



Tipología de productores de agroecosistema pitaya y sus estrategias productivas, socioeconómicas y comerciales: estudio de caso en Huitziltepec, Puebla, México †

[Typology of pitaya agroecosystem producers and their productive, socioeconomic, and commercial strategies: a case study in Huitziltepec, Puebla, Mexico]

T. Ordonez, H. Navarro, D. Flores, Ma A. Pérez and H. Larios

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Edo. de México, C.P.56264, México, Email:

taniaog42@gmail.com, hermnava@colpos.mx*, dfs@colpos.mx, molvera@colpos.mx, larios.irnr@gmail.com

*Corresponding author

SUMMARY

Background: In the Mixteca region of Puebla, México, pitaya (*Stenocereus pruinosus*), a fruit from a cactus species, is cultivated and represents an income alternative for farming families. The municipality of Huitziltepec, Puebla, is the leading pitaya producer in the state, where local farmers have developed and accumulated knowledge, practices, and sociotechnical logics for managing the crop. **Objective:** To identify types of pitaya producers based on sociodemographic, productive, and economic variables, and to recognize the productive and socioeconomic strategies they implement within the pitaya agroecosystem. **Methodology:** A survey was conducted with 24 pitaya producers from the municipality of Huitziltepec, Puebla. The questionnaire addressed sociodemographic, productive, economic, and crop management variables. The data were processed using SPSS and Excel. A cluster analysis was performed to obtain a typology. In addition, some soil samples were collected to describe edaphic conditions. **Results:** Three groups of producers were identified. Group 1 has more experience (18.1 years on average), larger cultivated area (4.1 ha), and higher yield (8.6 t ha⁻¹). Group 2 combines pitaya production with other economic activities such as trades and commerce, cultivating an average of 1.7 ha with a yield of 7.6 t ha⁻¹. Group 3 is characterized by older age (61.3 years on average) and lower educational attainment (6.7 years), managing an average area of 1 ha and yielding 5.5 t ha⁻¹. Various strategies were identified for managing water, soil, pests, diseases, and frosts, as well as socioeconomic (pluriactivity) and commercial strategies (fruit processing). **Implications:** The research reveals that, despite ecological and socioeconomic limitations, producers have implemented strategies and sociotechnical practices to manage the pitaya agroecosystem. **Conclusions:** The typology enabled the identification of three distinct groups of producers. The socioeconomic, commercial, and productive strategies applied by the producers reflect knowledge and adaptation to local conditions, contributing to better management of the pitaya agroecosystem. **Key words:** agricultural systems in semi-arid environments; plant diversification; sociotechnical practices; family pluriactivity.

RESUMEN

Introducción: En la Región Mixteca Poblana, en el centro de México, se produce la pitaya, un fruto proveniente de la cactácea *Stenocereus pruinosus*, el cual representa una alternativa de ingresos para las familias campesinas. El municipio de Huitziltepec, Puebla es el principal productor de pitaya en el estado en donde los productores han desarrollado y acumulado saberes, conocimientos y lógicas de prácticas sociotécnicas para su manejo. **Objetivo:** Identificar tipos de productores de pitaya a partir de variables sociodemográficas, productivas y económicas y reconocer las estrategias productivas y socioeconómicas que implementan en el agroecosistema de pitaya. **Metodología:** Se aplicó una encuesta a 24 productores de pitaya pertenecientes al municipio de Huitziltepec, Puebla. El cuestionario abordó variables sociodemográficas, productivas,

† Submitted June 5, 2025 – Accepted May 25, 2026. <http://doi.org/10.56369/tsaes.6377>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = H. Navarro: <http://orcid.org/0000-0002-8599-3448>

económicas y de manejo del cultivo. Los datos recabados mediante la encuesta fueron procesados en el software SPSS y Excel. Se realizó un análisis de conglomerados para obtener una tipología. Además, se recolectaron algunas muestras de suelo para describir condiciones edáficas. **Resultados:** Se identificaron tres tipos de productores, el Tipo 1 tiene una mayor experiencia (18.1 años en promedio), superficie (4.1 ha) y rendimiento (8.6 t ha⁻¹), el Tipo 2 combina la producción con otras actividades económicas como los oficios y el comercio, manejan superficies de 1.7 ha en promedio y un rendimiento de 7.6 t ha⁻¹. El Tipo 3 se caracteriza por una mayor edad (61.3 años) y menor escolaridad (6.7 años), con superficies en promedio de 1 ha y un rendimiento de 5.5 t ha⁻¹. Se identificaron diversas estrategias para el manejo de agua, suelo, plagas y enfermedades y heladas, así como estrategias socioeconómicas (pluriactividad) y comerciales (transformación del fruto). **Implicaciones:** La investigación muestra que a pesar de las limitantes ecológicas y socioeconómicas los productores han implementado estrategias y diversas prácticas sociotécnicas para el manejo del agroecosistema. **Conclusiones:** La tipología permitió identificar tres tipos de productores. Las estrategias socioeconómicas, comerciales y productivas diferenciadas y realizadas por los tipos de productores, reflejan saberes y adaptación a las condiciones locales que ayudan a mejorar la gestión del agroecosistema de pitaya.

Palabras clave: sistemas agrícolas en ambiente semiárido; diversificación vegetal; prácticas sociotécnicas; pluriactividad familiar.

INTRODUCCIÓN

En México destacan dos grandes regiones productoras del fruto denominado pitaya con poblaciones silvestres que son cultivadas a nivel de traspatio y de manera comercial. La primera región se denomina Subcuenca de Sayula (Jalisco, Guanajuato, Zacatecas, Michoacán y Querétaro), con rendimientos de 6 t ha⁻¹ (Pimienta, 1999). La segunda es la Mixteca (Oaxaca y Puebla) donde se cultiva pitaya intercalada con pitaya xoconochtle (*Stenocereus stellatus*), con rendimientos de 1.5 a 2 t ha⁻¹ (Martínez y Bonilla, 2005). En los agroecosistemas territoriales, los sistemas de producción de pitaya son diversos debido a que son diseñados por familias campesinas con objetivos diferentes, en consecuencia, entre ellas las diferentes prácticas de manejo agrícola, así como los determinantes de las mismas. Por ejemplo, se han desarrollado diferentes prácticas de manejo, como es el caso de las familias productoras de la zona norte de Huajuapán de León, Oaxaca, quienes cuentan con una tecnología tradicional del cultivo de la pitaya (*Stenocereus pruinosus*), el xoconostle (*Stenocereus stellatus*) y la jiotilla (*Escontria chiotilla*) (Rosales y Cruz, 2021).

La palabra “pitaya”, de origen antillano, se traduce al español como “fruto escamoso” (Piña, 1977). En el contexto botánico mexicano, esta denominación tiene un uso amplio, ya que comprende al menos diez géneros de tres tribus de la familia Cactaceae: Pycnaceae, Hylocereaceae y Echinocereaceae (Bravo, 1978). Una de las primeras referencias escritas sobre la pitaya, tanto del fruto como de la planta, se encuentra en la obra Historia general de las Indias, escrita por Hernández de Oviedo y Valdés en 1535, quien la describe como “un fruto rojo proveniente de cardones verdes con espinas pardas o blanquecinas” (Casas et al., 1999). No

obstante, el aprovechamiento de dichas cactáceas se remonta a épocas prehispánicas. De acuerdo con Luna-Morales et al. (2001), en el Valle de Tehuacán, así como la región vecina de la Mixteca Baja, se ha documentado el uso de frutos, semillas y tallos de diversas cactáceas columnares (entre las que se encuentran *Stenocereus aff. pruinosus* y *S. stellatus*), estas prácticas de aprovechamiento datan de hace unos 8,000 años y existe la posibilidad de que ciertas especies hayan comenzado a aprovecharse desde la fase Palo Blanco (200-700 d.C.) (citado en Callen, 1967; Smith, 1967; González-Quintero, 1972; Winter et al., 1984).

Las cactáceas columnares como la pitaya desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas semiáridos, al ofrecer múltiples servicios ecosistémicos, como fuente de alimento y componente clave de la biodiversidad cultivada (Bravo, 1978; Martínez et al., 2009).

El cultivo de pitaya en México en el año 2023, generó un valor de la producción de 91,704.61 miles de pesos y se llevó a cabo principalmente en tres estados del país: Jalisco con 1,923.61 toneladas y un rendimiento de 8.61 t ha⁻¹; Oaxaca con 1,503.37 t y un rendimiento de 1.56 t ha⁻¹ y Puebla con 1,358.12 t y un rendimiento de 4.27 t ha⁻¹ (SIAP, 2023).

El estado de Puebla es el tercer productor de pitaya a nivel nacional con un valor de la producción de 16,960.28 miles de pesos. En la Mixteca Poblana se encuentra el municipio de Huitziltepec, mismo que registra la mayor producción con 722.05 toneladas y un rendimiento de 4.13 t ha⁻¹, en donde el valor de la producción es de 9,535.91 miles de pesos (SIAP, 2023).

La producción de pitaya en la Mixteca de acuerdo con lo investigado por Martínez *et al.* (2009) es principalmente bajo dos tipos de sistemas de cultivo en el agroecosistema: el tradicional que consiste en huertas tradicionales y de traspatio, llamadas localmente como “tecorrales”. En dichas huertas tradicionales se cultivan varias especies de cactáceas, siendo la pitaya la especie principal, seguida por pitaya xoconochtle (*Stenocereus stellatus*) y pitahaya (*Hylocereus undatus*), además de contar con diversas especies como maíz (*Zea mays*), cempasúchitl (*Tagetes erecta*), nopal (*Opuntia sp.*), quelites (*Amaranthus sp.*, *Anoda cristata*, *Portulaca oleracea*), granada (*Punica granatum*) y árboles de la familia Fabaceae como los guajes (*Leucaena sp.*) y los mezquites (*Prosopis sp.*), una diversidad de alimentos para las familias campesinas. El segundo tipo de sistema son los “planteles” que son monocultivos que, de acuerdo a lo señalado por los mismos autores, se han extendido en las últimas décadas a causa de la disminución del agua de riego y a la adopción de la lógica productiva de la agricultura convencional lo que ha provocado rupturas en la transmisión de conocimientos campesinos en el manejo de dichos agroecosistemas.

Es importante comprender las formas en que las familias campesinas gestionan sus agroecosistemas de acuerdo a sus estrategias familiares, asociadas a sus condiciones edafoclimáticas, sus conocimientos y sus vínculos con el mercado; considerando que la identificación de las principales determinantes o de factores limitantes, pueden contribuir para proponer alternativas adecuadas a sus circunstancias y al mejoramiento de los mismos. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo identificar tipos de productores de pitaya a partir de variables sociodemográficas, productivas y económicas, reconocer las estrategias productivas y socioeconómicas que implementan en el agroecosistema de pitaya en Huitziltepec, Puebla; para proponer alternativas potenciales a sus circunstancias ecológicas, socioproductivas y económicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante el ciclo primavera-verano 2024 en las comunidades de Santa Clara (18° 46' 11.27" N 97° 52' 49.86" W) y Dolores Hidalgo (18° 45' 20.70" N 97° 51' 39.73" W), municipio de Huitziltepec, estado de Puebla, México. El municipio tiene altitudes de entre 1,800 a 2,300 metros.

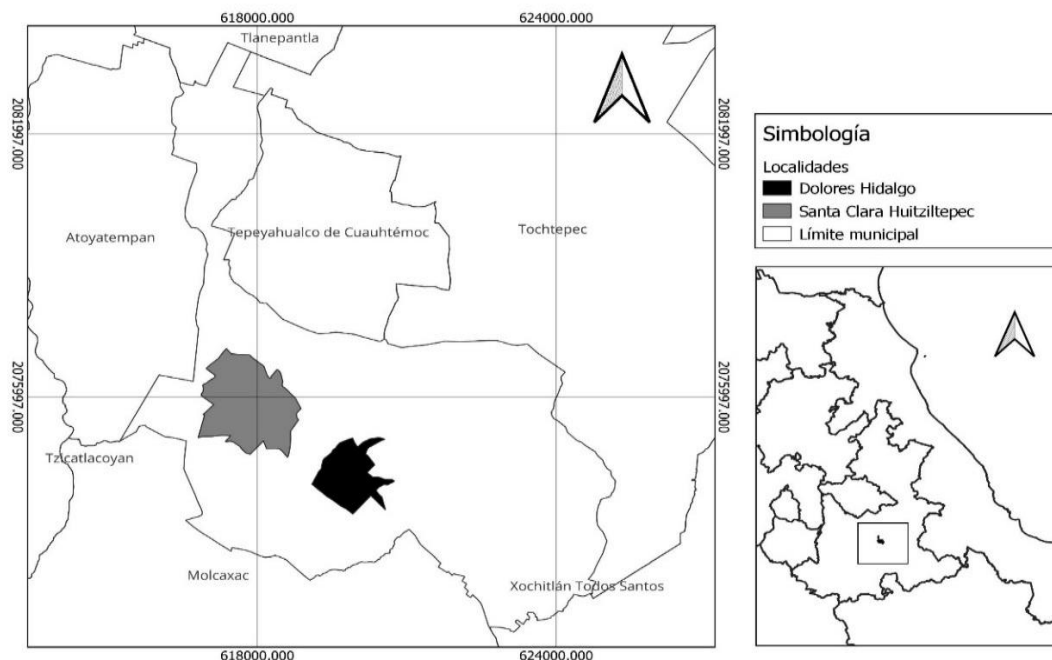


Figura 1. Área de estudio, municipio de Huitziltepec en el estado de Puebla, México. Fuente: Elaboración propia

El análisis e interpretación de las condiciones climáticas se realizó con base en las normales climatológicas reportadas por el Servicio Meteorológico Nacional con información de la estación 21203 Molcaxac, Puebla siendo la más cercana al municipio de Huitziltepec.

La investigación se apoyó en métodos cuantitativos, utilizando como técnica de recolección de datos la encuesta. El método utilizado fue un muestreo no probabilístico con muestreo de voluntarios, considerando que la selección de unidades se realizó con procedimientos no aleatorios. En total, se aplicaron 24 cuestionarios a productoras y productores distribuidos de manera equitativa entre las comunidades de Dolores Hidalgo (12 cuestionarios) y Santa Clara Huitziltepec (12 cuestionarios), ambas pertenecientes al municipio de Huitziltepec, Puebla.

El cuestionario integró preguntas sociodemográficas de las familias productoras de pitaya, características del sistema de producción familiar, especies cultivadas, prácticas de manejo del cultivo, estrategias económicas, comerciales y productivas. La información recopilada en la encuesta se procesó mediante los programas SPSS y Excel, en los cuales se realizó estadística descriptiva de los datos recopilados a través de los cuestionarios. Se realizó una tipología de productores, la cual es una herramienta que permite agrupar a diversos grupos de productores con ciertas características distintivas. Mediante un análisis de conglomerados jerárquico mediante el método de Ward y la estandarización de variables en el programa SPSS, se identificaron tres grupos de productores, considerando diversas variables sociodemográficas, prácticas sociotécnicas, económicas y de manejo del agroecosistema. Las variables seleccionadas para la tipología fueron: edad de los productores, escolaridad, número de integrantes de la familia, superficie, edad de la plantación, rendimiento, número de variedades de pitaya existentes, años de experiencia en el cultivo, número de especies vegetales aprovechables, principal actividad económica, principal fuente de ingresos, pluriactividad, animales, riego, uso de herbicidas, uso de plaguicidas, mano de obra y destino de la producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características generales del agroecosistema

El sistema de cultivo pitaya presenta variaciones en relación a las especies vegetales y animales

aprovechables. El 66.67% de los productores encuestados mencionó que el sistema de producción familiar se compone en un 90% por el cultivo de pitaya, lo que refleja el predominio de dicha especie, lo cual ha implicado una modalidad de disminución y pérdida de biodiversidad del mismo. Sin embargo, el 33.33% restante reportó que tienen otros cultivos además de la pitaya, siendo los más recurrentes y de valor comercial, la pitahaya (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose), y el xoconochtle (*Stenocereus stellatus* (Pfeiff.) Riccob.), cuyo principal destino es la venta en el mercado regional para el caso de la pitahaya y local en el caso del xoconochtle, dichos cultivos representan una alternativa de ingresos económicos en los meses de cosecha que son julio, agosto y septiembre en el caso de la pitahaya y agosto en el caso del xoconochtle, lo cual contribuye a complementar y ampliar la estacionalidad de los ingresos económicos de las familias durante esos meses.

Otras especies que suelen encontrarse en el agroecosistema pitaya son el guaje (*Leucaena pulverulenta* (Schltdl.) Benth.) y el mezquite (*Prosopis spp.*). Esta última especie, aunque rara vez se comercializa, es utilizada como tutor vivo de pitahayas, fuente de sombra y como atrayente de insectos polinizadores, principalmente abejas y murciélagos, en ocasiones, las vainas del mezquite se utilizan como forraje para el ganado. Además de las especies mencionadas anteriormente, se pueden llegar a encontrar otras plantas con distintos usos como: garambullo (*Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console), crucetillo (*Randia aculeata* L.), cacaloxóchitl (*Plumeria acutifolia* Poir.), agave mezcalero (*Agave potatorum* Zucc.), biznaga de chilitos (*Mammillaria roseoalba* Boed.), pixto pisto (*Apodanthera aspera* Cogn.) y jiotilla (*Escontria chiotilla* (F.A.C. Weber) Rose).

El sistema de cultivo de pitaya tiene una superficie promedio de 1.9 ha, con un rango mínimo de 0.20 ha y un máximo de 12 ha. La tenencia de la tierra es predominantemente propiedad privada (91.67%), solo el 8.33% corresponde a régimen ejidal. Los productores encuestados reportan tres tipos de suelo: 58.33% mencionó suelos pedregosos, 29.17% suelos tepetatosos y 12.50% tierra negra.

Respecto al componente pecuario un 70.83% de los productores no tiene animales de traspato y solo un 29.17% tiene animales. Siendo los más frecuentes las aves de traspato y en menor medida abejas, bovinos y ovinos, cuyo principal destino es el autoconsumo y en caso de tener excedentes son

para venta. Ramírez y Juárez (2019) mencionan que en la Mixteca Poblana la ganadería de traspatio presenta una gran diversidad de especies, aunque el número de animales por especie es reducido, además señala la importancia de esta actividad para la alimentación y para la obtención de ingresos adicionales, no obstante, indica que los beneficios económicos son limitados. Lo anteriormente mencionado puede ser una causa por la cual la mayoría de los productores de pitaya de Huitziltepec no tengan animales de traspatio, así como su concurrencia de tiempo de trabajo y atención con las actividades asalariadas y fuera del sistema familiar. Navarro y Zebrowski (1993) según la investigación en suelos tepetatosos en Tlaxcala, reportan que la disponibilidad de los recursos es crucial en la organización de las familias rurales para su aprovechamiento productivo. Evidenciando que en los sistemas económicos familiares donde la disponibilidad de tierras y sus aptitudes productivas son limitadas, los medios de producción son pocos.

Tipología de productores

El análisis de conglomerados permitió identificar tres tipos o grupos de productores de pitaya (Figura 2). El Tipo 1 está integrado por 8 productores, el

Tipo 2 por 9 productores, y el Tipo 3 por 7 productores.

Tipo 1

Este Tipo 1 representa al 33.33% de los productores encuestados. La edad promedio es de 57 años, con una escolaridad promedio de 8.3 años y con un promedio de 5.3 integrantes por familia. Su experiencia en el cultivo de pitaya es de 18.1 años en promedio, lo que refleja un conocimiento extenso sobre el manejo de la pitaya.

Respecto a las características de las huertas, estos productores cuentan con superficies de mayor tamaño (4.1 ha en promedio) a comparación de los otros dos grupos y plantaciones medianamente longevas (19.4 años), el rendimiento promedio es de 8.6 t ha⁻¹. Se destaca la presencia de una mayor diversidad varietal respecto a los otros dos grupos (3.1 variedades de pitaya), cuentan con un promedio de 2.5 especies vegetales aprovechables diferentes a la pitaya. Aunque el 75 % no cuenta con el componente pecuario, un 25% sí tiene animales como borregos, gallinas y cajones de abejas, contribuyendo a la diversificación de las huertas.

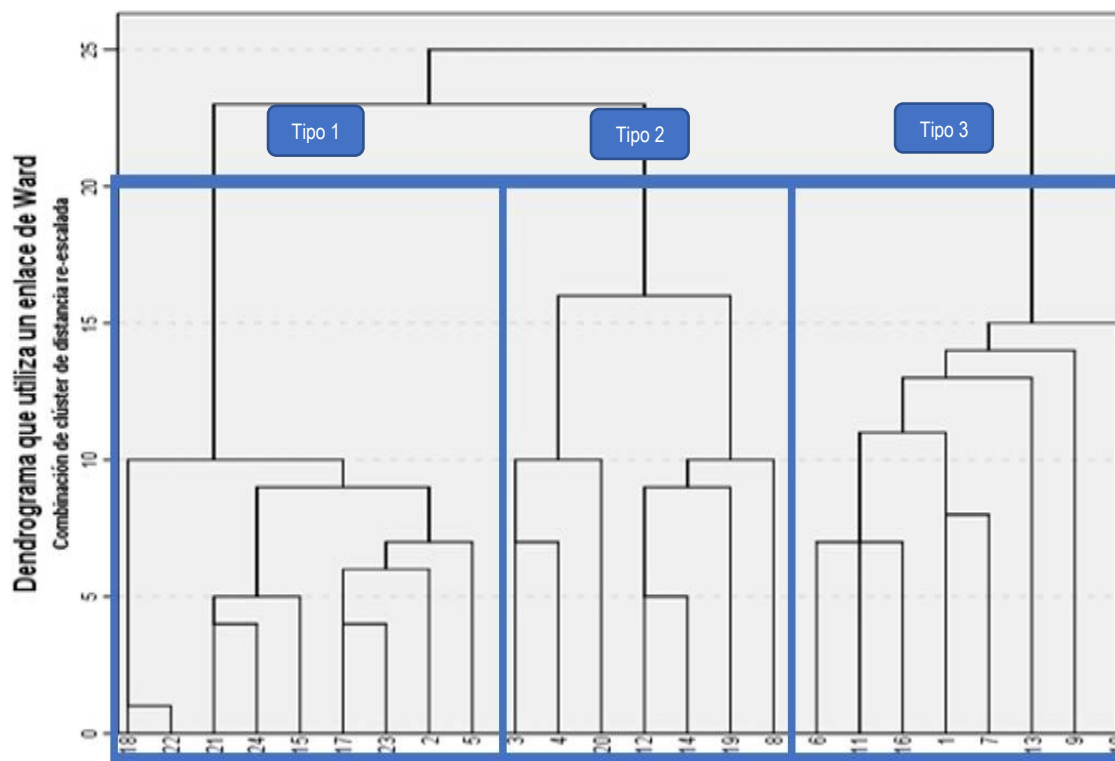


Figura 2. Dendrograma de tipos de productores de pitaya. Fuente: Elaboración propia.

En relación a las prácticas sociotécnicas del Grupo 1, un 37.50% de los productores cuenta con riego y un 62.50% no, el objetivo principal de realizar los riegos, según la experiencia de los productores que lo emplean es aumentar el tamaño del fruto ya que solo se riega cuando la planta ya tiene frutos en desarrollo. Respecto al uso de herbicidas el 62.50% utiliza herbicidas y el 37.50% no, el 100% utiliza plaguicidas, la mano de obra de 75% es propia y el productor contrata empleados de manera temporal y el 25% cuenta con mano de obra propia y contrata a sus familiares de manera temporal.

a/ Estrategias de producción

Los productores emplean diversas estrategias productivas basadas en su experiencia en el cultivo y adaptadas a las condiciones climáticas y edáficas de la región. Dichas estrategias se agrupan en tres grandes ejes: manejo del agua, manejo del suelo y control de plagas y enfermedades.

Las estrategias incorporadas para el manejo del agua son el zanjeo (implementado por 3 productores), el riego por goteo (3 productores), el uso de curvas de nivel (2 productores), la elaboración de cajetes (1 productor), dichas estrategias orientadas a mejorar el aprovechamiento de la humedad en el suelo. También se reportó el almacenamiento de agua en cisternas (1 productor) como medios complementarios para captar agua de lluvia y asegurar el riego durante etapas críticas del cultivo, como la fructificación.

Las estrategias para el manejo del suelo reportadas en este grupo son: la incorporación de materia orgánica (2 productores), el abonado con estiércol (1 productor), el abonado alternado, es decir, se abona un año y el siguiente se deja descansar (1 productor), y la incorporación de tierra negra con abono (1 productor), estas estrategias están enfocadas en mejorar la fertilidad del suelo al incorporar nutrientes al mismo. Respecto al control de plagas y enfermedades, aunque el 100% de los productores reporta el uso de plaguicidas, se indicó una estrategia alternativa que consiste en la aplicación de caldo bordelés (realizada por 1 productor) para el control de hongos.

El conjunto de estrategias familiares realizadas por este grupo si bien son acciones que se desarrollan de forma empírica y se configuran como saberes, representan una base importante para mantener y fortalecer un desarrollo más durable del sistema de producción de pitaya.

b/ Estrategias de la familia

La principal ocupación del 75% de productores de este grupo es la agricultura (campesino), seguida de los oficios (12.50%) y el comercio de pitaya, pitahaya y xoconochtle (12.50%). Asimismo, la principal fuente de ingresos del 75% de los productores es la agricultura, seguida del comercio (12.50%), y los servicios (12.50%).

La pluriactividad está presente en el 62.50% del grupo, quienes además de producir pitaya, se desempeñan en los oficios (25%), comerciantes de frutos de cactáceas (25%) o comerciantes de diversos productos en general (12.50%).

La importancia económica del cultivo en este grupo es considerable ya que el 37.50% de los productores obtiene entre el 91 al 100% de sus ingresos totales de la pitaya, el 25% de los productores obtiene entre el 76 al 90% del total de sus ingresos, otro 25% de los productores entre el 31 al 35% del total de sus ingresos y un 12.50% del 16 al 30% del total de sus ingresos.

c/ Comercio

El principal destino de la producción del 37.50% de los productores son los centros de acopio, seguido de la exportación (25%), los intermediarios (25%) y en menor proporción los mercados regionales como la Central de Abastos de Huixcolotla, o la de Puebla (12.50%). El 62.50% de los productores indicó que venden todo el producto que cosechan, mientras que el 25% reporta que transforma el fruto para venderlo y un 12.50% regala la cosecha que ya no comercializa.

d/ Limitantes

El 87.50% de los productores reportó que la principal limitante ambiental para el cultivo de pitaya son las lluvias erráticas y las sequías prolongadas, ya que a pesar de ser una cactácea, los productores refieren que *“necesita de lluvia para tener mayor vigorosidad al momento de fructificar”*. El 12.50% restante menciona que no tienen ninguna limitante ambiental. Dentro del eje económico y comercial: el 37.50% de los productores reportó que la principal limitante son los precios altos de la mano de obra, debido a que esto encarece los costos de producción, en segundo término, el 25% consideran que el precio de venta es bajo y un 12.50% menciona que no tiene ninguna limitante de este tipo. En el eje social, el 37.50% de los productores indicó que la principal limitante son las dificultades para gestionar apoyos y

recursos del gobierno; un 25% menciona la mínima o escasa organización en la comunidad para consolidar grupos de trabajo, otro 25% indicó la apatía como causa que impide la organización de grupos de productores y el 12.50% restante reporta la falta de asesoría técnica por parte de las instituciones educativas y de gobierno.

Este grupo se caracteriza por tener mayor experiencia en el cultivo, superficies más extensas y un mayor número de productores y sus diversas estrategias. Además de tener el mayor rendimiento promedio de los tres grupos y una orientación comercial en mayor medida hacia los centros de acopio. Su economía familiar se basa mayoritariamente en la pitaya, siendo este cultivo su principal fuente de ingresos para la mayoría de los productores que lo integran.

e/ El futuro del agroecosistema

En el Tipo1, el 100% de los productores afirmó que continuará cultivando pitaya en los próximos años, y de igual forma, todos ellos enseñan a sus hijos esta actividad. El 87.50% asegura que sus hijos también continuarán con el cultivo, motivados principalmente por su rentabilidad (25%), la herencia cultural (25%) y el hecho de que representa una fuente complementaria de ingresos (25%); en menor medida, se mencionó el gusto por las labores del campo (12.50%). Solo un 12.50% expresó incertidumbre sobre la continuidad por parte de sus hijos debido a que estos tienen intereses laborales distintos al ámbito agrícola.

Este grupo al contar con mayor experiencia, superficies más extensas e implementar diversas estrategias productivas, tiene la capacidad para adoptar con mayor facilidad una transición hacia el manejo agroecológico sin riesgo de comprometer la productividad y la permanencia y evolución del sistema productivo.

Tipo 2

El Tipo 2 representa al 37.50% de los productores. La edad promedio es de 43.4 años, con una escolaridad de 10.1 años, siendo la más alta entre los tres grupos. Las familias están compuestas por 4.1 integrantes en promedio. Estos productores cuentan con una experiencia en el cultivo de 12.6 años.

La superficie promedio de las huertas es de 1.7 ha, con plantaciones con una edad promedio de 15.7 años. El rendimiento promedio es de 7.6 t ha⁻¹ y la diversidad varietal promedio es de 2.4 variedades

de pitaya. Se aprovechan en promedio 2.7 especies vegetales adicionales a la pitaya. En el componente pecuario, el 33.33% de los productores tiene animales (gallinas y cajones de abejas).

En relación a las prácticas sociotécnicas, este grupo no cuenta con riego, de igual forma no emplean herbicidas, sin embargo, el 100% de los productores si utiliza plaguicidas. La mano de obra del 55.56% es familiar, seguida de la mano de obra propia-temporal-empleada (44.44%).

a/ Estrategias de producción

Los productores del Tipo 2, a pesar de manejar sistemas productivos de menor superficie, han desarrollado diversas estrategias para la gestión del agua, el suelo, la sanidad del cultivo y las heladas. En relación al manejo del agua, este grupo emplea el zanqueo (2 productores), la elaboración de cajetes (2 productores) y las curvas de nivel (1 productor) para canalizar el escurrimiento pluvial y favorecer la infiltración. Una estrategia implementada por un productor para conservar la humedad del suelo es la incorporación de una mezcla de aserrín, tierra negra y abono. Otra estrategia mencionada fue la compra de pipas de agua para aplicar un riego auxiliar (1 productor).

En el manejo del suelo, los productores reportaron estrategias como la incorporación de materia orgánica (1 productor), el abonado con estiércol (1 productor) y el abonado de manera alternada (1 productor), lo cual refleja una gestión para mejorar la fertilidad del suelo. Respecto al control de plagas y enfermedades, se reportaron prácticas realizadas por un productor como la lechada de cal (una mezcla de cal, sal y agua para combatir la mancha negra causada por un hongo) y las podas de saneamiento (1 productor), dirigidas a eliminar las partes dañadas de la planta. Estas medidas de saneamiento reflejan una gestión preventiva desde el conocimiento local.

En relación al manejo frente a eventos climáticos extremos como las heladas, un productor reportó la quema de basura o llantas como medida para generar calor durante las heladas. Finalmente, se reportó la incorporación de otras especies vegetales dentro de las huertas (1 productor) como estrategia para diversificar el sistema productivo, lo cual contribuye a la ampliación de opciones para la comercialización.

b/ Estrategias de la familia

El 55.56% son campesinos, el 44.44% restante tienen oficios. La principal fuente de ingresos de este grupo es el sector de los servicios (55.56%), seguido de la agricultura (33.33%) y el comercio (11.11%). La totalidad de los productores practica la pluriactividad, ya que tienen otro trabajo. Los trabajos que conforman la pluriactividad son los oficios (55.56%), la jornalería (11.11%), la música (11.11%), el comercio en general (11.11%) y el comercio de frutos de las cactáceas de la región (11.11%).

De acuerdo con Martínez y Hernández (2023) la pluriactividad en el medio rural es común y es definida como un proceso socioeconómico que implica la combinación de dos o más actividades laborales, incluida la agricultura, y puede ser desarrollada por uno o más miembros de la familia, por lo que se ha vuelto una estrategia adaptativa permanente, que es primordial para garantizar la reproducción de las familias rurales. Tomé-Hernández *et al.* (2014) investigaron la pluriactividad en Moyotzingo, Puebla, y concluyeron que los ingresos económicos provenientes de las actividades agrícolas como no agrícolas tienden a ser igualmente relevantes para la economía de las familias, integrándolos en una misma dinámica de reproducción familiar. Asimismo, Arteaga *et al.* (2021) destaca que las familias campesinas realizan diferentes actividades no agrícolas para diversificar sus ingresos, dicha estrategia brinda mayor capacidad de adaptación a las condiciones del mercado. Además, señala que la diversificación está influenciada por factores como: la oferta de empleo en la región y el acceso a ocupaciones que complementen el ingreso agrícola.

En este contexto, De Grammont (2009) indica que la pluriactividad, permite sostener los ingresos familiares, sin embargo, también puede conducir a procesos de desagrarización, en los que la actividad agrícola pierde prioridad como principal base económica y puede generar una transformación en la dinámica económica y social de las familias rurales y la organización de las comunidades.

En términos de dependencia económica del cultivo, el 44.44% de los productores obtiene entre el 31 al 45% del total de sus ingresos de la pitaya, el 22.22% de los productores indicó que el porcentaje es del 61 a 75% del total de sus ingresos, el otro 22.22% indicó que su porcentaje de ingresos provenientes de la pitaya es del 1 al 15% del total

de sus ingresos y el 11.11% restante indicó que su porcentaje es de 46 al 60% del total de sus ingresos.

c/ Comercio

El 44.44% de los productores destina su producción a los centros de acopio, el 33.33% vende su producto en los mercados locales y el 22.22% lo vende en mercados regionales. El 66.67% de los productores de este grupo mencionan que no tienen pérdidas en su cosecha ya que venden todo lo que cosechan en fresco y el 33.33% de los productores de este grupo transforma su producto para comercializarlo y tener menos pérdidas. Esta transformación corresponde a la elaboración de productos como mermeladas, licores, jarabes, pulpa, nieve, helados y paletas. Estas prácticas no solo permiten reducir las pérdidas postcosecha, sino que también representan una oportunidad de diversificación del producto y la generación de valor agregado. Rosas-Benítez *et al.* (2016) reporta que el fruto de la pitaya es aceptado como fruta fresca, sin embargo, su vida de anaquel es corta, lo que restringe su comercialización. Además, la presencia de espinas puede dificultar su manejo postcosecha y ocasionar daños mecánicos, por lo que existe la necesidad de desarrollar tecnologías que mejoren la conservación, calidad y aprovechamiento agroindustrial del fruto (Quiroz-González *et al.*, 2018).

d/ Limitantes

La limitante ambiental más común reportada por este grupo son las lluvias erráticas y las sequías prolongadas (66.67%), seguida por la mayor frecuencia de heladas (33.33%). Respecto al eje económico, la principal limitante mencionada por el 55.56% de los productores es que el precio de venta es bajo, seguido por los intermediarios (22.22%), el alto costo del abono (11.11%) y el alto costo de la mano de obra (11.11%). En el eje social, destaca como limitante la falta de organización para formación de grupos de trabajo (44.44%), las dificultades para gestionar apoyos gubernamentales (33.33%) y la apatía entre algunos de los productores (22.22%).

Este grupo se caracteriza por tener la mayor proporción de productores que integran una lógica de pluriactividad, por lo que combinan la producción de pitaya con otras ocupaciones (oficios, jornalería, música y comercio). Cuentan con el mayor porcentaje de transformación del fruto, por lo que le agrega valor al mismo.

Finalmente, para este grupo la pitaya representa una fuente complementaria de ingresos.

e/ El futuro del agroecosistema

En el Tipo 2, el 88.89% de los productores manifestó su intención de seguir cultivando la pitaya durante los próximos años, mientras que el 11.11% restante consideró abandonarlo, argumentando que la pitahaya tiene una mayor rentabilidad y requiere de menos superficie para obtener ganancias, lo que refleja un cambio en las decisiones relacionadas con el manejo del agroecosistema. Por otro lado, un 88.89% declara que transmite el conocimiento del cultivo a sus hijos, y el 77.77% está convencido de que ellos continuarán con esta actividad. Las razones más frecuentes son la herencia cultural o familiar (44.44%) y su valor como fuente adicional de ingresos (33.33%). No obstante, un 22.22% no tiene certeza sobre la continuidad generacional, debido a que sus hijos tienen otros intereses diferentes a las actividades agrícolas.

Esto coincide con FAO (2014) quien reporta que el bajo relevo generacional en el campo mexicano se debe a varios factores como: el difícil acceso a la tierra, la poca rentabilidad de la agricultura, la falta de apoyo técnico y la limitada oferta educativa en zonas rurales. Dichos factores disminuyen las motivaciones de los jóvenes para quedarse en el campo, por ende, contribuye a la migración y debilita el desarrollo del sector rural.

Romero Padilla (2022) menciona que la migración juvenil y la búsqueda de nuevas oportunidades fuera del sector agrícola son retos para el relevo generacional en la agricultura familiar, además resalta que la falta de incentivos y el escaso interés de las nuevas generaciones por el campo son factores que contribuyen a la disminución de la población dedicada a la agricultura. Este fenómeno puede erosionar y causar la pérdida de recursos tangibles e intangibles, por ejemplo, biodiversidad y conocimientos tradicionales, y fragilizar la dinámica de las comunidades rurales. Sandoval *et al.* (2022) subrayan la necesidad de implementar estrategias que fortalezcan y posicionen la actividad agrícola como una alternativa necesaria y viable económica, social y ambientalmente para los jóvenes.

Este Tipo, caracterizado por su alta pluriactividad, podría sostener la pitaya como un componente complementario. Su vinculación con la transformación de fruto y la comercialización local ofrece oportunidades para transitar hacia un

modelo agroecológico que combine la producción con el valor agregado del producto.

Tipo 3

El Tipo 3 representa al 29.17% del total de los productores encuestados. La edad promedio de los productores es de 61.3 años, por lo que es la más alta de los tres grupos, el nivel educativo es el más bajo (6.7 años en promedio). El tamaño de las familias es de 4 personas y la experiencia en el cultivo es de 13.7 años en promedio.

En el ámbito productivo, las huertas de este grupo tienen la menor superficie (1.0 ha en promedio), con plantaciones antiguas (20.4 años) y mayor diversidad varietal (3.4 variedades de pitaya en promedio), así como 2.7 especies vegetales aprovechables adicionales a la pitaya. Tienen un rendimiento promedio bajo de 5.5 t ha⁻¹. Un 28.57% de los productores tiene animales, principalmente gallinas y vacas.

Respecto a las prácticas sociotécnicas, este grupo no tiene riego. El 85.71% no utiliza herbicidas y el 14.29% restante sí. En relación al uso de plaguicidas se estimó que el 57.14% no los utiliza y el resto sí. La mano de obra es principalmente familiar (85.71%) y un 14.29% es mano de obra propia, es decir, el productor realiza todas las labores sin mano de obra extra.

a/ Estrategias de producción

En el Grupo se reportaron diversas estrategias y acciones enfocadas al manejo del agua, el suelo, el control de plagas y enfermedades y las heladas. En lo correspondiente al manejo del agua existen estrategias enfocadas en el almacenamiento del agua mediante las ollas de agua (1 productor) y las cisternas (1 productor), recolección en botellas de plástico y galones (1 productor) y, otras con la finalidad de conservar la humedad y mejorar la infiltración como los cajetes (1 productor) y las curvas de nivel (1 productor).

Las estrategias de manejo del suelo reportadas fueron: la incorporación de materia orgánica (1 productor) y el abonado de manera alternada (1 productor). Para el control de plagas y enfermedades se reportó: el uso de jabón potásico (1 productor), un insumo alternativo que se usa para el manejo de insectos como cochinillas. Finalmente, frente a las heladas, se reportó la colocación de paxtle (*Tillandsia usneoides*) en los ápices de crecimiento de la pitaya como barrera térmica natural (2 productores).

b/ Estrategias de la familia

La principal actividad económica: el 42.86% se dedica al campo, el 28.57% son comerciantes de frutos de cactáceas de la región y el 28.57% restante se dedica a los oficios. Sus principales fuentes de ingresos son variadas: agricultura (28.57%), servicios (28.57%), pensiones del gobierno (28.57%) y comercio (14.29%). La pluriactividad está presente en el 57.14% de los integrantes de este grupo y los empleos más comunes son oficios (28.57%) y comercio en general (28.57%), el 42.86% no practica la pluriactividad.

En términos de dependencia económica del cultivo, para el 71.43% de los productores pertenecientes al grupo representa del 16 a 30% del total de sus ingresos, para el 14.29% de los productores representa del 31 a 45% de sus ingresos totales y para el 14.29% restante representa del 46 al 60% de sus ingresos totales.

c/ Comercio

El principal destino comercial del 42.86% de los productores de este tipo, son los intermediarios, seguido de los mercados regionales (28.57%) y los centros de acopio (28.57%). La dinámica de la comercialización muestra una alta dependencia de intermediarios, lo cual subordina su dependencia y limita las ganancias de los productores de pitaya. Viteri Rade y Mogollón-Alvarado (2025) analizaron la cadena de comercialización de la pitahaya (*Hylocereus spp.*), la cual es una cactácea similar a la pitaya, estos autores reportan que el canal predominante es la venta a mayoristas, situación que reduce el margen de negociación de los productores y contribuye a la variabilidad de precios a lo largo de la cadena. Por lo que esta estructura comercial limita el acceso a mercados con mayor rentabilidad y dificulta el desarrollo de estrategias de comercialización directa o de valor agregado, lo que repercute negativamente en la competitividad del producto.

De acuerdo con Lee *et al.* (2012) un intermediario puede romper los vínculos entre productores y compradores que estarían dispuestos a pagar precios más altos, sustituyéndolos por clientes que ofrecen precios más bajos si con ello logra beneficiarse económicamente. Además, cuando los intermediarios logran capturar una parte considerable del mercado y por ende mayor cantidad de ingresos generados por la venta de pitaya, reducen la participación de los productores,

lo cual provoca efectos negativos para las familias rurales.

El 71.43% de los productores de este tipo mencionan que venden toda su cosecha, el 28.57% de los productores menciona que del 1.00 al 5.00% del total de su cosecha no se vende. El 57.14% reporta que venden toda su cosecha en fresco, mientras que un 14.29% indicó que transforma sus excedentes para venderlos y un 28.57% indicó que regala el producto excedente.

d/ Limitantes

La principal limitante ambiental reportada por el 57.14% de los productores son las lluvias erráticas y las sequías prolongadas, el 42.86% restante indicó como limitante a la mayor frecuencia de heladas. En lo económico el 57.14% reportó que la principal limitante era el bajo precio de venta, un 28.57% consideró que era la falta de capital para invertir y el 14.29% restante lo atribuye a los intermediarios.

Los precios bajos de venta se consideran la principal limitante económica debido a que el precio se ve afectado por la marcada estacionalidad del fruto. Al inicio de la temporada, el kilogramo de pitaya tiene un precio elevado que puede llegar a alcanzar hasta los \$100.00 pesos, sin embargo, con el incremento de la oferta en el mes de mayo, el precio puede descender hasta los \$5.00 pesos dependiendo de su tamaño y calidad, comprometiendo seriamente la rentabilidad económica del agroecosistema, debido a que, en su mayoría, la especie dominante es la pitaya, siendo la de mayor importancia económica para las familias.

La estacionalidad de los frutos de las cactáceas ha sido documentada por Meráz, Gómez y Schwentesius (2003), quienes investigaron dicha situación con la pitahaya (*Hylocereus undatus*), otra cactácea de importancia comercial, donde los precios varían drásticamente según el momento de la cosecha, donde el kilogramo de pitaya alcanzó los \$70.00 pesos al inicio y final de la temporada (junio y septiembre), mientras que durante el pico de producción (julio y agosto) los precios fluctuaron entre los \$20.00 y \$30.00 pesos por kilogramo.

Desde el eje social el 57.14% de los productores considera como limitante la poca organización para consolidar redes de trabajo entre productores, un 28.57% lo atribuye a las dificultades para gestionar apoyos gubernamentales y un 14.29% mencionó la

falta de relevo generacional. Esto refleja una debilidad en la organización comunitaria ya que existe poca articulación entre los productores de pitaya, lo cual restringe su capacidad colectiva para acceder a programas, proyectos y apoyos de diversas instituciones para fortalecer un manejo más eficiente y sustentable del agroecosistema. Los resultados mostrados para la principal limitante social, coinciden por lo reportado por Pérez-Hernández *et al.* (2011) quienes destacan que la escasa participación en organizaciones comunitarias se debe a diversas razones como la falta de cohesión interna, el desinterés, la percepción de ineficacia en la participación, conflictos dentro de los grupos y falta de información sobre la importancia de la organización colectiva, por lo que sugieren el fortalecimiento del desarrollo de capacidades colectivas que promuevan la colaboración y el empoderamiento de las comunidades.

El Grupo 3 se caracteriza por productores de mayor edad, con menor escolaridad, menor superficie cultivada, y manejo de mayor biodiversidad en sus sistemas de producción familiares. Predomina la mano de obra familiar, así como recurrir a los intermediarios como principal destino de comercialización. Además, la dependencia económica del cultivo es menor en comparación con los otros dos grupos.

e/ El futuro del agroecosistema

En el Tipo 3, la totalidad de los productores afirmó que continuará con el cultivo de pitaya en los próximos años. El 85.70% indicó que transmite este conocimiento a sus hijos, y el mismo porcentaje cree que ellos mantendrán esta actividad en el futuro. Las razones más comunes son que la pitaya representa una fuente complementaria de ingresos (57.10%) y en menor proporción, por la herencia cultural y familiar (28.60%). Por otro lado, un 14.30% expresó duda sobre la continuidad del cultivo por parte de sus hijos, ya que prefieren buscar oportunidades laborales en otros sectores de la economía.

Este tipo enfrenta retos mayores debido a la edad avanzada de los productores, menor escolaridad, importante multifuncionalidad productiva de sus sistemas familiares y sensible relevancia de la

pluriactividad para la composición del ingreso familiar anual. Para este tipo, como un posible ejemplo de alternativa territorial de transición agroecológica, se requeriría de su reconocimiento para ser de interés público, por su valor potencial socio-ambiental favorable; para lo cual, la propuesta de una estrategia que permita la revalorización de su patrimonio biótico y recursos intangibles, asociados a los saberes territoriales y las prácticas sociotécnicas tradicionales. Así como, favorecer con programas de reinserción agraria, alternativas de desarrollo con apoyo a los miembros más jóvenes de la familia, que favorezcan el mejoramiento funcional de los sistemas familiares, con la finalidad de minimizar la pérdida de los saberes locales y del manejo cultural de su patrimonio biótico.

Perfil agroclimático y riesgos

El cambio en los patrones climáticos es el principal reto señalado por los productores encuestados ya que el 70.83% reportó que la poca lluvia y las sequías prolongadas han sido un factor limitante y fueron durante el año 2023, lo cual afectó la producción del año 2024, a pesar de que la región presenta un clima semiárido con un régimen de lluvias relativamente definido. La precipitación errática observada en el climograma de 2023 (Figura 3) para la estación meteorológica de Molcaxac, Puebla siendo la más cercana a Huitziltepec, presentó picos abruptos en la precipitación en el mes de mayo y un periodo seco de enero a marzo, meses críticos para el desarrollo y la floración del cultivo. Además, el comportamiento de las lluvias entre junio y septiembre fue irregular en comparación del histórico, afectando la etapa de crecimiento y desarrollo de frutos.

En 2023 se registraron valores elevados de evapotranspiración durante gran parte del año, especialmente en los meses de mayo y junio, lo que redujo la retención de humedad en el suelo y aumentó el estrés hídrico de la planta. Esta combinación de precipitación escasa y errática, junto con la alta evapotranspiración, acentuó las condiciones climáticas extremas en el agroecosistema, lo cual coincidió sensiblemente por lo reportado en la encuesta por los productores de pitaya.

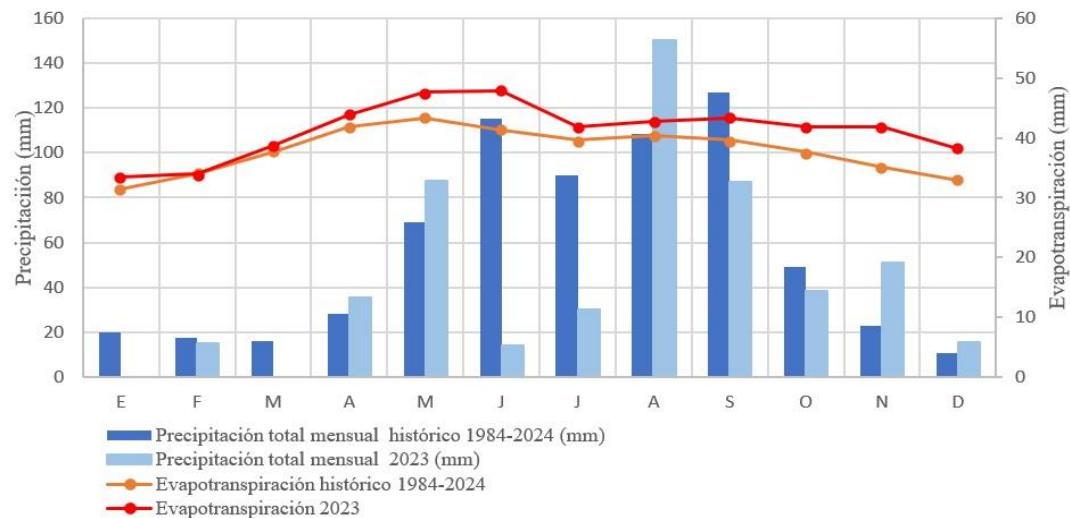


Figura 3. Climogramas: histórico 1984-2024 y del año 2023 de la estación meteorológica Molcaxac, Puebla, Fuente: Elaboración propia.

Otra limitante reportada por el 25% de los productores fue temperaturas bajas al inicio del año y el incremento en la frecuencia de heladas durante el año 2023. El período libre de heladas estimado para el 2023 se mantuvo cercano al promedio histórico (Tabla 2). Por su parte, la concentración de temperaturas mínimas más bajas durante los primeros cuatro meses del año impactó en las etapas tempranas del cultivo, especialmente en la floración, según lo mencionado por los productores encuestados. El 4.17% restante de los productores reportó que no presentó ninguna limitante ambiental en el agroecosistema de pitaya, durante los últimos dos años.

A pesar que el período libre de heladas registrado en 2023 fue comparable con el promedio histórico,

las heladas señaladas por los productores podrían deberse a la mayor severidad y concentración de temperaturas mínimas durante los primeros meses del año (Tabla 2).

Dicho descenso térmico, como lo señalan Bárcenas y Jiménez (2010), resulta perjudicial para la pitaya, ya que esta planta presenta un rango óptimo de desarrollo entre los 10° y 40°C, pero muestra sensibilidad a las bajas temperaturas, especialmente durante las fases de crecimiento vegetativo y/o desarrollo floral. Por lo cual, la disminución de las temperaturas puede alterar el desarrollo de las flores induciendo su caída, y afectando la producción del ciclo agrícola de la pitaya.

Tabla 2. Período libre de heladas con datos de la estación meteorológica de Molcaxac, Puebla, México.

Período libre de heladas normales 1984-2024													
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio
TMIN (°C)	5.7	6.8	8.4	10.7	11.9	12.4	11.6	11.8	11.9	10.3	8.1	6.7	9.7
PLH	242.8												
UH	Día 72 13 de marzo												
PH	Día 315 10 noviembre												
Periodo libre de heladas año 2023													
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio
TMIN (°C)	4.6	5.4	7.1	9.3	11.5	12.3	12.2	12.0	11.7	12.3	11.1	9.4	9.9
PLH	246.7												
UH	Día 69 10 de marzo de 2023												
PH	Día 316 11 de noviembre de 2023												

TMIN=Temperatura mínima promedio, PLH=Período libre de heladas, UH= Última helada, PH= Primera helada, Fuente: Elaboración propia con Normales climatológicas de la estación 21203, Molcaxac, Puebla, Servicio Meteorológico Nacional.

Cabe subrayar, que no solo es importante la duración del periodo libre de heladas, sino también la distribución e intensidad de las bajas temperaturas durante etapas críticas para el desarrollo vegetativo y reproductivo de las poblaciones de pitaya.

CONCLUSIONES

En el agroecosistema territorial pitaya se identificaron tres Tipos de productores.

El Tipo 1 presentó mayor experiencia (18.1 años), superficie (4.1 ha) y rendimiento (8.6 t ha⁻¹), las estrategias más destacadas de sus prácticas sociotécnicas fueron las productivas (zanjeo, riego por goteo, curvas de nivel, incorporación de materia orgánica al suelo y abonado alternado de estiércol).

El Tipo 2 presentó mayor escolaridad (10.1 años) y pluriactividad (100%), poseen estrategias similares al Grupo 1 (zanjeo, cajetes, curvas de nivel, incorporación de materia orgánica, abonado alternado de estiércol), sin embargo, además realizan el control alternativo de plagas y enfermedades. Este grupo se destaca por las estrategias de pluriactividad y la transformación de la fruta (mermeladas, licores, jarabes, pulpas, nieves y paletas) que generan un valor agregado mediante su transformación en otros productos.

El Tipo 3 registra a los productores de mayor edad (61.3 años), menor escolaridad (6.7 años), sus estrategias más relevantes son: mayor manejo de biodiversidad vegetal y animal y complejidad del funcionamiento del sistema familiar, como prácticas sociotécnicas la utilización de cajetes, curvas de nivel, incorporación de materia orgánica, abonado alternado de estiércol y manejo alternativo de plagas y enfermedades. Es notoria la utilización de un recurso local “el paxtle” (*Tillandsia usneoides*) para mitigar el riesgo de heladas.

Para este tipo, como un posible ejemplo de alternativa territorial de transición agroecológica, muestra potencial para ser valorado y reconocido como de interés público, por su naturaleza de funcionamiento socio-ambiental favorable; en consecuencia, la propuesta de una estrategia territorial de revalorización de su patrimonio biótico y recursos intangibles, asociados a los saberes territoriales y sus prácticas sociotécnicas. Además, favorecer con programas de formación y capacitación para los miembros más jóvenes de la familia, con la finalidad de minimizar los riesgos

de pérdida de los saberes locales y del manejo cultural de su patrimonio biótico.

Acknowledgments

We thank the National Council of Humanities, Sciences, and Technologies (Conahcyt-Mexico) and the pitaya producers of the municipality of Huitziltepec, Puebla, for their valuable support.

Funding. This research was funded by the National Council of Humanities, Sciences, and Technologies (Conahcyt-Mexico), which provided support for the Master's degree studies of the first author

Conflicts of Interest. The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this article.

Compliance with ethical standards. The study was conducted in agreement with the municipal authorities of Huitziltepec, Puebla. Informed consent was obtained from the pitaya producers participating in the study.

Data Availability. The data generated and analysed during this study are available from the corresponding author upon reasonable request (Email: hermnava@colpos.mx).

Author contribution statement (CRediT). T.E. Ordoñez García – Conceptualization, Data curation, Formal analysis, Investigation, Methodology, Writing – original draft, Writing; H. Navarro Garza – Conceptualization, Investigation, Methodology, Project administration, Supervision, Validation, Writing – review and editing; M.A. Pérez Olvera – Conceptualization, Investigation, Methodology, Supervision, Validation; D. Flores Sánchez: Conceptualization, Investigation, Methodology, Supervision, Validation. H. Larios Tlali: Investigation, Supervision, Validation.

REFERENCES

- Arteaga, D.M., Sánchez Morales, P., Romero Arenas, O., Ocampo Fletes, I., Rivera Tapia, A. and García Pérez, I.G., 2021. Diversificación de ingresos de la agricultura familiar durante 2018 en Tehuatzingo, Libres, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12 (3), pp. 395-408. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i3.2170>

- Bárcenas Abogado, P. and Jiménez Castañeda, V., 2010. Pitayas y Pitahayas (*Stenocereus spp.* e *Hylocereus spp.*), recursos agrícolas en el Valle de Tehuacán, Puebla. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*. 10 (19), pp. 101-120. <https://sociedadesruralesojs.xoc.uam.mx/index.php/srpma/article/view/160/158>
- Bravo, H., 1978. Las cactáceas de México. 2nd ed. Vol. 1. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Callen, E.O., 1967. Analysis of the Tehuacan coprolites. In: D.S. Byers (ed.) The prehistory of the Tehuacan valley. University of Texas Press. Austin, Texas. pp.261-289.
- Casas, A., Caballero, J. and Valiente-Baunet, A., 1999. Use, management and domestication of columnar cacti in South-Central Mexico: A historical perspective. *Journal of Ethnobiology* 19(1), pp. 71-95. <https://ethnobiology.org/sites/default/files/pdfs/JoE/19-1/Casas-et-al.pdf>
- De Grammont, H.C., 2009. La nueva estructura ocupacional en los hogares rurales mexicanos. In: H.C. De Grammont, (ed.), La desagrarización y el futuro de la agricultura en América Latina. Quito. FLACSO, pp.171-205.
- FAO, 2014. Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de política. Santiago de Chile: FAO.
- González-Quintero, L. 1972. Las cactáceas subfósiles de Tehuacán, Puebla. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* 17(1):3-15. <https://web.ecologia.unam.mx/cactuscme/x/numeros/1972.html>
- Lee, J.G., Gereffi, G. and Beauvais, J., 2012. Global value chains and agrifood standards: challenges and possibilities for smallholders in developing countries. *PNAS Journal*, 109(31) <https://doi.org/10.1073/pnas.0913714108>
- Luna-Morales, C., Aguirre, J. and Peña, C., 2001, Cultivares tradicionales mixtecos de *Stenocereus pruinosus* y *S. stellatus* (Cactaceae). *Anales del Instituto de Biología. Serie Botánica* 72 (2), pp. 131-155. <https://anales.ib.unam.mx/index.php/SerBot/article/view/2685/2702>
- Martínez Borrego, E. and Hernández Lara, I., 2023. Estrategias adaptativas en hogares rurales de la región Ixtlahuaca-Atlatomulco: pluriactividad, movilidad laboral y reproducción familiar. In: M.I. Ledesma Mora and I. Vizcarraga Bordi (eds.), Pluriactividad como estrategia de producción local campesina. México. AMER, pp. 48-69.
- Martínez G., J.C. and Bonilla B., J.J., 2005. Situación de la pitaya de mayo *Stenocereus pruinosus* (Otto) Buxbaum en tres localidades de la Mixteca Baja. *Revista de Geografía Agrícola*, 1(347), pp.75-90. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75703406>
- Martínez, E.E., Sandoval, M., Tornero, E. and Goytia, M.A., 2009. Huertas tradicionales de pitaya: alternativa de producción agroecológica. *LEISA Revista de Agroecología*, 25(1), pp.15-18. <https://leisa-al.org/web/revista/volumen-25-numero-01/huertas-tradicionales-de-pitaya-alternativa-de-produccion-agroecologica/>
- Meraz A., M.R. and Gómez, C.A., 2003. and Schewentesius R. R., 2003. Pitaya de México-Producción y comercialización en el contexto internacional. In: Florez V. C. P. Editor. 175 p.
- Navarro Garza, H. and Zebrowski, C., 1993. Organización de sistemas económicos familiares y manejo de recursos para la producción. In: Navarro, Garza, H., Colin, J.P. and Milleville, P., (eds.), Sistemas de Producción y Desarrollo Agrícola. México. CONACYT-Colegio de: pp.257-265.
- Pérez-Hernández, L.M., Figueroa-Sandoval, B., Díaz-Puente, J.M. and Almeraya-Quintero, S.X., 2011. Influencia de organizaciones en el desarrollo rural: caso de Salinas, San Luis Potosí. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(4), pp. 515-527. <https://doi.org/10.29312/remexca.v2i4.1637>

- Pimienta, E., 1999. El pitayo en Jalisco y especies afines en México. Guadalajara. Universidad de Guadalajara, Fundación Produce Jalisco A.C., pp. 217.
- Piña, I., 1977. Pitayas y otras cactáceas afines al estado de Oaxaca. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, 22, pp. 3-14. <https://web.ecologia.unam.mx/cactsucme/x/numeros/1977.html>
- Quiroz-González, B., García -Mateos, R., Corrales-García, J. and Colinas-León, M., 2018. Pitaya (*Stenocereus spp.*): an under-utilized fruit. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*. 20. pp. 83-100 <https://doi.org/10.56890/jpacd.v20i.30>
- Ramírez Valverde, B. and Juárez Sánchez, J.P., 2019. Pobreza, ganadería de traspasio y migración internacional en la Mixteca poblana, México. In: Cavallotti Vázquez, J., Ramírez Valverde, B. and Cesin Vargas, J. A., (eds.), La ganadería ante escenarios complejos. Chapingo: Universidad Autónoma Chapingo, pp.1-12.
- Romero-Padilla, A., Hernández-Juárez, M., Santoyo-Cortés, V.H. and Mendoza-Rosas, A.R., 2022. Factores que intervienen en la elección de sucesor de tierras agrícolas en la agricultura familiar. *Papeles de población*, 28(111), pp. 227-256. <https://doi.org/10.22185/24487147.2022.111.09>
- Rosas-Benítez, A., Trujillo-Cárdenas, L., Valle-Guadarrama, S., Salinas-Moreno, Y. and García-Cruz, L. 2016. Quality attributes of pitaya (*Stenocereus pruinosus*) fruit handled in postharvest with and without thorns under refrigerated storage. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, XXII (3), pp.191-207 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60947915004>
- Rosales, E. and Cruz, A., 2021. Tecnología agrícola tradicional del cultivo de pitaya en la zona norte de Huajuapán de León Oaxaca. In: A. Cruz and A. Franco (eds.), *Etnoagronomía: Utopía y alternativas al desarrollo*. Chapingo: Universidad Autónoma Chapingo, pp. 394.
- Sandoval Genovez, D., Moctezuma Pérez, S., Herrera Tapia, F. and Espinoza Ortega, A., 2022. Juventudes rurales: una perspectiva del trabajo agrícola desde sus actores. *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, 29. <https://doi.org/10.29101/crcs.v29i0.16508>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2023. Cierre agrícola por municipio 2023. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> [Consultado el 30 de octubre 2024].
- Smith, C.E., 1967. Plant remains, In: D.S. Byers (ed.) *The prehistory of the Tehuacan valley*, Vol.1: Environment and subsistence. University of Texas Press, Austin, pp. 220-225.
- Tomé-Hernández, G., Méndez-Espinoza, J.A., Pérez-Ramírez, N., Ramírez-Juárez, J. and Tornero-Campante, M.A., 2014. Estrategias de reproducción familiar en Santa María Moyotzingo, Puebla, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 11(1), pp.93-111. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722014000100006
- Viteri-Rade, L. and Mogollón-Alvarado, I. 2025. Análisis de la cadena de distribución que determinan la variación de precios de la pitahaya en Ecuador y su efecto en la competitividad internacional. *Digital Publisher CEIT*. 10(3), pp. 946-966. <https://doi.org/10.33386/593dp.2025.3.3223>
- Winter, M., M. Gaxiola G. and Hernández D. 1984. Archeology of the Otomanguean Area. In: J. K. Josserand, M. Winter y N. Hopkins (eds.) *Essays in Otomanguean culture history*. Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, pp. 65-107 (Publications in Anthropology 31).