

Technological transformation and differentiation of pineapple production Units in Mexico

Luis Daniel Uriza-Cadenas
Vinicio Horacio Santoyo-Cortés*
Marrubio Muñoz-Rodríguez
Juan Antonio Leos-Rodríguez

Abstract

The massive introduction of the MD2 hybrid pineapple in 2005, and the productive innovations, plastic mulch, shade cloth promoted by the INIFAP from 2010, in their joint use called "Protected Agriculture" (PA), transformed the pineapple sector in Mexico. This study analyzes the difference between the Pineapple Production Units (PPU) resulting from these technological changes. For this, from interviews and document review, a typology of farmers is defined, and the differential impact of the PA is analyzed in the information management, the input requirements and specialized workforce, as well as in the modalities of market penetration. The adoption of the production system in PA improved productivity, quality, and production seasonality, with lower environmental impact and greater fruit safety, differentiating PPU into traditional, intermediate, and technified. For the last two types, this allowed access to more profitable markets such as exports and large national commercial chains, but with strict traceability, presentation, and certification requirements. The technified production needs greater investments and also a more accurate and appropriate supply, information, and workforce management, consequently, the management systems have become more complex within the companies. Thus, for the PPU to face the market requirements and the challenges of climate change, the technological innovations have been forced to be complemented with managerial, commercial and supply innovations.

Keywords: Typology of farmers, technological innovations, adoption of innovations.

Transformación tecnológica y diferenciación de las Unidades de Producción de piña en México

Resumen

La llegada masiva en 2005 del híbrido de piña MD2 y las innovaciones productivas, acolchado plástico y malla-sombra promovidas por el INIFAP a partir de 2010, denominadas en su uso conjunto como "Ambiente Protegido" (AP), transformaron el sector piñero en México. Este trabajo analiza la diferenciación en las Unidades de Producción Piñeras (UPP) resultantes de estos cambios tecnológicos. Para ello, a partir de entrevistas y revisión documental se define una tipología de productores y se analiza el impacto diferencial del AP en la gestión de la información, los requerimientos de insumos y fuerza de trabajo especializada; así como, en las modalidades de inserción a los mercados. La adopción del sistema de producción en AP mejoró la productividad, la calidad y la estacionalidad de la producción, con menor impacto ambiental y mayor inocuidad de los frutos, diferenciando las UPP en tradicionales, intermedias y tecnificadas. Para los dos últimos tipos, esto permitió acceso a mercados más rentables como la exportación y las grandes cadenas comerciales nacionales, pero con estrictas exigencias de trazabilidad, presentación y certificaciones. La producción tecnificada requiere mayores inversiones y también una gestión de proveeduría, información y fuerza de trabajo más

Universidad Autónoma Chapingo, CIESTAAM, km 38.5, carretera México-Texcoco, Chapingo, Texcoco, Edo. de México. C. P. 56230.

*Corresponding author: hsantoyo@ciestaam.edu.mx Tel: 5951138843 ORCID ID: 0000-0003-0400-172

Received: November 28, 2022

Accepted: June 20, 2023

precisa y oportuna, por lo que los sistemas gerenciales en las empresas se han vuelto complejos. Así, para que las UPP hagan frente a las exigencias de los mercados y a los retos del cambio climático, la innovación tecnológica, se ha tenido que complementar con innovaciones gerenciales, comerciales y de proveeduría.

Palabras clave: Tipología de productores, innovaciones tecnológicas, adopción de innovaciones.

Introduction

Pineapple (*Ananas comosus* var. *comosus*) is one of the most marketed tropical fruits, fresh and processed, in global markets (Altendorf, 2019; Firatoui Chiurciu et al., 2021). Its origin and cultivation date back to the upper basin of the Paraná River (between Brazil and Paraguay) and its dissemination throughout the world was possible due to the opening of maritime routes by the Spanish and Portuguese people in the years of colonization of South America (Rebolledo Martínez et al., 2011).

The pineapple cultivation in Mexico is developed within about 20 thousand hectares and reaches more than a million tons per year, of which, more than 80 % is concentrated within the Bajo Papaloapan area (between southern Veracruz and northern Oaxaca), which means it is an important job generator, economic revenue, and income (Vélez-Izquierdo et al., 2020). An example is one million two hundred and fifty thousand tons produced in 2022, about one million was harvested in the region (Table 1), with an approximate value of \$4,895 million pesos, assuming an average rural price of \$4,870·t⁻¹ (SIAP, 2023).

Since the beginning of the pineapple activity in Mexico until 2000, the country was aimed at production, marketing, and export of the fresh Cayena Lisa variety and its derivatives, juices, and canned products. The greatest part was produced within traditional plantations, shipped in bulk and with a low control over the agrochemical use, because the safety certification was not a market requirement (Torres-Ávila, et al., 2022).

In 2000, the Del Monte multinational company innovated the global market of the pineapple with the launch of the MD2 hybrid, also known as "Golden Ripe" or "Piña Miel". This hybrid shows a series of characteristics such as lower acidity, sweeter flavor, crown without thorns, among others. Due to these advantages, in the big international markets, in

Introducción

La piña (*Ananas comosus* var. *comosus*) es una de las frutas tropicales más comercializadas, en fresco y procesada, en los mercados mundiales (Altendorf, 2019; Firatoui Chiurciu et al., 2021). Su origen y cultivo se remontan a la cuenca alta del río Paraná (entre Brasil y Paraguay) y su difusión por el mundo se dio con la apertura de las rutas marítimas por parte de españoles y portugueses en los años de colonización de Sudamérica (Rebolledo Martínez et al., 2011).

El cultivo de piña en México se realiza en alrededor de 20 mil hectáreas y alcanza más de un millón de toneladas anuales, de las cuales, más del 80 % se concentran en la zona del Bajo Papaloapan (entre el sur de Veracruz y norte de Oaxaca), lo que lo hace un importante generador de empleos, derrama económica e ingresos (Vélez-Izquierdo et al., 2020). Ejemplo de esto es que del millón doscientas cincuenta mil toneladas producidas en el año 2022, alrededor de un millón fueron cosechadas en la región (Cuadro 1), con un valor aproximado de \$4,895 millones de pesos, asumiendo un precio medio rural de \$4,870·t⁻¹ (SIAP, 2023).

Desde los inicios de la actividad piñera en México hasta el año 2000, el país se dedicó a la producción, comercialización y exportación de la variedad Cayena Lisa en fresco y sus derivados, jugos y enlatados. La mayor parte era producida en plantaciones tradicionales, enviada a granel y con un bajo control sobre el uso de agroquímicos, ya que la certificación de inocuidad no era una exigencia comercial (Torres-Ávila, et al., 2022).

En el año 2000, la empresa multinacional Del Monte innovó el mercado mundial de la piña con el lanzamiento del híbrido MD2, también conocido como "Golden Ripe" o "Piña Miel". Este híbrido presenta una serie de características como menor acidez, sabor más dulce, mayor contenido de ácido cítrico, uniformidad de fruta, corona sin espinas, entre otras. Por estas ventajas, los grandes mercados

Table 1. Pineapple production in Mexico in 2022.
Cuadro 1. Producción de piña en México en el año 2022.

State / Entidad	Production (t) / Producción (t)
Veracruz	838.195
Oaxaca	167.895
Tabasco	61.002
Quintana Roo	55.405
Nayarit	50.456
Other / Otros	78.142
Total / Total	1 251.094

Source: Elaboration with information from the SIAP, 2023.

Fuente: Elaboración con información de SIAP, 2023.

particular the United States of America (USA) and the European Community, the traditional Cayena Lisa variety was no longer preferred for fresh consumption and demand was concentrated on the MD2 fruit (Ahmad Zairy et al., 2010).

About 20 to 30 thousand tons that Mexico exported per year were left without market, which together with the increased import of processed pineapple from the southeastern Asia, reduced the fruit industrial processing within the region, causing the fall in prices and the called "pineapple crisis" from 2001-2003 (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, 2002).

Additionally, the terrorist attack in New York in September 2001, generated new safety and biosafety requirements, which forced the national farmers not only to adopt the MD2 variety and to standardize the size and ripening of fruits (FAO: Codex Alimentarius, 2022); also, to certify the Good Agricultural Practices (GAP)¹, to access the export market.

¹ The GAPs are the set of principles, standards, and recommendation, for the practices and techniques applied to the production, processing, and transportation of the agricultural, edible, and non-edible products, for both, self-consumption, and marketing, with which greater care is taken for the product safety, as well as the protection of human health and the environment, seeking to make them ecologically safe and economically feasible for production.

internacionales, en particular los Estados Unidos de América (EUA) y la Comunidad Europea, dejó de preferir para consumo en fresco la variedad tradicional Cayena Lisa y la demanda se concentró en la fruta MD2 (Ahmad Zairy et al., 2010).

Por lo que alrededor de 20 a 30 mil toneladas que México exportaba anualmente quedaron sin mercado; lo que, junto con el incremento de importaciones de piña procesada del sureste de Asia, redujo el procesamiento industrial de fruta en la región, provocando la caída de los precios y la denominada "crisis piñera" de los años 2001-2003 (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, 2002).

Adicionalmente, el ataque terrorista ocurrido en Nueva York en septiembre del 2001 generó nuevos requisitos de bioseguridad e inocuidad, lo que obligó a los productores nacionales, no solo a adoptar la variedad MD2 y a estandarizar el tamaño y la madurez de los frutos (FAO: Codex Alimentarius, 2022); sino, además, a certificar las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)¹, para poder acceder al mercado de exportación.

¹ Las BPA son el conjunto de principios, normas y recomendaciones, para las prácticas y técnicas que se aplican a la producción, procesamiento y transporte de los productos agrícolas, comestibles y no comestibles, tanto para autoconsumo como comercialización, con las que se tenga mayor cuidado de la inocuidad del producto, así como la protección de la salud humana y del medio ambiente, buscando que sean ecológicamente seguros y económicamente factibles para la producción.

Before the beginning of the MD2 pineapple commercial production in Mexico (2004-2005), the Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), with some farmers interested in the fresh pineapple export to USA, developed the "Intensive Production" technology of Cayena Lisa with crop densities 50 % higher, bedding systems on level curves, drains and ditches (Uriza-Ávila et al., 2018).

With the MD2 variety, from 2007 to 2012, the INIFAP conducted a successful commercial validation of the integrated use of the plastic mulch and shade cloth, technology that collectively is called "Protected Agriculture" (PA), to produce MD2 hybrid, which generated a technological transformation of the pineapple national production (Uriza-Ávila et al., 2018).

The technological innovations in the pineapple production additionally have transformed the Pineapple Value Chain (VC) in Mexico, when modifying the activities needed to develop a product successfully, from the production stage to the consumption one (Cayeros Altamirano et al., 2016; Isaza Castro, 2008) and diversify the actors related to the input supply, production, processing and delivery to consumers, among others (Cucagna and Goldsmith, 2018), without this process having been analyzed. In this context, this study analyzes how the productive innovations related to the MD2 hybrid introduction and to the development of the production in "PA" innovated the business model (BM) of the Pineapple Production Units (PPU) of the Bajo Papaloapan region (Veracruz and Oaxaca). In other words, the way in which they do business with their clients, members, and suppliers, to satisfy the market needs (Zott and Amit, 2009), creating and capturing value in this process (Ostenwalder and Pigneur, 2011); likewise, a typology of farmers is proposed and the differences in the associated information management, input needs and workforce are analyzed. To end with how the aforementioned changes transformed the modalities of market insertion.

Methodological approach

This study is a descriptive-exploratory analysis of the PPUs transformation and their BMs in the Bajo Papaloapan region (Veracruz and Oaxaca), from semi-structured interviews conducted during

Antes de que se iniciara la producción comercial de piña MD2 en México (2004-2005), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), con algunos productores interesados en la exportación de piña en fresco a EUA, desarrollaron la tecnología de "Producción Intensiva" de Cayena Lisa con densidades de siembra 50 % mayores, sistemas de camas de siembra en curvas de nivel, drenes y acequias (Uriza-Ávila et al., 2018).

Ya con la variedad MD2, entre 2007 y 2012, el INIFAP realizó una validación comercial exitosa del uso integrado del acolchado plástico y malla-sombra, tecnología que en conjunto se denominó de "Ambiente protegido" (AP), para la producción del híbrido MD2, lo que generó una transformación tecnológica de la producción nacional de piña (Uriza-Ávila et al., 2018).

Las innovaciones tecnológicas en la producción de piña adicionalmente han transformado la Cadena de Valor (CV) Piña en México, al modificar las actividades necesarias para llevar un producto satisfactoriamente, desde la etapa de la producción hasta el consumo (Cayeros Altamirano et al., 2016; Isaza Castro, 2008) y diversificar a los actores relacionados con la proveeduría de insumos, la producción, el procesamiento y la entrega a los consumidores, entre otros (Cucagna y Goldsmith, 2018), sin que se haya analizado este proceso. En este contexto, este trabajo analiza el cómo las innovaciones productivas asociadas a la llegada del híbrido MD2 y al desarrollo de la producción en "AP" innovaron los modelos de negocio (MN) de las Unidades de Producción Piñeras (UPP) de la región del Bajo Papaloapan (Veracruz y Oaxaca). Es decir, la forma en que estas hacen negocios con sus clientes, socios y proveedores, para satisfacer las necesidades del mercado (Zott y Amit, 2009), creando y capturando valor en este proceso (Ostenwalder y Pigneur, 2011); asimismo, se propone una tipología de productores y se analizan las diferencias en la gestión de la información, las necesidades de insumos y la fuerza de trabajo asociadas. Finalizando con el cómo los cambios mencionados, transformaron a las modalidades de inserción a los mercados.

Enfoque metodológico

Este estudio es un análisis descriptivo-exploratorio de la transformación de las UPP y sus MN en la

the period March 2020 to July 2021, to six types of actors: farmers, marketers, researchers, technicians, agribusiness, and agricultural inputs suppliers.

Before the interviews, the document review and official database analysis were conducted for production and prices; as well as observation tours within the study area to have greater knowledge and approach to the actors. The interview formats were designed and adapted by type of actor, considering expertise and role aspects in the VC, emphasizing the main transformations identified within the productive, management, work, commercial and input supply areas related to the "PA" development.

The interview formats were assessed in the study area and adjustments were made when the actors contributed with ideas and other variables to consider. This stage eased to guide the information research towards the most important actors in the different links of the VC.

Additionally, actors form the three key stages were incorporated: the boom years in the production and marketing of the Cayena Lisa variety, the conversion with the introduction of the MD2 hybrid and those that currently stand out in the new BMs. In this way, samples were generated through "snowball" and action areas of transformation, marketing, technological development, goods and services supply, or production itself (Hernández Samperi et al., 2014; Morgan, 2008).

This study has a mostly qualitative approach due to the nature of the object of study and the limited availability of official and empirical quantitative information. Due to the COVID-19 pandemic, these were analyzed through different means, personal, via e-mail, phone call, video call (Santoyo-Cortés et al., 2002). Thus, in short, an empirical information base was obtained from 50 actors. Some results were obtained when developing a comparison of numbers from the official databases against those obtained in the field stage, and here, discrepancies were observed that had to be explained to achieve the aims of the study.

To show the characteristics and the differentiation process of the PPU, a typology was built based on the level of adoption of the MD2 variety and the technology of the "PA" following the guidelines established by Álvarez et al., (2014). The aim of the

región del Bajo Papaloapan (Veracruz y Oaxaca), a partir de entrevistas semi estructuradas realizadas en el periodo marzo de 2020 a julio de 2021, a seis tipos de actores: productores, comercializadores, investigadores, técnicos, agroindustriales y proveedores de agro insumos.

Previo a las entrevistas, se realizó revisión documental y análisis de bases de datos oficiales para producción y precios; así como recorridos de observación en el área de estudio para tener un mayor conocimiento y acercamiento con los actores. Los formatos de entrevista fueron diseñados y adaptados por tipo de actor, considerando aspectos de experiencia y rol en la CV, con énfasis en las principales transformaciones identificadas en los ámbitos productivos, gerenciales, laborales, comerciales y de proveeduría de insumos asociados al desarrollo del "AP".

Se probaron los formatos de entrevistas en la zona de estudio y se hicieron ajustes cuando los actores aportaron ideas y otras variables a considerar. Esta fase prueba facilitó orientar la búsqueda de información hacia los actores de mayor relevancia en los diferentes eslabones de la CV.

Adicionalmente, se incorporaron actores de las tres etapas clave: los años del auge en la producción y comercialización de la variedad Cayena Lisa, la conversión con la entrada del híbrido MD2 y los que sobresalen actualmente en los nuevos MN. Así en general se generaron muestras por "bola de nieve" y por ámbitos de actuación ya sea transformación, comercialización, desarrollo tecnológico, proveeduría de bienes y servicios, o producción propiamente dicha (Hernández Samperi et al., 2014; Morgan, 2008).

Este trabajo tiene un enfoque mayormente cualitativo, dada la naturaleza del objeto de estudio y de la limitada disponibilidad de información cuantitativa oficial y empírica. Por la pandemia de COVID-19, estas fueron realizadas por diversos medios, tanto en persona, vía email, llamada telefónica, video llamadas (Santoyo-Cortés et al., 2002). Así, en suma, se obtuvo una base de información empírica a partir de 50 actores. Algunos resultados fueron obtenidos al hacer la comparación de las cifras de bases de datos oficiales contra las obtenidas en fase campo, y en estos se observaron discrepancias que tuvieron que ser explicadas para lograr los objetivos del estudio.

typology was to ease the theoretical-conceptual confrontation with the empirical referents, to highlight the differential impact of technological development on the actors of the VC (Bustamante and Maldonado, 2009).

To typify the farmers, based on the variants in which the MD2 variety and the "PA" technology have been disseminated, a multi-criteria approach was used according to what was proposed by Herrera D. (1999); thus, based on the field information, the common technological characteristics of the PPU that integrate the same type were specified, as well as those belonging to the other types.

Subsequently, two change dimensions are analyzed and discussed for the diverse types of PPUs. On one part, those Managerial that are presented in the proper PPUs that include the information management, purchase of inputs and specific services and the need for specialized workforce; while, on the other side, the changes in the market penetration modalities are analyzed, to identify the trends of development, problems, and differential strategic actions for each type of PPU.

Results and discussion

Typology of farmers

Before the MD2 pineapple arrival to Mexico, basically there were two production systems: the rustic and the traditional ones (Uriza-Ávila et al., 2018).

The *Rustic of agro-forest* is an agroforestry management based on the production system developed on the basin of the Paraná River when the cultivation began. It is also called "Piña de Montaña"; that uses native varieties, little external inputs and is based on the family work. It is conducted on the slopes of the mountains of Nayarit, Jalisco, Guerrero, Oaxaca, and Chiapas. It is a disappearing system due to the loss of ecosystems in which it is practiced. Farmers that use the rustic system of agro-forest were not included in the previous typology, because their current participation in the production of the Bajo Papaloapan (Veracruz and Oaxaca) is not relevant.

The *Traditional or Hawaiian* system is sustained in the Cayena Lisa variety and is based on the "bare soil" and "open sky" plantations with roads for moving agricultural machinery. There is a wide diversity

Para mostrar las características y el proceso de diferenciación de las UPP se construyó una tipología con base al grado de adopción de la variedad MD2 y de la tecnología de "AP" siguiendo las directrices establecidas por Álvarez et al., (2014). El propósito de la tipología fue facilitar la confrontación teórico-conceptual con los referentes empíricos, para resaltar el impacto diferencial del desarrollo tecnológico sobre los actores de la CV (Bustamante y Maldonado, 2009).

Para tipificar a los productores, con base en las variantes en que la variedad MD2 y la tecnología de "AP" se han difundido, se usó un enfoque de multicriterio de acuerdo con lo propuesto por Herrera D. (1999); así, con base a la información de campo, se precisaron las características tecnológicas comunes de las UPP que integran un mismo tipo y las que las diferencian, pertenecientes a los otros tipos.

Posteriormente se analizan y discuten dos dimensiones de cambios para los diferentes tipos de UPP. Por una parte, los Gerenciales que ocurren en las UPP propiamente dichas y que incluyen la gestión de la información, la compra de insumos y servicios específicos y los requerimientos de fuerza de trabajo especializada; mientras que, por otra, se analizan los cambios en las modalidades de inserción a los mercados. Para identificar tendencias de desarrollo, problemáticas y acciones estratégicas diferenciadas para cada tipo de UPP.

Resultados y discusión

Tipología de productores

Antes de la llegada de la piña MD2 a México, existían básicamente dos sistemas de producción: el rústico y el tradicional (Uriza-Ávila et al., 2018).

El *Rústico de agro-bosque* es un manejo agroforestal basado en el sistema de producción desarrollado en la cuenca del Río Paraná cuando se inició el cultivo. También se le llama "Piña de Montaña"; que utiliza variedades criollas, pocos insumos externos y se basa en el trabajo familiar. Se realiza en las laderas de las sierras de Nayarit, Jalisco, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Es un sistema en desaparición dada la pérdida de los ecosistemas en que se practica. Los productores que usan el sistema rústico de agro-bosque no fueron incluidos en la tipología posterior, porque su participación actual

of modalities within this system, essentially depending on how these practices are developed (spread, fertilization, and flower induction, for example) and the use of inputs (type, application modality and amount of fertilizers and pesticides, among others). Most of the area is rainfed and often causes severe environmental issues due to the erosion, excess nitrogen fertilization, phytosanitary treatments with products, dose, and not suitable application methods.

This system is practiced by the 83 % of farmers in Mexico, but they are the smallest (in general < of 10 ha) that represents 54 % of the area (Table 2). With the less intensive management, yields do not reach 40 t·ha⁻¹, while with a more intensive and efficient management 50 t·ha⁻¹ can be reached.

With the MD2 hybrid and the development of technologies of "PA", two types of production systems appear: the *Technified* and the *Intermediate*.

In the *Technified* system, farmers use most of their own lands and as a complement they can rent an additional surface, applying most of the technologies. They have their own equipment to prepare the ground and other tasks. They only use hired workforce and generally permanent specialized technicians to take care of their plantations. The vegetative material for spreading is usually of the best genetic, nutritional, and phytosanitary quality. All farmers interviewed produce the MD2 hybrid, although some others still have Cayena Lisa to fulfill national orders. In general, they conduct soil and foliar analysis to define their nutritional programs, for which they use solid and liquid fertilizers, with balanced formulas that include nitrogen, phosphorus, and potassium, as well as calcium and magnesium; they always apply micronutrients and frequently hormones, mycorrhizae, and fulvic and humic acids. They have irrigation, mostly by sprinkler with micro-sprinkler, with central pivot and with drip, to a lesser degree. The phytosanitary treatments are more complete and use almost exclusively approved active ingredients. The annual area by PPU ranges from farmers with less than 10 ha to farmers or companies with more than 200 ha, with an average yield of 70 t·ha⁻¹. Thus, even when they represent almost 5 % of the production units, they cover 24 % of the area and provide 31 % of the production (Table 2).

en la producción del Bajo Papaloapan (Veracruz y Oaxaca) no es relevante.

El sistema *Tradicional* o *Hawaiano* se sustenta en la variedad Cayena Lisa y está basado en plantaciones a "suelo desnudo" y "cielo abierto" con calles para el desplazamiento de la maquinaria agrícola. Existe gran diversidad de modalidades dentro de este sistema, dependiendo esencialmente de cómo se realizan las prácticas (propagación, fertilización, e inducción floral, por ejemplo) y del uso de insumos (tipo, modalidad de aplicación y cantidades de fertilizantes y pesticidas, entre otros). La mayoría de la superficie es de temporal y suele provocar problemas ambientales severos por la erosión, exceso de fertilización nitrogenada, tratamientos fitosanitarios con productos, dosis y métodos de aplicación no adecuados.

Este sistema lo practican el 83 % de los productores en México, pero son los de menor tamaño (en general < de 10 ha) que representan 54 % de la superficie (Cuadro 2). Con el manejo menos intensivo los rendimientos no llegan a las 40 t·ha⁻¹, mientras que con un manejo más intensivo y eficiente se pueden alcanzar hasta 50 t·ha⁻¹.

Con el híbrido MD2 y el desarrollo de las tecnologías de "AP", surgen dos tipos de sistemas de producción: el *Tecnificado* y el *Intermedio*.

En el sistema *Tecnificado* los productores utilizan mayormente sus propios terrenos y pueden como complemento rentar una superficie adicional, aplicando la mayor parte de las tecnologías. Tienen sus propios equipos para preparar el suelo y otras labores. Utilizan en su totalidad mano de obra contratada y generalmente técnicos especializados permanentes para atender sus plantaciones. El material vegetativo para propagación normalmente es de la mejor calidad genética, nutricional y fitosanitaria. Todos los productores entrevistados producen el híbrido MD2, aunque algunos otros todavía tienen Cayena Lisa para cumplir pedidos nacionales. En general, realizan análisis de suelo y foliares para definir sus programas de nutrición. Para los cuales utilizan fertilizantes sólidos y líquidos, con fórmulas balanceadas que incluyen nitrógeno, fósforo y potasio, además de calcio y magnesio; siempre aplican micronutrientes y frecuentemente hormonas, micorrizas y ácidos fúlvicos y húmicos.

The *Intermediate* system corresponds to the farmers that have partially adopted the technologies, either due to financial resource restrictions, lack of conviction about the advantages of some technology components or lack of adequate advice. The annual area harvested ranges from 10 to 40 ha per farmer, with an average yield around 60 t·ha⁻¹. They represent 12 % of the production units, cover 23 % of the area and provide 25 % of the production (Table 2). The Cayena Lisa and MD2 varieties are equally important for this production system; although at individual level, those who are packaging suppliers tend to specialize in MD2, and agribusiness suppliers in Cayena Lisa.

Thus, from the development of the PA technology, from the technological point of view, three types of pineapple producers are distinguished: traditional, intermediates and technified; a typology similar to that proposed by Reardon, et al. (2019), for the transformation analysis of the food systems, because they distinguish traditional, transition and modern food systems.

On the other side, to estimate the relevance of each type of PPU identified, two sources of information were analyzed. The first one was the Agricultural and Fisheries Information Service (SIAP by its acronym in Spanish, 2022), that points out that between 2010 to 2022, the harvested area per year in the Bajo Papaloapan went from 13.5 thousand to 19.7 thousand ha, while the annual production ranged from 620 thousand to one million tons of fresh fruit, respectively. This production does not reflect the technological breakthrough clearly visible in the Bajo Papaloapan, since although the average yields reported in that period range from 54 to 71 t·ha⁻¹ for Oaxaca, only range from 45 to 47 t·ha⁻¹ in Veracruz. Which is not credible, if we consider that in semi-technified lands, medium yields are of 60 t·ha⁻¹ and in technified lands, values range from 80 to 100 t·ha⁻¹. Another source of information consulted was the Comité Nacional Sistema Producto Piña (2018) that records an enrollment of around 4,500 famers, amount that, according to the interviewed responsible and officials, is "inflated" because it includes several people enrolled only to be supported by the government, without being farmers.

In light of these inconsistency, to estimate the participation of the three technologically identified

Cuentan con riego, mayoritariamente por aspersión con microaspersión, con pivote central y con goteo, en menor grado. Los tratamientos fitosanitarios son más completos y utilizan casi exclusivamente ingredientes activos autorizados. La superficie anual por UPP van de productores de menos de 10 ha a productores o empresas con más de 200 ha, con un rendimiento promedio de 70 t·ha⁻¹. Así, aun cuando representan apenas el 5 % de las unidades de producción ocupan el 24 % de la superficie y aportan el 31 % de la producción (Cuadro 2).

El sistema *Intermedio* corresponde a productores que han adoptado parcialmente las tecnologías, ya sea por restricciones de recursos económicos, por poco convencimiento sobre las ventajas de algunos componentes de la tecnología o por falta de asesoría adecuada. La superficie anual sembrada va de 10 a 40 ha por productor, con un rendimiento promedio de alrededor de 60 t·ha⁻¹. Representan el 12 % de las unidades de producción, ocupan el 23 % de la superficie y aportan el 25 % de la producción (Cuadro 2). Las variedades de Cayena Lisa y de MD2 son igual de importantes en este sistema de producción; aunque a nivel individual, los que son proveedores de empaque tienden a especializarse en MD2, y proveedores de agroindustrias en Cayena Lisa.

Así, a partir del desarrollo de la tecnología de AP, desde el punto de vista tecnológico, se distinguen tres tipos de productores de piña: tradicionales, intermedios y tecnificados; tipología similar a la que proponen Reardon, et al. (2019), para el análisis de la transformación de los sistemas alimentarios, ya que ellos distinguen los sistemas alimentarios tradicionales, en transición y modernos.

Por otra parte, para estimar la importancia de cada uno de los tipos de UPP identificados se analizaron dos fuentes de información. La primera fue el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2022), que muestra que entre 2010 a 2022, la superficie cosechada por año en el Bajo Papaloapan pasó de 13.5 mil a 19.7 mil ha, mientras que la producción anual fue de 620 mil a un millón de toneladas de fruta fresca respectivamente. Esta producción no refleja el gran avance tecnológico claramente visible en el Bajo Papaloapan, ya que si bien los rendimientos promedio reportados en ese periodo pasan de 54 a 71 t·ha⁻¹ para Oaxaca,

types, Table 2 was elaborated with data obtained through interviews to expert pineapple regional production researchers with more than 40 years in the research and technology transfer in México and the magnitude orders were validated with marketers and inputs and credit suppliers.

The technological differences that characterize the types of PPU and explain the increase in productivity of the types of the most innovative farmers are shown in Table 3.

The PA technology caused a disruptive change in the production units and their VC, because when they got associated to the introduction of the MD2 variety, opened the export market and eased the marketing with the national supermarket chains, moving the preference of the Cayena Lisa variety produced by the technology before the MD2 cultivated with the new technology (Reinhardt and Gurtner, 2015). Which modernized the pineapple production of the Bajo Papaloapan, by offering fruit according to new consumer trends, such as smaller fruits, better flavor, and presentation; with certification of good production practices, under better conditions for the workers and the environment (WEFORUM, 2020).

solo pasan de 45 a 47 t·ha⁻¹ en Veracruz. Lo cual no es creíble, si se sabe que en predios semi tecnificados los rendimientos medios son de 60 t·ha⁻¹ y que en predios tecnificados los valores van de 80 a 100 t·ha⁻¹. Otra fuente de información consultada fue el Comité Nacional Sistema Producto Piña (2018) que registra un padrón de alrededor de 4 500 productores, cifra que, de acuerdo con los responsables y funcionarios entrevistados, está “inflada” por incluir a muchas personas que se registraron solo con la intención de recibir apoyos gubernamentales, sin ser productores.

Ante estas inconsistencias, para estimar la participación de los tres tipos tecnológicos identificados, se construyó el Cuadro 2 con datos obtenidos mediante entrevistas a investigadores expertos en la producción regional de piña con más de 40 años en la investigación y transferencia tecnológica en México y se validaron los órdenes de magnitud con comercializadoras y proveedores de insumos y crédito.

Las diferencias tecnológicas que caracterizan los tipos de UPP y explican el incremento en la productividad de los tipos de productores más innovadores se presentan en el Cuadro 3.

Table 2. Types and characteristics of pineapple producers in the Bajo Papaloapan, Mexico. (2021).

Cuadro 2. Tipos y características de los productores de piña en el Bajo Papaloapan, México. (2021)

Type of farmer / Tipo de productores	Farmers / Productores		Area / Superficie		Production / Producción			
	Number / Número	%	Total (ha)/ Total (ha)	%	ha·farmer ⁻¹ / ha·productor	Total (t)/ Total (t)	%	t·ha ⁻¹
Traditional / Tradicionales	2 750	83	10 700	54	3.9	462 000	43	43.2
Intermediate / Intermedios	400	12	4 500	23	11.3	270 000	25	60.0
Technified / Tecnificados	150	5	4 800	24	32.0	336 000	31	70.0
Total / Total	3 300	100	20 000	100	6.1	1 068 000	100	53.4

Source: Own elaboration based on interviews with Uriza Ávila and Zetina, Lezama in August and September 2021, validated with input and service marketers and suppliers.

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas con Uriza Ávila y Zetina, Lezama en agosto y septiembre de 2021, validada con comercializadores y proveedores de insumos y servicios.

Table 3. Technological differences between the types of pineapple producers of the Bajo Papaloapan. (Cont.)
Cuadro 3. Diferencias tecnológicas entre los tipos de productores de piña del Bajo Papaloapan. (Cont)

Variable / Variable	Traditional / Tradicional	Type of farmer Intermediate / tipo de productor Intermedio	Technified / Tecnificado
Variety / Variedad	Cayena Lisa rarely MD2 / Cayena Lisa Raramente MD2	MD2 or Cayena Lisa / MD2 o Cayena Lisa	MD2 rarely Cayena Lisa/ MD2 Raramente Cayena Lisa
Agronomic practices / Prácticas Agronómicas	<ul style="list-style-type: none"> - Bare soil, with erosion and weed control issues. - Inadequate selection of vegetative material (poor health and size/weight). - Excess nitrogen fertilization and non-development of the soil microbiota. - Essentially rainfed and when they irrigate, they do so inefficiently. - Use of not allowed products or applications on dates in which residues remain in the fruit and exceed the permitted limits. - Nutrition based on macro-elements. - Flower inductions with low effectiveness due to techniques and products used. - Variant control of the crop. - Manual covering of fruits for protection from solar radiation. - GAPs are not considered since the national markets for fresh fruit in bulk and processed fruit do not require them. / 	<ul style="list-style-type: none"> - Partial use of the technology validated by the INIFAP. - Incorporation of waste, liming, lodging, drains, use of mycorrhizae. - Use of plastic mulch. - Selection of vegetative material in size/weight, nutrition, and health. - Use of drains to reduce erosion, control weeds and keep water. - Soil and plant analysis. - Greater control of water in irrigation and product applications. - Balanced nutrition and use of microelements. - Increasing use of authorized agrochemicals and on allowed dates. - Better flower induction due to better products and techniques. - Greater control over crops. - Use of shade cloth to protect fruits from solar radiation. - GAPs are considered since many come to supply the market with packaged fresh fruit. / 	<ul style="list-style-type: none"> - Use of almost all the technology validated by the INIFAP. - Soil improvement. - Less use of water. - Selection of genetic, nutritional, and phytosanitary quality of the vegetative material. - Soil and plant sampling for nutritional plans and induction dates. - Nutrition according to the needs of the plants and stages of the crop. - Authorized agrochemicals and on allowed dates. - Greater control in flower inductions. - Greater control of harvest dates. - Use of shade cloth to protect fruits from solar radiation. - GAP to obtain certifications (traceability, safety, and care for the environment). / - Uso de casi toda la tecnología validada por INIFAP. - Mejoramiento de suelos. - Menor uso de agua. - Selección en calidad genética, nutrición-al y fitosanitaria del material vegetativo. - Muestreo de suelo y plantas para planes nutricionales y fechas de inducción. - Nutrición acorde a necesidades de las plantas y etapas del cultivo. - Agroquímicos autorizados y en fechas permitidas. - Mayor control en inducciones florales.

Table 3. Technological differences between the types of pineapple producers of the Bajo Papaloapan. (Cont.)
Cuadro 3. Diferencias tecnológicas entre los tipos de productores de piña del Bajo Papaloapan. (Cont)

Variable /Variable	Traditional /Tradicional	Type of farmer Intermediate /tipo de productor Intermedio	Technified /Tecnificado
Variety / Variedad	Cayena Lisa rarely MD2 / Cayena Lisa Raramente MD2	MD2 or Cayena Lisa / MD2 o Cayena Lisa	MD2 rarely Cayena Lisa/ MD2 Raramente Cayena Lisa
Agronomic practices / Prácticas Agronómicas	<ul style="list-style-type: none"> - Nutrición basada en macro-elementos. - Inducciones florales con baja efectividad por técnicas y productos usados. - Control variante de cosechas. - Tapado manual de frutos para protección a radiación solar. - Las BPA no son consideradas, ya que los mercados nacionales de fruta fresca a granel y fruta procesada no las exigen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nutrición balanceada y uso de microelementos. - Creciente uso de agroquímicos autorizados y en fechas permitidas. - Mejor inducción floral a causa de mejores productos y técnicas. - Mayor control sobre cosechas. - Uso de malla-sombra para protección de frutos a la radiación solar. - Las BPA son consideradas, ya que muchos llegan a proveer al mercado de fruta fresca empacada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor control de fechas de cosecha. - Uso de malla-sombra para protección de frutos a la radiación solar. - BPA para obtención de certificaciones (trazabilidad, inocuidad y cuidado del medio ambiente).
Harvest and fruit selection / Cosecha y selección de frutos	<ul style="list-style-type: none"> - Cut and stowage of the fruits without differentiation by market. - Harvest index by external color and size. - Selection of small, medium, and large fruit. - There is no postharvest handling of the fruits. / - Corte y estiba de los frutos sin diferenciación por mercado. - Índice de cosecha por color externo y tamaño. - Selección por fruta chica, mediana y grande. - No hay manejo postcosecha de los frutos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Depending on the market that the fruit is aimed at, it will be the cut and selection. - The selected and cutting, for packaged fresh fruit, is conducted by specialized personnel. / - Dependiendo al mercado que vaya dirigida la fruta, será el corte y selección. - La selección y corte, para fruta fresca empacada, la realiza personal especializado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Customers demand fruits with distinct characteristics such as sizes, internal/external degrees of ripeness, Brix. - Fruit with various damages is sent to the fresh bulk market. - In the packaging, the process of disinfection, protection and packing is conducted for the fruits in boxes of 12 kg. / - Los clientes demandan frutos con características diferentes como calibres (tamaños), grados de madurez interna/externa, grados brix. - Fruta con diversos daños es mandada a mercado fresco a granel. - En los empaques se da el proceso de desinfección, protección y empaqueo de los frutos en cajas de 12 kg.

Source: Own elaboration based on the field information, 2021.
Fuente: Elaboración propia con base en información de campo, 2021.

Table 4. Estimated profitability of the types of pineapple producers of the Bajo Papaloapan.**Cuadro 4. Rentabilidad estimada de los tipos de productores de piña del Bajo Papaloapan**

Variable / Variable	Traditional / Tradicional	Type of farmer Intermediate / Tipo de productor intermedio	Technified / Tecnificado
Investment·ha ⁻¹ / Inversión·ha ⁻¹	\$100 000	\$170 000	\$22 ,000
Yield·ha ⁻¹ / Rendimiento·ha ⁻¹	45 t	60 t	75 t
Average price*·t ⁻¹ / Precio promedio*·t ⁻¹	\$3 000	\$5 000	\$6 000
Gross income / Ingreso Bruto	\$121 500	\$270 000	\$375 000
Relation income/investment / Relación ingreso/inversión	1.2	1.5	1.8

Source: Own elaboration based on the field information, 2021.

* Assuming that 90% of the crops are marketed in first and second-rate quality fruits.

Fuente: Elaboración propia con base en información de campo, 2021.

*Suponiendo que el 90 % de la cosecha se comercialice en frutas de primera y segunda calidad.

The adoption of the PA technology is the result of the improvements in profitability that are achieved due to the greater production, with a higher quality and better distributed, which allows better prices², and lower production costs per ton (Table 4), compensating for the higher investments required. An evidence of how the market segmentation and the price differentiation can function as catalysts to improve the GAPs and incentives for the innovations.

However, to achieve this great profitability it is necessary to substantially modify the management of the PPUs, as well as the way in which they enter into the most dynamic and exigent markets.

Managerial changes in the Pineapple

Production Units

The technological transformation reflected by the previous typology has generated significant changes in the PPUs operation, which are particularly reflected on three axis: the more sophisticated management of information, the purchase of inputs and contracting

La tecnología de AP provocó un cambio disruptivo en las unidades de producción y su CV, ya que al asociarse con la introducción de la variedad MD2 abrió el mercado de exportación y facilitó la comercialización con las cadenas nacionales de supermercados, desplazando la preferencia de la variedad Cayena Lisa producida con tecnología previa a la MD2 cultivada con la nueva tecnología (Reinhardt y Gurtner, 2015). Lo cual modernizó la producción de piña del Bajo Papaloapan, al ofertar fruta acorde a las nuevas tendencias de consumo, como frutos de menor tamaño, mejor sabor y presentación; con certificaciones de buenas prácticas de producción, bajo mejores condiciones para los trabajadores y el medio ambiente (WEFORUM, 2020).

La adopción de la tecnología de AP es resultado de las mejoras en la rentabilidad que se logran al tener mayor producción, de mayor calidad y mejor distribuida, lo que permite mejores precios², y menores costos de producción por tonelada

² In September 2020, the price of the top-quality pineapples, the Cayena Lisa was \$9 000 t, while the MD2 up to \$16 000 t. In May 2021, the price of the top-quality, Cayena Lisa pineapple was \$5 000 t, while the MD2 was \$6 500 t.

² En septiembre de 2020, el precio de las piñas, de primera calidad, Cayena Lisa estuvo en \$9 000 t, mientras que la MD2 en hasta \$16 000 t. En mayo de 2021, el precio de las piñas, de primera calidad, Cayena Lisa estuvo en \$5 000 t, mientras que la MD2 en \$6 500 t.

of increasingly specialized services and more specialized and permanent workforce requirements.

Information management

The technified farmers, and in a lesser degree, those intermediates, practice a precision agriculture where the registration of products, doses and time of application, dates, and characteristic of developed tasks, as well as of the production generated throughout the time and the different productive areas, are a key element to achieve, effectively and efficiently, greater yields and better quality for the fruit with lower unit costs. In addition to the fact that the registration of this information is essential to guarantee the application of the GAPs and the traceability of the production required by the best buyers, who need to give customers evidence of responsible environmental management and the production safety (Izquierdo and Rodríguez Fazzone, 2006).

Purchase of Inputs and specialized services hiring

The enhancement of production requires more specialized inputs such as the shade cloth, sprinklers or drip tape, plastic mulch, micronutrients, biofertilizers and agrochemicals authorized by the SENASICA³ by its acronym in Spanish, COFEPRIS⁴ by its acronym in Spanish, the FDA⁵ and EPA⁶, among others, as well as the contraction of services to analyze the soil and plant, specific tasks to prepare the land for planting, specialized phytosanitary applications, technified, accounting and tax advisory services, among others (Table 5).

Given the increase of the technified area in the Bajo Papaloapan, a large number of specialized companies have emerged in the region, mainly in Isla, Veracruz and Loma Bonita, Oaxaca; especially, agro-input companies specialized in PA, which begin from the pre-seeding stage, to improve the shelf life of the fruits.

Within the VC, trading houses specialized in the sale of inputs and equipment to technified farmers

(Cuadro 4), compensando las mayores inversiones requeridas. Una evidencia de cómo la segmentación de los mercados y la diferenciación de precios pueden actuar como catalizadores para mejorar las BPA e incentivos para las innovaciones.

Sin embargo, para lograr esta mayor rentabilidad se requiere modificar sustancialmente la gestión de las UPP, así como la manera en que se insertan a mercados más dinámicos y exigentes.

Cambios gerenciales en las Unidades de Producción Piñeras

La transformación tecnológica que refleja la tipología anterior ha generado cambios importantes en la operación de las UPP, que se reflejan particularmente en tres ejes: la gestión más sofisticada de la información, la compra de insumos y contratación de servicios cada vez más especializados y los requerimientos de fuerza de trabajo más especializados y permanentes.

Gestión de la información

Los productores tecnificados, y en menor grado los intermedios, practican una agricultura de precisión en donde el registro de los productos, dosis y momentos de aplicación, fechas y características de labores realizadas, así como de la producción generada en el tiempo y en las diferentes áreas productivas, son un elemento fundamental para lograr, con eficacia y eficiencia, mayores rendimientos y mejor calidad de fruta con menores costos unitarios. Además de que el registro de esta información es esencial para garantizar la aplicación de BPA y la trazabilidad de la producción requerida por los mejores compradores, quienes requieren dar a los clientes evidencia del manejo ambiental responsable y de la inocuidad de la producción (Izquierdo y Rodríguez Fazzone, 2006).

Compra de insumos y contratación de servicios especializados

La intensificación de la producción requiere insumos más especializados como la malla-sombra, aspersores o cintillas para riego, acolchado plástico,

³ National Service of Agrifood Health, Safety and Quality.

⁴ Federal Committee for Protection from Sanitary Risks.

⁵ Food and Drug Administration.

⁶ Environmental Protection Agency.

Table 5. Inputs and specialized services for production-marketing. (Cont.)
Cuadro 5. Insumos y servicios especializados para la producción-comercialización. (Cont.)

Input / Service / Insumo / Servicio	Characteristics / Características
Agricultural credit / Créditos agrícolas	Financial with credits for establishment or maintenance. / Financieras con créditos para establecimiento o mantenimiento.
Specialized agricultural advisory / Asesoría agrícola especializada	From soil preparation to harvest, by trading houses and INIFAP. / Desde preparación de suelo a la cosecha, por parte de casas comerciales y el INIFAP
Design and layout Drainage System / Diseño y trazo Sistema Drenaje	To avoid erosion and adequate transit of machinery and vehicles. / Para evitar la erosión y adecuado tránsito de maquinaria y vehículos.
Dolomite lime / Cal dolomita	Reduction of soil acidity and contribution of Ca and Mg. / Reducción de la acidez de suelo y aporte de Ca y Mg.
Bed shaper / Acamadoras	Construction of seedbeds and avoid excess humidity. / Construcción de camas de siembra y evitar excesos de humedad.
Plastic mulch / Acolchado plástico	Soil protection, weed control and moisture conservation. / Protección del suelo, control de malezas y conservación de humedad.
Mycorrhizae / Micorrizas	Improve root efficiency in capturing nutrients and moisture. / Mejorar eficiencia de raíces en captura de nutrientes y humedad.
Root enhancers / Enraizadores	Increase of the root surface for colonization by mycorrhizae. / Aumento en superficie radicular para colonización por micorrizas.
High volume sprinklers / Aspersores de alto volumen (AAV)	Optimize, streamline, and reduce risks of input applications. / Optimizar, agilizar y reducir riesgos de aplicaciones de insumos.

Table 5. Inputs and specialized services for production-marketing.
Cuadro 5. Insumos y servicios especializados para la producción-comercialización.

Input / Service / Insumo / Servicio	Characteristics / Características
Soluble fertilizers / Fertilizantes solubles	Optimize liquid and foliar applications. / Optimizar las aplicaciones líquidas y foliares.
Irrigation systems / Sistemas de riego	Increase the availability of moisture in times of scarcity. / Aumentar la disponibilidad de humedad en épocas de escasez.
Soil and nutritional analysis / Análisis de suelo y nutricionales	Accurate nutrient content to make corrections. / Precisa el contenido de nutrientes para hacer correcciones.
Bloom inhibitors / Inhibidores de floración	Reduces the incidence of premature winter blooming. / Reduce la incidencia de floraciones prematuras invernales.
Flower induction with Ethylene-gas / Inducción floral con Etileno-gas	Optimizes the percentages of floral induction using AAV. / Optimiza los porcentajes de inducción floral mediante AAV.
Shade cloth / Malla-sombra	Protects plants, fruits, and stems from excessive solar radiation. / Protege a las plantas, frutos y vástagos de la excesiva radiación solar.
Package / Empaque	Selection, disinfection, waxing and packaging by sizes. / Selección, desinfección, encerado y empaque por tamaños/calibres.
Refrigeration / Refrigeración	From packaging, transfer in containers and arrival to customers. / Desde empaque, traslado en contenedores y llegada a clientes.

Source: Own elaboration based on the field information, 2021.
Fuente: Elaboración propia con base en información de campo, 2021.

have appeared, which occasionally have supply agreements with large companies for plastic mulch, shade cloth and agrochemicals. Due to the increased technified and intermediate area, there is a lot of interest on the part of the trading houses to have a wide range of products and equipment for all cultivation stages and even for some important clients, sometimes they offer inputs on credit. Another essential aspect of the technology that gives the expected results is to have trained professionals that can offer advisory to less experienced farmers. Likewise, manufacturers of agricultural equipment have emerged, adapted to the conditions of regional production.

The technology, in addition to providing an economic benefit (Vélez-Izquierdo et al., 2020), offers a positive environmental result compared to the traditional production, because it reduces erosion, dose of fertilizers, it makes efficient water use and uses only authorized agrochemicals on dates and in adequate doses (Francisco-Nicolás et al., 2013; Toral Juárez et al., 2013). However, currently, the critical point is the waste management, both agrochemical containers and plastic mulch and shade cloth, since in the region there is no way to recycle these wastes in a sustainable way Table 6.

The highest cost per hectare of the technified systems increases the financing needs of the PPUs, in this way, the credits of financials, suppliers and marketing companies have diversified and increased the amounts and sources of financing for the sector. The greater diversity of input and services suppliers with which the technified PPUs interact, requires a more precise management of inventories, specifications, and treasury, which is related to the aforementioned information management requirements, as well as more training and professional technical advice for farmers.

Specialized workforce requirements.

The technology reduces the workforce needs in certain activities, such as covering fruit to protect it against solar radiation or the use of sprinkle equipment, that considerably decrease wages for the liquid application of fertilizers and pesticides. With an equipment operator and an assistant, to conduct tanks, dosages, and spray nozzle

micronutrientes, biofertilizantes y agroquímicos autorizados por SENASICA³, COFEPRIS⁴, la FDA⁵ y EPA⁶, entre otros, así como, la contratación de servicios para análisis de suelo y planta, labores específicas de preparación del terreno para plantación, aplicaciones fitosanitarias especializadas, servicios de asesoría técnica, contable y fiscal, entre otros (Cuadro 5).

Ante el incremento de la superficie tecnificada en el Bajo Papaloapan, han surgido una gran cantidad de empresas especializadas en la región, principalmente en Isla, Veracruz y Loma Bonita, Oaxaca; sobre todo, empresas de agro insumos especializadas en AP, que van desde la etapa presiembra, hasta mejorar la vida de anaquel de los frutos.

Dentro de la CV han aparecido casas comerciales especializadas en vender insumos y equipos a productores tecnificados, que llegan a tener convenios de proveeduría con grandes empresas para acolchados plásticos, malla-sombra y agroquímicos. Por la creciente superficie tecnificada e intermedia, hay mucho interés de las casas comerciales por tener una amplia gama de productos y equipos para todas las etapas del cultivo e incluso para algunos clientes relevantes llegan a ofrecer insumos a crédito. Otro aspecto fundamental para que la tecnificación brinde los resultados esperados, es contar con profesionales capacitados que puedan proporcionar asesoría a los productores con menor experiencia. Asimismo, han surgido empresas fabricantes de equipos agrícolas, adaptados a las condiciones de la producción regional.

La tecnificación, además de brindar un beneficio económico (Vélez-Izquierdo et al., 2020), ofrece un saldo ambiental favorable con respecto a la producción tradicional, ya que reduce la erosión, las dosis de fertilizantes, hace un uso eficiente del agua y utiliza solo agroquímicos autorizados en fechas y dosis adecuadas (Francisco-Nicolás et al., 2013; Toral Juárez et al., 2013). Sin embargo, el punto crítico en la

³Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentarias.

⁴Comisión Federal para la Protección contra Riesgos.

⁵Food and Drug Administration (Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos de América).

⁶Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América).

Table 6. Environmental impacts per type of farmer.
Cuadro 6. Impactos ambientales por tipo de productor

Traditional / Tradicional	Intermediate / Intermedio	Technified / Tecnificado
<ul style="list-style-type: none"> - Up to 150 t of eroded soil are estimated per production cycle in plantations without plastic mulch (Uriza-Ávila et al, 2018). - Fertilizer leaching into aquifers and contamination of water bodies. - Soil acidification due to inappropriate use of fertilizers. - Inadequate disposal of product containers and fertilizer bags. / - Se estiman hasta 150 t de suelo erosionado por ciclo productivo en plantaciones sin acolchado plástico (Uriza-Ávila et al, 2018).. - Lixiviación de fertilizantes a los mantos acuíferos y contaminación de cuerpos de agua. - Acidificación de suelos por uso inadecuado de fertilizantes. - Desecho inadecuado de envases de productos y bolsas de fertilizantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inadequate disposal of plastics (plastic mulch and shade cloth) due to the lack of a collection and recycling system by the companies and trading houses that produce and market them. - Use of products that are not allowed and cause soil contamination. - Soil acidification due to inappropriate use of fertilizers. / - Desecho inadecuado de plásticos (acolchado plástico y malla-sombra) a causa de la falta de un sistema de colecta y reciclaje por parte de las compañías y casas comerciales que los producen y comercializan. - Sigue habiendo uso de productos no permitidos y causan contaminación de suelos. - Acidificación de suelos por uso inadecuado de fertilizantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Soil and air pollution due to inadequate management of plastic mulch and shade cloth wastes. / - Contaminación de suelo y aire por manejo inadecuado de desechos de acolchado plástico y malla-sombra.

Source: Own elaboration based on the field information (2021).

Fuente: Elaboración propia con base en información de campo (2021).

calibration, is enough to manage several hectares on a workday. Despite the use of the "PA" technology decreases the use of the workforce in certain activities, needs it to a greater extent in other activities (Torál Juárez et al., 2013).

In fact, as plantation and harvest are still developed by hand, to increase the yields and care during the harvesting of the technified systems, a more qualified workforce is needed per hectare for these activities. Also, the technological intensification needs specialized workforce in a timely manner, for this, the most technified PPU's resort to hire companies to develop the tasks that need equipment or specialized personnel, such as installation of irrigation equipment, plastic mulch, shade cloths, among others.

The technified farmers tend to have a permanent core staff to carry out the annual tasks of the crop, that is complemented with a temporary workforce, while those who are intermediaries, hire teams through a leader with knowledge and expertise in the tasks to be developed, who is in charge of looking for workers, training them and contract them by periods. These teams are often rotated between PPU's based on crop management and they transfer knowledge to them.

actualidad es el manejo de residuos, tanto envases de agroquímicos como del acolchado plástico y la malla-sombra, ya que en la región no hay como reciclar de manera sustentable esos desechos Cuadro 6.

Los mayores costos por hectárea de los sistemas tecnificados incrementan las necesidades de financiamiento de las UPP, así los créditos de entidades financieras, proveedores y empresas comercializadoras han diversificado e incrementado los montos y fuentes de financiamiento para el sector. La mayor diversidad de proveedores de insumos y servicios con los que interactúan las UPP tecnificadas requiere una gestión más precisa de los inventarios, las especificaciones y la tesorería, que está asociada a los requerimientos de gestión de información ya mencionados, así como a mayor capacitación y asesoría técnica profesional para productores.

Requerimientos de fuerza de trabajo especializada.

La tecnificación reduce las necesidades de mano de obra en ciertas actividades, como el tapado de la fruta para protección de la radiación solar o el uso de equipos de aspersión, que bajan considerablemente los jornales para la aplicación líquida de fertilizantes y pesticidas. Con un operador de equipos y un

The workforce is local or from regions close to the pineapple zone. The local one is generally more specialized and has a more stable basis of income, while the foreign one responds to more seasonal labor demand peaks. In those technified, to assure their availability, is common for foreign labor to be housed during their stay by companies, where they are provided with basic food and accommodation, in addition to their salary.

The specialization requirements and job opportunity in the intermediate and technified types, need staff hiring for planning, contracting, supervision, and pay management of the workforce, through supervisors, technical officers or managers and administrative assistants, which represents an increasing enterprise management of the PPU.

Table 7 shows a summary of relevant management changes than emerge as consequence of the differentiation of PPUs.

Changes in the modalities of market penetration of the PPUs.

Until the introduction of MD2 and innovative technologies, the production system was relatively homogeneous, and the differentiation of farmers occurred, above all, by the scale of production. The marketing of fresh fruit through intermediaries or “coyotes,” the grocers and supply centers, was preponderant, and the processing industry bought the seasonal surpluses of the production.

The technified production systems allow the obtention of production quality and seasonality to access highest paying markets, which at the same time make investment in innovative technologies attractive, generating a virtuous circle (Table 8).

Currently, the marketing channels are divided between packaged fresh fruit, either for national market and export, fresh fruit in bulk and fruit to be processed.

The channel of the packed fresh fruit is exclusive for the MD2, and the certifications demanded by the buyers must be met. It is articulated with the packaging and from there, it is aimed at export or the national market (mainly supermarkets). For both markets, the same selection, conditioning, and packaging process is used (Figure 1).

ayudante, para la carga de tanques, dosificaciones y calibración de boquillas aspersoras, es suficiente para tratar varias hectáreas en un día de trabajo. Pese a que el uso de la tecnología de “AP” disminuye el uso de mano de obra en ciertas actividades, la requiere en mayor medida en otras actividades importantes (Toral Juárez et al., 2013).

En efecto, como la plantación y la cosecha siguen siendo manuales, por aumentar el rendimiento y cuidados durante la cosecha de los sistemas tecnificados, se necesita más mano de obra calificada por hectárea para estas actividades. Además, la intensificación tecnológica requiere de mano de obra especializada con oportunidad, por ello las UPP más tecnificadas recurren a la contratación de empresas para realizar labores que demandan equipos o personal especializados, como instalación de equipos de riego, acolchados, mallas sombra, entre otras.

Los productores tecnificados suelen contar con una base de personal permanente para atender las labores anuales del cultivo, que complementan con mano de obra temporal, mientras que los intermedios contratan cuadrillas a través de un líder con conocimiento y experiencia en las labores a realizar, que se encarga de buscar trabajadores, capacitarlos y contratarlos por periodos. Estas cuadrillas suelen rotarse entre UPP en función del manejo del cultivo y transfieren conocimientos entre ellas.

La mano de obra es local o de regiones cercanas a la zona piñera. La local en general está más especializada y tiene una base de ingresos más estable, mientras que la foránea responde a picos de demanda de trabajo más estacionales. En los tecnificados, para asegurar su disponibilidad, es común que la mano de obra foránea sea alojada durante su estancia por parte de las empresas, donde se les brinda alimento y alojamiento básico, además de su salario.

Las exigencias de especialización y oportunidad del trabajo en los tipos intermedios y tecnificados requieren la contratación de personal para la planeación, contratación, supervisión y gestión de pagos de la fuerza de trabajo, mediante encargados, responsables técnicos o gerentes y auxiliares administrativos, lo que representa un manejo empresarial cada vez mayor de las UPP.

Table 7. Management per type of pineapple producer in the Bajo Papaloapan.
Cuadro 7. Manejo gerencial por tipo de productor de piña en el Bajo Papaloapan.

Variable / Variable	Traditional / Tradicional	Type of farmer Intermediate / Tipo de productor Intermedio	Technified / Tecnificado
Registration and information management / Registro y gestión de la información	<p>There is no formal record of practices, applications, doses, or expenses.</p> <p>They do not keep formal accounting.</p> <p>Most of them are informal from a fiscal point of view. /</p> <p>No hay registro formal de prácticas, aplicaciones, dosis o gastos.</p> <p>No llevan contabilidad formal.</p> <p>La mayoría informales desde el punto de vista fiscal.</p>	<p>Basic record of practices, applications, or expenses, for GAP compliance, little use for decision making.</p> <p>Basic accounting. /</p> <p>Registro básico de prácticas, aplicaciones o gastos, para cumplimiento de BPA, poco uso para toma de decisiones.</p> <p>Contabilidad básica.</p>	<p>Strict record of practices, applications, doses, or expenses for GAP compliance and for decision making.</p> <p>Professional accounting.</p> <p>Many constituted as legal persons. /</p> <p>Registro estricto de prácticas, aplicaciones, dosis o gastos para cumplimiento de BPA y para toma de decisiones.</p> <p>Contabilidad profesional.</p> <p>Muchos constituidos como personas morales.</p>
Purchase of inputs and contracting of specialized services / Compra de insumos y contratación de servicios especializados	<p>Agrochemicals and traditional fertilizers. Some are not allowed.</p> <p>They do not hire technical or accounting advisory services, soil analysis, among others.</p> <p>Conventional machinery and implements, many times own. /</p> <p>Agroquímicos y fertilizantes tradicionales. Algunos no permitidos.</p> <p>No contratan servicios de asesoría técnica o contable, análisis de suelo, entre otros.</p> <p>Maquinaria e implementos convencionales, muchas veces propios.</p>	<p>Agrochemicals and more specialized fertilizers, but low cost such as liming, mycorrhizae and microelements.</p> <p>Variable use of plastic mulch or mesh cloth.</p> <p>Eventually he develops soil analysis and uses specialized maquilas. Advice comes from providers. /</p> <p>Agroquímicos y fertilizantes más especializados, pero de bajo costo como el encalado, micorrizas y microelementos.</p> <p>Uso variable de acolchado o malla-sombra.</p> <p>Eventualmente hace análisis de suelos y utiliza maquilas especializadas. La asesoría proviene de proveedores</p>	<p>Specialized agrochemicals for all stages of cultivation and post-harvest. Widespread use of plastic mulch and shade cloth.</p> <p>Hire soil analysis services, specialized maquilas, accounting and technical advice. /</p> <p>Agroquímicos especializados para todas las etapas del cultivo y post-cosecha. Uso generalizado de acolchado y malla-sombra.</p> <p>Contrata servicios de análisis de suelos, maquilas especializadas, contabilidad y asesoría técnica.</p>
Requirement of specialized and timely workforce / Requerimiento de fuerza de trabajo especializada y oportuna	<p>They conduct many activities themselves, such as land preparation, planting, fruit protection and harvesting, they hire machinery and unskilled day laborers. /</p> <p>Realizan ellos mismos muchas actividades, como la preparación del terreno, plantación, protección de frutos y cosecha, contratan maquinaria y jornaleros poco especializados.</p>	<p>There are practices that require hiring qualified field personnel, such as the installation of plastic mulch and shade cloth.</p> <p>Given the scale of production and the technology, the workers have more permanence in the PPU; however, they continue to rotate between farmers. /</p> <p>Hay prácticas que requieren contratar personal de campo calificado, como la colocación del acolchado plástico y el tapado con malla-sombra.</p> <p>Dada la escala de producción y la tecnología, los trabajadores tienen más permanencia en la UPP; no obstante, siguen rotando entre productores.</p>	<p>Many activities are mechanized or are not required.</p> <p>The workforce is trained and specialized, its rotation is a problem, which is why it is hired permanently or for prolonged periods of time.</p> <p>They hire professionals such as managers, technicians, accountants, and sales representatives. /</p> <p>Muchas actividades están mecanizadas o no se requieren.</p> <p>La mano de obra está capacitada y especializada, su rotación es un problema, por ello se contrata permanentemente o por temporadas largas.</p> <p>Contratan profesionales como responsables, técnicos, contables y comerciales.</p>

Source: Own elaboration based on the field information, 2021.

Fuente: Elaboración propia con base en información de campo, 2021.

Table 8. Production quality and seasonality per type of pineapple producer in the Bajo Papaloapan (2021)
Cuadro 8. Calidad y estacionalidad de la producción por tipo de productor de piña en el Bajo Papaloapan (2021).

Variable / Variable	Traditional / Tradicional	Type of farmer Intermediate / Tipo de productor intermedio	Technified / Tecnificado
Fruit quality / Calidad de la fruta	Cayena Lisa pineapple in bulk for the market. Batches without certification. / Piña Cayena Lisa para mercado a granel. Lotes sin certificación.	MD2 and Cayena Lisa pineapple for the three marketing channels. Not certified Batches. / Piña MD2 y Cayena Lisa para los tres canales de comercialización. Lotes no certificados.	Standardized batches in size and ripeness of the MD2 pineapple. Certified in GAP. / Lotes estandarizados en tamaño y madurez de piña MD2. Certificados en BPA.
Months of offer / Meses de oferta	70 % from April to the middle of August. 30 % between September and January. / 70 % de abril a mediados de agosto. 30 % entre septiembre y enero.	30 % from May to the middle of August. 50 % from November to the middle of April. 20 % from September to October / 30 % de mayo a mediados de agosto. 50 % de noviembre a mediados de abril. 20 % de septiembre a octubre.	Plan for the entire year: 70 % between November and the beginning of April. 10 % from May to the middle of August. 20 % between the end of August, September, and October. / Planifican para todo el año: 70 % entre noviembre e inicios de abril. 10 % de mayo a mediados de agosto. 20 % entre fines de agosto, septiembre y octubre.

Source: Adapted from Uriza-Ávila et al., (2018) based on the field information (2021).

Fuente: Adaptado de Uriza-Ávila et al., (2018) con base en información de campo (2021).

Table 9. Participation of the marketing channels for the pineapple in the Bajo Papaloapan (2021).
Cuadro 9. Participación de los canales de comercialización para la piña en el Bajo Papaloapan (2021).

Channel / Canal	Destination / Destino	Amount (t) / Cantidad (t)	Participation (%) / Participación (%)
Paced fresh fruit / Fruta fresca empacada	Export / Exportación	106,800	10
	National / Nacional	213,600	20
Fresh fruit in bulk / Fruta fresca a granel	National / Nacional	534,000	50
Fruit to be processed / Fruta para procesar	Canned / Enlatado	85,440	8
	Juice/Concentrated / Jugo/Concentrado	128,160	12
TOTAL		1 068,000	100

Source: Adapted from Uriza-Ávila et al., (2018) based on the field information (2021).

Fuente: Adaptado de Uriza-Ávila et al., (2018) con base en información de campo (2021).



Figure 1. Fruit management in the fresh channels.

Source: Own elaboration based on the field information, 2020.

Figura 1. Manejo de los frutos en los canales en fresco.

Fuente: Elaboración propia con base a información de campo, 2020.

Many fruit packing companies have their own production, and another significant part is obtained with farmers under contract, as well as others who are occasional. The advantage of this channel is that, in general, offers better prices and assures the purchase and payment, however, payments are not immediate, and they are subject to rejections and losses for fruit that does not meet the established requirements and need the farmer to issue invoices for the sale. For this, it is a channel in charge of farmers and companies with better economic and technical profiles, normally under long term relationships. The participation of this channel is increasing in volume and value.

In the channel of the fresh fruit in bulk, this comes directly from the field to the point of sale such as the regional scales, practically, without post-harvesting management, to be distributed to national supply centers, warehouses, markets and *tianguis* through intermediaries (Figure 1).

The regional scales are areas in which farmers and intermediaries are, that arise with the regional pineapple production and play a key role for the supply of the national market. The main scales, in order of importance, are found in the municipalities of Isla, Loma Bonita and Juan Rodríguez Clara. They work under two modalities: the first one is when farmers arrive and offer their fruit without physical presence of the product, normally fresh-cut fruit and negotiate the buying and selling

En el Cuadro 7 se pueden apreciar la síntesis de los cambios gerenciales relevantes que surgen como consecuencia de la diferenciación de las UPP.

Cambios en las modalidades de inserción de las UPP al mercado.

Hasta la entrada de la MD2 y las nuevas tecnologías, el sistema de producción era relativamente homogéneo y la diferenciación de los productores se daba, sobre todo, por la escala de producción. La comercialización de la fruta fresca a través de intermediarios o “coyotes”, los bodegueros y centrales de abasto, era preponderante, y la industria procesadora compraba los excedentes estacionales de la producción.

Los sistemas de producción tecnificados permiten obtener calidad y estacionalidad de la producción para acceder a mercados con mayor remuneración, que a su vez hacen atractiva la inversión en las nuevas tecnologías, generando un círculo virtuoso (Cuadro 8).

Actualmente los canales de comercialización se dividen fruta fresca empacada, ya sea para mercado nacional y exportación, fruta fresca a granel y fruta para procesar.

El canal de fruta fresca empacada es exclusivo para la MD2 y se debe cumplir con las certificaciones que exigen los compradores, se articula con los empaques y de allí se destina a la exportación o al mercado nacional (supermercados principalmente).

conditions with the intermediaries, who go to the field to prove the product quality, and once the treat is closed, the intermediary is responsible for the harvesting of the fruits in the plantation of the farmer. The second one is when farmers carry the product (remaining fruit from the fresh-cut fruit), and it is bought by marketers that collect fruit from different farmers for the truck loading and is taken to supply centers, or by small regional traders. In this channel, certifications or traceability are irrelevant, while payments are immediate.

The bulk channel receives Cayena Lisa and MD2 fruit and is the main channel for the traditional farmers. The technified and intermediate farmers market part of their production in this channel with fruit that do not have the quality physical characteristics for the packaging market. Frequently, the technified and intermediate farmers prefer to trade with MD2 in bulk when they need a faster payment or they do not want to issue an invoice for the sale, considering that the price received will be lower.

A regular year depends on the crops, which are 90 % concentrated from July to November, with a higher density during September and October. The natural pineapple production is concentrated from May to the middle of August, period in which prices can fall below \$1,000-t fruit⁻¹, in other words, up to 70 % of the annual average price (estimated at \$3,500-t⁻¹), with the possibility of fruit is left in the field due to the excess supply and lack of market. This is worst for the traditional farmers, who, due to the lack of knowledge and technology, in addition of the lack of infrastructure, specialized equipment and economic resources, tend to concentrate 70 % of their crops in these months, because it is not possible for them to induce blooming in most of their plantations before November, to be harvested before May, and thus, achieve better prices. On their part, the intermediate and technified farmers concentrate less than 35 % of their annual crops during this excess supply period, by ensuring that a 40 % is recollected from November to April, a 25 % is harvested between the second half of August to the last half of October, where prices have reached \$15 000-t fruit⁻¹, this is, four times the annual average price. Also, while the price fluctuations exist in both channels, they tend

Para ambos mercados se utiliza el mismo proceso de selección, acondicionamiento y empaque (Figura 1).

Muchos empaques tienen producción propia y otra parte importante se obtiene con agricultores bajo contrato, así como otros ocasionales. La ventaja de este canal es que, en general, ofrece mejores precios y asegura la compra y pago, sin embargo, los pagos no son inmediatos, están sujetos a rechazos y mermas por la fruta que no cumple los requisitos establecidos y requieren que el productor emita facturas por la venta. Por ello, es un canal atendido por productores y sociedades con mejores perfiles económicos y técnicos, normalmente bajo relaciones de largo plazo. La participación de este canal es creciente en volumen y valor.

En el canal de fruta fresca a granel, ésta pasa directamente del campo a los puntos de venta como las básculas regionales, prácticamente sin manejo postcosecha, para ser distribuida a centrales de abastos, bodegas, mercados y tianguis nacionales a través de intermediarios (Figura 1).

Las básculas regionales son espacios en donde se encuentran productores e intermediarios, que surgen con la producción regional de piña y juegan un papel primordial para el abasto del mercado nacional. Las principales básculas por orden de importancia se encuentran en los municipios de Isla, Loma Bonita y Juan Rodríguez Clara. Operan bajo dos modalidades: la primera es cuando los productores llegan a ofertar su fruta sin presencia física del producto, normalmente fruta de primer corte y se hacen negociaciones de las condiciones de compra-venta con los intermediarios, estos van a campo a comprobar la calidad del producto, y una vez que se cierra el trato, el intermediario se encarga de la cosecha de los frutos en la plantación del productor. La segunda es cuando los productores llevan el producto (fruta restante del primer corte), y es comprada por comercializadores que acopian fruta de diversos productores para la carga de camiones y es llevada a centrales de abasto, o bien por pequeños comercializadores regionales. En este canal las certificaciones o la trazabilidad son irrelevantes, mientras que los pagos son inmediatos.

El canal a granel recibe fruta Cayena Lisa y MD2 y es el principal canal para los productores tradicionales. Los productores tecnificados e

to be more relevant in the bulk market than in the packaged fruit.

In an excess supply context, the processing agribusiness becomes relevant, when buys fruit used in canning or juice and concentrated⁷ (Uriza-Ávila et al., 2018). Here, the Cayena Lisa is mainly marketed pineapple, although there are MD2 fruits of technified farmers that do not meet the packaging requirements and reach these points of sale. For this, the channel of the fruit to be processed is supplied mainly by traditional farmers.

A summary of the differences in the marketing channels of the three types of farmers identified is shown in Table 10.

intermedios comercializan parte de su producción en este canal con fruta que no tiene las características físicas de calidad para el mercado de empaque. Con frecuencia, los productores tecnificados e intermedios optan por comercializar MD2 a granel cuando requieren un pago más rápido o no desean emitir factura por la venta, tomando en cuenta que el precio recibido será menor.

Un año habitual obedece a siembras, que se concentran en un 90 % en los meses de julio a noviembre, con mayor densidad en los meses de septiembre y octubre. La producción natural de la piña se concentra del mes de mayo a mediados del mes de agosto, época en que los precios pueden

Table 10. Marketing channels per type of farmer of the Bajo Papaloapan.
Cuadro 10. Canales de comercialización por tipo de productor del Bajo Papaloapan.

Traditional / Tradicional	Type of farmer Intermediate / Tipo de productor intermedio	Technified / Tecnificado
<ul style="list-style-type: none"> -Fresh fruit in bulk. -In the excess supply period, they are the main suppliers of the processed fruit channel / -Fruta fresca a granel. -En época de sobreproducción son principales proveedores del canal de fruta procesada. 	<ul style="list-style-type: none"> -Both varieties for fresh fruit in bulk. -They manage the packaged fresh fruit channel with MD2. -The <i>sazona</i> and waste fruits are aimed at the processed fruit channel. / -Ambas variedades para fruta fresca a granel. -Atienden, con MD2, el canal de fruta fresca empacada. -La fruta <i>sazona</i> y de desecho va para el canal de fruta procesada. 	<ul style="list-style-type: none"> -Packaged fresh fruit. In the case of the MD2 most of them are under contract. -Part of the production is aimed at the fresh bulk channel. - The <i>sazona</i> and waste fruits are aimed at the processed fruit channel. / -Fruta fresca empacada. En caso de MD2 mucha bajo contrato -Parte de su producción va al canal fresco a granel. -La fruta <i>sazona</i> y de desecho va para el canal de fruta procesada.

Source: Own elaboration based on the field information, 2021.

Fuente: Fuente: Elaboración propia con base en información de campo, 2021.

⁷ For canning, the fruit called "sazona" is demanded, it has a low degree of internal ripeness, green skin and weighing between 1.8 to 2.8 kg; and for the juice and concentrated, with fruit called "waste", which is ripe fruit, with yellow skin and generally between 1.6 to 2.2 kg. (Uriza-Ávila et al., 2018).

The traditional farmers are part of a simple marketing chain with a very defined flow and without quality or traceability standards to be met, only with occasional links with their customers, with almost total participation of the Cayena Lisa variety and facing the price seasonality with the same intensity as always. While technified farmers, and in a lesser extent those intermediates, by having access to fresh exports and the supermarket market, are integrated in exclusive channels for MD2, more articulated, with quality standards, certifications, and precise traceability, that demand more formal linkages between farmers and clients (Figure 2).

The organization of the Value Network as a whole (FIRA, 2014), not only implies a competition between fruit packing companies, but also cooperation between them, through the phenomenon known as “coopetition” where mutually they support with fruit to meet trade commitments, (Gómez-Días et al., 2019). Thus, companies cooperate by coordinating their purchasing and service supply operations, at the same

caer por debajo de \$1,000-t fruta⁻¹, es decir hasta 70 % del precio promedio anual (estimado en \$3,500-t⁻¹), pudiendo suceder que se deje la fruta en campo por la sobre oferta y falta de mercado. Esto es más grave para los productores tradicionales, quienes, por falta de conocimientos y tecnología, además de falta de infraestructura, equipo especializado y recursos económicos, suelen concentrar el 70 % de su cosecha en estos meses, ya que no logran inducir floración en la mayoría de sus plantaciones antes de noviembre, para ser cosechadas antes de mayo, y así lograr mejores precios. Por su parte, los productores intermedios y tecnificados concentran menos del 35 % de su cosecha anual en esta época de sobre oferta, procurando que un 40 % se recolecte entre noviembre y abril, un 25 % se coseche entre la segunda quincena de agosto a la última de octubre, donde los precios han llegado hasta los \$15 000-t fruta⁻¹, es decir 4 veces el precio promedio anual. Además, si bien las fluctuaciones de precios

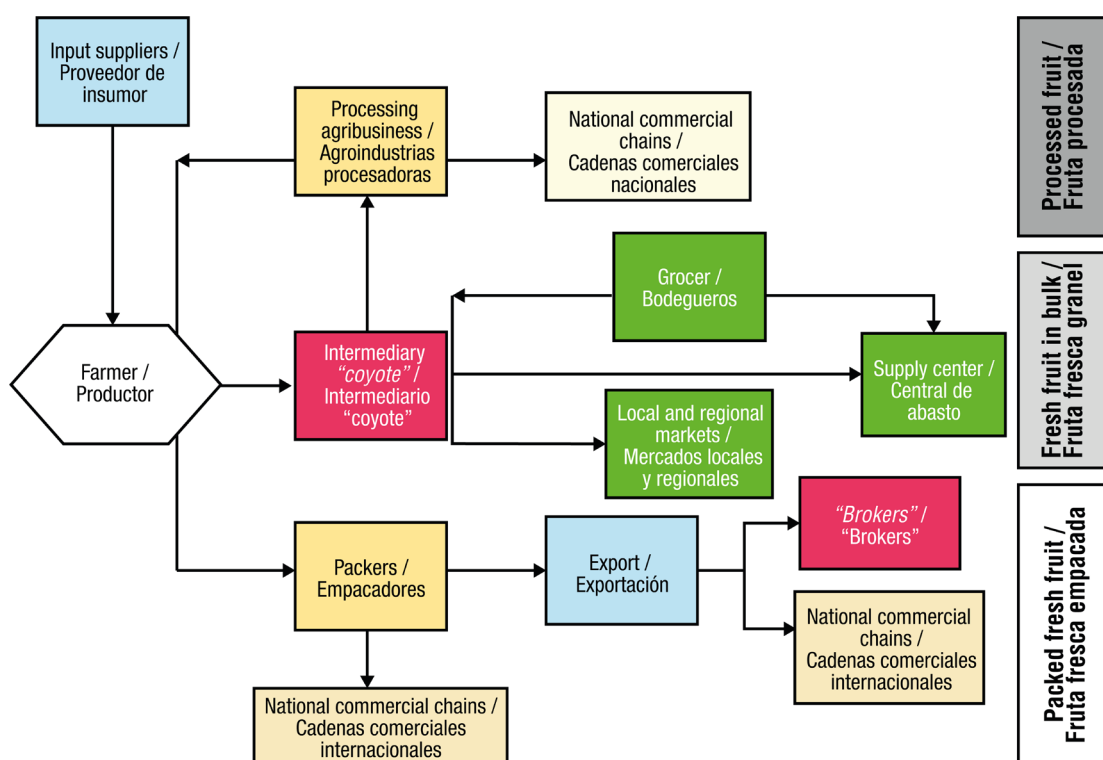


Figure 2. Pineapple marketing channels in the Bajo Papaloapan.

Source: Own elaboration based on the field information, 2021.

Figura 2. Canales de comercialización de piña en el Bajo Papaloapan.

Fuente: Elaboración propia con base en información de campo, 2021.

time that they are competing in the production and marketing areas (Morris et al., 2007).

Conclusions

The adoption of the MD2 and the "PA" innovations caused a disruptive change when they improved the product seasonality, productivity, and quality, which at the same time, gave rise to a greater differentiation of farmers, where we can find those technified and their followers and the intermediates. These farmers were able to meet the quality and seasonality requirements of the export market and the big supermarket chains with a more dynamic demand and with a greater capacity to pay. Which generated higher levels of profitability that promoted innovation and decreased their risks, making it possible that in a decade this type of farmer can supply more than half of the production.

To materialize this commercial positioning of the new types of farmers, in addition of the assimilation of technical changes, it was necessary to develop a production structure, post-harvesting management and marketing to assure the compliance of the requirements of the new markets, as well as the new supply networks of ad hoc inputs, equipment and services for the PA technology.

The controlled environment agriculture and the MD2 variety need greater investments and also, a more precise and timely management of technical, labor, and commercial information, for this, the managerial systems in the companies have become complex and frequently need to hire professionals. In addition, the business relationships with the fruit packing companies are in the medium term with a strategic vision and not occasional as occurs in traditional sales to intermediaries.

In terms of jobs, the PA technology leaves an important credit balance, since despite automating or making some practices unnecessary, due to the higher yields, it generates more wages for harvesting and packaging during longer periods.

Although the production in PA contrasts notably with traditional pineapple production, it does not compete with it and even benefits it, since, by reducing the production seasonality, price falls in times of overproduction tend to be less severe and the production improves the profitability for traditional

están presentes en ambos canales, suelen ser más relevantes en el mercado a granel que en el de fruta empacada.

En un contexto de sobre oferta, la agroindustria procesadora toma relevancia, al comprar fruta para el enlatado o jugo y concentrado⁷ (Uriza-Ávila et al., 2018). Aquí se comercializa principalmente piña del tipo Cayena Lisa, aunque hay fruta MD2 de productores tecnificados, que no cumple con los requisitos de empaque y llega a este punto de comercialización. Por ello, el canal de la fruta para procesar es abastecido principalmente por productores tradicionales.

Una síntesis de las diferencias en los canales de comercialización de los tres tipos de productores identificados se presenta en el Cuadro 10.

Los productores tradicionales participan en una cadena de comercialización sencilla con flujos muy definidos y sin estándares de calidad o trazabilidad a cumplir, solo con vínculos puntuales con sus clientes, con casi total participación de la variedad Cayena Lisa y enfrentado la estacionalidad de precios con la misma intensidad de siempre. Mientras que los productores tecnificados, y en menor medida los intermedios, al tener acceso a la exportación en fresco y al mercado de los supermercados, se integran en canales exclusivos para MD2, más articulados, con normas de calidad, certificaciones y trazabilidad precisas, que exigen vínculos más formales entre productores y clientes (Figura 2).

La organización de la Red de Valor como un todo (FIRA, 2014), no solo implica competencia entre empaques, sino también cooperación entre ellos, a través del fenómeno conocido o como "cooperencia", donde se apoyan con fruta para cumplir compromisos comerciales, (Gómez-Días et al., 2019). Así, las empresas cooperan coordinando sus operaciones de compra y aprovisionamiento de servicios, al mismo tiempo que están compitiendo

⁷ Para el enlatado, se demanda fruta denominada "sazona", con bajo grado de madurez interna, de cáscara verde y con peso de entre 1.8 a 2.8 kg; y para el jugo y concentrado, con fruta denominada de "desecho", la cual es fruta madura, de cáscara amarilla y generalmente entre 1.6 a 2.2 kg / Uriza-Ávila et al., 2018).

Cayena Lisa pineapple producers. In other words, technified farmers are not replacing the traditional ones, but rather handing different markets such as exports and large supermarket chains.

The continuity of this technological and commercial development requires that the growth in the demand for pineapple be supported and, that the improvement actions of the production units continue facing the commercial and climatic dynamics present in their environment.

Finally, while the production in PA has important environmental advantages compared to the traditional production technology, a pending subject of this is in the collection, storage and ecological management of agri-plastics that can become an important barrier to access dynamic markets such as export.

End of English version

References / Referencias

- Ahmad Zairi, Z. A., Syahrin, S., Rozhan, D., y Abu Kasim, A. (2010). *Consumer perceptions, utilization and preferences toward pineapple. Malaysia Abstracts of the 7th International Pineapple Symposium*, 1–37. https://www.ishshorticulture.org/workinggroups/pineapple/PineNews17_addendum.pdf
- Altendorf, S. (2019). Bananas and major tropical fruits in Latin America and the Caribbean: The significance of the region to world supply. In *Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets* (FAO, Vol. 1, Issue May). http://www.fao.org/3/ca4526en/ca4526en_sf.pdf
- Álvarez, S., Paas, W., Descheemaeker, K., Tittonell, P., y Groot, J. (2014). Construcción de tipologías, una forma de manejar la diversidad de las fincas: directrices generales para Humidtropics. *Informe Para El Programa de Investigación de CGIAR Sobre Sistemas de Los Trópicos Húmedos*, 1–39. <https://edepot.wur.nl/375028>
- Bustamante, M., y Maldonado, G. I. (2009). Actores sociales en el agro pampeano argentino hoy: algunos aportes para su tipificación. *Cuadernos Geográficos*, 44, 171–191.

en las áreas de producción y comercialización (Morris et al., 2007).

Conclusiones

La adopción de la MD2 y las innovaciones de “AP”, provocaron un cambio disruptivo al mejorar la productividad, la calidad y la estacionalidad de la producción, lo que a su vez dio lugar a una mayor diferenciación de productores, apareciendo los tecnificados y sus seguidores, los intermedios. Estos productores pudieron cumplir con las exigencias de calidad y estacionalidad del mercado de exportación y las grandes cadenas de supermercados con demanda más dinámica y de mayor capacidad de pago. Lo que generó niveles de rentabilidad más elevados que promovieron la innovación y disminuyeron sus riesgos, logrando que en una década este tipo de productores llegaran a abastecer más de la mitad de la producción.

Para concretar este posicionamiento comercial de los nuevos tipos de productores, además de la asimilación de los cambios técnicos, se tuvo que desarrollar una estructura de producción, manejo postcosecha y comercialización que asegurara el cumplimiento de las exigencias de los nuevos mercados; así como nuevas redes de proveeduría de insumos, equipos y servicios ad hoc para la tecnología de AP.

La producción con ambiente controlado y la variedad MD2 requieren mayores inversiones y también una gestión de información técnica, laboral y comercial más precisa y oportuna, por lo que los sistemas gerenciales en las empresas se han vuelto complejos y frecuentemente requieren la contratación de profesionales. Además de que las relaciones comerciales con los empaques son de mediano plazo con una visión estratégica y no puntuales como ocurre en las ventas tradicionales a intermediarios.

En términos de empleos, la tecnología de AP deja un saldo a favor importante, ya que a pesar de automatizar o hacer innecesarias algunas prácticas, por los mayores rendimientos genera más jornales para cosecha y empaque, durante periodos más largos.

Si bien la producción en AP contrasta notablemente con la producción piñera tradicional, no compite con ella e incluso la beneficia, ya que, al reducir la estacionalidad de la producción, las caídas de precios en época de sobreproducción

- Cayeros Altamirano, S. E., Robles Zepeda, F. J., y Soto Ceja, E. (2016). Cadenas Productivas y Cadenas de Valor. *Revista Educateconciencia*, 10(11), 6–12.
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. (2002). *La problemática actual de la producción de piña en México* (p. 22). <http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0042002.pdf>
- Comité Nacional Sistema Producto Piña. (2018). *Plan Rector Nacional* (p. 40). http://www.sistemaproductopina.org.mx/pdf/documentos/Plan_Rector_Nacional_PINA_2018.pdf
- Cucagna, M. E., y Goldsmith, P. D. (2018). Value adding in the agri-food value chain. *International Food and Agribusiness Management Review*, 21(3), 293–316. <https://doi.org/10.22434/IFAMR2017.0051>
- FAO: Codex Alimentarius. (2022). FAO - Buenas prácticas agrícolas en el uso de plaguicidas (BPA). <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/glossary/es/#:~:text=Las%22BPA%22>
- FIRA. (2014). *Mapeo de Redes de Agronegocios* FIRA Boletín Informativo Núm. 21.
- Firatoui Chiurciu, A. R., Chiurciu, I. A., Marcuta, L., Chereji, A. I., Soare, E., Voicu, V., y Marcuta, A. (2021). Study on the production and marketing of Pineapples Worldwide. In *Proceedings of the 37th International Business Information Management Association (IBIMA)* (Issue 37, pp. 243–251).
- Francisco-Nicolás, N., Uriza-Ávila, D. E., Zetina-Lezama, R., Toral Juárez, M. A., y Rebolledo-Martínez, A. (2013). Acolchado plástico como práctica para reducir la erosión hídrica en cambisoles cultivados con piña (*Ananas comosus* var. *comosus*) en México. *Memorias Del II Simposio Internacional En Producción Agroalimentaria Tropical*, Septiembre, 148–158.
- Gómez-Días, J., García-Garnica, A., y Curiel-Avilés, G. (2019). Coopetencia: La interacción de dos relaciones antagónicas. *Dimensión Empresarial*, 1(17), 130–137. <https://doi.org/10.15666/dem.v17i1.1506>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta). McGraw Hill.
- Herrera, D. (1999). *Metodología para la elaboración de tipologías de actores*. IICA. <https://repositorio.iica>

tienden a ser menos severas y mejora la rentabilidad para los productores tradicionales de piña Cayena Lisa. Es decir, los productores tecnificados no están desplazando a los tradicionales, sino más bien atendiendo mercados diferentes como la exportación y las grandes cadenas de supermercados.

La continuidad de este desarrollo tecnológico y comercial requiere que el crecimiento de la demanda de piña se mantenga y que las acciones de mejora de las unidades de producción continúen para hacer frente a la dinámica comercial y climática que se presenta en su entorno.

Finalmente, si bien la producción en AP tiene ventajas ambientales importantes sobre la tecnología de producción tradicional, una asignatura pendiente de la misma se encuentra en la recolección, acopio y manejo ecológico de los agroplásticos que puede llegar a convertirse en una barrera importante para acceder a mercados dinámicos como el de exportación.

Fin de la versión en español

- <http://www.fao.org/docrep/009/A0718s/A0718s00.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Isaza Castro, J. G. (2008). Cadenas productivas: Enfoques y precisiones conceptuales. *Sotavento MBA*, 11, 8–25. <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/sotavento/article/view/1602>
- Izquierdo, J., y Rodríguez Fazzzone, M. (2006). Buenas prácticas agrícolas (BPA): En busca de sostenibilidad, competitividad y seguridad alimentaria. In M. Gonnet (Ed.), *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación* (Primera). FAO. <http://www.fao.org/docrep/pdf/009/A0718s/A0718s00.pdf>
- Morgan, D. (2008). Snowball Sampling. In L. Given (Ed.), *The SAGE Encyclopedia of Qualitative Research Methods* (pp. 816–817). SAGE Publications Inc.
- Morris, M. H., Kocak, A., y Özer, A. (2007). Coopetition as a Small Business Strategy: Implications for Performance. *Journal of Small Business Strategy*, 18(1), 35–56.

- Osterwalder, A., y Pigneur, Y. (2011). *Generación de Modelos de Negocio*. Deusto, España.
- Reardon, T., Lu, L., y Zilberman, D. (2019). Links among innovation, food system transformation, and technology adoption, with implications for food policy: Overview of a special issue. *Food Policy*, 83, 285–288. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.10.003>
- Rebolledo Martínez, A., Uriza Ávila, D. E., Del Ángel Pérez, A. L., Rebolledo Martínez, L., y Zetina Lezama, R. (2011). *La piña y su cultivo en México: Cayena Lisa y MD2*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).
- Reinhardt, R., y Gurtner, S. (2015). Differences between early adopters of disruptive and sustaining innovations. *Journal of Business Research*, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2014.04.007>
- Santoyo-Cortés, V. H., Ramírez, P., y Suvedi, M. (2002). *Manual para la evaluación de programas de desarrollo rural* (Segunda ed). Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial.
- SIAP. (2023). *Piña - Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2020*. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Toral Juárez, M. A., Uriza-Ávila, D. E., y López Collado, J. (2013). Acolchado plástico y malla-sombra: innovaciones tecnológicas en la producción de piña MD-2 (*Ananas comosus* var. *comosus*) para el mercado de exportación. *AgroEntorno*, 2(May), 15–18.
- Torres-Avila, A., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, V. H., Martínez-González, E. G., y Aguilar-Gallegos, N. (2022). Innovation in the pineapple value chain in Mexico: Explaining the global adoption process of the MD-2 hybrid. *Agricultural Systems*, 198, 103386. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103386>
- Uriza-Ávila, D. E., Torres-Ávila, A., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, V. H., Zetina-Lezama, R., & Rebolledo-Martínez, A. (2018). *La piña mexicana frente al reto de la innovación: avances y retos en la gestión* (Issue August). UACH.
- Vélez-Izquierdo, A., Espinosa-García, J. A., Uresti-Gil, J., Jolalpa-Barrera, J. L., Rangel-Quintos, J., y Uresti-Duran, D. (2020). Estudio técnico-económico para identificar áreas con potencial para producir piña en el trópico húmedo de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(7), 1619–1632.
- WEFORUM. (2020). *Incentivizing Food Systems Transformation* (Issue January). https://www3.weforum.org/docs/WEF_Incentivizing_Food_Systems_Transformation.pdf.
- Zott, C., y Amit, R. (2009). Innovación del modelo de negocio: creación de valor en tiempos de cambio. *Universia Business Review*, 23, 108–121.