



## TIPOLOGÍA DE PRODUCTORES Y DIFERENCIACIÓN DE LOS AGROECOSISTEMAS CON PAPAYA (*Carica papaya* L.) EN OAXACA, MÉXICO †

[TYPOLOGY OF PRODUCERS AND DIFFERENTIATION OF AGROECOSYSTEMS WITH PAPAYA (*Carica papaya* L.) IN OAXACA, MEXICO]

Pedro Cisneros-Saguilán<sup>1\*</sup>, Irvin Gael Merino-Ávila<sup>1</sup>,  
José Luis Valenzuela-Lagarda<sup>2</sup>, Irma Antonio-Méndez<sup>1</sup>,  
Lucina Carmen Ochoa-Jiménez<sup>1</sup> and Urfila Victoria Peláez-Estrada<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Pinotepa. Av. Tecnológico No. 1155, Sección Primera, Col. La Soledad, CP. 71602, Santiago Pinotepa Nacional, Oaxaca, México. Emails: [pedro.cs@pinotepa.tecnm.mx](mailto:pedro.cs@pinotepa.tecnm.mx), [irma.am@pinotepa.tecnm.mx](mailto:irma.am@pinotepa.tecnm.mx), [lucina.oj@pinotepa.tecnm.mx](mailto:lucina.oj@pinotepa.tecnm.mx), [urfila.pe@pinotepa.tecnm.mx](mailto:urfila.pe@pinotepa.tecnm.mx), [imerinoavila21@gmail.com](mailto:imerinoavila21@gmail.com)

<sup>2</sup>Centro Regional de Educación Superior de la Costa Chica. Universidad Autónoma de Guerrero. Cruz Grande, CP. 418006, Florencio Villarreal, Guerrero, México. E-mail: [joseluislagarda@uagro.mx](mailto:joseluislagarda@uagro.mx)

\*Corresponding author

### SUMMARY

**Background:** The Costa region is the main papaya (*Carica papaya* L.) producing area in the state of Oaxaca. However, there are no studies that document the potentialities, limitations, and development of the productive and commercial process of this crop with a comprehensive approach. **Objective:** To characterize papaya producers and their agroecosystems in the Costa region of the state of Oaxaca, Mexico; and determine a representative typology, based on their socioeconomic, productive, technological and commercial characteristics, using multivariate analysis techniques. **Methodology:** A questionnaire was applied through a probabilistic sampling to 89 papaya producers from seven municipalities in the Costa region of the state of Oaxaca, which included quantitative and qualitative variables, classified into indicators: i) social, ii) physical, iii) productive, iv) economic, v) management, vi) commercialization, vii) technological. Data analysis included descriptive statistics, review and selection of variables, factor analysis by the principal components method, identification of clusters, comparison and differentiation of defined groups, and discriminant analysis. **Results:** Through factorial analysis, two factors were selected that explained 72.89% of the original variability. The first factor was related to the variables economic income from the sale of papaya, profitability factor and papaya yield; while the second factor was explained by the experience of the producer. The cluster analysis allowed to identify three types of papaya producers (conventional, intermediate, and businesses), which represented 62%, 28% and 10% of the total sample. The variables with the greatest discriminating power between groups were economic income from the sale of papaya, papaya yield, and the profitability factor. **Implications:** The defined typology suggests the need to improve the design of public policies and promptly reorient them based on the heterogeneity among papaya producers in the study region. **Conclusions:** The papaya producers in the study sample are relatively young, have an intermediate level of schooling and seniority in the activity; those that make up Group 3 (businesses) stand out for having higher crop yields and better marketing channels. Papaya agroecosystems differ mainly by cultivated area, production yield, economic income and production costs.

**Keywords:** multivariate analysis; principal components; tropical fructiculture; producer classification; socioeconomics.

### RESUMEN

**Antecedentes:** La región Costa es la principal zona productora de papaya (*Carica papaya* L.) en el estado de Oaxaca. Sin embargo, no existen estudios que documenten las potencialidades, limitantes y el desarrollo del proceso productivo y comercial de este cultivo con un enfoque integral. **Objetivo:** Caracterizar a los productores de papaya y sus

† Submitted November 28, 2022 – Accepted July 6, 2023. <http://doi.org/10.56369/tsaes.4643>



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

ISSN: 1870-0462.

ORCID = Pedro Cisneros-Saguilán: <http://orcid.org/0000-0003-3176-9384>, Irvin Gael Merino-Ávila: <http://orcid.org/0009-0006-8172-604X>, José Luis Valenzuela-Lagarda: <http://orcid.org/0000-0002-9551-2652>, Irma Antonio-Méndez: <http://orcid.org/0000-0003-4088-2063>, Lucina Carmen Ochoa-Jiménez: <http://orcid.org/0000-0002-5582-3755>, Urfila Victoria Peláez-Estrada: <http://orcid.org/0000-0001-7492-5047>

agroecosistemas en la región Costa del estado de Oaxaca, México; y determinar una tipología representativa, con base en sus características socioeconómicas, productivas, tecnológicas y comerciales, empleando técnicas de análisis multivariado. **Metodología:** Se aplicó un cuestionario a través de un muestreo probabilístico a 89 productores de papaya provenientes de siete municipios de la región Costa del estado de Oaxaca, que incluyó variables cuantitativas y cualitativas, clasificadas en indicadores: i) sociales, ii) físicos, iii) productivos, iv) económicos, v) manejo, vi) comercialización, vii) tecnológicos. El análisis de datos incluyó estadística descriptiva, revisión y selección de variables, análisis factorial por el método de componentes principales, identificación de conglomerados, comparación y diferenciación de grupos definidos, y análisis discriminante. **Resultados:** Mediante el análisis factorial se seleccionaron dos factores que explicaban el 72.89% de la variabilidad original. El primer factor se relacionó con las variables ingreso económico por la venta de papaya, factor de rentabilidad y rendimiento de papaya; mientras que el segundo factor estuvo explicado por la experiencia del productor. El análisis de conglomerados permitió identificar tres tipos de productores de papaya (convencionales, intermedios y empresariales), los cuales representaron el 62%, 28% y 10% de la muestra total. Las variables con mayor poder discriminante entre grupos fueron el ingreso económico por la venta de papaya, el rendimiento de papaya y el factor de rentabilidad. **Implicaciones:** La tipología definida sugiere la necesidad de mejorar el diseño de políticas públicas y reorientarlas puntualmente con base en la heterogeneidad entre los productores de papaya de la región de estudio. **Conclusiones:** Los productores de papaya de la muestra de estudio son relativamente jóvenes, poseen un nivel intermedio de escolaridad y antigüedad en la actividad; los que integran el Grupo 3 (empresariales) destacan por tener mayor rendimiento del cultivo y mejores canales de comercialización. Los agroecosistemas con papaya se diferencian principalmente por la superficie cultivada, rendimiento de la producción, ingresos económicos y costos de producción.

**Palabras clave:** análisis multivariado; componentes principales; fruticultura tropical; clasificación de productores; socioeconomía.

## INTRODUCCIÓN

En México, la actividad frutícola es una de las más rentables dentro del sector agropecuario debido a que genera mayor utilidad en comparación con otros cultivos agrícolas. La superficie cultivada con frutales representa alrededor del 6.44% del territorio nacional y su valor de producción es de aproximadamente 20.67% del total en el país (Rindermann y Sangerman-Jarquín, 2014; Leal-López *et al.*, 2021). En 2017, la producción de frutales en México fue de alrededor de 830 millones de toneladas (2.30%), ocupando así el séptimo lugar dentro de los países más importantes en la producción de frutas a nivel mundial, solo después de China (30.2%), India (10.2%), Brasil (4.80%), Estados Unidos (3.40%), Turquía (2.40%) y España (2.30%) (Sánchez-Albores, 2022). También, México sobresalió dentro de los principales países exportadores de productos frutícolas, siendo Estados Unidos (85.05%) su principal destino, seguido de Japón (3.87%) y Canadá (3.61%) (Sánchez-Gómez *et al.*, 2019).

Las condiciones agroclimáticas que caracterizan a México, aunado con la abundancia de recursos naturales y mano de obra, contribuyen positivamente en la producción de frutas tropicales durante todo el año (Rindermann y Sangerman-Jarquín, 2014; Leal-López *et al.*, 2021). A nivel nacional, la producción frutícola se realiza principalmente en regiones que tienen mayor precipitación pluvial, como son los estados de Veracruz, Tabasco, Nuevo León, Nayarit, Michoacán, Oaxaca, Guerrero y Chiapas (Sánchez-Gómez *et al.*, 2019).

La papaya (*Carica papaya* L.) es la tercera fruta tropical más consumida alrededor del mundo; por lo tanto, una de las más importantes desde el punto de vista económico y social, siendo fuente importante de ingresos económicos para las familias que la cultivan (Valencia *et al.*, 2017). A nivel mundial, México ocupa el tercer lugar dentro de los países con mayor producción de papaya, generando alrededor de 1.08 millones de toneladas anuales, solo después de India y Brasil que producen 6.05 y 1.16 millones de toneladas anuales, respectivamente (Miranda-Ramírez *et al.*, 2022). La naturaleza de la fruta y su alta demanda, ha permitido al país posicionarse como líder mundial en exportaciones, con el 12.13% de la producción, siendo Estados Unidos el principal importador (Valencia *et al.*, 2017).

A nivel nacional, la producción de papaya se concentra en los estados de Oaxaca (353,708.03 t), Colima (193,773.49 t), Chiapas (157,957.12 t), Veracruz (120,687.45 t) y Michoacán (103,008.13 t) (SADER-SIAP, 2021). En el estado de Oaxaca, los municipios con mayor producción de papaya son: Villa de Tututepec de Melchor Ocampo (124,476 t), Santa María Huazolotitlán (71,500 t), Santiago Pinotepa Nacional (52,650 t) y Santiago Jamiltepec (41,280 t), que se localizan en la región Costa del estado (SADER-SIAP, 2021). Del total de la producción obtenida en la región, más del 82% se destina al consumo nacional y solo 17.7% a la exportación. Sin embargo, del 2017 al 2019, se observó una reducción del 50 al 75% en la producción de papaya; es decir, mientras que en el 2017 se obtuvieron 288 mil toneladas de papaya, para el 2019 se generaron solo

180 mil toneladas de esta fruta (UMFFAAC, 2020). Dicha situación es consecuencia de los diversos retos a los que se enfrentan actualmente los productores de papaya, los cuales afectan la tasa de producción y el rendimiento, estos incluyen problemas financieros, ausencia de tecnología e infraestructura, falta de capacitación y organización para la adecuada comercialización; así como estrategias ineficientes para el desarrollo de capital humano, entre otros (Valencia *et al.*, 2017).

El enfoque de agroecosistemas tiene sus bases en la Teoría General de Sistemas que promueve un enfoque sistémico para el estudio de sistemas complejos a través de una forma de pensamiento basada en la totalidad y sus propiedades. Esta alternativa de investigación se ha sugerido para abordar la complejidad del desarrollo sustentable en las familias rurales a través de métodos de análisis sistémicos que se enfoquen tanto en las características biofísicas, socioeconómicas y tecnológicas de la producción, utilizando al agroecosistema o la región como unidad de análisis (Gallardo-López *et al.*, 2020). Este enfoque complementa a la visión reduccionista-mecanicista de la ciencia, que considera la contracción del fenómeno de estudio a sus elementos para analizarse de manera aislada y explicar su comportamiento; de esta manera, la sumatoria de las explicaciones encontradas de manera aislada, explica el comportamiento del fenómeno como un todo; permitiendo abordar la agricultura de una manera amplia porque incluye el intercambio con y el impacto sobre otros subsistemas y el medio ambiente, considerando una entidad compleja o sistémica, que es más que la suma de sus partes (Platas-Rosado *et al.*, 2017).

De acuerdo con Borja-Bravo *et al.* (2018), la heterogeneidad que existe en los sistemas agropecuarios es consecuencia de las diferencias físicas, socioeconómicas y técnicas de los productores y de sus unidades de producción, que les otorga a cada uno, características y problemáticas propias; además, dificulta la toma de decisiones y la aplicación de políticas agrícolas de manera transversal. Por ello, el análisis de variables estructurales, económicas y sociales es útil para identificar grupos de productores con rasgos similares y clasificarlos a través del establecimiento de tipologías (Toro-Mujica *et al.*, 2012). Al respecto, diversos autores coinciden en que la caracterización y tipificación de los productores y sus agroecosistemas, permiten entender y comprender sus limitaciones funcionales, así como sus potencialidades y áreas de oportunidad de desarrollo, en las circunstancias donde se establecen (Toro-Mujica *et al.*, 2012; Borja-Bravo *et al.*, 2018; Méndez-Cortés *et al.*, 2019; Rodríguez-Yzquierdo *et al.*, 2019; Arrieta-González *et al.*, 2022). Además, la tipología de productores es determinante para la planificación, desarrollo y fomento de políticas públicas y la

transferencia de tecnologías, de tal manera que las acciones se focalicen, haciendo uso más eficiente de los recursos (Juárez-Barrientos *et al.*, 2015). En este contexto, las técnicas de análisis multivariado han demostrado ser útiles para la clasificación y tipificación de los productores agropecuarios y sus agroecosistemas, con base en sus características estructurales, productivas y técnico-económicas (Toro-Mujica *et al.*, 2012; Ruiz-Ramírez *et al.*, 2020). Estas técnicas estadísticas permiten examinar las principales peculiaridades y las interrelaciones múltiples de los productores, para el establecimiento y construcción de grupos con base en los rasgos únicos de cada uno de ellos (Borja-Bravo *et al.*, 2018).

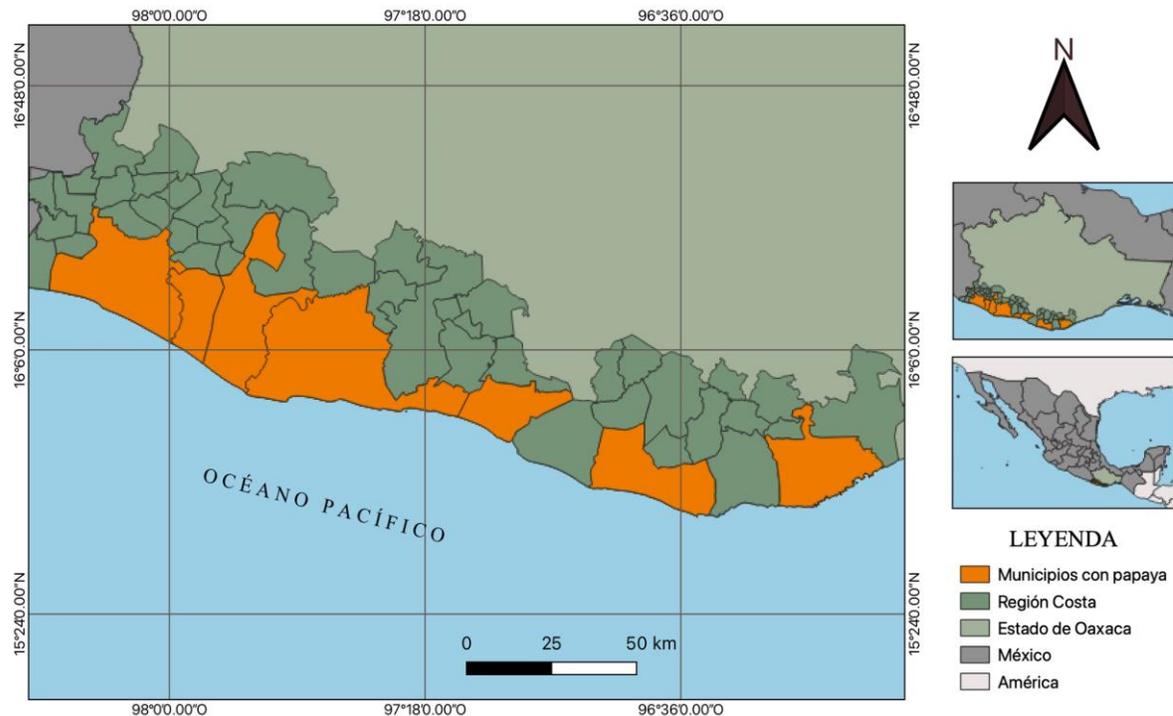
Bajo el contexto anterior, se planteó el presente estudio con los siguientes objetivos: 1) caracterizar a los productores de papaya de la región Costa del estado de Oaxaca, y 2) determinar una tipología representativa de estos productores y sus agroecosistemas, con base en sus características socioeconómicas, productivas, tecnológicas y comerciales, empleando técnicas de análisis multivariado.

La clasificación y diferenciación de los productores de papaya y sus agroecosistemas, contribuirá fundamentalmente en el diseño pertinente de políticas públicas, así como en el fomento de proyectos y procesos de transferencia de tecnologías de manera diferenciada; dado que los productores y sus agroecosistemas tienen características biofísicas, económicas y socioculturales particulares (Maldonado-Méndez *et al.*, 2022).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo durante el periodo de marzo a septiembre de 2022, en los siete principales municipios productores de papaya de la región Costa del estado de Oaxaca: 1) Santiago Pinotepa Nacional (16° 20' 20" N y 98° 03' 01" O; 0-205 msnm), 2) Santa María Huazolotitlán (16° 18' 08" N y 97° 54' 46" O; 0-280 msnm), 3) Santiago Jamiltepec (16° 16' 46" N y 97° 49' 10" O; 0-460 msnm), 4) Villa de Tututepec de Melchor Ocampo (16° 07' 47" N y 97° 36' 36" O; 0-280 msnm), 5) San Pedro Mixtepec (15° 58' 57" N y 97° 05' 01" O; 0-220 msnm), 6) Santa María Tonameca (15° 44' 49" N y 96° 32' 43" O; 0-33 msnm) y 7) Santa María Huatulco (15° 50' 10" N y 96° 19' 19" O; 0-220 msnm) (Figura 1). El clima de la región es cálido subhúmedo con lluvias en verano ( $Aw_1$ ), la temperatura media anual es de 26.2°C, con un rango de temperaturas de 22.7°C para el mes más frío y de 30°C en el mes más caliente; la precipitación media anual es de 1237.5 mm (INEGI, 2016).



**Figura 1.** Localización geográfica de los municipios incluidos en el estudio. Fuente: Elaboración propia con apoyo del software Q-GIS (versión 3.22.7- Białowieża), a partir del Marco Geoestadístico 2022 (INEGI, 2022).

### Selección de la muestra

Para calcular el tamaño de la muestra ( $n$ ) se utilizó como marco muestral el total de productores ( $N = 238$ ) enlistados en el padrón de productores de papaya de la región costera de Oaxaca, reportado por el Consejo directivo del Sistema Producto Papaya del estado de Oaxaca. Para ello, se aplicó un muestreo aleatorio (Scheaffer *et al.*, 2007), considerando como variable asociada el tamaño de la superficie sembrada (ha) del cultivo ( $\delta^2 = 107.04$ ). La ecuación empleada en el estudio fue la siguiente:

$$n = \frac{N\delta^2}{\frac{(N-1)B^2}{Z_{(0,1)}^2} + \delta^2}$$

Dónde:  $n$  es el tamaño de muestra,  $N$  es el marco muestral,  $\delta^2$  es la varianza asociada con el tamaño de la superficie cultivada de papaya,  $Z$  es el percentil de la distribución normal estándar (0,1), y  $B$  es la precisión del estimador.

De esta manera, se obtuvo un tamaño de muestra de 89 productores, distribuidos en los siete municipios de estudio: Santiago Pinotepa Nacional ( $n = 12$ ), Santa María Huazolotitlán ( $n = 44$ ), Santiago Jamiltepec ( $n = 2$ ), Villa de Tututepec de Melchor Ocampo ( $n = 20$ ), San Pedro Mixtepec ( $n = 6$ ), Santa María Tonameca ( $n = 3$ ) y Santa María Huatulco ( $n = 2$ ). La selección de

productores, se realizó mediante números aleatorios de la función ALEATORIO.ENTRE del programa Microsoft® Excel 2016.

### Recolección y procesamiento de información

Para la recolección de datos se empleó un enfoque agroecosistémico (Gallardo-López *et al.*, 2020), diseñando un cuestionario integral que incluyó tanto variables cuantitativas como cualitativas, clasificadas en siete secciones de indicadores: i) social: edad del productor (años), nivel de escolaridad (años), experiencia del productor en la producción de papaya (años), ii) físico: superficie plantada (ha) y tenencia de la tierra, iii) productivo: rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ), iv) económico: ingresos ( $\$ ha^{-1}$ ), costos de producción ( $\$ ha^{-1}$ ), factor de rentabilidad, v) manejo: número de cortes/ciclo de producción, vida útil de la plantación (meses), vi) comercialización: precio de venta/kg, indicador de participación en el mercado, y vii) tecnológico: índice tecnológico (IT) calculado con base en la metodología propuesta por Borja-Bravo *et al.* (2018), asignando un factor de ponderación arbitraria y considerando las siguientes variables: 1) tipo de riego (gravedad = 0.25, microaspersión = 0.75, goteo superficial = 1.0); 2) mecanización (deshierbe mecanizado = 0.5, aspersión mecanizada = 0.5); 3) fertilización orgánica (estiércol o abono sólido = 0.2, uso de fertilizantes orgánicos = 0.8); 4) diversificación de variedades (una variedad = 0.2, dos variedades = 0.4, tres variedades = 0.6, cuatro o más variedades =

0.8); 5) control biológico (control de plagas = 0.3, control de enfermedades = 0.3); 6) alta densidad de árboles (1,500 a 2,000 árboles  $\text{ha}^{-1}$  = 0.2, 2,000 a 3,000 árboles  $\text{ha}^{-1}$  = 0.4, 3,000 a 5000 árboles  $\text{ha}^{-1}$  = 0.6, 5,000 a 8,000 árboles  $\text{ha}^{-1}$  = 0.8, más de 8,000 árboles  $\text{ha}^{-1}$  = 1.0); 7) buenas prácticas agrícolas (manejo de residuos químicos = 0.3, uso de equipo, ropa y accesorios para manejo químico = 0.3); 8) producción orgánica (sí = 0.6, no = 0), y 9) capacitación y asesoría técnica (capacitación = 0.5, asesoría técnica = 0.5).

El cuestionario se aplicó mediante entrevista directa a los productores a través de visitas a las unidades de producción, domicilio u oficina. Se realizó una visita técnica a las huertas de papaya, para evaluar la confiabilidad de la información brindada por los productores. Con la información recolectada en campo, se elaboró una base de datos en hojas de cálculo del programa Microsoft® Excel 2016, la cual se exportó a un paquete estadístico para su posterior análisis.

### Análisis de la información

Para el desarrollo de la tipología se consideraron las metodologías descritas por Díaz-Gaona *et al.* (2019) y Freitas-Silveira *et al.* (2021), que incluyen los siguientes pasos: 1) revisión y selección de variables, 2) análisis factorial por el método de componentes principales (CP), 3) identificación de conglomerados (*clusters*), 4) comparación y diferenciación de grupos o *clusters* definidos, y 5) análisis discriminante. Para ello, se utilizaron técnicas de análisis multivariado del paquete estadístico IBM SPSS Statistics para Windows, Version 20.0 (IBM, Corp., Armonk, N.Y., USA).

La primera etapa consistió en la selección de variables, considerando aquellas con un coeficiente de variación (CV) superior al 50% (Santos *et al.*, 2014). Adicionalmente, se obtuvo la matriz de correlación de las variables evaluadas usando el análisis de correlación de Pearson, eliminando aquellas no correlacionadas para cumplir con los supuestos de multicolinealidad. De esta manera, se seleccionaron las siguientes variables: experiencia del productor en la producción de papaya (años), superficie plantada (ha), rendimiento ( $\text{t ha}^{-1}$ ), ingreso económico por la venta de papaya ( $\text{\$ ha}^{-1}$ ), factor de rentabilidad e indicador de participación en el mercado.

En la segunda etapa, se realizó un análisis factorial por el método de componentes principales (CP), el cual permite explicar la estructura de la varianza-covarianza del conjunto de variables originales, a través de sus combinaciones lineales. Este análisis tiene como propósito la reducción del número de variables con la menor pérdida de información, para facilitar la interpretación de las relaciones existentes

(Santos *et al.*, 2014). Así, se generó la matriz de correlaciones entre variables, los autovalores (*eigenvalues*) y la proporción de la varianza explicada por cada uno de ellos, así como los autovectores (*eigenvectors*) y los componentes principales (factores). La adecuación del análisis factorial al estudio, se evaluó usando el estadístico de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett. Para la selección de factores se utilizó el criterio de Kaiser (Granato *et al.*, 2018), que sugiere incluir solo aquellos con autovalores superiores a 1. Para una mejor interpretación de las cargas factoriales, se empleó la rotación ortogonal Varimax y se utilizaron los coeficientes factoriales para obtener las puntuaciones del factor seleccionado.

En la tercera etapa, se realizó un análisis de conglomerados jerárquicos (clústers) con la finalidad de formar las tipologías, clasificando aquellos productores relativamente homogéneos, denominados conglomerados o clústers. La solución final se determinó empleando la medida de distancia Euclidiana al cuadrado y el método de agrupación de Ward. Este método es diferente al resto de los métodos de agrupamiento jerárquico, ya que en lugar de utilizar una matriz de distancias, define una medida global de la heterogeneidad de una agrupación de observaciones en grupos (Santos *et al.*, 2014). Las diferencias entre los grupos se comprobaron mediante análisis de varianza (ANOVA) de un factor, con una prueba de comparación de medias de Tukey, considerando un nivel de significancia del 5% ( $P \leq 0.05$ ).

Finalmente, se realizó un análisis discriminante canónico (AD) con la finalidad de identificar el subconjunto de las variables independientes con poder discriminatorio para diferenciar los grupos de productores definidos. Para ello, se obtuvieron funciones canónicas (FC), que son combinaciones lineales de las variables continuas originales que resumen la variación o diferenciación entre individuos. La capacidad de las FC discriminantes se evaluó mediante el porcentaje de clasificación correcta de los individuos a su grupo de origen. Además, se obtuvo el biplot de las dos primeras funciones canónicas discriminantes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización general de los productores y sus agroecosistemas con papaya

Las características generales de los productores y sus agroecosistemas con papaya de la región Costa del estado de Oaxaca, se presentan en la Tabla 1. Del total de productores entrevistados, el 98% fueron hombres y el resto mujeres. Tenían una edad media de 42 años, con un nivel educativo promedio de 12 años que

corresponde a una educación media superior, por lo que puede considerarse una población relativamente joven y educada. Estos resultados fueron mejores a los observados en los productores mexicanos de papaya de la zona Centro del estado de Veracruz (Zarrabal-Prieto *et al.*, 2021) y de cuatro regiones de Tanzania en el continente africano (Mwanauta *et al.*, 2022); quienes se caracterizaron por edades promedio de 48 y 46 años, respectivamente, y en ambos casos un nivel educativo promedio básico. Al respecto, diversos autores indicaron que, tanto la edad como el nivel educativo, representan características importantes que influyen directamente en la adopción de tecnologías agrícolas por parte de los productores (Juárez-Barrientos *et al.*, 2015; Borja-Bravo *et al.*, 2018; Méndez-Cortés *et al.*, 2019). Esto significa que aquellos productores con menor edad y mayor nivel de escolaridad, muestran más interés en la innovación con la finalidad de incrementar la productividad de sus agroecosistemas (Aguilar *et al.*, 2013).

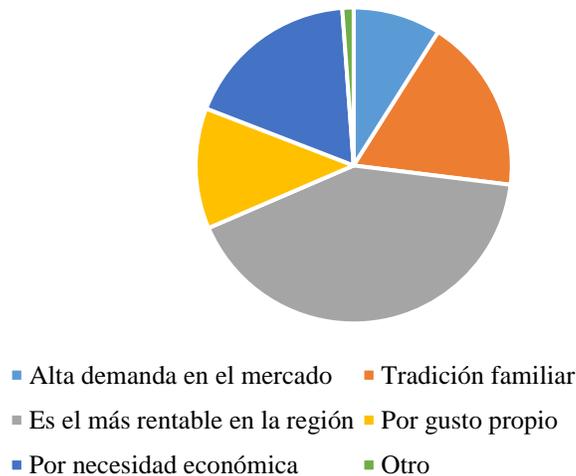
Por otra parte, los productores de papaya de este estudio cuentan con 10 años de experiencia en el cultivo, lo que evidencia que son relativamente nuevos en la actividad. Zarrabal-Prieto *et al.* (2021) reportaron una antigüedad mayor para los productores de papaya de la zona centro de Veracruz, donde la experiencia promedio fue de 18 años, variando de entre 1 a 52 años. Los motivos principales por los que los productores de la Costa de Oaxaca decidieron emprender en la producción de papaya, fueron la rentabilidad económica del cultivo en la región (41.6%), por herencia familiar (17.9%), necesidad económica (17.9%), entre otros (Figura 2).

Respecto a la superficie cultivada de papaya, se observó que esta fue de 7.07 ha en promedio y en un amplio rango de 1 a 140 ha, mayor al rango de superficie plantada (0.75 a 20 ha) por los productores de papaya de la zona Centro de Veracruz (Zarrabal-Prieto *et al.*, 2021); y mucho mayor a la superficie promedio cultivada (0.86 ha) por productores de papaya en cuatro regiones de Tanzania en el continente africano (Mwanauta *et al.*, 2022). Sin embargo, el 64.1% de los productores utilizan terrenos rentados, y solo 32.5% cuenta con tierras propias.

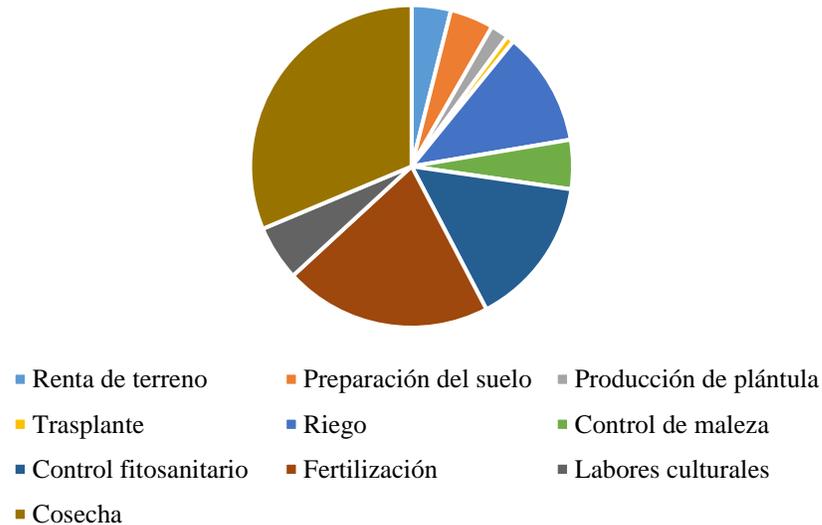
El rendimiento promedio de fruta cosechada de papaya en el área de estudio fue de 117.64 t ha<sup>-1</sup>, superior a los rendimientos promedio de 40 a 50 y 41.52 t ha<sup>-1</sup> reportados para la producción de papaya en la Mixteca Poblana (Jiménez-Cruz *et al.*, 2012) y en el distrito 007 de Veracruz (Granados-Ramírez *et al.*, 2015), respectivamente. Los productores de papaya de la Costa de Oaxaca reportaron un ingreso medio por la venta de papaya de \$960,449.44 ha<sup>-1</sup>, mientras que los costos de producción ascendieron a \$369,213.41 ha<sup>-1</sup>, logrando un factor de rentabilidad medio de 2.43. Los rubros que más impactaron en los costos de producción fueron la cosecha (31.3%), la fertilización (20.8%), el control fitosanitario (15.1%), el riego (11.5%), entre otros (Figura 3). Este orden y representación de los costos es diferente al reportado por Zarrabal-Prieto *et al.* (2021): control de plagas y enfermedades (33.3%), fertilización (25.4%), labores culturales (14.9%) y preparación del suelo (13.2%).

**Tabla 1. Características generales de los productores y sus agroecosistemas con papaya de la Costa de Oaxaca, México.**

Indicador	VARIABLES	n	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	CV (%)
Social	Edad del productor (años)	89	42.05	11.91	23.00	75.00	28.32
	Escolaridad del productor (años)	87	11.75	4.24	0.00	17.00	36.12
	Experiencia del productor en la producción de papaya (años)	89	9.77	5.95	2.00	20.00	60.96
Físico	Superficie plantada (ha)	89	7.07	16.42	1.00	140.00	232.01
Productivo	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	89	117.64	54.92	20.00	300.00	56.68
Económico	Ingreso por la venta de papaya (\$ ha <sup>-1</sup> )	89	960,449.44	690,650.48	100,000.00	4,200,000.00	71.90
	Costos de producción (\$ ha <sup>-1</sup> )	82	369,213.41	61,434.00	261,500.00	477,500.00	16.63
	Factor de rentabilidad	82	2.43	1.68	0.27	12.21	69.30
Manejo	No. de cortes/ciclo de producción	89	26.04	7.46	5.00	40.00	28.65
	Vida útil de la plantación (meses)	89	16.34	2.99	15.00	25.00	18.30
Comercialización	Precio de venta (\$/kg)	89	7.68	2.68	3.00	15.00	34.90
	Indicador de participación en el mercado	88	2.78	1.29	0.50	6.50	56.35
Tecnológico	Índice tecnológico	89	4.92	0.75	3.45	7.25	15.26



**Figura 2.** Motivos decisivos para emprender en la producción de papaya por parte de los productores de la Costa de Oaxaca, México.



**Figura 3.** Distribución de los costos de producción en los agroecosistemas con papaya de la Costa de Oaxaca, México.

En cuanto al manejo de la plantación, se encontró que los productores de papaya realizan un promedio de 26 cortes por ciclo de producción; por lo tanto, la vida útil de la plantación es de alrededor de 16 meses. El 55% de los productores afirmó haber recibido alguna capacitación sobre el cultivo de papaya en los últimos tres años (2020 – 2022) en temas de nutrición vegetal (34.1%), sanidad vegetal (28.1%), preparación del suelo (16.6%), labores pre-cosecha (9.8%) y manejo pos-cosecha (7.6%), principalmente. En el rubro comercial, un dato relevante es que el 61% de los productores no cuenta con contratos de compra-venta previos al establecimiento del cultivo, para asegurar la comercialización de la producción de papaya; al respecto esta mayoría espera hasta el momento de la cosecha para buscar un comprador. El precio promedio de venta reportado para los últimos dos años fue de

\$7.68/kg. En este sentido, se obtuvo un indicador de participación en el mercado de 2.8, esto indica que la comercialización se realiza principalmente a nivel nacional, comúnmente en la Central de abastos de la CDMX, situación similar a la reportada por Granados-Ramírez *et al.* (2015) para la producción de papaya del estado de Veracruz. Los autores citados también describieron una mayor participación de los intermediarios en la actividad, ya que se encargan de movilizar el producto, acaparando mayor utilidad que los productores.

El indicador de participación en el mercado obtenido en este estudio fue inferior al determinado por Borja-Bravo *et al.* (2018) en la producción de guayaba en el estado de Aguascalientes, el cual varió de entre 5.6 a 9.4, que sugiere un mejor posicionamiento en el

mercado nacional e internacional. Los productores de papaya de la Costa del estado de Oaxaca presentaron un índice tecnológico medio de 4.92, que podría considerarse intermedio, sugiriendo bajo uso de tecnologías e innovación agrícola, falta de infraestructura y prácticas sustentables incipientes. Al respecto, Méndez-Cortés *et al.* (2019) mencionaron que el índice tecnológico bajo que caracteriza a las actividades agropecuarias en México, podría relacionarse con la ausencia de infraestructura, así como la falta de políticas gubernamentales que fomentan las actividades productivas, lo que ocasiona un desarrollo desigual y poco criterio empresarial entre los productores. De hecho, según los productores de papaya, las principales limitantes a las que se enfrentan en la actividad fueron: altos costos de producción (24.5%), bajo precio de mercado (20.3%), escasez de mano de obra (15.7%), plagas y enfermedades (12.7%), entre otros (Figura 4).

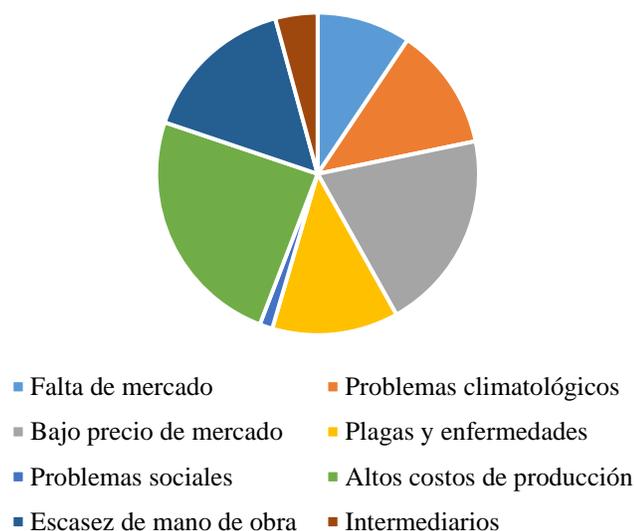
La matriz de correlación de Pearson entre las características evaluadas en los productores de papaya de la Costa de Oaxaca, México se muestra en la Tabla 2. La edad del productor se correlacionó negativamente ( $r = -0.33$ ;  $P < 0.01$ ) con el nivel de escolaridad; sin embargo, presentó una correlación positiva ( $r = 0.41$ ;  $P < 0.001$ ) con la experiencia del mismo en la producción de papaya, lo que indica que a mayor edad, los productores presentan menor nivel educativo, pero más antigüedad en la actividad. En tanto, la escolaridad del productor tuvo una correlación positiva ( $r = 0.24$ ;  $P < 0.05$ ) con la superficie cultivada de papaya, mientras que la experiencia del productor y la superficie cultivada se correlacionaron positivamente con el indicador de participación en el mercado ( $r = 0.21$ ;  $P < 0.05$  y  $0.44$ ;  $P < 0.001$ , respectivamente) y el índice tecnológico de los agroecosistemas con papaya ( $r = 0.30$  y  $0.29$ ;  $P < 0.01$ ,

respectivamente), evidenciando el impacto positivo que tiene tanto el nivel de educación como los conocimientos adquiridos por el productor a lo largo de los años, sobre las prácticas tecnológicas y el proceso comercial del producto. Este patrón de correlación entre las variables edad, escolaridad, experiencia y superficie cultivada es conveniente; al respecto, Aguilar *et al.* (2013) sugieren que al diseñar estrategias para dinamizar los procesos de innovación agrícola, debe considerarse trabajar con productores jóvenes, con mayores niveles de escolaridad y con años de experiencia intermedia; ya que tienden a innovar en mayor medida, aún más si poseen superficies más grandes.

Por otra parte, se observaron correlaciones positivas entre el rendimiento de papaya con el ingreso por la venta de papaya ( $r = 0.88$ ;  $P < 0.001$ ), los costos de producción ( $r = 0.37$ ;  $P < 0.01$ ), el número de cortes por ciclo de producción ( $r = 0.82$ ;  $P < 0.001$ ), la vida útil de la plantación ( $r = 0.33$ ;  $P < 0.01$ ), y el factor de rentabilidad ( $r = 0.38$ ;  $P < 0.01$ ); lo que indica que los valores de estas variables incrementan a manera que el rendimiento de papaya aumenta. Asimismo, el ingreso percibido por la venta de la producción presentó correlaciones positivas con los costos de producción ( $r = 0.39$ ;  $P < 0.01$ ), el número de cortes por ciclo de producción ( $r = 0.96$ ;  $P < 0.001$ ), la vida útil de la plantación ( $r = 0.36$ ;  $P < 0.01$ ), y el factor de rentabilidad ( $r = 0.72$ ;  $P < 0.001$ ).

#### Análisis factorial de componentes principales (CP)

Los resultados del estadístico de Kaiser-Meyer-Olkin ( $KMO = 0.6740$ ) y la prueba de esfericidad de Bartlett (Chi-cuadrado: 353.290,  $P < 0.001$ ), demostraron la idoneidad del análisis factorial para este estudio. Los autovalores iniciales, las sumas de rotación de cargas



**Figura 4.** Principales limitantes en los agroecosistemas con papaya de la Costa de Oaxaca, México.

**Tabla 2. Matriz de correlación de Pearson entre características sociales, físicas, productivas, económicas, de manejo, de comercialización y tecnológicas.**

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13
X1	1.00												
X2	-0.33 **	1.00											
X3	0.41 ***	-	1.00										
X4	-	0.24 *	-	1.00									
X5	-	-	-	-	1.00								
X6	-	-	-	-	0.88 ***	1.00							
X7	-	-	-	-	0.37 **	0.39 **	1.00						
X8	-	-	-	-	0.82 ***	0.96 ***	-	1.00					
X9	-	-	-	-	0.33 **	0.36 **	-	0.31 **	1.00				
X10	-	-	-	-	-	-	-	-	0.26 *	1.00			
X11	-	-	-	-	0.38 **	0.72 ***	0.38 **	0.68 ***	0.24 *	-	1.00		
X12	-	-	0.21 *	0.44 ***	-	-	-	-	0.21 **	-	-	1.00	
X13	-	-	0.30 **	0.29 **	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00

X1= edad (años), X2 = escolaridad (años), X3 = experiencia en la producción de papaya (años), X4 = superficie plantada (ha), X5 = rendimiento (t ha<sup>-1</sup>), X6 = ingreso por la venta de papaya (\$ ha<sup>-1</sup>), X7 = costos de producción (\$ ha<sup>-1</sup>), X8 = número de cortes/ciclo de producción, X9 = vida útil de la plantación (meses), X10 = precio de venta (\$/kg), X11 = factor de rentabilidad, X12 = indicador de participación en el mercado, X13 = índice tecnológico.

\* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$ .

al cuadrado y el porcentaje de varianza explicada y acumulada de los factores obtenidos mediante el análisis factorial se muestran en la Tabla 3. Los dos primeros factores con autovalores superiores a 1, explicaron juntos el 72.89% de la variabilidad original. El primer factor explicó el 47.98% de la variabilidad total y se asoció con las variables indicativas de ingreso por la venta de papaya, el factor de rentabilidad y el rendimiento del cultivo (Tabla 4). Los puntajes más

altos en este factor o componente corresponden a la combinación de características económicas del agroecosistema y su estrecha relación con el rendimiento del cultivo, por lo que denota la productividad en la actividad. De acuerdo con Coronel de Renolfi y Ortuño-Pérez (2005), el primer factor fué el más influyente en el análisis factorial, ya que es el que mejor explica las diferencias entre los productores y entre sus agroecosistemas con papaya.

**Tabla 3. Autovalores iniciales, sumas de rotación de cargas al cuadrado y porcentaje de varianza explicada y acumulada de los factores obtenidos para la caracterización de los productores.**

Factores	Autovalores iniciales			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Autovalor	% Varianza simple	% Varianza acumulada	Autovalor	% Varianza simple	% Varianza acumulada
<b>1</b>	<b>2.87</b>	<b>47.98</b>	<b>47.98</b>	<b>2.71</b>	<b>45.21</b>	<b>45.21</b>
<b>2</b>	<b>1.95</b>	<b>24.91</b>	<b>72.89</b>	<b>1.00</b>	<b>16.78</b>	<b>62.00</b>
3	0.87	14.58	87.48	1.00	16.72	78.73
4	0.53	8.84	96.32	1.00	16.69	95.42
5	0.19	3.23	99.55	0.24	4.13	99.55
6	0.02	0.44	100.00	-	-	-

El segundo factor contribuyó con el 24.91% de la varianza total y estuvo explicado de forma única por la experiencia del productor en el cultivo de papaya (Tabla 4). Esto puede deberse a que la experiencia que los productores agrícolas adquieren a lo largo del tiempo es un elemento clave en las actividades agropecuarias, ya que se relaciona positivamente con la eficiencia técnica y económica del agroecosistema (López y Becerra, 2018).

**Tabla 4. Cargas factoriales (autovectores) de los dos primeros factores obtenidos en el análisis factorial de componentes principales.**

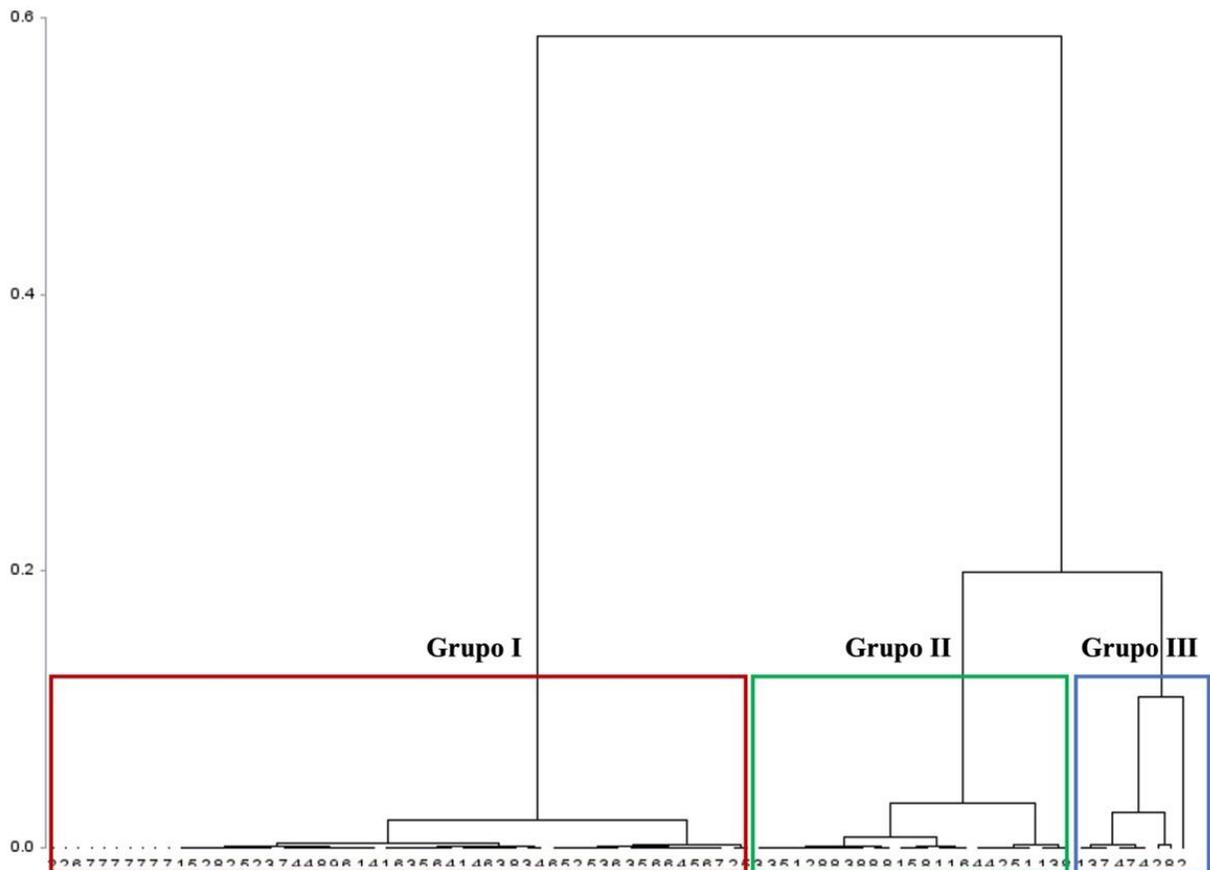
Variables	Factor 1	Factor 2
Experiencia del productor en la producción de papaya (años)	0.073	<b>0.991</b>
Superficie plantada (ha)	0.014	0.086
Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	<b>0.862</b>	0.078
Ingreso por la venta de papaya (\$ ha <sup>-1</sup> )	<b>0.988</b>	0.067
Factor de rentabilidad	<b>0.989</b>	0.025
Indicador de participación en el mercado	0.096	0.086

**Tipología y diferenciación de los productores y sus agroecosistemas con papaya**

El análisis de conglomerados permitió identificar tres grupos de productores de papaya, los cuales representaron el 62% ( $n = 55$ ), 28% ( $n = 25$ ) y 10% ( $n = 9$ ) de la muestra total, respectivamente (Figura 5). Las diferencias entre los grupos definidos se presentan en la Tabla 5.

**Grupo I: Convencionales**

Este grupo concentró la mayor parte de los productores entrevistados (62%). Estos presentaron valores intermedios para la edad (42 años) y nivel de escolaridad (12 años); sin embargo, tuvieron ligeramente menos experiencia en el cultivo de papaya. Los productores de este grupo cultivan la menor superficie (3.77 ha); por lo tanto, tuvieron valores menores ( $P < 0.05$ ;  $P < 0.001$ ) de rendimiento (93.22 t ha<sup>-1</sup>), ingresos por la venta de papaya (\$600,273.00 ha<sup>-1</sup>) y costos de producción (\$337,563.00 ha<sup>-1</sup>). El factor de rentabilidad medio fue de 2.88, similar al observado en el Grupo II. De la misma manera, el número de cortes por ciclo de producción (24) fue igual al del



**Figura 5.** Dendrograma para el agrupamiento jerárquico de los productores y sus agroecosistemas con papaya en la Costa de Oaxaca.

**Tabla 5. Medias de las características evaluadas y niveles de significancia para los diferentes grupos de productores y sus agroecosistemas con papaya de la Costa de Oaxaca, México.**

Variables	Grupo I (n = 55)	Grupo II (n = 25)	Grupo III (n = 9)	P-value
Edad del productor (años)	42.22	42.68	38.22	0.611
Escolaridad del productor (años)	12.37	12.04	12.56	0.970
Experiencia del productor en la producción de papaya (años)	9.44	10.12	10.22	0.867
Superficie plantada (ha)	3.77	14.54	5.00	0.021
Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	93.22 <sup>c</sup>	129.40 <sup>b</sup>	223.33 <sup>a</sup>	< 0.001
Ingreso por la venta de papaya (\$ ha <sup>-1</sup> )	600,273.00 <sup>c</sup>	1,201,800.00 <sup>b</sup>	2,324,444.00 <sup>a</sup>	< 0.001
Costos de producción (\$ ha <sup>-1</sup> )	337,563.00 <sup>b</sup>	405,600.00 <sup>a</sup>	392,833.00 <sup>a</sup>	0.002
Factor de rentabilidad	2.88	2.88	5.80	0.369
No. de cortes/ciclo de producción	24.61 <sup>b</sup>	26.20 <sup>b</sup>	33.00 <sup>a</sup>	0.007
Vida útil de la plantación (meses)	19.18	15.60	15.55	0.528
Precio de venta (\$/kg)	6.32 <sup>b</sup>	9.68 <sup>a</sup>	10.44 <sup>a</sup>	< 0.001
Indicador de participación en el mercado	2.52	3.18	3.16	0.074
Índice tecnológico	4.81	5.05	4.78	0.493

<sup>abc</sup> Valores con diferentes letras dentro de la misma fila indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

Grupo II, pero menor ( $P < 0.05$ ) al observado en los productores del Grupo III. La vida útil de la plantación fue de 19 meses. El precio promedio de venta (\$6.32/kg) fue el más bajo, comparado con el resto de grupos de productores ( $P < 0.001$ ), lo que podría deberse a que presentaron un indicador de participación en el mercado bajo, indicando que comercializan el producto a nivel local y/o regional. El grupo presentó un índice tecnológico intermedio de 4.81, que denota un bajo nivel tecnológico, y puede atribuirse al menor ingreso económico, lo cual limita la adquisición de insumos e infraestructura que mejoran la capacidad productiva en las actividades frutícolas (Sánchez-Toledano *et al.*, 2019). Similares observaciones fueron reportadas por Borja-Bravo *et al.* (2018) en la producción de guayaba en el estado de Aguascalientes.

### Grupo II: Intermedios

El grupo representó el 28% de la muestra de productores en estudio, con edad media de 42 años; consistente con el rango de edades (46 a 60 años) reportado para los productores agropecuarios en México (ENA, 2017). Se caracterizan por un nivel de escolaridad de 12 años y una antigüedad en la producción de papaya de 10 años, similar al Grupo III. La superficie cultivada promedio fue de 14.54 ha, superior al resto de los grupos ( $P < 0.05$ ). Presentaron valores intermedios para el rendimiento e ingresos por la venta de papaya, los cuales fueron de 129.40 t ha<sup>-1</sup> y \$1,201,800.00 ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Los costos de producción fueron altos ( $P < 0.05$ ) y similares a los del Grupo III (\$405,600.00 ha<sup>-1</sup>); sin embargo, el factor de rentabilidad (2.88) fue consistente al del Grupo I. Estos productores realizan en promedio 26 cortes de fruta por

ciclo de producción, menos que los observados en el Grupo III ( $P < 0.05$ ). Las plantaciones de estos productores tienen una vida útil de 15 meses. La venta de la fruta la realizaron con un precio medio de \$9.68/kg, superior al del Grupo I ( $P < 0.001$ ), pero similar al Grupo III. El indicador de participación en el mercado fue ligeramente alto en comparación con el resto de grupos, lo que indica mayor inclusión en el mercado nacional. El índice tecnológico encontrado en este grupo (5.05) sugiere que este tipo de productores podría tener un importante potencial de desarrollo tecnológico, al presentar mejores variables estructurales y condiciones favorables para la adopción de tecnologías (Méndez-Cortés *et al.*, 2019).

### Grupo III: Empresariales

Por último, este grupo estuvo formado por el 10% de la muestra de productores, quienes pueden considerarse relativamente más jóvenes (38 años) y con mejor nivel educativo (13 años). Tienen una experiencia en el cultivo de papaya similar a la de los productores del Grupo II. Estos productores cuentan con una superficie cultivada promedio de 5.00 ha. Sin embargo, se caracterizan por tener mayor solidez económica, ya que tuvieron valores más altos ( $P < 0.05$ ;  $P < 0.001$ ) en el rendimiento del cultivo (223.33 t ha<sup>-1</sup>) y el ingreso por la venta de papaya (\$2,324,444.00 ha<sup>-1</sup>); aunque al igual sus costos de producción se incrementaron (\$392,833.00 ha<sup>-1</sup>).

Presentaron un factor de rentabilidad ligeramente más alto (5.80) que los observados en los demás grupos de productores, lo que se traduce en mayor eficiencia económica, la cual se logra cuando el margen de ganancia es positivo, ya que los ingresos superan el

valor de los egresos generados en el cultivo (Miranda-Salas *et al.*, 2019). Este tipo de productores lleva a cabo un mayor ( $P < 0.05$ ) número de cortes de fruta por ciclo de producción (33); sin embargo, la vida útil de la plantación fue similar a la de los productores del Grupo II.

El precio de venta de la fruta fue el más alto (\$10.44/kg) que todos los grupos, por consiguiente, mostraron buena posición en el mercado nacional (3.16), similar al Grupo II. Por último, el índice tecnológico fue de 4.78, ligeramente mayor al reportado para el grupo empresarial de los productores de guayaba en Aguascalientes (Borja-Bravo *et al.*, 2018).

El resumen del análisis discriminante con las principales características discriminatorias entre los grupos de productores de papaya, se muestra en la Tabla 6. Se observó que la primera función canónica (FC1) explicó por sí sola el 96.4% de la varianza, mientras que la segunda función canónica (FC2) contribuyó con el resto de la variabilidad total (3.6%).

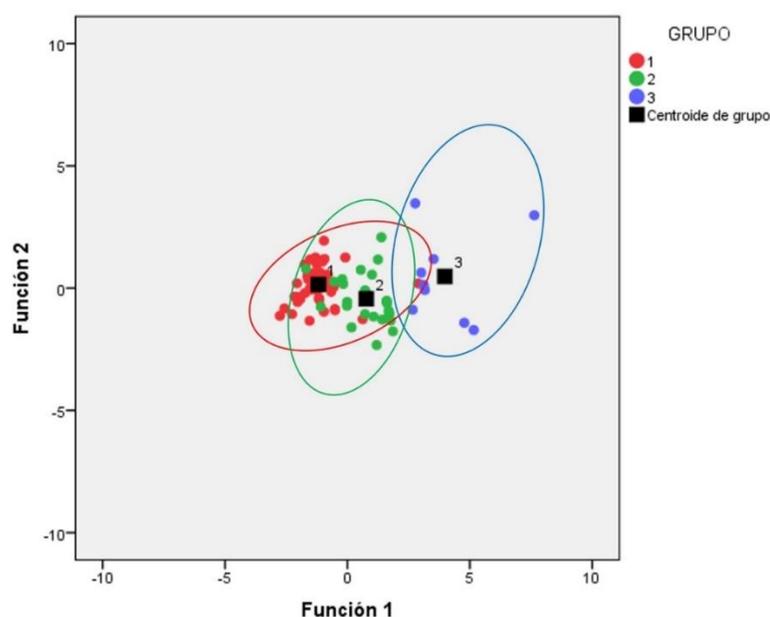
Las variables más discriminatorias asociadas a la FC1 fueron el ingreso por la venta de papaya, el rendimiento de papaya y el factor de rentabilidad. En tanto, la FC2 estuvo relacionada con el rendimiento de papaya y el factor de rentabilidad. Hallazgos similares fueron reportados por Borja-Bravo *et al.* (2018), quienes encontraron que las variables que definen más las diferencias entre grupos de productores de guayaba fueron la participación en el mercado, los ingresos por la venta de guayaba de alta calidad, la superficie plantada, el porcentaje en los montos de apoyos gubernamentales, la edad del productor, el factor de

rentabilidad y la producción de guayaba de alta calidad.

**Tabla 6. Coeficientes estandarizados de las funciones canónicas (FC) discriminantes de los grupos de productores y sus agroecosistemas con papaya en la Costa de Oaxaca.**

Variables	FC1	FC2
Experiencia del productor en la producción de papaya (años)	0.235	-
Superficie plantada (ha)	-	0.033
	0.044	
Rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ )	<b>0.805</b>	<b>0.390</b>
Ingreso por la venta de papaya ( $\$ ha^{-1}$ )	<b>0.936</b>	0.003
Factor de rentabilidad	<b>0.778</b>	<b>0.318</b>
Indicador de participación en el mercado	0.018	0.115
Correlación canónica		
Autovalor	2.849	0.107
% Varianza simple	96.40	3.60
% Varianza acumulada	96.40	100.0

En la Figura 6 se muestra la dinámica clasificatoria de los tres grupos de productores de papaya identificados en el estudio, según su grupo de origen. A través de los grupos centroides, se observó que hubo errores de clasificación entre los Grupos I y II, lo que indica que comparten características similares. Lo anterior se evidenció con la matriz de clasificación cruzada (Tabla 7), que mostró una tasa de clasificación en su grupo de origen del 95.7%, 80.8% y 100% para los Grupos I, II y III, respectivamente.



**Figura 6.** Gráfico bidimensional del análisis discriminante canónico.

**Tabla 7. Matriz del porcentaje de clasificación de los tres grupos de productores y sus agroecosistemas con papaya, mediante análisis discriminante.**

	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Porcentaje correcto de clasificación
Grupo I	45 (95.70)	1 (2.10)	1 (2.10)	47 (100.00)
Grupo II	5 (19.20)	21 (80.80)	0 (0.00)	26 (100.00)
Grupo III	0 (0.00)	0 (0.00)	9 (100.00)	9 (100.00)

## CONCLUSIONES

El enfoque sistémico de este estudio, basado en el empleo de técnicas de análisis multivariado, permitió la caracterización, tipificación y diferenciación de los productores de papaya y sus agroecosistemas en la Costa de Oaxaca; considerando indicadores sociales, económicos, productivos, tecnológicos y comerciales.

En la región Costa de Oaxaca, los productores de papaya se clasifican en tres tipos: 1) convencionales, 2) intermedios y 3) empresariales. El primer grupo concentró a más de la mitad de los productores, quienes se caracterizan por tener cultivos con menor superficie plantada, bajos rendimientos y precios de venta; en consecuencia menores ingresos económicos. Además, presentaron características con valores cercanos a la media general de la muestra en estudio, por lo que pueden considerarse como los más representativos. Los productores del Grupo II (intermedios), representan a casi la tercera parte y poseen características similares tanto a los productores del Grupo I y los productores del Grupo III; cultivan en mayor superficie y con valores intermedios de rendimiento, ingreso económico y costos de producción. Los productores del Grupo III (empresariales) se conformaron en un grupo muy reducido (una décima parte), y son relativamente los más jóvenes, educados y experimentados, obtienen mayor rendimiento y rentabilidad del cultivo, pero sobre todo tienen mejores canales de comercialización y precios de venta de la fruta.

Las variables que definen las diferencias entre los agroecosistemas con papaya de la región Costa de Oaxaca son: a) la superficie cultivada, b) el rendimiento de la producción, c) el ingreso por la venta de papaya y d) los costos de producción. Estos resultados permiten comprender la heterogeneidad que caracteriza a los productores y sus agroecosistemas, creando una base fundamental para el diseño e implementación de políticas públicas y programas de transferencia de tecnología diferenciados y orientados a mejorar la eficiencia productiva y económica de esta actividad, de acuerdo a las necesidades de cada tipo de productor.

## Agradecimientos

Se agradece al Ing. Alberto Reyes Cisneros, Presidente del Sistema Producto Papaya del estado de Oaxaca, al Ing. Efrén Escuén Torres, Presidente del Comité de Sanidad Vegetal de José María Morelos, Oaxaca, y a todos los productores participantes en la encuesta, por su amplia disposición.

**Funding.** The study was financed by the Tecnológico Nacional de México through Project No. 12293.21-P, entitled "Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con papaya (*Carica papaya* L.) en la costa de Oaxaca".

**Conflict of interests.** The authors declare that they have no conflicts of interest.

**Compliance with ethical standards.** Informed consent was obtained from survey participants.

**Data availability.** Data are available with the corresponding author of this publication upon reasonable request.

**Autor contribution statement (CRediT).** **P. Cisneros-Saguilán:** Conceptualization, Data curation, Formal analysis, Investigation, Methodology, Project administration, Resources, Supervision, Writing-original draft. **I. G. Merino-Ávila:** Data curation, Visualization, Validation, Investigation. **J. L. Valenzuela-Lagarda:** Formal Analysis, Validation, Writing- review & editing. **I. Antonio-Méndez:** Conceptualization, Data curation, Formal Analysis Writing- review & editing. **L. C. Ochoa-Jiménez:** Investigation, Data curation, Validation, **U. V. Peláez-Estrada:** Data curation, Investigation, Validation.

## REFERENCIAS

Aguilar, G.N., Muñoz, R.M., Santoyo, C.V.H. and Aguilar, A.J., 2013. Influencia del perfil de los productores en la adopción de innovaciones en tres cultivos tropicales. *Teuken Bidikay*, 4(1), pp. 207-228. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8760937>.

- Arrieta-González, A., Hernández-Beltrán, A., Barrientos-Morales, M., Martínez-Herrera, D.I., Cervantes-Acosta, P., Rodríguez-Andrade, A. and Domínguez-Mancera, B., 2022. Caracterización y tipificación tecnológica del sistema de bovinos doble propósito de la Huasteca Veracruzana México. *Revista MVZ Córdoba*, 27(2), pp. e2444. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2444>
- Borja-Bravo, M., Vélez-Izquierdo, A. and Ramos-González, J.L., 2018. Tipología y diferenciación de productores de guayaba (*Psidium guajava* L.) en Calvillo, Aguascalientes, México. *Región y Sociedad*, 30(71), pp.1–22. <http://dx.doi.org/10.22198/rys.2018.71.a402>
- Coronel de Renolfi, M. and Ortuño-Pérez, S.F., 2005. Tipificación de los sistemas productivos agropecuarios en el área de riego de Santiago del Estero, Argentina. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 36(140), pp. 63-88. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0301-70362005000100004&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0301-70362005000100004&script=sci_arttext)
- Díaz-Gaona, C., Sánchez-Rodríguez, M., Rucabado-Palomar, T. and Rodríguez-Estévez, V., 2019. A typological characterization of organic livestock farms in the Natural Park Sierra de Grazalema based on technical and economic variables. *Sustainability*, 11, 6002. <https://doi.org/10.3390/su11216002>
- Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)., 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2017/doc/mini\\_ena17.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2017/doc/mini_ena17.pdf)
- Freitas-Silveira, R. M., María de Vasconcelos, M., José da Silva, V., Ortiz-Vega, W. H., Toro-Mujica, P. and Ferreira, J., 2021. Typification, characterization, and differentiation of sheep production systems in the Brazilian semiarid region, *NJAS: Impact in Agricultural and Life Sciences*, 93(1), pp. 48–73. <https://doi.org/10.1080/27685241.2021.1956220>
- Gallardo-López, F., Hernández-Chontal, M.A., Linares-Gabriel, A. and Cisneros-Saguilán, P., 2020. The postgraduate course in tropical agroecosystems: facing the challenges for Mexican agriculture in the 21st century. *AgroProductividad*, 13(11), pp. 53-60. <https://doi.org/10.32854/agrop.v13i11.1812>
- Granados-Ramírez, R., Salceda-López, R. and Longar-Blanco, M.P., 2015. Situación actual y perspectivas tecnológicas para la papaya (*Carica papaya* L.) en el distrito de Veracruz, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4), pp. 749-761. <https://doi.org/10.29312/remexca.v6i4.616>
- Granato, D., Santos, J. S., Escher, G. B., Ferreira, B. L., and Maggio, R. M., 2018. Use of principal component analysis (PCA) and hierarchical cluster analysis (HCA) for multivariate association between bioactive compounds and functional properties in foods: A critical perspective. *Trends in Food Science & Technology*, 72(1), pp. 83–90. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.12.006>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]., 2022. Marco Geoestadístico Nacional. Consultado el 08 de noviembre de 2022 en: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463770541>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]., 2016. Anuario estadístico y geográfico de Oaxaca. Consultado el 10 de noviembre de 2022 en: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/anuarios\\_2016/702825084295.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2016/702825084295.pdf)
- Jiménez-Cruz, F., Arozarena-Daza, N.J., Sánchez-Marrero, G., Mora-Pérez, M. and Bravo-Hernández, F., 2012. Tipificación de productores de papaya (*Carica papaya* L.) en la Mixteca Poblana, México. *Agrotecnia de Cuba*, 36(2), pp. 21–30. [https://www.grupoagricoladecuba.gag.cu/media/Agrotecnia/pdf/36\\_2012/Revista2/3.pdf](https://www.grupoagricoladecuba.gag.cu/media/Agrotecnia/pdf/36_2012/Revista2/3.pdf)
- Juárez-Barrientos, J.M., Herman-Lara, E., Soto-Estrada, A., Ávalos-de la Cruz, D.A., Vilaboa-Arroniz, J. and Díaz-Rivera, P., 2015. Tipificación de sistemas de doble propósito para producción de leche en el Distrito de Desarrollo Rural 008, Veracruz, México. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 25(4), pp. 317–323. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95941173007.pdf>
- Leal-López, R.H., Partida-Puente, A., Carrera-Sánchez, M.M. and Villarreal-Villarreal, L.A., 2021. Factores que inciden en la competitividad de las empresas agrícolas: caso de las empresas frutícolas de Soconusco

- en Chiapas. *InnOvaciOnes de NegOciOs*, 18(36), pp. 30–46. <https://doi.org/10.29105/rinn18.36-4>
- López, R.L.F. and Becerra, P.L.A., 2018. Eficiencia de los productores de maíz en Sinaloa: una propuesta metodológica. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(3), pp. 651–664. <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/1222>
- Maldonado-Méndez, M.L., Romo-Lozano, J.L., Baca del Moral, J. and Monterroso-Rivas, A.I., 2022. Multidimensional Typology of Mexican Farmers in the Context of Climate Change. *Agriculture*, 12(8), pp. 1079. <https://doi.org/10.1080/27685241.2021.1956220>
- Méndez-Cortés, V., Mora-Flores, J.S., García-Salazar, J.A., Hernández-Mendo, O., García-Mata, R. and García-Sánchez, R.C., 2019. Tipología de productores de ganado bovino en la zona Norte de Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22, pp. 305–314. <http://doi.org/10.56369/tsaes.2723>
- Miranda-Salas, T.C., Rodríguez-Yzquierdo, G.A., León-Pacheco, R.I. and Gómez-Correa, J.C., 2019. Tipologías de productores de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) en el Departamento de Meta, Colombia. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, 37, pp. 26–37. <http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/ruct/article/view/1525>
- Miranda-Ramírez, J.M., Aguilar-García, O. and Miranda-Medina, D., 2022. Caracterización agronómica de tres genotipos comerciales de papaya en Michoacán, México. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(1), pp. e2309. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol23\\_num1\\_art:2309](https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num1_art:2309)
- Mwanauta, R. W., Ndakidemi, P.A. and Venkataramana, P.B., 2022. Characterization of Farmer's knowledge and management practices of papaya mealybug *Paracoccus magnatus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Tanzania. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(5), pp. 3539–3545. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.02.037>
- Platas-Rosado, D. E., Vilaboa-Arroniz, J., González-Reynoso, L., Severino-Lendechy, V.H., López-Romero, G. and Vilaboa-Arroniz, I., 2017. Un análisis teórico para el estudio de los agroecosistemas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(3), pp. 395–399. <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2019/1081>
- Rindermann, R.S. and Sangerman-Jarquín, D.M., 2014. Desempeño competitivo de la fruticultura mexicana, 1980–2011. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(7), pp. 1287–1300. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v5n7/v5n7a12.pdf>
- Rodríguez-Yzquierdo, G., Becerra-Campiño, J., Miranda-Salas, T., Alzate-Henao, S. and Sandoval-Contreras, H., 2019. Caracterización de tipologías de productores de plátano (*Musa AAB*) en los Llanos Orientales de Colombia. *Temas Agrarios*, 24(2), pp. 129–138. <https://doi.org/10.21897/rta.v24i2.2001>
- Ruiz-Ramírez, J., Gallardo-López, F., Hernández-Rodríguez, G.E., Hernández-Suárez, C.M., Cisneros-Saguilán, P. and Chalate-Molina, H., 2020. Comparación de la eficiencia relativa para la estratificación óptima en la tipología de productores agropecuarios. *Agrociencia*, 54(3), pp. 445–457. <https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/1918>
- Sánchez-Gómez, C., Caamal-Cauich, I. and del Valle-Sánchez, M., 2019. Exportación hortofrutícola de México hacia los Estados Unidos de América. *Estudios Sociales*, 29(54), pp. 1–20. <https://dx.doi.org/10.24836/es.v29i54.766>
- Sánchez-Albores, A.C., 2022. Desarrollo empresarial de las MyPES del sector frutícola en la comunidad de Teapa, Tabasco (México). *Revista de Investigaciones Universidad del Quindío*, 34(2), pp. 178–187. <https://doi.org/10.33975/riuq.vol34n2.991>
- Sánchez-Toledano, B., Zegbe-Domínguez, J.A. and Kallas, Z., 2019. Tipología de productores de durazno en Zacatecas, México por atributos de calidad del fruto. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(3), pp. 743–751. <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/1575/2165>
- Santos, C.V.M., Zúñiga-Estrada, M., Leos-Rodríguez, J.A. and Álvarez-Macías, A., 2014. Tipología de productores agropecuarios para la orientación de políticas públicas: Aproximación a partir de un estudio de caso

- en la región Texcoco, Estado de México, México. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 14(28), pp. 47–69. <https://sociedadesruralesojs.xoc.uam.mx/index.php/srpma/article/view/268>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SADER-SIAP]., 2021. Anuario Estadístico de Producción Agrícola [Base de datos]. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Scheaffer, R.L., Mendenhall, W. and Ott, L., 2007. Elementos de Muestreo. 6° Ed. Thomson, Madrid.
- Toro-Mujica, P., García, A., Gómez-Castro, A., Perea, J., Rodríguez-Estévez, V., Angón, E. and Barba, C., 2012. Organic dairy sheep farms in south-central Spain: Typologies according to livestock management and economic variables. *Small Ruminant Research*, 104, pp. 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.11.005>
- Unión Mexicana de Fabricantes y Formuladores de Agroquímicos [UMFFAAC]., 2020. Baja producción de papaya a la mitad en Oaxaca. <https://umffaac.org.mx/baja-produccion-de-papaya/#:~:text=En%20la%20actualidad%2C%20la%20zona,de%2080%20toneladas%20por%20hect%C3%A1rea.>
- Valencia, S.K., Duana, Á.D. and Hernández, G.T.J., 2017. Estudio de mercado de papaya mexicana: un análisis de su competitividad (2001-2015). *Suma de Negocios*, 8, pp. 31–139. <https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2017.10.002>
- Zarrabal-Prieto, A.A, García-Pérez, E., Ávila-Resendiz, C. and Escobedo-Garrido, J.S., 2021. Agricultural credit use in papaya agroecosystems in the central region of Veracruz, Mexico. *Agroproductividad*, 14(4), pp. 53-58. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i4.2012.>