotánica*, (13), 47-82.
<https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=62101303>
- Alanís, G.J. y Velazco, C.G. (2008). Importancia de las cactáceas como recurso natural en el noreste de México. *Revista Ciencia UANL*, 11 (001), 5-11.
<https://www.redalyc.org/pdf/402/40211102.pdf>.
- Almaraz N., M. González., N. Naranjo., J. A. Ávila., J. Herrera y A. Delgado. (2012). Los jardines botánicos y la conservación de cactáceas. *Centro Interdisciplinario de Investigaciones para el Desarrollo Integral Regional-Instituto Politécnico Nacional- Unidad Durango*. 7p. <https://1library.co/document/y875rn0z-los-jardines-bot%C3%A1nicos-y-la-conservaci%C3%B3n-de-cact%C3%A1ceas.html>.
- Anaya-Pérez y Bautista-Zane. (2008). El nopal forrajero en México: del siglo XVI al siglo XX. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 5 (2), 167-183.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722008000200001.
- Arfman, G.R. (2008). *Visitando el Calvario en Mitla, Oaxaca*. Sidestone Press.
<https://www.sidestone.com/books/visiting-the-calvario-at-mitla-oaxaca>
- Arias, S. (1993). Cactáceas: Conservación y diversidad en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* (44), 109-115.
<http://repositorio.fcencias.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11154/142956/44V-Cact%c3%a1ceasConservaci%c3%b3n.pdf?sequence=1>.
- Arias, S., S. Gama y L.U. Guzmán. (1997). Cactáceas A.L. Juss. *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*. (14). Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Biología. México, D.F. 146 p.

- Arias, S., S. Gama-López., L.U. Guzmán-Cruz y B. Vázquez-Benítez. (2012). *Cactácea A.L. Juss. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. (95)*. Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Biología. México, D.F. 235 p.
- Arredondo-Gómez, A. y F.R Sánchez-Barra (2007). *Guía técnica para la protección y rescate de cactáceas por eventos de perturbación [Folleto]*. Fundación Produce San Luis Potosí A.C. CIRNE-INIFAP.
<http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/168.pdf>.
- Aquino, D. y Arias, S. (2010). Cactáceas del Distrito de Nochixtlán, Oaxaca, México. *Cactáceas suculentas mexicanas*, 55 (3), 68-84.
<https://biblat.unam.mx/hevila/Cactaceasysuculentasmexicanas/2010/vol55/no3/1.pdf>.
- Ávila-Nájera, D.M., Mendoza, G.D, Villarreal, O, y Serna-Lagunes, R. (2018). Uso y valor cultural de la herpetofauna en México: una revisión de las últimas dos décadas (1997-2017). *Acta zoológica mexicana*, 34 (e3412126),1-15.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372018000100116.
- Barthlott, W., K. Burstedde, N. Korotkova y J. Mutke. (2010). *Biodiversidad y distribución de cactáceas. Boletín de la sociedad latinoamericana y del Caribe de cactáceas y otras suculentas*, 7 (1), 6-8.
https://www.researchgate.net/publication/215672843_Biodiversidad_y_distribucion_de_cactaceas.
- Batis, A.I. y Rojas-Aréchiga M. (2002). El peyote y otros cactus alucinógenos de México. *Biodiversitas*, (40), 12-17. https://nanopdf.com/download/el-peyote-y-otros-cactos-alucinogenos-de-mexico_pdf.
- Benitez, H. y Dávila, P. (2002). Las cactáceas mexicanas en el contexto de la CITES. *Biodiversitas*, (40), 8-11. <https://es.scribd.com/document/378670989/Articulo-cactaceas-CITES-pdf>.

- Bran, V. (2019). *Reporte Tráfico de cactáceas, negocio ilegal que daña a la naturaleza*. Reporte Índigo. <https://www.reporteindigo.com/indigonomics/trafico-de-cactus-el-negocio-ilegal-que-dana-a-la-naturaleza-peligro-extincion/>.
- Bravo-Hollis, H. (1978). *Las Cactáceas de México*. (Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Biología). https://www.academia.edu/24808346/Bravo_Hollis_H_Las_Cactaceas_de_Mexico_Vol_1_Bookos_org.
- Bravo-Hollis, H. y H. Sánchez-Mejorada. (1991a). *Las Cactáceas de México. II*. Universidad Nacional Autónoma de México- Instituto de Biología. México, D.F. 791 p.
- Bravo-Hollis, H. y H. Sánchez-Mejorada. (1991b). *Las Cactáceas de México. III*. Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Biología. México, D.F. 571 p.
- Brehme, H. (1935). Cactus en un camino. (JPG). Mediateca INAH. <https://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/object/fotografia%3A329269>
- Bustamante, E. y A. Búrquez. (2005). Fenología y biología reproductiva de las cactáceas columnares. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 50 (3): 68-88. https://web.ecologia.unam.mx/cactsucmex/CACTACEAS2005_3.pdf
- Caballero, J. (2012). *Jardines botánicos contribución a la conservación vegetal de México. (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad)*. https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/pais/JardinesBotanicos_baja.pdf.
- Casas, A. (2005). El manejo tradicional de una especie puede incrementar la diversidad biológica: el caso de xoconochtlí. *Revista Biodiversitas*. (60), 2-6. http://www.conabio.gob.mx/institucion/conabio_espanol/doctos/biodiv60.pdf
- Casas-Anguita J. J.R. Repullo Labrador y J. Donaldo-Campos. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos. *Elsevier*. 31(8):527-38-152. <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-la-encuesta-como-tecnica-investigacion--13047738>.

- Chin, W. (1998). The partial least square approach to structural equation modelling. En G. Marcoulides (Ed.), *Modern Methods for Business Research* (pp. 295-369). Mahawah, Estados Unidos: Lawrence Erlbaum.
https://www.researchgate.net/publication/311766005_The_Partial_Least_Squares_Approach_to_Structural_Equation_Modeling/link/0deec533e0f7c00f59000000/download
- Cohen, J. (1998). *Statically power analysis for the behavioral sciences (2ed)*. Estados Unidos, New York: Laurence Erlbaum Associates.
<https://www.utstat.toronto.edu/~brunner/oldclass/378f16/readings/CohenPower.pdf>
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (2023). Apéndices I, II y III. CITES.
<https://cites.org/sites/default/files/esp/app/2023/S-Appendices-2023-05-21.pdf>
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES) (2021). La CITES establece la agenda para la conservación mundial y la regulación del comercio de más de 34 000 especies de plantas.
<https://cites.org/esp/node/136738>
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2013). *Manual de conservación y restauración de cactáceas y otras suculentas mexicanas*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Comisión Nacional Forestal. México.
https://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Manual_Practico-Conservacionyrestauracion-cactaceas_suculentas.pdf
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). (2021). Glosario-Programas Nacionales Estratégicos-Sistemas Socioecológicos y Sustentabilidad (Pronaces SSyS).
<https://conacyt.mx/pronaces/pronaces-sistemas-socioecologicos/>.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2016). *Índice de Marginación por entidad federativa, 2015*. <http://www.conapo.gob.mx/es/> .
- Conservation international. (2019). *¿Qué es tenencia de la tierra?* Conservation international.
<https://www.conservation.org/peru/novedades/2019/10/29/qu%C3%A9-es-tenencia-de-la-tierra>

- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2020). https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Resultados_Pobreza_Interactivo.aspx
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). 2021. Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2021 Oaxaca-San Pablo Villa de Mitla. Recuperado el 07-01-2022 en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/612194/Informe_anual_2021_mun_20298.pdf
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2020). *Ornamental*. <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/ornamental>
- Comisariado de Bienes Comunales de San Pablo Villa de Mitla. (2011). *Certificado CONANP*. Disponible en: <http://comisariadodebienescomunalesmitla.blogspot.com/2012/08/>.
- Comisariado de Bienes Comunales de San Pablo Villa de Mitla. (2012). *Pretenden privatizar Mitla, los "Salvadores del Pueblo"*. <http://comisariadodebienescomunalesmitla.blogspot.com/2012/>.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2011). Certificado ADVC de San Pablo Villa de Mitla. 11p.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2022). *Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación*. <https://advc.conanp.gob.mx/infografia-beneficios-de-certificar/>
- Cornejo L. y H. Arreola-Nava. (2008). *Usos actuales y potenciales de las cactáceas de Jalisco*. Instituto de Botánica. Departamento de Botánica y Zoología, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco. [http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/publicaciones1/avances/avances2008/Biologia/BotanicayZoologia\(pp201-230\)/CornejoDenmanLaraAlejandrina\(pp201-208\)/201-208.pdf](http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/publicaciones1/avances/avances2008/Biologia/BotanicayZoologia(pp201-230)/CornejoDenmanLaraAlejandrina(pp201-208)/201-208.pdf)
- Dasgupta, S. (2016). *Mongabay periodismo Ambiental independiente en Latinoamérica*. <https://es.mongabay.com/2016/01/las-cactaceas-estan-mas-amenazadas-que-los-mamiferos-y-las-aves/>

- Data México (2020-a). *Acerca de San Pablo Villa de Mitla*.
<https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>
- Data México (2020-b). *Población y vivienda de San Pablo Villa de Mitla*.
<https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>
- Data México (2020-b). *Pirámide poblacional total de San Pablo Villa de Mitla* [Imagen].
<https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>
- Data México (2020-c). *Salarios y población ocupada de San Pablo Villa de Mitla*.
<https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>
- Data México (2020-d). *Economía de San Pablo Villa de Mitla*.
<https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>
- Data México (2020-e). *Desigualdad de San Pablo Villa de Mitla*.
<https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>
- Data México (2020-f). *Indicadores de pobreza y carencias sociales*.
<https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>
- Data México (2020-f). *Indicadores de pobreza y carencias sociales*. [Imagen]
<https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>
- Data México (2020-g). *Salud en San Pablo Villa de Mitla*.
<https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>
- Data México (2020-h). *Calidad de vida-cuartos y dormitorios de la vivienda en San Pablo Villa de Mitla*. <https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>
- Data México (2020-h). *Calidad de vida-cuartos y dormitorios de la vivienda en San Pablo Villa de Mitla*. [Imagen]. <https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>
- Data México (2020-i). *Lengua indígena de San Pablo Villa de Mitla*.
<https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>
- Data México (2020-j). *Nivel de escolaridad de San Pablo Villa de Mitla*.
<https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>

- Data México (2020-k). *Remesas de San Pablo Villa de Mitla*.
<https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>
- Data México (2020-l). *Industrias de San Pablo Villa de Mitla*.
<https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>
- Data México (2020-m). *Salud-Discapacidad San Pablo Villa de Mitla*.
<https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>
- Data México (2022). *Empleo en San Pablo Villa de Mitla*.
<https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>
- Estrada, L. E. (1996). Nota de portada. *En: Plantas Medicinales de México. Introducción a su estudio*. (Ed. Estrada, L. E.) Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Embajada de México en Nicaragua (s/f) Riqueza natural de México.
<https://embamex.sre.gob.mx/nicaragua/index.php/comunicadosnic/166-riqueza-natural-de-mexico>
- Flores-Martínez, A. y G.I. Manzanero. (2010). El género *Mammillaria* en Oaxaca: Relación entre filogenia y la distribución geográfica. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 55 (4), 100-111.
<https://biblat.unam.mx/hevila/Cactaceasysuculentasmexicanas/2010/vol55/no4/1.pdf>
- Flores D. (2017). *Sistematización de la experiencia de las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) en tres comunidades de los Valles Centrales, Oaxaca* [Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza].
https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8615/Sistematizacion_de_la_experiencia_de_las_areas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Forteza, J. H. y Méndez, N.H. (2021). *Una agenda estratégica para la promoción de un turismo competitivo y sustentable*. CAF, Banco de Desarrollo de América Latina. Iniciativas para la recuperación en la postpandemia.
<https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1768/Una%20agenda%20estrat%C3%A9gica%20para%20la%20promoci%C3%B3n%20de%20un%20turismo%20competitivo%20y%20sustentable.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- García, T., y Cano, M. (2013). *El FODA: una técnica para el análisis de problemas en el contexto de la planeación en las organizaciones*. <https://www.uv.mx/iiesca/files/2013/01/foda1999-2000.pdf>
- García, S y M. Guerrero. (2006). Indicadores de sustentabilidad ambiental en la gestión de espacios verdes: Parque urbano Monte Calvario, Tandil. Argentina. *Revista de geografía Norte Grande*, (35), 45-57. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-34022006000100004&lng=es&nrm=iso
- García-De León F.J y G. Arnaud-Franco. (2020). Interacciones biológicas, un componente poco conocido de la biodiversidad de Isla Catalana, Golfo de California. *Biología y Sociedad*. (6). 35-39. <https://biologiaysociedad.uanl.mx/index.php/b/article/view/24/21>
- García Mendoza, A.J. y I.S. Franco Martínez. (2018). *Actualización de la información de las especies y subespecies de magueyes de Oaxaca, con énfasis en las especies mezcaleras*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe final SNIB-CONABIO. <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfNE012.pdf>
- Grupo Mesófilo. (2018). *Plan municipal de desarrollo 2017-2018*. Grupo Mesófilo, A.C. 197 pp.
- Guzmán, U., Arias, S. y Dávila, P. 2007. Catálogo de autoridades taxonómicas de las cactáceas (Cactaceae: Magnoliopsida) de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, proyectos Q045 y AS021. México.
- Hair, J., Hult, G., Ringle, C. y Sarstedt, M. (2017). *A Primer on Partial Least Square Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Estados Unidos, California: Sage. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/a-primer-on-partial-least-squares-structural-equation-modeling-pls-sem/book244583>.
- H. Congreso del Estado Libre y Soberano de Oaxaca. (2008). *Decreto 1674 de 2008*. Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca. Disponible en

<https://www.osfeoaxaca.gob.mx/pdf/transparencia/fraccionI/estatal/23LeyEquilibrioEcologicoEstadoOaxaca.pdf>

H. Congreso del Estado Libre y Soberano de Oaxaca y el Centro de Información e Investigaciones Legislativas. (2008). *Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca (10 de octubre 1998)*. DOF. Núm. 276. CIILCEO. <https://www.osfeoaxaca.gob.mx/pdf/transparencia/fraccionI/estatal/23LeyEquilibrioEcologicoEstadoOaxaca.pdf>

Hernández, N. y Vásquez-Dávila M.A. (19-23 de marzo del 2007). La etnobotánica de las cactáceas endémicas de Oaxaca [Sesión de conferencia]. Memoria del Simposio: La etnobiología en Oaxaca, Xoxocotlán, Oaxaca de Juárez.

Hernández H.M., C. Gómez-Hinostrosa y B. Goettsch. (2004). *Cactáceas*. In *Biodiversidad de Oaxaca*. García-Mendoza, A.J., M.J. Ordoñez y M. Briones-Salas (eds.). Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Found, México, D.F. p.199-207.

Hernández, H.M. y H. Godínez. (1994). *Contribución al conocimiento de las cactáceas mexicanas amenazadas*. Acta Botánica Mexicana 26: 33-52.

Hernández Millán, A., (1996). El estudio del crecimiento de las poblaciones humanas. *Papeles de Población*, (10), 17-20. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11201002>

Hernández, N y Vásquez-Dávila, M. (2007). *Etnobotánica de las cactáceas endémicas de Oaxaca*. Memorias del simposio: la etnobiología en Oaxaca. 88-90 pp.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2010). Metodología de la Investigación. México, D. F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S. A. de C. V.

Hernández S., Gnonlonfin A., Bialostosky M., García Contreras G. (2022). *Economics of Land Degradation Initiative: La Economía de la Producción de Mezcal en Oaxaca, México. El camino hacia la producción sostenible de agave* [Archivo PDF]. https://www.eld-initiative.org/fileadmin/ELD_Filter_Tool/Case_Study_Mexico_2022/Mexico_Oaxaca_2022_Mezcal_ELD_Case_Study_Report_ES.pdf

- Herrera-Flores, B.G., Santos-Fita, D, Naranjo, E.J., y Hernández-Betancourt, S.F. (2019). *Importancia cultural de la fauna silvestre en comunidades rurales del norte de Yucatán, México. Península*, 14(2), 27-55. Epub 29 de noviembre de 2019. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-57662019000200027&lng=es&tlng=es.
- Honorable Cámara de Diputados. (2003). *Tenencia de la tierra. Honorable Cámara de Diputados*, recuperado el 13 de mayo de 2022 de <http://www.diputados.gob.mx/bibliot/publica/inveyana/polisoc/puebindi/4tenenci.htm>
- Hunt, D. (2016). CITES Cactaceae CHECKLIST. Third edition. Royal Botanic Gardens Kew. <https://www.kew.org/sites/default/files/2019-02/CITES%20Cactaceae%20Checklist%20Third%20Edition.pdf>
- INAH. (1935). Grupo Norte e iglesia en Mitla. (JPG). Mediateca INAH. https://mediateca.inah.gob.mx/repositorio/islandora/search/catch_all_fields_mt%3A%28mitla%29?page=5.
- INAH. (2010). Mitla. https://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/sitioprehispanico%3A1418
- INEGI. Censo de Población y Vivienda. 2020. Recuperado el 15-12-2021 en <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Microdatos>
- INEGI. (2020). Cuéntame INEGI. <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/oax/poblacion/>
- Iriondo, J. M., (2000). Taxonomía y conservación dos aproximaciones a un mismo tema. *Acta Biológica* 19: 1-7.
- Jackson, W.; Sutherland, L. A. (2000). *Agenda Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos* (BGCI). U. K. 94 pp.

- JAOL S.A. (2023, 01 de mayo). *Índice de diversidad de Shannon*. Statologos. <https://statologos.com/indice-de-diversidad-de-shannon/>
- Jiménez, C. L. (2011). Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. *Revista Digital Universitaria*, 12 (1), 1-23. <https://www.revista.unam.mx/vol.12/num1/art04/art04.pdf>
- Joyce, M, y Kent V.F. (2001). La clasificación de animales y plantas entre los zapotecos del siglo XVI. Un estudio preliminar. *Revista Cuadernos del Sur*. (7). <https://cuadernosdelsur.com/revistas/16-mayo-2001/>
- Lascuráin M., Gómez O., O. Sánchez y C.C. Hernández (Edit.). (2006). Jardines Botánicos Concepto, operación y manejo. Asociación Mexicana de Jardines Botánicos, A.C. Yucatán, México .180 p.
- Lázaro, E.I., Arellanes, N., Bautista, P.B., Poblano, A. Aquino y Pérez, M. (2020). Importancia socioeconómica de la producción del fruto de tunillo [*Stenocereus stellatus* (Pfeiffer) Riccobono] en Valles Centrales de Oaxaca, México. *Revista de la Realidad Global*, 9 (1), 59-61. <https://static1.squarespace.com/static/55564587e4b0d1d3fb1eda6b/t/5ffdd9bc1aa6242a64667e99/1610471868351/09+LazaroJuarez+PUE473+Exploratoris+V9N1+59-62.pdf>
- Lezama, J.L, y Domínguez, J. (2006). Medio ambiente y sustentabilidad urbana. *Papeles de población*, 12(49), 153-176. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252006000300007&lng=es&tlng=es.
- Ley General del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca. (2006). Áreas Naturales Protegidas. 10 de mayo 2008. D.O. No. 276
- Ley General del Equilibrio Ecológico. (2022). Áreas Naturales Protegidas. 13 de octubre de 2022. D.O. No. 46341.
- López-Ricalde, C.D., López-Hernández, E.S., y Ancona-Peniche, I. (2005). Desarrollo sustentable o sostenible: una definición conceptual. *Revista Horizonte Sanitario*, 4 (2). 1-7. <https://www.redalyc.org/pdf/4578/457845044002.pdf>

- Mandujano, M.C., Golubov, J. y Reyes J. (2002). Lo que usted siempre quiso saber sobre las cactáceas y nunca se atrevió a preguntar. *Biodiversitas* 40, 4-7. <https://studylib.es/doc/4777507/lo-que-usted-siempre-quiso-saber-sobre-las-cact%C3%A1ceas-y-nu...>
- Martínez-Bolaños, K. A. (2014). *El valor de uso de plantas ornamentales-rituales comercializadas en los mercados de los valles centrales del Estado de Oaxaca* [Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca].
- Meza, M.V. (2011). *Segundo informe Cactáceas mexicanas: usos y amenazas*. INE-ADA. 1209p.
- Miguel-Velasco A.E., R.C. López Hernández, A: Martínez-García, L.A. Martínez Sánchez, L.E. García Cruz. Leña, Sustentabilidad de igual y ciudades multiculturales. *Perfiles Latinoamericanos*, 2 (58), 1-27. <https://perfilesla.flacso.edu.mx/index.php/perfilesla/article/view/1275>
- Miranda. M.A., (2022). *Los cultivos que más dinero dejan en México en 2021*. <https://es.producepay.com/blog/articulos/los-cultivos-que-mas-dinero-dejaron-en-mexico-en-2021/#:~:text=Cultivos%20con%20mayor%20ingreso&text=En%20este%20sentido%2C%20el%20cultivo,923%2C234%20pesos%2Fha%2C%20respectivamente>.
- Munguía-Vázquez, A., Cárdenas-Camargo, I. y Rangel-Villafranco, M. (2018). Uso y conocimiento de cactáceas en la comunidad otomí de El Alberto, en Ixmiquilpan (Hidalgo, México). *Ambiente y Desarrollo*. (22) 43, 1-13. <https://www.redalyc.org/journal/3478/347874622003/movil/>
- Nunnally, J. y Bernstein, I. (1994). *Psychometric theory* (3a ed.). Nueva York, Estados Unidos: McGraw-Hill.
- Nyffeler, R. (2002). Phylogenetic relationships in the cactus family (Cactaceae) based on evidence from TRNK/ MATK y TRNL-TRNF sequences. *American Journal of Botany* 89 (2): 312-326. <https://bsapubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.3732/ajb.89.2.312>

- Organización Mundial del Comercio (OMC). (2021). Trade and tariff data. World Trade Organization. Statistics (Base de datos). https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/statis_e.htm
- Organización Panamericana de la Salud (01 de enero de 2022). Descriptores en Ciencias de la Salud: Factores sociodemográficos. <https://decs.bvsalud.org/es/ths/resource/?id=59890#:~:text=Indicadores%20utilizados%20para%20describir%20a,de%20vida%20y%20factores%20similares.>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2003). *Estudios sobre tenencia de la tierra-Tenencia de la Tierra y Desarrollo Rural*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Consultado el 15 de mayo de 2022 en <https://www.fao.org/3/y4307s/y4307s00.htm#Contents>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2011). El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. Cómo gestionar los sistemas en riesgo. FAO, Roma y Mundi-Prensa, Madrid
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2015). *Agricultura mundial 2015-2030*. FAO, <https://www.fao.org/3/y3557s/y3557s00.htm#TopOfPage>
- Organización de las Naciones Unidas, (2021). Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Pais, A. (2016). *El millonario negocio del tráfico ilegal de los cactus más codiciados*. BBC NEWS. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/05/160506_ciencia_mercado_negro_de_cactus_estados_unidos_mexico_ap
- Peters, E.M., S. Arizaga, C. Martorell, R. Zaragoza y E. Ezcurra. (2014). Distribución geográfica y estado de conservación de las poblaciones de *Mammillaria pectinifera*. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 942-952. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-

Pueblos originarios. Mitla ciudad de los muertos.

<https://pueblosoriginarios.com/meso/oaxaca/zapoteca/mitla.html><https://datamexico.org/es/profile/geo/san-pablo-villa-de-mitla?redirect=true>

Quezada S. (2016). *Análisis de la diversidad genética de Mammillaria rekoii Britton y Rose (Cactaceae) endémica de Oaxaca*. Facultad de Estudios Superiores de Iztacala. 27 p.

Ramírez J.L. (2009). *Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas*. Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas de la Universidad Veracruzana. 8 p.

Registro Agrario Nacional. (2018). *En Oaxaca el Registro Agrario Nacional ha generado 800,000 documentos agrarios*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/ran/articulos/en-oaxaca-el-registro-agrario-nacional-ha-generado-800-000-documentos-agrarios?idiom=es#:~:text=El%2076%20por%20ciento%20del,la%20tenencia%20de%20la%20tierra>

RCMULTIMEDIOS (2011). *Encuentran restos de antiguos moradores de “La Fortaleza” en el Valle de Mitla*. RCMULTIMEDIOS. <https://rcmultimedios.mx/encuentran-restos-de-antiguos-moradores-de-la-fortaleza-en-el-valle-de-mitla/>

Ricaurte, C. (2009). *Manual para el diagnóstico turístico local, guía para planificadores*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 50 p.

Ringle, C. M., Wende, S., y Becker, J.-M. 2022. "SmartPLS 4." Boenningstedt: SmartPLS GmbH, <http://www.smartpls.com> .

Roberts, N. y Thatcher, J. (2009). *Conceptualizing and testing formative constructs: Tutorial and a noted example*. The data Base for Advances in Information Systems, 40(3), 9-39. https://www.researchgate.net/publication/220627368_Conceptualizing_and_Testing_Formative_Constructs_Tutorial_and_Annotated_Example.

Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

- Saldivia, P.R. y L. Faúdez. (2007). *Ficha resumen de especie: Maihuenia patagonica (Phil.) Britton & Rose. In The Cactaceae; descriptions and illustrations of plants of the cactus family.* Secretaría Técnica Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres 1-4. https://clasificacionespecies.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/10/Maihuenia_patagonica_P05R5-9_RCE.pdf
- San Pablo Villa de Mitla. (2019-2021). *Plan de Desarrollo Municipal.* UNESCO-OCPM-Mitla Pueblo Mágico.
- San Pablo Villa de Mitla. (2021). Sitio oficial: <https://www.mitla.gob.mx>
- Sandate-Flores, L., Romero-Esquivel, E., Rodríguez-Rodríguez, J., Rostro-Alanis, M., Melchor-Martínez, E. M., Castillo-Zacarías, C., Ontiveros, P. R., Celaya, M. F. M., Chen, W. N., Iqbal, H. M. N., y Parra-Saldívar, R. (2020). Functional Attributes and Anticancer Potentialities of Chico (*Pachycereus Weberi*) and Jiotilla (*Escontria Chiotilla*) Fruits Extract. *Plants (Basel, Switzerland)*, 9(11), 1623. <https://doi.org/10.3390/plants9111623>
- Sandate-Flores, L., (2021). *Los frutos de las cactáceas, fuente alimenticia y económica para México.* <https://www.printfriendly.com/p/g/GXgaSF>
- Sandate-Flores, L., Rodríguez-Hernández, D. V., Rostro-Alanis, M., Melchor-Martínez, E. M., Brambila-Paz, C., Sosa-Hernández, J. E., Parra-Saldívar, R., Rodríguez-Rodríguez, J., y Iqbal, H. M. N. (2022). *Evaluation of three methods for betanin quantification in fruits from cacti.* *Methods*, 9, 101746. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2022.101746>
- Sarandón S.J. (2020). El papel de la agricultura en la transformación social -ecológica de América Latina [Archivo PDF]. <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/mexiko/16550.pdf>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. (PDF). https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf

- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). Tráfico ilegal de vida silvestre. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001601.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2015). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. SEMARNAT. México. 2016.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (SEMARNAT). (2016). *Cactáceas, riqueza natural de México*.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016a). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. Edición 2015. Semarnat. México.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016b). *Cactáceas, riqueza natural de México*. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/cactaceas-riqueza-natural-de-mexico>
- Secretaría de Turismo (SECTUR), 2021. Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/ecoturismo-una-opcion-de-desarrollo>
- Simpson, M.G. (2006). *Plant Systematics*. Elsevier academic press. Primera edición 590p.
- Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos de México (SINAREFI). Red de ornamentales. (2006). *Plan estratégico*. Recuperado el 21 de noviembre de 2022 en: http://www.uaemex.mx/ornamentalesred/Principal_plan_estrategico.html.
- The World Bank. (2022). *Población por país*. <https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/>
- Torrentera L. (2012). Funcionarios de Cupe saquea recursos naturales de Mitla: Comuneros. *Ciudadanía*. <https://www.ciudadania-express.com/2012/medio-ambiente/funcionario-de-cue-saquea-recursos-naturales-de-mitla-comuneros>

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2015). El comercio ilegal contribuye a situar a los cactus entre las especies más amenazadas del mundo. *Lista Roja de la UICN*. <https://www.iucn.org/es/content/el-comercio-ilegal-contribuye-a-situar-a-los-cactus-entre-las-especies-mas-amenazadas-del-mundo-lista-roja-de-la-uicn>

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2016). *Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales. Versión 2016-2*. www.iucnredlist.org

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2022). *Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales*. <https://www.iucnredlist.org/search?query=Nopalea%20karwinskiana&searchType=species>

Valencia, S. (1991). El problema de la especie. *Ciencias*. 13-22. <http://www.ejournal.unam.mx/cns/no24/CNS02404.pdf>

Worldometer. (2022). *Población mundial*. y Negocios. <https://www.worldometers.info/es/poblacion-mundial/#>

ANEXO I. ENCUESTA

ENCUESTA ETNOBOTÁNICA: USOS DE LAS CACTÁCEAS POR HABITANTES DE SAN PABLO VILLA DE MITLA

La presente encuesta forma parte del proyecto de investigación “Análisis estratégico de los factores sociodemográficos y la biodiversidad de la familia Cactaceae en San Pablo Villa de Mitla, Tlacolula, Oaxaca”, realizada en el Instituto Tecnológico de Oaxaca con la finalidad de identificar la importancia de las cactáceas y obtener resultados que ayuden a la población.

PERFIL DE LA POBLACIÓN

La presente sección es para conocer el perfil de la población

1. Edad

Otros

2. Sexo

Femenino

Masculino

3. Colonia

San Pablo Villa de Mitla

Sha gi bloo

Roobias

Los presidentes

El progreso

Guadalupe victoria

San judas

3 de mayo

Aeropuerto

Compositores

El trébol

Rosario

La mojonera

Otros: _____

5. Escolaridad

Sin estudios

Básica

Media superior

Superior

Posgrado

Otros: _____

4. ¿A qué actividad económica se dedica?

Labores domésticas

Venta de artesanía

Elaboración de ropa típica

Ocupación turística

Agricultura

Autoproducción

Crianza de animales

IDENTIFICACIÓN DE LAS CACTACEAS

Las imágenes siguientes son ejemplares de cactáceas, muy comunes en zonas áridas de México y de la población de Mitla

1.- ¿Con qué nombre la conoce?

- Chilillo
- Chilillo blanco
- Biznaga partida mocha
- Biznaguita
- Coryphantha retusa*

Otros: _____



2.- ¿Qué uso le da y qué parte de la planta utiliza?

	Planta completa	Flor	Fruto	Espina	Raíces	Savia (Baba)
Alimenticio	<input type="checkbox"/>					
Adorno	<input type="checkbox"/>					
Medicinal	<input type="checkbox"/>					
Cerca viva	<input type="checkbox"/>					
Forraje	<input type="checkbox"/>					
Artesanal	<input type="checkbox"/>					
Cosmético	<input type="checkbox"/>					
Combustible	<input type="checkbox"/>					

3. ¿Con qué nombre la conoce?

- Biznaga
- Barril
- Ferocactus recurvus*

Otros: _____



4.- ¿Qué uso le da y qué parte de la planta utiliza?

	Planta completa	Flor	Fruto	Espina	Raíces	Savia (Baba)
Alimenticio	<input type="checkbox"/>					
Adorno	<input type="checkbox"/>					
Medicinal	<input type="checkbox"/>					
Cerca viva	<input type="checkbox"/>					
Forraje	<input type="checkbox"/>					
Artesanal	<input type="checkbox"/>					
Cosmético	<input type="checkbox"/>					
Combustible	<input type="checkbox"/>					

5. ¿Con qué nombre la conoce?

- Biznaguita
-
- Chilillo
- Mammillaria karwinskiana*

Otros: _____



6.- ¿Qué uso le da y qué parte de la planta utiliza?

	Planta completa	Flor	Fruto	Espina	Raíces	Savia (Baba)
Alimenticio	<input type="checkbox"/>					
Adorno	<input type="checkbox"/>					
Medicinal	<input type="checkbox"/>					
Cerca viva	<input type="checkbox"/>					
Forraje	<input type="checkbox"/>					
Artesanal	<input type="checkbox"/>					
Cosmético	<input type="checkbox"/>					
Combustible	<input type="checkbox"/>					

7. ¿Con qué nombre la conoce?

- Bitshob
- Garambullo
- Candelabro
- Myrtillocactus geometrizans*

Otros: _____



8.- ¿Qué uso le da y qué parte de la planta utiliza?

	Planta completa	Flor	Fruto	Espina	Raíces	Savia (Baba)
Alimenticio	<input type="checkbox"/>					
Adorno	<input type="checkbox"/>					
Medicinal	<input type="checkbox"/>					
Cerca viva	<input type="checkbox"/>					
Forraje	<input type="checkbox"/>					
Artesanal	<input type="checkbox"/>					
Cosmético	<input type="checkbox"/>					
Combustible	<input type="checkbox"/>					

CONTINUACIÓN ANEXO I

9. ¿Con qué nombre la conoce?

- Nopal
- Cardo
- Guish gool
- Opuntia pubescens

Otros: _____



10.- ¿Qué uso le da y qué parte de la planta utiliza?

	Planta completa	Flor	Fruto	Espina	Raíces	Savia (Baba)
Alimenticio	<input type="radio"/>					
Adorno	<input type="radio"/>					
Medicinal	<input type="radio"/>					
Cerca viva	<input type="radio"/>					
Forraje	<input type="radio"/>					
Artisanal	<input type="radio"/>					
Cosmético	<input type="radio"/>					
Combustible	<input type="radio"/>					

11. ¿Con qué nombre la conoce?

- Nopal de cerro
- Nopal velludo
- Nopalillo silvestre
- Opuntia velutina

Otros: _____



12.- ¿Qué uso le da y qué parte de la planta utiliza?

	Planta completa	Flor	Fruto	Espina	Raíces	Savia (Baba)
Alimenticio	<input type="radio"/>					
Adorno	<input type="radio"/>					
Medicinal	<input type="radio"/>					
Cerca viva	<input type="radio"/>					
Forraje	<input type="radio"/>					
Artisanal	<input type="radio"/>					
Cosmético	<input type="radio"/>					
Combustible	<input type="radio"/>					

13. ¿Con qué nombre la conoce?

- Árbol de tuna
- Pitayo
- Pitaya de agosto
- Pitayo xoconostle
- Tunillo
- Xoconostle
- Stenocereus stellatus*

Otros: _____



14.- ¿Qué uso le da y qué parte de la planta utiliza?

	Planta completa	Flor	Fruto	Espina	Raíces	Savia (Baba)
Alimenticio	<input type="radio"/>					
Adorno	<input type="radio"/>					
Medicinal	<input type="radio"/>					
Cerca viva	<input type="radio"/>					
Forraje	<input type="radio"/>					
Artisanal	<input type="radio"/>					
Cosmético	<input type="radio"/>					
Combustible	<input type="radio"/>					

15. ¿Con qué nombre la conoce?

- Pitaya
- Organo
- Candelabro
- Stenocereus dumortieri*

Otros: _____



16.- ¿Qué uso le da y qué parte de la planta utiliza?

	Planta completa	Flor	Fruto	Espina	Raíces	Savia (Baba)
Alimenticio	<input type="radio"/>					
Adorno	<input type="radio"/>					
Medicinal	<input type="radio"/>					
Cerca viva	<input type="radio"/>					
Forraje	<input type="radio"/>					
Artisanal	<input type="radio"/>					
Cosmético	<input type="radio"/>					
Combustible	<input type="radio"/>					

CONTINUACIÓN ANEXO I

17. ¿Con qué nombre la conoce?

- Biznaga
- Asiento de suegra
- Cactus erizo
- Bola de oro
- Barril de oro
- Echinocactus grusonii*



Otros: _____

18.- ¿Qué uso le da y qué parte de la planta utiliza?

	Planta completa	Flor	Fruto	Espina	Raíces	Savia (Baba)
Alimenticio	<input type="checkbox"/>					
Adorno	<input type="checkbox"/>					
Medicinal	<input type="checkbox"/>					
Cerca viva	<input type="checkbox"/>					
Forraje	<input type="checkbox"/>					
Artesanal	<input type="checkbox"/>					
Cosmético	<input type="checkbox"/>					
Combustible	<input type="checkbox"/>					

19. ¿Con qué nombre la conoce?

- Nopal
- Nopal de lengüita
- Nopal lengua de vaca
- Opuntia karwinskiana*



Otro: _____

20.- ¿Qué uso le da y qué parte de la planta utiliza?

	Planta completa	Flor	Fruto	Espina	Raíces	Savia (Baba)
Alimenticio	<input type="checkbox"/>					
Adorno	<input type="checkbox"/>					
Medicinal	<input type="checkbox"/>					
Cerca viva	<input type="checkbox"/>					
Forraje	<input type="checkbox"/>					
Artesanal	<input type="checkbox"/>					
Cosmético	<input type="checkbox"/>					
Combustible	<input type="checkbox"/>					

21. ¿Con qué nombre la conoce?

- Organo
- Chilayo
- Pachycereus marginatus*



Otros: _____

22.- ¿Qué uso le da y qué parte de la planta utiliza?

	Planta completa	Flor	Fruto	Espina	Raíces	Savia (Baba)
Alimenticio	<input type="checkbox"/>					
Adorno	<input type="checkbox"/>					
Medicinal	<input type="checkbox"/>					
Cerca viva	<input type="checkbox"/>					
Forraje	<input type="checkbox"/>					
Artesanal	<input type="checkbox"/>					
Cosmético	<input type="checkbox"/>					
Combustible	<input type="checkbox"/>					

Uso de las plantas

La finalidad del presente apartado es identificar la importancia de las cactáceas en la población a través del uso tradicional que le han dado.

1.- ¿Ha utilizado cactáceas alguna vez en su vida?

- Si
 No

2.- ¿Qué le ha llevado a utilizar cactáceas?

- Costumbre familiar
 Necesidad económica
 Alimentación humana
 Alimentación de animales
 Le gustan

3.- ¿Con qué frecuencia consume nopales?

- Muy frecuentemente
 Frecuentemente
 Ocasionalmente
 Muy raramente
 Nunca

4.- ¿Qué tipo de Cactáceas ha notado que más ha disminuido en el campo?

- Nopales
 Chilillos
 Biznaga de espinas de gancho
 Chilillo blanco
 Bitiushoob
 Palo de tuna
 Pitaya
 Todas las anteriores

5.- ¿Desde cuándo utiliza las cactáceas?

- Niñez
 Adolescencia
 Etapa adulta

6.- ¿El uso de las cactáceas lo aprendió de alguien?

- Abuelos
- Padres
- Hermanos
- Tíos
- Hijos
- Amigos
- Vecinos

Otros: _____

7.- ¿Le ha enseñado a otra persona el conocimiento que tiene sobre las cactáceas?

- Abuelos
- Padres
- Hermanos
- Tíos
- Hijos
- Amigos
- Vecinos

Otros: _____

8.- ¿Con qué frecuencia ocupa las cactáceas en su vida cotidiana?

- Muy frecuentemente
- Frecuentemente
- Ocasionalmente
- Muy raramente
- Nunca

9.- ¿Con qué frecuencia ha colectado cactáceas en el campo?

- Muy frecuentemente
- Frecuentemente
- Ocasionalmente
- Muy raramente
- Nunca

10.- ¿Ha comprado alguna vez cactáceas?

- Si
- No

11.-En caso de tener cactáceas en su casa, ¿Cuántos tipos distintos de ejemplares tiene?

- 1-5
- 5-10
- Más de 10

12.- ¿Qué tan importante considera que son las cactáceas?

- Muy importante
- Importante
- Moderadamente importante
- De poca importancia
- Sin importancia

13.- ¿Considera que la gente del pueblo ha influido en la disminución de cactáceas?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indeciso
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

14.- ¿Ha eliminado cactáceas de su terreno por construcción o ampliación de una vivienda?

- Si
- No

15.-En caso de responder afirmativamente a la pregunta anterior, ¿Qué ha hecho con las plantas?

- Trasplantarlas
- Dejarlas secar
- Dárselas de comer a los animales
- Quemarlas

16.- ¿Considera que es necesario proteger a las cactáceas?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indeciso
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

17.- ¿Considera que la agricultura ha sido un factor de riesgo para las cactáceas?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indeciso
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

18.- ¿Considera que las cactáceas son un problema en cuanto al aumento de habitantes en la población?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indeciso
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

19.- ¿Le gustaría cultivar cactáceas?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indeciso
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

20.- ¿Ha percibido alguna disminución de cactáceas en la población?

- Casi siempre
- Usualmente
- Ocasionalmente
- Usualmente no
- Casi nunca

21.- ¿Considera que las cactáceas son valiosas para Mitla?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indeciso
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

22.- ¿Le gustaría que en Mitla existiera un jardín de cactáceas?

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Indeciso
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

23. ¿Cuál ha sido el tipo de cactáceas que más ha colectado en campo?

- Chilillo
- Chilillo blanco
- Biznaga
- Bitiushoob
- Palo de tuna
- Pitaya

Gracias por sus respuestas, si tiene interés de los resultados, proporcione su contacto.

Correo electrónico: _____

Número telefónico: _____

ANEXO II. CATÁLOGO DE CACTÁCEAS DE MITLA

CATÁLOGO DE CACTÁCEAS DE MITLA



Instituto Tecnológico de Oaxaca
San Pablo Villa de Mitla

PRESENTACIÓN

El presente catalogo se encuentra formado por 11 especies de cactáceas ubicadas en San Pablo Villa de Mitla, un pequeño pueblo situado en la región de los Valles Centrales de Oaxaca, conocido por su rica tradición cultural y su impresionante patrimonio arqueológico. Es poseedora de flora cactológica de gran importancia biológica, debido a que las especies que aquí se encuentran son consideradas endémicas de México, lo que significa que no se pueden encontrar en ningún otro lugar del mundo.

Las cactáceas de Mitla suelen ser de gran tamaño como *Pachycereus marginatus*, *Stenocereus dumortieri*, *Stenocereus stellatus*, *Myrtilocactus geometrizzans*, *Opuntia velutina* y *Opuntia karwinskiana*, aunque también se encuentran especies pequeñas de gran valor ornamental como: *Coryphantha retusa*, *Mammillaria karwinskiana*, *Ferocactus recurvus*, y *Echinocactus platyacanthus* que son un símbolo icónico del paisaje desértico de la región, a través de estas páginas se podrá descubrir la belleza y diversidad de estas plantas, encontrara información detallada sobre la identificación de las especies, incluyendo su nombre científico, características físicas y usos, así mismo se incluye un apartado sobre el estatus que tienen en los principales listados de protección nacionales e internacionales.

La organización de las imágenes en el presente catálogo corresponde en primer lugar a las especies que se consideran bajo protección especial y en peligro debido a que sus poblaciones se encuentran más vulnerables, estas son: *C. retusa*, *E. platyacanthus* y *P. marginatus*. Mismas que sus poblaciones son reducidas o con nula representación en medio silvestre como las dos últimas especies antes mencionadas y *O. karwinskiana* que actualmente se ha encontrado como cultivada por su valor alimenticio y económico en la población. Finalmente continúan aquellas especies que no se encuentran en un grado grave de vulnerabilidad.

Esperamos que este catálogo te ayude a apreciar la belleza y diversidad de las cactáceas de Mitla y que te animes a explorar más a fondo la región y sus tesoros naturales. ¡Disfruta de tu aventura en este mundo mágico de espinas y flores!

Antecedentes históricos

San Pablo Villa de Mitla es una comunidad ubicada en el estado de Oaxaca, a una altitud de 1.600 metros sobre el nivel del mar y cuenta con un clima semiárido, caracterizado por temperaturas cálidas durante el día y frescas durante la noche. Su nombre se deriva de dos elementos: "San Pablo" y "Mitla". "San Pablo" es una referencia a San Pablo Apóstol, uno de los doce discípulos de Jesucristo en la tradición católico-cristiana. La iglesia principal de la comunidad está dedicada a San Pablo (Figura 1).

"Mitla", por otro lado, se refiere al sitio arqueológico prehispánico (Figura 2 y 3) ubicado en las cercanías de la comunidad. Mitla fue un importante centro religioso y político de la cultura zapoteca, que floreció en la región de Oaxaca entre los siglos VII y XV. El nombre "Mitla" proviene del vocablo zapoteco "Mictlán", que significa "lugar de los muertos"; en zapoteco se conoce como Liobaa: "Casa de descanso" o "Casa de tumbas", fue llamada así debido a las tumbas de importantes jerarcas zapotecos encontradas en sus edificios (Data México, 2020-i; pueblos originarios, 2021).

Después del decaimiento de Monte Albán, en el año 750 D.C. Mitla expande su territorio, alcanzando su máximo esplendor entre los años 1000 y 1521; en 1528 fue fundada y para 1712 la corona española le otorgo títulos que amparan la posesión de la tierra; en 1874 Mitla era considerado un poblado con importantes redes comerciales con comunidades de la sierra mixe y contaba con 2153 habitantes (pueblos originarios, 2021). El 16 de octubre del 2015 el gobernador del Estado de Oaxaca y la Secretaría de Turismo federal otorgo el nombramiento de Pueblo Mágico a la comunidad de San Pablo Villa de Mitla (pueblos originarios, 2021).

Mitla se ha caracterizado por ser un pueblo de tradiciones y cultura que incluye los recursos naturales dentro de su día a día, muestra de ello es la presencia de cactáceas en el centro cultural más importante de la población, la zona arqueológica que se encuentra principalmente cercada con la especie *Pachycereus marginatus* (Figura 4).

Figura 1. Grupo Norte e iglesia en Mitla



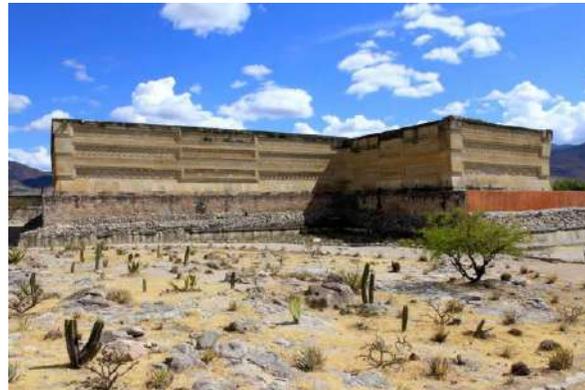
Fuente: Foto INAH. (1935)

Figura 2. Mujeres sentadas junto a las ruinas de Mitla



Fuente: Foto INAH. (1950)

Figura 3. Foto actual de las ruinas de Mitla



Fuente: Sin autor, tomada de la red

Figura 4. Cerca viva de Cactus



Fuente: Foto de Brehmeo (1935)

INDICE DE ESPECIES

<i>Coryphantha retusa</i>	160
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	162
<i>Pachycereus marginatus</i>	166
<i>Opuntia karwinskiana</i>	167
<i>Mammillaria karwinskiana</i>	164
<i>Ferocactus recurvus</i>	168
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	170
<i>Opuntia velutina</i>	172
<i>Opuntia pubescens</i>	174
<i>Stenocereus dumortieri</i>	176
<i>Stenocereus stellatus</i>	178

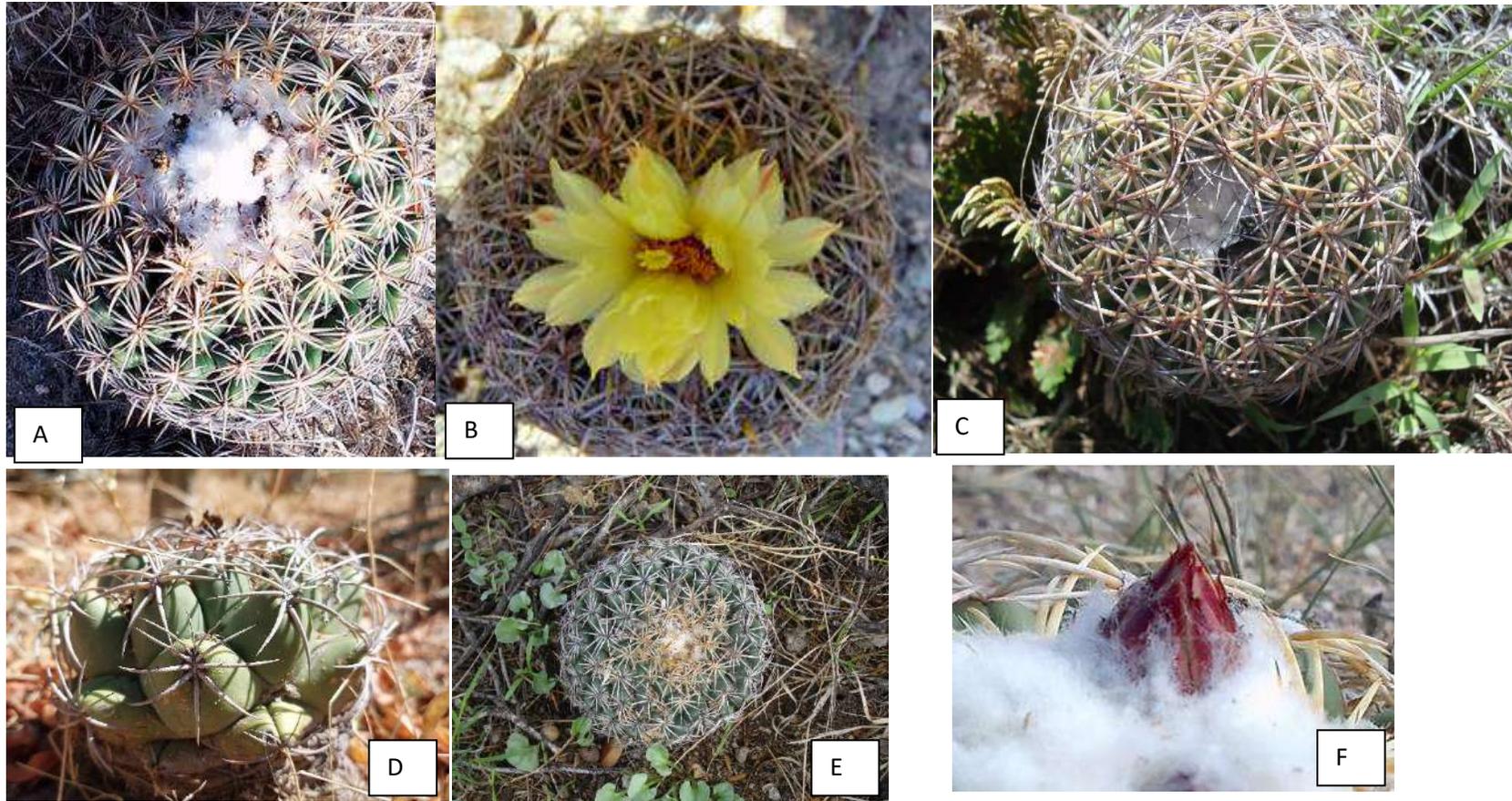


Coryphantha retusa (Pfeiff.) Britton & Rose

Especie Tallos	Espinas radiales	Espinas centrales	Flores	Flor ación	Fruto	Fructifi cación
Tallos simples Tubérculos dispuestos en 8-13 series, 0.7-1.0 cm largo	14-18, 1.0-1.4 cm largo, gruesas, blanco-amarillentas, ápice pardo, con la edad grisáceas	Ausentes , rara vez presente	2.5-3.5 cm largo, 2.0-3.5cm ancho, forma de campana	Agosto y octubre	2.0-2.5 cm largo por 0.8-1.5 cm ancho. Color verde claro a blanco	Agosto y noviembre
Se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Protección especial (Pr), en la Lista Roja de la UICN en la categoría de Datos insuficientes (DD) e incluida en el Apéndice II de CITES.						Endémica de México
Distribución	Oaxaca y Puebla					
Usos	Descripción					
Ornamental	Se utiliza como planta decorativa en espacios públicos y jardines privados					
Alimenticios	Se extrae y se consume el fruto					
Fuente: Elaboración propia con base en la NOM-059 (2010), CITES (2021), Arias <i>et al.</i> (2012) y UICN (2013) sobre la identificación y estatus de la especie. Usos de acuerdo a encuesta poblacional aplicada en Mitla						



Ejemplar adulto de *Coryphantha retusa* en floración ubicado en el paraje “La Fortaleza” de Mitla.



A). Ejemplar con lana blanca y presencia de frutos internos; B) Ejemplar en floración, espinas blanco-amarillentas; C) Ejemplar maduro con espinas más entrelazadas; D) Espinas radiales y centrales; E) Ejemplar juvenil y F) Detalle del botón de la flor protegido de lana.



Echinocactus platyacanthus (Link & Otto)

Tallos	Espinas radiales	Espinas centrales	Flores	Floración	Frutos	Fructificación	Costillas
Maduros cilíndricos, verde oscuro	Tallos jóvenes 8-10, 2.0-4.0 cm largo, rectas, ascendentes, rígidas, con la edad el número se reduce hasta desaparecer, amarillentas a grisáceas	2.6-5.5(-10.0) cm largo, semi aplanadas, rectas o algo curvadas	6.0-7.0 cm largo blanco-amarillos o rojizos	junio y septiembre.	Frutos: 4.0-7.0 cm largo por 1.1-1.4 cm, color. Pulpa blanca, seca al madurar	octubre y enero.	Costillas gruesas y duras, en individuos juveniles de 5 a 8. Adultos hasta 60
Se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de En protección especial (Pr), en la Lista Roja de la UICN en la categoría en peligro (EN) e incluida en el Apéndice II de la CITES.							Endémica de México
Distribución	Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas.						
Usos	Descripción						
Ornamental	Decoración de jardines y espacios públicos.						
Alimenticios	Se limpia y se prepara en conserva y dulces acitronados con azúcar. Los frutos se consumen crudos						
Fuente: Elaboración propia con base en NOM-059 (2010), CITES (2021), Arias <i>et al.</i> 2012 y UICN (2013) sobre la identificación y estatus de la especie. Usos de acuerdo a encuesta poblacional aplicada en Mitla							



Ejemplar adulto de *Echinocactus platyacanthus* ubicado en la zona arqueológica de Mitla.



A



B



C

A). Ejemplar adulto de *Echinocactus platyacanthus*, B) vista cenital con presencia de frutos y lana y C) Frutos en desarrollo con presencia de lana.

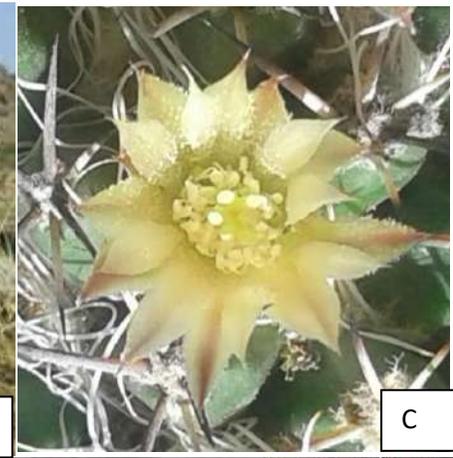


Mammillaria karwinskiana (Mart.)

Tallos	Mamilas o tubérculos	Espinas radiales	Espinas centrales	Flores	Floración	Frutos	Fructificación
Simple o ramificados desde la base o en el ápice, (6.0-)10.0-15.0 cm alto, 6.0-10.0 cm ancho, globosos a cortocilíndricos, con jugo lechoso, blanco, espeso	(0.5-)0.7-1.0(-1.5) cm largo, base 0.7-1.0(-1.2) cm ancho, ligeramente angulados en la base, ápice redondeado, verde claro a oscuro, cerdas, blanquecinas	0-2, a. 2.0 mm largo, blancas con ápice pardo	4-6, (0.4-)0.7-3.5(-4.0) cm largo, las laterales más cortas y delgadas, las superiores e inferiores largas	1.3-1.7(-2.0) cm largo, campanular, base verde clara o amarillo-verdosa, franja media púrpura en el haz, verde en el envés.	Septiembre a noviembre.	2.0 cm largo, 0.4-0.5 cm ancho, claviformes, rojos	Septiembre a diciembre.
Se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Protección especial (Pr), en la Lista Roja de la UICN como Preocupación menor (LC) e incluida en el Apéndice II de CITES.							Endémica de México
Distribución	Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca y Puebla.						
Usos	Descripción						
Ornamental	Decoración de jardines y espacios públicos.						
Alimenticios	Se consumen solos o acompañados de tortillas a manera de taco y agua de fruta						
Fuente: Elaboración propia con base en NOM-059 (2010), Arias <i>et al.</i> 2012, UICN (2013) Y CITES (2021) sobre la identificación y estatus de la especie. Usos de acuerdo a encuesta poblacional aplicada en Mitla							



Conglomerado de *Mammillaria karwinskiana* con frutos en el Paraje “La Fortaleza” de Mitla.



A-B. Ejemplares adultos de *Mammillaria karwinskiana* con frutos, C-D. floración, E) Frutos (chillos), F) Botones de floración.



Pachycereus marginatus (DC.) Britton & Rose

Tallos	Espinas radiales y centrales	Flores	Flora ción	Frutos	Fruct ificaci ón	Costill as
Columnares hasta 5.0(-7.0) m alto, 4.0-16.0 cm ancho, verde oscuro (ramifican sólo por algún daño en el ápice)	Generalmente no diferenciadas, 3-8, 0.5-3.5 cm largo, blanco-grisáceas, ápice negro, en la madurez se caen	laterales o apicales, blanco-verdosas con tintes rojizos, 2.5-4.0 cm largo, tubulares, nocturnas y diurnas, dispuestas a lo largo de la zona fértil	Febrero y mayo	1.5-2.8(-3.0) cm largo, 2.0-2.5 cm ancho, globosos a ovoides, rojos, brácteas 2.0-5.0 mm largo, 2.0-3.0(-4.0) mm ancho, cerdas 4.0-9.0 mm largo	abril y junio	4-7 de 1.0-4.0 cm alto
Se encuentra en la Lista Roja de la UICN en la categoría preocupación menor (LC) e incluida en el Apéndice II de CITES.				Endémica de México		
Distribución	Colima, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, México, Morelos, Oaxaca, Puebla y Querétaro.					
Usos	Descripción					
Ornamental	Decoración de jardines, locales y espacios públicos.					
Alimenticios	Se consume sus frutos directamente, en mermelada y agua fresca					
Cerca viva	Ocupada para separación de predios					
Fuente: Elaboración propia con base en Bravo-Hollis (1978), Nom_059 (2010), CITES (2021) Arias <i>et al.</i> 2012 y UICN (2013) sobre la identificación y estatus de la especie de especies. Usos de acuerdo a encuesta poblacional aplicada en Mitla.						

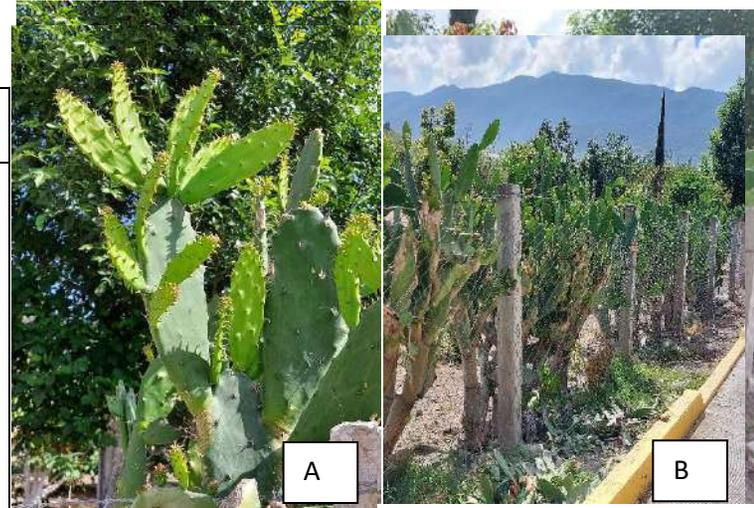


A). Ejemplares de *Pachycereus marginatus* formando una cerca viva en la zona arqueológica, B) Ejemplares ornamentales en jardín público de Mitla.



Opuntia karwinskiana Salm-Dyck

Tallos	Espinas	Cladodios	Flores	Floración	Frutos	Fructificación
2 a 7 m de alto. Tronco bien definido y espinoso	1 a 3, después más, hasta de 4 cm de largo, al principio rojizas, después amarillas, casi blancas	15 a 30 cm de largo y 5.5 a 8 cm de ancho, de color verde claro o ligeramente glauco	rojas, de 11 a 12 cm de largo	junio a septiembre.	Forma de ombligo, de 3 cm de largo.	Octubre
Se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de sin datos (SD).					Endémica de México	
Distribución	Sur de Sonora hasta Oaxaca					
Usos	Descripción					
Ornamental	Decoración de jardines y espacios públicos.					
Alimenticio	Se consume los cladodios con hoja de aguacate, cocinados en comal, preparados con tomate, jugos verdes, posee amplia variedad de comidas en las que puede ser incluido. Así mismo se consume sus frutos					
Cerca viva	Se utiliza para cercas de propiedades o a manera de cultivo					
Fuente: Elaboración propia con base en Bravo-Hollis. 1978 y Nom_059 (2010) sobre la identificación y estatus de la especie. Usos de acuerdo a encuesta poblacional aplicada en Mitla						



A). Cladodios tiernos de *Opuntia karwinskiana*, B). Cerca viva y C). Planta de ornato



Ferocactus recurvus
(Mill. Borg)

Tallos	Espinas radiales	Espinas centrales	Flores	Floración	Frutos	Fructificación	Costillas
Tallos simples, 20-50(-70.0) cm alto, 35-45cm ancho, globosos a cortocilíndricos,	5-11, 2.3-3.9 cm largo	3.5-6.2 cm largo, inferior más larga, 4.0-7.0 mm ancho, plana, forma de gancho.	3.4-4.6(-5.0) cm largo; rojo a púrpura, margen blanco-amarillento o amarillento,	Octubre y marzo	2.5-5.8 cm largo, hasta 2 cm ancho, ovoideas a elipsoides	Marzo y mayo	13-21(-24)
Se encuentra en la Lista Roja de la UICN en la categoría preocupación menor (LC) e incluida en el Apéndice II de CITES							Endémica de México
Distribución	Oaxaca y Puebla						
Usos	Descripción						
Ornamental	Decoración de jardines y espacios públicos.						
Alimenticio	Se limpia y se prepara conserva y dulces acitronados con azúcar						
Fuente: Elaboración propia con base en CITES (2021), Arias <i>et al.</i> 2012 y UICN (2013) sobre la identificación y estatus de la especie. Usos de acuerdo a encuesta poblacional aplicada en Mitla							



Ejemplar adulto de *Ferocactus recurvus*, ubicado en el paraje “La Fortaleza” de Mitla.





A



D



E



B



F



G



C

A-C. Vista cenital de *Ferocactus recurvus* en floración, D) Frutos en desarrollo, E-F. Ejemplares adultos, el primero en floración. G) Detalle de espinas radiales y centrales, ubicado en el paraje "La Fortaleza" de Mitla.



Myrtillocactus geometrizzans (Mart. ex Pfeiff.)

Tallos	Espinas radiales	Espinas centrales	Flores	Floraci3n	Frutos	Fructificaci3n	Costillas
Tallos 2.0-5.0(-7.0) m alto, 6.0 10.0(-12.0) cm ancho, ascendentes, arqueados, verde claro o verde azulado cuando j3venes	4-5(-9), 0.2-1.0(-3.0) cm largo, r3gidas, subuladas, grises, rojas cuando j3venes,	0-)1, 1.0-3.0(-7.0) cm largo, 2.0-4.0(-6.0) mm ancho, aplanada lateralmente, r3gida, gris.	2.0-3.0(-4.0) cm largo, 2.5-3.5 cm di3metro Color verde-amarillos, blanco-amarillos;	febrero a abril	1.0-2.0 cm largo, 0.8-2.0 cm ancho, globosos a elipsoides, p3rpura oscuro, pulpa p3rpura;	julio a septiembre	5-6(-7), 2.0-3.0 cm, alto, margen redondeado
Se encuentra en la Lista Roja de la UICN en la categor3a preocupaci3n menor (LC) e incluida en el Ap3ndice II de CITES (2021).						End3mica de M3xico	
Distribuci3n	Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, M3xico, Michoac3n, Nuevo Le3n, Oaxaca, Puebla, Quer3taro, San Luis Potos3, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas.						
Usos	Descripci3n						
Ornamental	Decoraci3n de jardines y espacios p3blicos.						
Alimenticios	Se consume sus frutos directamente, en mermelada y agua fresca						
Cerca viva	Ocupada para separaci3n de predios						
Fuente: Elaboraci3n propia con base en CITES (2021), Arias <i>et al.</i> 2012 y UICN (2013) sobre la identificaci3n y el estatus de la especie. Usos de acuerdo a encuesta poblacional aplicada en Mitla							



Ejemplar de *Myrtillocactus geometrizzans*, en el cerro Tosb3n, Mitla.



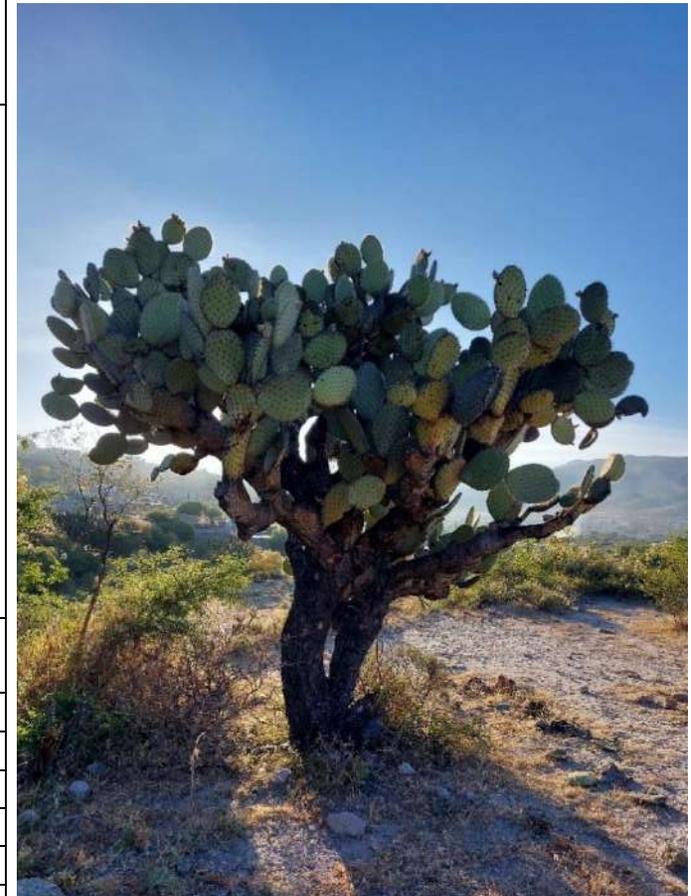


A). Ejemplar maduro, B) Tallos en floración, C) Espinas radiales y centrales, D-E. Flor y F Fruto.



Opuntia velutina (F.A.C. Weber)

Tallos	Espinas	Cladodios	Flores	Floración	Frutos	Fructificación
Arbustivos o arborescentes 1.0-4.0 m alto.	2-6, 1.0-3.0(-4.0) cm largo, 0.8-1.1 mm ancho, ligerament e subuladas, rectas, amarillentas	15.0-26.0 cm largo 14.0-20.0 cm ancho, ascendentes, angostos hasta anchamente obovados	3.0-5.0 cm Largo Color ápice acuminado, amarillo-anaranjados, con franja media anaranjada	octubre y diciembre.	3.0-3.2 cm largo, 2.5-3.0 cm ancho, globosos, rojos, pubescentes, glóquidas 0.5-1.0 cm largo, amarillas, cerdas ca. 1.2 cm largo, amarillas	Diciembre-enero
Se encuentra en la Lista Roja de la UICN en la categoría datos insuficientes (DD) e incluida en el Apéndice II de CITES.					Endémica de México	
Distribución	Guerrero, Morelos, Oaxaca y Puebla.					
Usos	Descripción					
Ornamental	Decoración de jardines y espacios públicos.					
Alimenticios	Se consume sus cladodios tiernos en la dieta humana y el ganado					
Cerca viva	Ocupada para separación de predios					
Fuente: Elaboración propia con base en CITES (2021), Arias <i>et al.</i> 2012 y UICN (2013) sobre la identificación y estatus de la especie. Usos de acuerdo a encuesta poblacional aplicada en Mitla						



Ejemplar adulto de *Opuntia velutina* en el cerro

Tosbín Mitla



A



B



C



D



E

A). Cladodios tiernos de *Opuntia velutina*, B-C Posible presencia de *Dactylopius coccus* (Grana cochinilla), D-E. Cladodio con frutos



Opuntia pubescens
J.C. Wendl. ex Pfeiff., Enum.

Tallos	Espinas	Cladodios	Flores	Floración	Frutos	Fructificación
Arbustivas 0.2-0.8 m alto ramifican desde la base, cilíndrico aplanados, 10.0-15.0(-25.0) cm largo, 1.0-3.0 cm ancho, ascendentes, se desprenden fácilmente cuando se tocan	1-5(-7), 0.5-3.5 cm largo, aciculares, amarillentas a pardas, más abundantes en cladodios maduros	Cilíndrico aplanado.	3.0-5.0 cm largo, color amarillo, con franja media rojiza, rojos al secarse	marzo a junio	2.2-3.5 cm largo, claviformes rosados a rojos, pubescentes, pulpa roja	junio a septiembre
Se encuentra en la Lista Roja de la UICN en la categoría preocupación menor (LC) e incluida en el Apéndice II de CITES.						
Distribución	De México a Sudamérica.					
Usos	Descripción					
Ornamental	Decoración de jardines y espacios públicos.					
Fuente: Elaboración propia con base en CITES (2021), Arias <i>et al.</i> (2012) y UICN (2013) sobre la identificación y estatus de especie. Usos de acuerdo a encuesta poblacional aplicada en Mitla						



Ejemplar maduro de *Opuntia pubescens* en el “Tosbín” la primera imagen y la segunda en la “Fortaleza”, en Mitla.





A). Ejemplar en floración de *Opuntia pubescens*, B) Flor amarilla recién abierta, C) Tallo y espinas y D) Flor color amarillo, con franja media rojiza (ya está por secarse) y botones rosados.

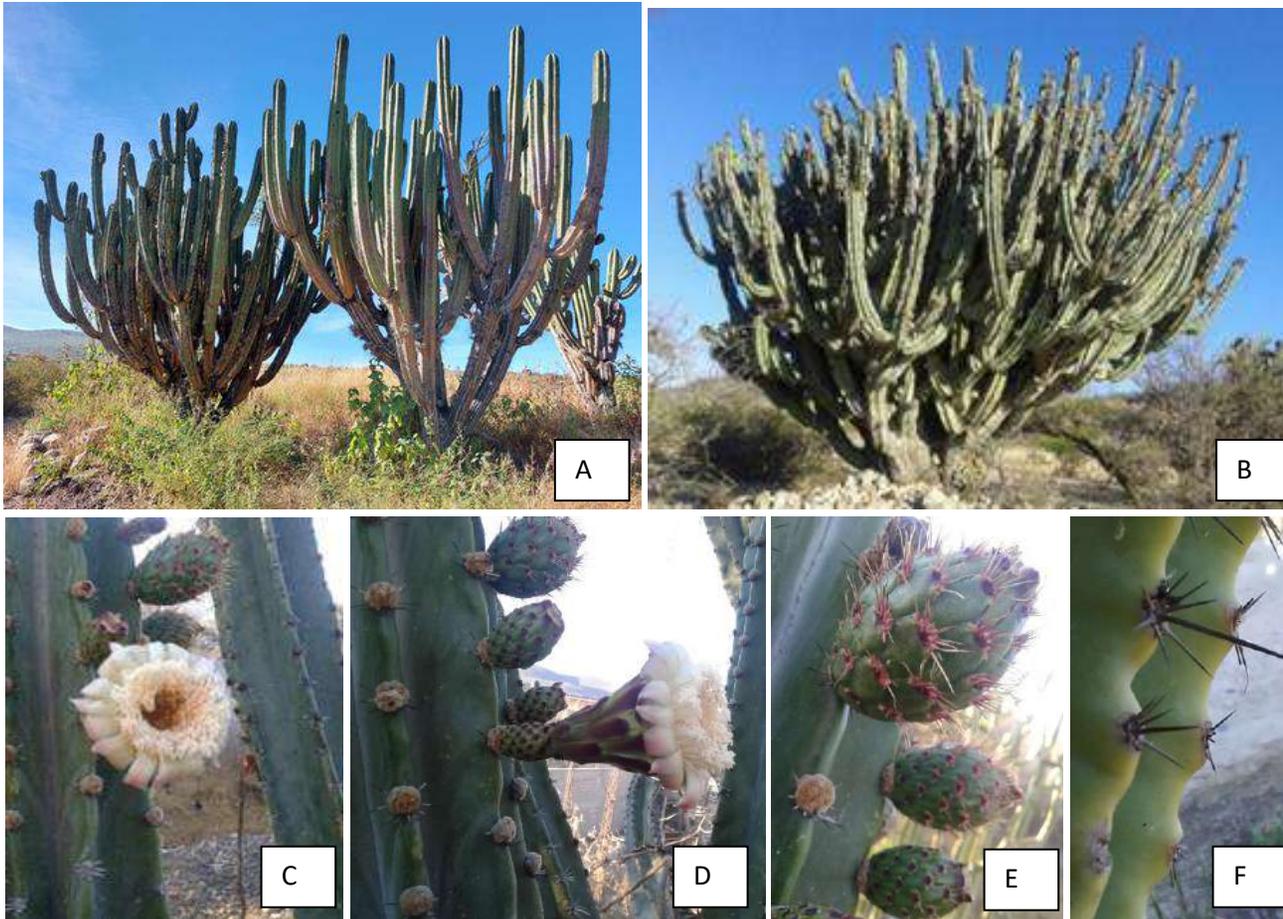


Stenocereus dumortieri
(Scheidw.) Buxb.

Tallos	Espinas radiales	Espinas centrales	Flores	Floración	Frutos	Fructificación	Costillas
Arborescentes 5.0-7.0 m alto. Tallos ramificados terminales hasta 4.0 m largo, 10.0-15.0 cm ancho, ensanchándose hacia la base, erectos o ligeramente arqueados	6-11, 0.4-1.5 cm largo, aciculares, rectas, delgadas, flexibles, rojas o amarillas, después grises	1(-4), 1.5-5.0 cm largo, a veces indistinguibles de las espinas radiales en los tallos viejos, aciculares, rectas, flexibles, amarillas luego grises	4.5-6.0 cm largo, 3.0 cm ancho, tubular, color blanco a verde; márgenes ligeramente pardos a rojos, franja media púrpura	marzo a junio	2.7-3.5 cm largo, 1.8-2.8 cm ancho, oblongos, anaranjados a rojos,	mayo a julio	5-7(-9), 2.5-4.0 cm alto, agudas en sección transversal, margen recto
Se encuentra en la Lista Roja de la UICN en la categoría preocupación menor (LC) e incluida en el Apéndice II de CITES.						Endémica de México	
Distribución	Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas.						
Usos	Descripción						
Ornamental	Decoración de jardines y espacios públicos.						
Alimenticios	Se consume sus frutos directamente, en mermelada y agua fresca						
Cerca viva	Ocupada para separación de predios						
Fuente: Elaboración propia con base en Bravo-Hollis (1978), CITES (2021), Arias <i>et al.</i> 2012 y UICN (2013) sobre la identificación y estatus de la especie. Usos de acuerdo a encuesta poblacional aplicada en Mitla.							



Ejemplar de *Stenocereus dumortieri* en el paraje “La Fortaleza, Mitla.



A-B. Ejemplares adultos de *Stenocereus dumortieri* ramificados, C) Tallo con floración vista frontal, D) Tallo con floración vista lateral, E) Frutos y F) Espinas radiales y centrales.



Stenocereus stellatus
(Pfeiff.) Riccob.,

Tallos	Espinas radiales	Espinas centrales	Flores	Floración	Frutos	Fructificación	Costillas
Arbustivas o a veces arborescentes , 2.0-4.0 m alto. Tallos con ramificación difusa, 7.0-16.0 cm ancho, suberectos o ascendentes,	5-13, 0.5-1.2(-1.6) cm largo, aciculares, rígidas, blanco-amarillentas, después grises,	(1-)3(-4), 2 divergentes hacia arriba,	4.5-6.0 cm largo, tubular rosados,	junio a septiembre	3.5-4.0 cm largo, 3.0-3.5(-4.0) cm ancho, globosos, rojos, brácteas 2.0 mm largo, aréolas con espinas 0.5-1.0 cm	julio a octubre	(7-)8-12(-13), 1.5-2.0 cm alto,
Se encuentra en la Lista Roja de la UICN en la categoría preocupación menor (LC) e incluida en el Apéndice II de CITES.						Endémica de México	
Distribución	Morelos, Oaxaca y Puebla.						
Usos	Descripción						
Ornamental	Decoración de jardines y espacios públicos.						
Alimenticios	Se consume sus frutos directamente, en mermelada y agua fresca						
Cerca viva	Ocupada para separación de predios						
Fuente: Elaboración propia con base en Bravo-Hollis (1978), CITES (2021), Arias <i>et al.</i> 2012 y UICN (2013) sobre la identificación y estatus de la especie. Usos de acuerdo a encuesta poblacional aplicada en Mitla.							



Ejemplar maduro de *Stenocereus stellatus*, en “La Fortaleza”, Mitla





A). Ejemplar juvenil de *Stenocereus stellatus*, B). Ápice del tallo, C-F Ápice del tallo en floración, D) Vista frontal del tallo, espinas radiales y centrales, E) Ápice con frutos en desarrollo.



ANEXO III. USO DE LAS CACTÁCEAS EN MITLA

Especies de cactáceas asociadas con el tipo de uso y descripción del mismo

No.	Especies	Nombre común	Tipo de uso (Frecuencia)	Parte que se utiliza	Descripción de uso
1	<i>O. pubescens</i>	Guish gol	Ornamental (87)	Completa	Decoración jardín
		Nopal	Cerca viva (22)	Completa	Delimita predios
		Bishio	Forraje (11)	Completa	Se limpia y se da de comer a los animales
2	<i>O. velutina</i>	Nopal del cerro	Cerca viva (75)	Completa	Delimita predios
		Nopalillo silvestre	Artesanal (44)	Pencas (cladodios)	Se cría la especie <i>Dactylopius coccus</i> , utilizada como colorante artesanal
			Ornamental (41)	Completa	Decoración jardín
			Alimenticio (32)	Pencas (cladodios)	Se consume cocidos con hoja de aguacate, en ensalada con pico de gallo
3	<i>S. stellatus</i>	Pitayo	Alimenticio (114)	Frutos	Se consumen los frutos en agua, mermeladas o solos
		Tunillo	Cerca viva (69)	Completa	Delimita predios
		Tunal Palo de tuna	Ornato (60)	Completa	Locales artesanales y mezcaleras, jardines públicos (El calvario) y privados
4	<i>S. dumortieri</i>	Órgano	Alimenticio (110)	Frutos	Se consumen los frutos en agua, mermeladas, nieves o solos
		Candelabro	Cerca viva (80)	Completa	Delimita predios
		Pitaya	Ornato (64)	Completa	Jardines públicos (El calvario y la zona arqueológica) y privados
			Combustible (51)	Completa	Una vez que esta seca la planta se ocupa como leña para fogones o braceros
5	<i>M. karwinskiana</i>	Chilillo	Alimenticio (97)	Frutos	Se consumen solos o acompañados de tortillas a manera de taco y agua de fruta
		Biznaguita Cactus	Ornato (99)	Completa	Se utiliza para jardines públicos y privados, como planta de interiores por su tamaño pequeño.
6	<i>M. geometrizzans</i>	Bitiushoob	Alimenticio (111)	Frutos	Se consume la frutilla de forma directa o en mermelada
		Candelabro	Ornato (67)	Completa	Jardines públicos (El calvario y la zona arqueológica) y privados
		Garambullo	Cerca viva (67)	Completa	Delimita predios
		Tunal	Combustible (20)	Completa	Una vez que esta seca la planta se ocupa como leña para fogones o braceros
7	<i>C. retusa</i>	Biznaguita partida mocha	Alimenticio (49)	Frutos	Se extrae y se consume
		Chilillo blanco Chupón Ombligo	Ornato (107)	Completa	Se utiliza para jardines públicos y privados, como planta de interiores por su tamaño pequeño.

No.	Especies	Nombre común	Tipo de uso (Frecuencia)	Parte que se utiliza	Descripción de uso
8	<i>F. recurvus</i>	Biznaga de gancho Barril	Ornato (102)	Completa	Se utiliza para jardines públicos y privados, como planta de interiores por su tamaño pequeño.
			Alimenticio (90)	Completa Frutos	Se limpia y se prepara conserva y dulces acitronados preparados con azúcar Los frutos se consumen crudos
9	<i>P. marginatus</i>	Órgano	Cerca viva (102)	Completa	Limitar predios, se ubican en la zona arqueológica y en casa particulares
			Ornato (47)	Completa	Se ubican en establecimientos de artesanías, mezcaleros y en jardineras
10	<i>E. platyacanthus</i>	Biznaga Barril de oro Asiento de suegra Alfiletero	Alimenticio (91)	Completa Frutos	Se limpia y se prepara conserva y dulces acitronados preparados con azúcar Los frutos se consumen crudos
			Ornato (89)	Completa	Se encuentra en la zona arqueológica
11	<i>O. karwinskiana</i>	Nopal de lengüita Nopal lengua de vaca	Alimenticio (117)	Completa Fruto	Se cortan, se pelan y se cocinan con hoja de aguacate, también se cocinan con garbanzos, en ensaladas mejor conocidos como nopalitos Los frutos se consumen simples o cocinados
			Cerca viva (50)	Completa	Delimita predios
			Ornato (39)	Completa	Decoración de espacios públicos o privados

Fuente: Elaboración propia con base a los resultados de las entrevistas aplicadas

O. Pubescens (*Opuntia pubescens*), *O. velutina* (*Opuntia velutina*), *O. karwinskiana* (*Opuntia karwinskiana*), *S. stellatus* (*Stenocereus stellatus*), *S. dumortieri* (*Stenocereus dumortieri*), *M. karwinskiana* (*Mammillaria karwinskiana*), *M. geometrizarans* (*Myrtilocactus geometrizarans*) *C. retusa* (*Coryphantha retusa*) y *F. recurvus* (*Ferocactus recurvus*), *P. marginatus* (*Pachycereus marginatus*), *E. platyacanthus* (*Echinocactus platyacanthus*)

GLOSARIO

Especie biológica: Poblaciones naturales que se reproducen de forma aislada de otros grupos (Valencia, 1991).

Ecoturismo: Son los viajes que tienen como fin el realizar actividades recreativas de apreciación y conocimiento de la naturaleza a través del contacto con la misma (SECTUR, 2021).

Botánica. Disciplina científica dedicada al estudio de las plantas, forma parte de la biología y está centrada en la descripción, la clasificación y el análisis de todas las características de los vegetales (UNJU, 2016).

Biodiversidad. Según el Instituto Colombiano de investigaciones biológicas Alexander Von Humboldt (1998), se define como la variación de las formas de vida de plantas, animales, hongos y microorganismos, su variabilidad genética, los ecosistemas de los que forman parte, los paisajes o las regiones en donde se ubican, incluyendo los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes (UAEH, 2011).

Biología de la Conservación. Estudia las maneras para combatir la extinción de las especies y la pérdida de hábitat, el impacto de la actividad humana en todos los aspectos del medio ambiente y busca formas menos destructivas para la interacción con los recursos biológicos de la Biosfera (Murray, 2006).

Ecología. Es el estudio de la relación entre las plantas y los animales con su ambiente físico y biológico” (Sánchez y Pontes, 2010).

Taxonomía. Organización y clasificación de los seres vivos en grupos que van desde los niveles más generales, como reinos y clases, hasta los más específicos, como géneros y especies (UNAM, 2021).