



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS**

CAMPUS CÓRDOBA

**PROGRAMA DE POSGRADO EN INNOVACIÓN AGROALIMENTARIA
SUSTENTABLE**

**FACTORES QUE LIMITAN LA INCORPORACIÓN DE TECNOLOGÍAS AGRÍCOLAS
EN PRODUCTORES DE PIÑA EN LA REGIÓN DE LA CUENCA BAJA DEL
PAPALOAPAN**

Daniela Polo Villalobos

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE**

MAESTRA EN CIENCIAS

AMATLÁN DE LOS REYES, VERACRUZ, MÉXICO 2022

La presente tesis, titulada: **Factores que limitan la incorporación de innovaciones tecnológicas agrícolas en productores de piña en la región de la Cuenca Baja del Papaloapan**, realizada por la alumna: **Daniela Polo Villalobos**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS


EN INNOVACIÓN AGROALIMENTARIA SUSTENTABLE

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERA: 
DRA. KATIA A. FIGUEROA RODRÍGUEZ

ASESORA: 
DRA. ROSELIA SERVÍN JUÁREZ

ASESOR: 
DR. JOEL VELASCO VELASCO

ASESORA: 
DRA. ANA ROSA RAMÍREZ SEAÑEZ

Amatlán de los Reyes, Veracruz, México, a **2022**

FACTORES QUE LIMITAN LA INCORPORACIÓN DE TECNOLOGÍAS AGRÍCOLAS EN PRODUCTORES DE PIÑA EN LA REGIÓN DE LA CUENCA BAJA DEL PAPALOAPAN

Daniela Polo Villalobos, M. en C.
Colegio de Postgraduados, 2022

RESUMEN

En México la piña se cultiva principalmente en la región de la Cuenca Baja del Papaloapan y es por ello que en esta zona se han evaluado y validado las innovaciones tecnológicas para un mayor rendimiento en la producción. Existen dos maneras altamente contrastantes en la forma de producir: una es el sistema convencional, que consiste en cultivar en suelo desnudo y cielo abierto; mientras que el sistema en ambiente protegido consiste en proteger el suelo con acolchado plástico total, malla sombra y sistema de riego. Aunque se han documentado los beneficios del uso de estas innovaciones, la mayoría de los productores aún no las han adoptado.

El objetivo de esta investigación fue determinar qué factores impiden la incorporación de las innovaciones tecnológicas validadas en la Cuenca Baja del Papaloapan; de igual manera surge la necesidad de preguntarle a los productores cuáles son las opciones que ellos creen adecuadas para mejorar esta problemática. En la primera fase se entrevistó a cuatro investigadores con experiencia en este cultivo, para la fase dos, se realizó una prueba piloto a seis productores de este cultivo. Para realizar la fase tres, se entrevistaron a 100 productores de los estados de Oaxaca y Veracruz, donde se cultiva alrededor del 80% de la producción de piña en México.

Los resultados arrojaron que, de acuerdo con la categorización en curva de adopción de Rogers, los productores se identifican como tradicionales y mayoría tardía. La investigación permite concluir que existen elementos multifactoriales que no permiten la adopción de innovaciones tecnológicas.

Palabras Claves: Piña, perfil de innovación, Cuenca Baja del Papaloapan, México.

FACTORS THAT LIMIT THE INCORPORATION OF AGRICULTURAL TECHNOLOGIES IN PINEAPPLE PRODUCERS IN THE REGION OF THE BAJA DEL PAPALOAPAN BASIN

Daniela Polo Villalobos, M. en C.
Colegio de Postgraduados, 2022

ABSTRACT

In Mexico pineapple is grown mainly in the region of the Lower Papaloapan Basin and that is why in this area technological innovations have been evaluated and validated for a higher yield in production. There are two highly contrasting ways of producing: one is the conventional system, which consists of cultivating on bare soil and outdoor “open sky”; while the system in a protected environment consists of protecting the soil with total plastic padding, shade mesh and an irrigation system. Although the benefits of using these innovations have been documented, most growers have yet to adopt them. The objective of this research was to determine what factors impede the incorporation of validated technological innovations in the Low Basin of Papaloapan; In the same way, the need arises to ask the producers what are the options that they believe are adequate to improve this problem. In the first phase, four researchers with experience in this crop were interviewed; for phase two, a pilot test was carried out on six producers of this crop. To carry out phase three, 100 producers from the states of Oaxaca and Veracruz were interviewed, where around 80% of the pineapple production in Mexico is grown.

The results showed that, according to the Rogers adoption curve categorization, the producers identify themselves as traditional and late majority. The investigation allows us to conclude that there are multifactorial elements that do not allow the adoption of technological innovations.

Keywords: Pineapple, innovation profile, Low basin of Papaloapan, México.

DEDICATORIAS

Dedico esta tesis con mucho amor y cariño mi madre Yolanda Villalobos Tadeo, que siempre ha estado conmigo en todo momento y quien le debo todo lo que ahora soy, te amo mamá.

A mi tía Panchita, quien es una segunda madre para mí.

Con mucho cariño te dedico esta tesis Ana Ramírez, por tu apoyo incondicional para iniciar y culminar esta etapa en mi vida y por motivarme a seguir superándome profesionalmente.

“Cuando tienes curiosidad, encuentras muchas cosas interesantes que hacer”

Walt Disney

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi tutora y consejera Dra. Katia Angélica Figueroa Rodríguez por el tiempo dedicado y por los conocimientos compartidos, así como también a quienes formaron parte de mi Consejo Particular: Dra. Roselia Servín Juárez, Dr. Joel Velasco Velasco y Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez, quienes con sus observaciones contribuyeron para realizar el presente trabajo, gracias por haberme guiado en este proceso de investigación.

Gracias al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para realizar los estudios de maestría y para la realización de una de mis más grandes metas.

Al Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba, quien a pesar de la pandemia siempre se mostró accesible para resolver las dudas durante mi estancia en el Posgrado en Innovación Agroalimentaria Sustentable, y a la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) 3. Comercialización y competitividad agroalimentaria con responsabilidad social y ambiental.

A los agrónomos y técnicos por su apoyo en el trabajo de campo: Ing. Marcos de la Fuente, Tec. Daniel López Morales e Ing. Silvano Escamilla Laguna.

Agradezco a todos los productores encuestados, quienes se tomaron un momento para responder a mis preguntas.

CONTENIDO

RESUMEN.....	iii
ABSTRAC	iv
CONTENIDO.....	vii
LISTA DE FIGURAS	x
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL	14
1.1 Justificación.....	14
1.2 Pregunta de investigación.....	15
1.2.1 General.....	15
1.2.2 Particulares.....	16
1.3 Objetivos	16
1.3.1 General	16
1.3.2 Específicos.....	16
1.4 Hipótesis.....	17
1.4.1 General.....	17
1.4.2 Específicos.....	17
1.5 Literatura citada	17
CAPÍTULO II. TEORÍAS QUE ABORDAN EL CONCEPTO DE ADOPCIÓN DE INNOVACIONES	19
2.1 Introducción	19
2.2 Método	20
2.2.1 Datos y estrategia de búsqueda	20
2.2.2 Análisis bibliométrico.....	20
2.3 Resultados y discusión	21

2.3.1 Mapeo de la ciencia.....	21
2.4 Teoría de la difusión de las innovaciones.....	22
2.4.1 Clasificación de las categorías de adoptantes.....	24
2.4.2 Elementos del proceso de adopción.....	27
2.5 Teoría de la Acción Razonada (TRA).....	28
2.5.1 Componente personal.....	30
2.5.2 Componente social.....	30
2.5.3 Control conductual percibido.....	30
2.6 Literatura citada.....	31
CAPÍTULO III. EL CULTIVO DE PIÑA (<i>Ananas comosus</i> L.).....	33
3.1 Introducción.....	33
3.2 Importancia mundial, nacional y regional del cultivo de piña.....	34
3.3 Exigencias agroecológicas del cultivo y sus limitantes en México.....	36
3.4 Reseña histórica de los sistemas de producción de piña y sus características en México	
40	
3.5 Literatura citada.....	41
CAPÍTULO IV. PIÑA (<i>Ananas comosus</i> L.,) A TRAVÉS DE LOS AÑOS: UN ANÁLISIS	
BIBLIOMÉTRICO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA (1893-2021).....	43
4.1 Introducción.....	44
4.2 Materiales y métodos.....	45
4.2.1 Análisis bibliométrico (1893-2021).....	46
4.3 Resultados.....	46
4.3.1 Primeros estudios sobre la piña (1893-1950).....	49
4.3.2 Investigaciones en México.....	50

4.3.3	Mapeo de la ciencia.....	51
4.4	Discusión.....	52
4.5	Conclusión.....	53
4.6	Literatura citada.....	54
CAPÍTULO V. INNOVACIONES PARA EL CULTIVO DE PIÑA.....		57
5.1	Innovaciones tecnológicas del cultivo de piña.....	57
5.1.1	Selección y preparación del terreno.....	58
5.1.2	Preparación del suelo y tratamiento de pre-siembra para la conservación y mejoramiento de suelos.....	58
5.1.3	Aspersores de Alto Volumen (AAP).....	62
5.1.4	Sistemas de riego y fertiriego.....	63
5.1.5	Manejo adecuado de material vegetativo.....	64
5.1.6	Adecuada fecha de siembra.....	66
5.1.7	Uso de densidades de siembra (plantas/ ha).....	66
5.1.8	Método de siembra.....	67
5.1.9	Necesidades nutrimentales del cultivo de piña.....	68
5.1.10	Control de la floración y madurez del fruto de piña.....	68
5.1.11	Protección de plantas y frutos contra quemaduras del sol.....	69
5.2	Literatura citada.....	69
CAPÍTULO VI. PERCEPCIÓN DE LAS INNOVACIONES EN PRODUCTORES DE PIÑA.....		72
6.1	Introducción.....	73
6.2	Marco teórico.....	74
6.3	Materiales y métodos.....	76
6.4	Resultados y discusión.....	85
6.5	Conclusiones.....	105

6.6 Literatura citada 107

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Network de los términos *innovation, adoption, theory* y *farmer*..... 21

Figura 2. Elementos de la difusión de innovaciones..... 23

Figura 3. Categorización de los adoptantes de innovación. 25

Figura 4. Etapas del modelo de adopción de Rogers. 27

Figura 5. Modelo de la teoría de la acción razonada 29

Figura 6. Producción de piña a nivel mundial en el año 2019..... 34

Figura 7. Producción de piña en México en el 2020..... 35

Figura 8. Requerimientos agroecológicos para el cultivo de piña 37

Figura 9. Sistema de producción hawaiano. 40

Figura 10. Publicaciones de piña por año 1983 a 2021 (24 de diciembre de 2021) 46

Figura 11. Network de publicaciones de piña 1893-2021 (24 de diciembre 2021)..... 51

Figura 12. Innovaciones tecnológicas en piña 57

Figura 13. Actividades realizadas en México para la preparación del suelo. 59

Figura 14. Propágulos producidos naturalmente por una planta de piña (Pérola). A-corona; B-gallos o slips; C-clavo superior o hapas; D-clavos o sucker; y clavo del pie o xxxx 65

Figura 15. Escala de identificación social..... 77

Figura 16. Modelo estructural..... 82

Figura 17. Distribución de los resultados de la escala de identificación social. 88

Figura 18. Escala de innovación por DSI Escala de identificación social según su categoría de innovación.....	89
Figura 19. Escala de innovación hedónica.....	90
Figura 20. Escala de innovación por rendimiento.....	91
Figura 21. Escala de innovación por precio.....	92
Figura 22. Índice de conocimiento de innovaciones según la autoimagen del productor.....	93
Figura 23. Índice de utilización de innovaciones según la autoimagen del productor.	94
Figura 24. Índice de innovaciones ponderado.	95
Figura 25. Determinantes de los índices de conocimiento, utilización y utilización ponderada de las innovaciones tecnológicas evaluadas por los productores de piña ($n=100$).....	96
Figura 26. Razones por las que no adoptaron las innovaciones.....	99

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis del desempeño: revista, país e instituto (24 de diciembre 2021)	47
Cuadro 2. Los 10 artículos más citados de piña (24 de diciembre 2021).	48
Cuadro 3. Innovaciones del cultivo de piña.....	77
Cuadro 4. Perfil de innovación de los encuestados.....	80
Cuadro 5. Proceso de codificación en el análisis inductivo (adaptado de Gupta <i>et al.</i> (2018))...	84
Cuadro 6. Características generales de los encuestados	85
Cuadro 7. Hectáreas de piña por variedad que cosechó en el último ciclo productivo	86
Cuadro 8. Rendimiento por hectárea de piña según variedad que cosechó en el último ciclo productivo	86

Cuadro 9. Precio de venta de la piña según destino de la cosecha ciclos 2019/2020 y 2020/2021 (pesos/ton).....	87
Cuadro 10. Razones por las que no utilizaron los encuestados las innovaciones tecnológicas evaluadas en la Cuenca Baja del Papaloapan.....	98
Cuadro 11. Formas de transmisión del conocimiento de las innovaciones de los encuestados..	102
Cuadro 12. Soluciones para mejorar su problemática.....	104

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 Justificación

El término sostenibilidad se basa en tres componentes: medio ambiente, sociedad y economía. Para lograr un desarrollo sostenible, la agricultura es parte fundamental de estos tres componentes y es la clave para enfrentar las problemáticas: económicas, ambientales y éticas (Sánchez-Bravo *et al.*, 2021). En México, los principales problemas ambientales de la agricultura están relacionados con recursos hídricos, la deforestación y la erosión del suelo, así como el uso indebido de productos químicos que aceleran la contaminación del suelo. Aunado a lo anterior, el uso inadecuado de fertilizantes químicos, herbicidas e insecticidas (Padilla-Bernal *et al.*, 2018). En lo que respecta al cultivo de piña en México, el daño ambiental ocasionado por prácticas como arado excesivo, quema de restos de cultivos, aplicación de dosis altas de fertilizantes y herbicidas han provocado daños irreversibles y progresivos al suelo, a los cuerpos de agua y al ambiente en general (Zetina *et al.*, 2005).

Uriza-Ávila *et al.* (2018), mencionan que en México el 85% de la producción del cultivo de piña se desarrolla bajo temporal y solo el 15% hace uso del riego. La mayoría de los productores utilizan el sistema de producción conocido como hawaiano, el cual consiste en cultivar piña en suelo desnudo y a cielo abierto, que, en conjunto con las condiciones climáticas que prevalecen (humedad 55%, temperaturas mínimas 14.7°C y máximas de 41.9°C, y precipitaciones de 1000 a 1800 mm anuales), el manejo inadecuado de las plantaciones ocasiona que el mercado se sature durante los meses de junio y julio. Debido a la sobreproducción de piña en el mercado, se estima que en México alrededor del 30% de la producción se desecha, de manera que se generan pérdidas en los ingresos de los productores (Soto *et al.*, 2020).

El 80% de la superficie establecida con el cultivo de piña se ubica en Veracruz y Oaxaca, en la zona conocida como la Cuenca Baja del Papaloapan. Aunque los suelos de la región utilizados para el cultivo de piña cuentan con características físicas y químicas que les permiten desarrollarse, estas propiedades tienden a deteriorarse de manera considerable por la ausencia de prácticas de conservación y la desmesurada labor en los suelos (Zetina *et al.*, 2005) .

Con la finalidad de mitigar los daños del sistema de producción intensivo hawaiano, el grupo de investigación en Piña-INIFAP desarrolló y validó en el 2012 la tecnología: “producción intensiva de piña en ambiente protegido” (Uriza-Ávila *et al.*, 2018). Dicha tecnología se fundamenta en la conservación de suelo y planta mediante el acolchado plástico total y la malla sombra. Este tipo de sistema de producción ha logrado reducir el ciclo del cultivo de piña entre cuatro y seis meses. Pese a que existen innovaciones como la anteriormente mencionada, éstas no han sido adoptadas puesto que el 85% de los productores de la Cuenca Baja del Papaloapan desarrollan el cultivo bajo temporal. A la fecha y hasta donde sabemos, no existen investigaciones que determinen los factores que limitan la adopción de diversas innovaciones orientadas al cultivo de piña. Derivado de esto y de la importancia que representa el cultivo de piña en la región de estudio, por el número de productores, hectáreas y la derrama económica, se vuelve prioritario investigar las decisiones de los productores para comprender mejor las razones de adoptar o no una innovación tecnológica.

1.2 Pregunta de investigación

1.2.1 General

¿Qué factores limitan la adopción de innovaciones tecnológicas agrícolas por los productores de piña en la región de la Cuenca Baja del Papaloapan?

1.2.2 Particulares

- ¿Cuál es el perfil de innovación de los productores y las productoras de piña en la región de la Cuenca Baja del Papaloapan?
- ¿Qué relevancia tiene el factor económico, es decir el precio de las innovaciones para la adopción de innovaciones tecnológicas agrícolas?
- ¿Existe un desconocimiento del beneficio por parte de los productores sobre las innovaciones tecnológicas agrícolas disponibles para el cultivo de piña en la región Cuenca Baja del Papaloapan?
- ¿Utilizan diversas vías de transmisión del conocimiento para informarse sobre innovaciones tecnológicas agrícolas?

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Evaluar si el efecto de los factores sociales, económicos, el desconocimiento del productor del beneficio de las innovaciones tecnológicas agrícolas y las vías de transmisión del conocimiento limitan su adopción en la región de Cuenca Baja del Papaloapan.

1.3.2 Específicos

- Establecer los perfiles de los productores y las productoras de piña en la región de Cuenca Baja del Papaloapan, de acuerdo con la clasificación de Rogers (1983).
- Determinar si el factor económico de las de innovaciones tecnológicas agrícolas limitan la adopción en la región de la Cuenca Baja del Papaloapan.
- Corroborar si los productores de piña en la región de la Cuenca Baja del Papaloapan, desconocen los beneficios de las innovaciones tecnológicas para el cultivo de piña.

- Verificar que los productores no recurren a diversas vías de transmisión del conocimiento.

1.4 Hipótesis

1.4.1 General

Los factores sociales, económicos, el desconocimiento del productor y la productora de piña del beneficio de las innovaciones tecnológicas agrícolas limitan su adopción en la región de la Cuenca Baja del Papaloapan.

1.4.2 Específicos

- Los perfiles que se encuentran de los productores y las productoras de piña en la región de la Cuenca Baja del Papaloapan, de acuerdo con la clasificación de Rogers (1983), mayoría tardía y tradicionales.
- El precio de las innovaciones tecnológicas agrícolas limita la adopción en la región de la Cuenca Baja del Papaloapan.
- Los productores y productoras de piña no recurren a las diversas vías de transmisión del conocimiento como son: el gobierno, las escuelas o centros de investigación, empresas comerciales, otros productores, técnicos o trabajadores de campo, u otros; para hacerse del conocimiento sobre innovaciones.

1.5 Literatura citada

- Padilla-Bernal, L. E., A. Lara-Herrera, A. V. Rodríguez y M. L. Loureiro. 2018. Views on sustainability and the willingness to adopt an environmental management system in the mexican vegetable sector. *International food and agribusiness management review* 21: 423-436.
- Rogers, E. M. 1983. *Diffusion of innovations*. Free Press; Collier Macmillan. New York; London.
- Sánchez-Bravo, P., E. Chambers V, L. Noguera-Artiaga, E. Sendra, E. Chambers Iv y Á. A. Carbonell-Barrachina. 2021. Consumer understanding of sustainability concept in agricultural products. *Food quality and preference* 89.
- Soto, V., J. Méndez y J. Pech-Canché. 2020. Un año de observaciones meteorológicas en Loma Bonita, Oax., México; una referencia climatológica para su industria agropecuaria.

- Uriza-Ávila, D. E., Á. A. Torres, J. Aguilar, C. V. H. Santoyo, L. R. Zetina y M. A. Rebolledo. 2018. La piña mexicana frente al reto de la innovación. Avances y retos en la gestión de la innovación. Colección trópico húmedo. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, Estado de México.
- Zetina, R. L., A. M. Rebolledo y D. E. A. Uriza. 2005. Soil characterization of pineapple producing regions of México. International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. pp: 51-58.

CAPÍTULO II. TEORÍAS QUE ABORDAN EL CONCEPTO DE ADOPCIÓN DE INNOVACIONES

2.1 Introducción

Las importancia de las innovaciones radica en la generación de beneficios económicos y sociales, así como por ser factor clave para el desarrollo de las unidades de producción (Rojo *et al.*, 2019). El concepto de innovación ha sido desarrollado por diversos autores, y su propósito es cambiar o mejorar un proceso o producto (Tohidi y Jabbari, 2012).

La innovación es la implementación de un producto, bien o servicio, nuevo o mejorado, de un proceso, en un método de comercialización u organizativo (OECD, 2018); aporta beneficios como ahorro de tiempo y de costos, y en el caso de los productos se utilizan de manera más eficaz. La innovación es importante para el desarrollo económico; permite aumentar la producción, crear una variedad de producto y tomar decisiones de gestión (Kogabayev y Maziliauskas, 2017).

La innovación tecnológica es necesaria para la consolidación de la ventaja competitiva, de manera que representa el éxito en la competencia internacional (Piedrahita, 2005), y genera beneficios para los usuarios (Chavas y Nauges, 2020). La adopción de una innovación tecnológica es el proceso que ocurre cuando un productor sustituye una práctica habitual por otra, de manera que se genera un aprendizaje y se desarrolla un cambio en el proceso de producción (Sánchez-Toledano *et al.*, 2013).

Pese a la relevancia que tiene la difusión de las innovaciones tecnológicas para las ciencias agronómicas, no existe actualmente una revisión de éstas empleando minería de datos y visualización que permitan conocer las principales teorías que se han utilizado para su comprensión. Por lo anterior, se tuvo como objetivo explorar las teorías utilizadas en este campo

del conocimiento, así como sus relaciones con otros sub-tópicos en general. Esta investigación da una visión completa de cómo se ha abordado la difusión de innovaciones tecnológicas en el tiempo y permite comprender mejor esta área de estudios.

2.2 Método

2.2.1 Datos y estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda el día 25 de enero de 2022, en la metabase de datos Scopus® bajo los siguientes parámetros: Article title, Abstract, Keywords: Innovation. AND Article title, Abstract, Keywords: Adoption. AND Article title, Abstract, Keywords: Theory. AND Article title, Abstract, Keywords: Farmer. Se obtuvieron 126 documentos, que inician en 1984 hasta 2022. El 81.7% eran artículos científicos, el resto se distribuye en memorias de congreso (8.7%), capítulos de libro (4.8%), revisiones (2.4%), y otros (2.4%). Los países con más contribuciones en el tema fueron Reino Unido y los Estados Unidos (21 cada uno), y en tercer lugar los Países Bajos (13 documentos). La mayor parte de los artículos se enfocan en el área de agricultura (28.3%) y Ciencias Sociales (17.8%), el resto se distribuyó en diversas áreas del conocimiento como son: economía, ingeniería, administración, por mencionar algunas.

2.2.2 Análisis bibliométrico

El análisis bibliométrico es una herramienta estadística indispensable para mapear el estado en un área del conocimiento científico determinada e identificar información esencial para diversos fines, como la prospección de oportunidades de investigación (Oliveira *et al.*, 2019). Para el análisis se utilizó el software VOSviewer versión 1.6.17 (Centre for Science and Technology Studies). Se realizó un análisis de co-ocurrencia de palabras claves y términos académicos de las

clúster (mostaza) examina los conocimientos de los productores haciendo un énfasis en la ganadería.

Como se mencionó anteriormente las dos teorías que se emplean para los términos *innovation, adoption, theory* y *farmer* son: la teoría de la difusión de innovaciones y la teoría del comportamiento planificado, esta última conocida anteriormente como la teoría de la acción razonada. A continuación, se presentan ambas.

2.4 Teoría de la difusión de las innovaciones

La teoría de la difusión de las innovaciones propuesta por Rogers (1983), se basa en modelos de cambio (Valente y Rogers, 1995). De acuerdo con Pérez-Pulido y Terrón-Torrado (2004), ésta teoría es una elaboración conceptual en la que se propone la aceptación de la tecnología en conjunto con elementos sociales y psicológicos del usuario. Por otra parte, Srivastava y Moreland (2012), mencionan que ésta teoría se gesta en un marco de extensa investigación y prácticas de la vida real. La difusión de innovaciones pretende explicar cómo, por qué y a qué ritmo las personas adoptan las nuevas ideas respecto a la tecnología a través del tiempo, mediante el argumento de que el acceso a la información es un factor clave para tomar la decisión de adopción (Gardner *et al.*, 2019).

La difusión es una forma especial de comunicarse, en la que se incluye un mensaje que tiene como propósito generar una nueva idea, se considera como un proceso por el cual la innovación se transmite mediante canales, a través del tiempo y por medio de un sistema social. Es decir, por comunicación, provocando un desarrollo mediante el cual los participantes crean y comparten información para lograr un acercamiento y un entendimiento, de manera que esto pueda permitir acercarse o separarse del proceso de comunicación. La difusión permite generar información

mediante el intercambio de ideas entre los participantes. Los elementos de la difusión de innovaciones involucran diversos componentes, en la Figura 2, se muestra la estructura de la funcionalidad de la difusión de innovaciones (Rogers, 1983).

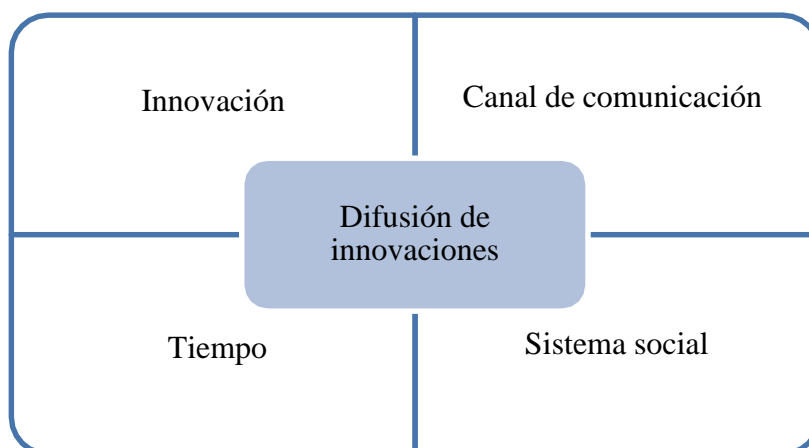


Figura 2. Elementos de la difusión de innovaciones.
Fuente: Rogers (1983).

A continuación, se describen brevemente los elementos de la difusión de innovaciones de Rogers (1983):

- a) La innovación, es una idea, una práctica u objeto del individuo o de la sociedad que es entendida como algo nuevo; la novedad percibida por el individuo determina su reacción a ella, y puede ser expresada como: conocimiento, persuasión y determinación. Todas las innovaciones son unidades de análisis equivalentes; es decir, que los consumidores logran una adopción generalizada en ideas nuevas; en cambio, en otras innovaciones se requieren décadas para lograr un uso integrado.
- b) El canal de comunicación, es un medio que se establece con la finalidad de compartir información entre los participantes de modo que puedan llegar a un entendimiento mutuo. La naturaleza de la relación de compartir la información entre los individuos establece las condiciones

mediante las cuales se determina si se transmitirá o no la innovación al receptor y el resultado de la transferencia.

c) La dimensión tiempo, ésta involucra las etapas de la difusión, en donde el individuo pasa por amplias medidas de conocimiento de la innovación hasta la decisión de ser aceptada o rechazada, esta dimensión se compone de tres elementos: (1) el proceso de decisión del individuo para su aceptación o rechazo de la innovación, (2) el carácter innovador del individuo y (3) la tasa de innovación en un periodo determinado, por lo que debe medirse la precocidad o tardanza comparada con otros miembros del sistema social.

d) Un sistema social se define como un conjunto de unidades interrelacionadas que participan en la resolución conjunta de problemas para lograr un objetivo común. Los miembros o unidades de un sistema social pueden ser individuos, grupos informales, organizaciones y/o subsistemas.

2.4.1 Clasificación de las categorías de adoptantes

La investigación psicológica indica que los individuos aprenden una nueva habilidad, un poco de conocimiento, o un conjunto de hechos, a través de un proceso de aprendizaje que, cuando se traza con el tiempo, sigue una curva normal; en otras palabras, esperamos distribuciones normales de adoptantes debido al efecto de difusión. La adopción de una nueva idea es el resultado de la interacción humana a través de redes interpersonales (Rogers, 1983).

En la Figura 3, se presenta la clasificación que hace Rogers (1983), referente a las tipologías de adopción.

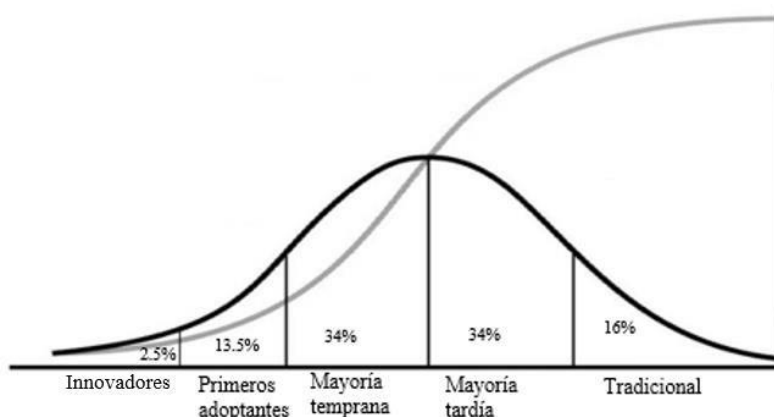


Figura 3. Categorización de los adoptantes de innovación.

Fuente: Rogers (1983).

Los innovadores, se definen como individuos arriesgados que están dispuestos a invertir en ideas nuevas. Para ser innovador se requiere disponibilidad de recursos económicos y la habilidad de aplicar conocimientos técnicos complejos. Los innovadores no son respetados por los segmentos sociales diferentes a ellos, dado que son atrevidos y arriesgados, sin embargo, tienen un rol importante en el proceso de difusión para introducir nuevas ideas al sistema social. Los innovadores se caracterizan por tener atributos organizativos, vínculos sociales notables, e impulso para mejorar el desempeño (Oser y Roman, 2008).

Los primeros adoptantes constituyen un grupo del sistema social y tienen el mayor grado de seguidores. Los posibles adoptantes buscan en los innovadores información acerca de la innovación, el posible adoptante considera que los innovadores son las personas adecuadas para consultar previo a implementar una nueva idea. Los primeros adoptantes son respetados por otros integrantes del sistema social y son un modelo a seguir, ya que disminuyen la incertidumbre de los otros miembros, adoptando la innovación y transmitiéndola a compañeros a través de relaciones

interpersonales (Rogers, 1983). De acuerdo con Sariköse y Türkmen (2020), son considerados como líderes y tienen fuertes lazos sociales que pueden influir en otros individuos.

El grupo de mayoría temprana es el que más interactúa con los primeros adoptantes, pero rara vez ocupa un lugar de liderazgo; a pesar de esto, se adhieren en un lugar importante para continuar con el proceso de innovación ya que interconectan las redes de difusión. Una de sus características principales es el largo periodo de decisión-innovación respecto a los primeros adoptantes (Rogers, 1983); este grupo no está dispuesto a arriesgar, presentan resistencia al cambio y analizan las decisiones de su grupo, aunque es probable que acepten la innovación (Valle-Cruz y Sandoval-Almazán, 2015).

El cuarto grupo lo conforman la mayoría tardía, donde la adopción de innovación se implementa debido a la necesidad económica y a la exigencia de las redes de difusión; se abordan las innovaciones desde un entorno escéptico y cauteloso, ante las nuevas ideas e innovaciones, generalmente este sistema social no adopta la innovación hasta que la mayoría lo adopta (Rogers, 1983).

Por último, los tradicionales constituyen el sistema social que más retraso presenta en la adopción y se encuentran aislados de las redes de comunicación. Su punto de origen parte de adoptar decisiones que se han llevado a cabo a través de los años por generaciones, con actividades tradicionales, y cuando finalmente deciden adoptar la innovación es probable que ésta ya fue sustituida por otra idea. Eventualmente la ausencia de innovación radica en la racionalidad al cambio, debido a que poseen una limitada economía y no pueden implementar las nuevas ideas, la insuficiencia económica exige que sean precavidos al momento de invertir en innovaciones.

2.4.2 Elementos del proceso de adopción

Rogers (1983), explica en un modelo (Figura 4), los cinco elementos del proceso de adopción que ocurren en los individuos y que describen los canales a través del tiempo entre individuos de un mismo sistema social.

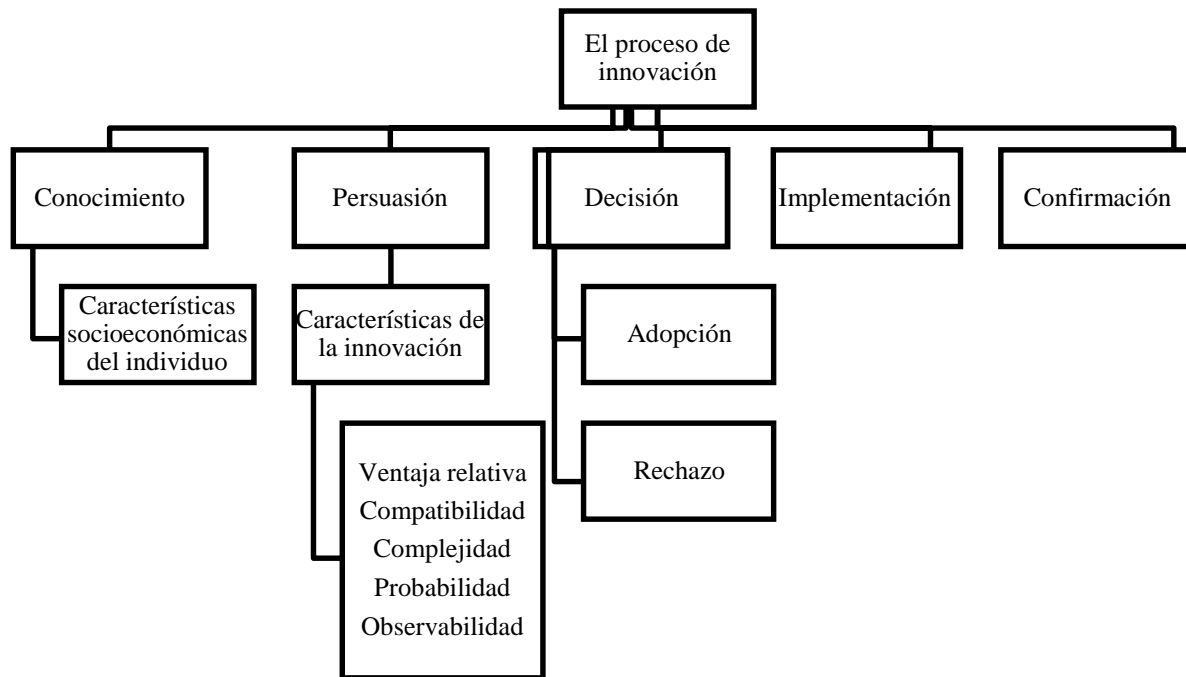


Figura 4. Etapas del modelo de adopción de Rogers.
Fuente: Rogers (1983).

De acuerdo con Rogers (1983), el primer elemento del proceso de adopción es el conocimiento, donde el individuo se expone a la existencia de la innovación y a la comprensión de su funcionamiento. En esta etapa se busca responder a las preguntas, ¿qué es la innovación?, ¿cómo funciona? y ¿por qué funciona?; estas son las principales preocupaciones del individuo.

El segundo elemento es la persuasión, en esta etapa el individuo presenta una actitud favorable o desfavorable hacia la innovación, por lo que Rogers (1983), menciona que el individuo se involucra psicológicamente en esta etapa y desarrolla una percepción general de la innovación.

La decisión es la etapa de participación que guía hacia la elección de adoptar o rechazar la innovación. Generalmente se dice que las personas adoptan la innovación cuando ésta ha sido comprobada con anterioridad, con la finalidad de precisar la eficacia. La adopción es una decisión de utilizar la innovación y el rechazo es la decisión de no adoptar la innovación (Rogers, 1983).

La implementación es la fase donde la innovación se pone en práctica y el individuo explora un estado de acción, por lo que descubrirá si es de utilidad la innovación; aunque la etapa de implementación esté en práctica, el individuo posee cierto grado de incertidumbre (Rogers, 1983).

Por último, la confirmación es el período donde se toma la decisión de validar o anular la decisión de innovar. Una de las razones por las que puede revertir la decisión es porque se exponen a resultados contradictorios en la innovación (Rogers, 1983).

2.5 Teoría de la Acción Razonada (TRA)

La segunda teoría más utilizada fue la Teoría de la Acción Razonada (TRA, Theory of Reasoned Action), propuesta por Ajzen y Fishbein en 1980, se gesta principalmente en el concepto del control volitivo, significa que la mayor parte del comportamiento humano es el resultado de la intención de un individuo para tomar una decisión (Ham *et al.*, 2015). De acuerdo con Gaeta-González *et al.* (2012), este concepto fortalece los aspectos motivacionales, y tiene la finalidad de provocar acciones que contribuyan hacia sus objetivos.

Por su parte Stefani (1993), explica que la TRA asume que la mayor parte de los comportamientos sociales importantes están bajo el control volitivo del individuo, y siendo el ser humano un ser racional que procesa la información, esta emplea la información estructurada para formar la intención de ejecutar o no una determinada conducta específica. De acuerdo con Pérez-Aranda *et al.* (2021), la TRA explica comportamientos específicos mediante componentes motivacionales individuales. Por otra parte Aksoy y Abdulfatai (2019), definen a la TRA cómo las capas de las intenciones de las personas, es decir, actitudes de las personas hacia la realización de un comportamiento determinado. La intención se refiere a la probabilidad de realizar o no una determinada acción, misma que será concluyente en el comportamiento humano, lo que dará como resultado un cambio de intenciones al transcurrir el tiempo; así que, entre más largo sea el intervalo de tiempo, es más considerable que existan eventos imprevistos en las intenciones (Stefani, 1993). De acuerdo con Stefani (2005), la intención del individuo está en función de tres determinantes básicos.

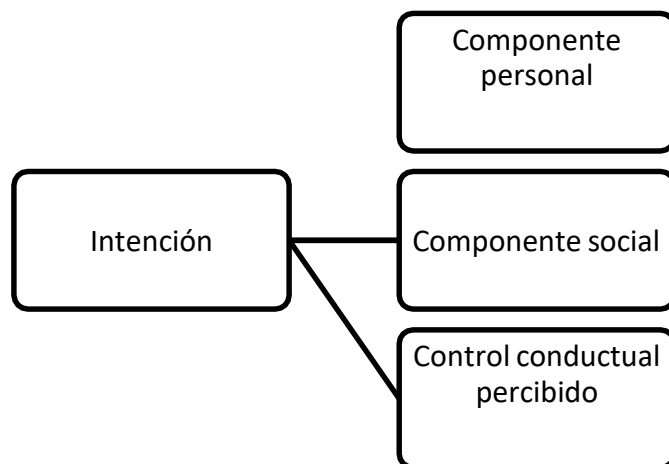


Figura 5. Modelo de la teoría de la acción razonada

Fuente: Ajzen (2002).

2.5.1 Componente personal

El componente personal o actitudinal se refiere a la actitud que representa el sujeto hacia su propio desempeño, de una conducta en particular para determinadas circunstancias (Stefani, 2005). Es establecido por la creencia del individuo sobre los resultados de la conducta que pretende, y por la experiencia, que es una forma aprendida de reaccionar (Huéscar *et al.*, 2014). La actitud es la predisposición a responder consistentemente a un objeto en forma positiva o negativa, este componente apunta a los sentimientos favorables o desfavorables del sujeto respecto de su conducta en cuestión. Las actitudes pueden ser influenciadas por el comportamiento y actitud de otros individuos (Aksoy y Abdulfatai, 2019).

2.5.2 Componente social

Implica la creencia que tiene el individuo sobre las presiones sociales para que realice o no determinadas acciones y la motivación para complacer tales presiones (Huéscar *et al.*, 2014), por lo que el individuo interpreta lo que dicen las demás personas y las considera relevantes para las acciones que debería realizar (Silva-Munar *et al.*, 2021), del mismo modo Stefani (1993), considera que la presión social que se ejerce sobre el individuo es determinante para llevar a cabo una conducta determinada.

2.5.3 Control conductual percibido

Como se mencionó con anterioridad la teoría de la acción razonada surgida en 1980, ha evolucionada y con ello cambió el nombre a teoría del comportamiento planificado donde surge el control conductual percibido, para predecir la intención de un individuo en la manera de comportarse, de aumentar el esfuerzo y la perseverancia (Ajzen, 2002),

Silva-Munar *et al.* (2021), mencionan que el control conductual percibido son las creencias que poseen los sujetos sobre su capacidad para llevar a cabo una conducta determinada; mientras que Paul *et al.* (2016), sostienen que se refiere a la facilidad o dificultad para desarrollar el comportamiento, de manera que refleja sucesos y obstáculos anticipados.

2.6 Literatura citada

- Ajzen, I. 2002. Perceived behavioral control, self-efficacy, locus of control, and the theory of planned behavior. *Journal of applied social psychology* 32: 665-683.
- Aksoy, H. y O. Abdulfatai. 2019. Exploring the impact of religiousness and culture on luxury fashion goods purchasing intention: A behavioural study on Nigerian Muslim consumers. *Journal of Islamic marketing* 10.
- Chavas, J. P. y C. Nauges. 2020. Uncertainty, learning, and technology adoption in agriculture. *Applied economic perspectives and policy* 42: 42-53.
- Gaeta-González, M. L., S. Orejudo-Hernández, M. P. Teruel-Melero, A. C. Herrero-Fernández y A. Galvanovski-Kasparane. 2012. Estrategias volitivas académicas en estudiantes de enseñanza secundaria obligatoria dentro de los contextos español y mexicano. *Revista Iberoamericana de Educación* 59.
- Gardner, M., M. F. A. Maliro, J. R. Goldberger y K. M. Murphy. 2019. Assessing the potential adoption of Quinoa for human consumption in central Malawi. *Frontiers in sustainable food systems* 3.
- Ham, M., M. Stanić y A. Freimann. 2015. The role of subjective norms in forming the intention to purchase green food. *Economic research-Ekonomska Istraživanja* 28: 738-748.
- Huéscar, E., J. Rodríguez-Marín, E. Cervelló y J. Murcia. 2014. Teoría de la acción planeada y tasa de ejercicio percibida: un modelo predictivo en estudiantes adolescentes de educación física. *Anales de psicología* 30: 738-744.
- Kogabayev, T. y A. Maziliauskas. 2017. The definition and classification of innovation. *Holistica* 8.
- OECD. 2018. Oslo manual 2018: guidelines for collecting, reporting and using data on innovation. 4th Edition ed. OECD Publishing. Luxembourg.
- Oliveira, O., F. da Silva, F. Juliani, L. Ferreira y T. Nunhes. 2019. Bibliometric method for mapping the state-of-the-art and identifying research gaps and trends in literature: An essential instrument to support the development of scientific projects.
- Oser, C. B. y P. M. Roman. 2008. A categorical typology of naltrexone-adopting private substance abuse treatment centers. *Journal of substance abuse treatment* 34: 433-442.
- Paul, J., A. Modi y J. Patel. 2016. Predicting green product consumption using theory of planned behavior and reasoned action. *Journal of retailing and consumer services* 29: 123-134.
- Pérez-Aranda, J., E. Robles y P. Urbistondo. 2021. Sport-related physical activity in tourism: An analysis of antecedents of sport based applications use. *Information technology and tourism* 23.

- Pérez-Pulido, M. y M. Terrón-Torrado. 2004. La teoría de la difusión de la innovación y su aplicación al estudio de la adopción de recursos electrónicos por los investigadores de la universidad de extremadura. *Revista española de documentación científica* 27: 308-329.
- Piedrahita, E. 2005. La evaluación de tecnología: un proceso estratégico y estocástico. *Revista EIA*: 69-81.
- Rogers, E. M. 1983. *Diffusion of innovations*. Free Press; Collier Macmillan. New York; London.
- Rojo, M., A. Padilla-Oviedo y R. Riojas. 2019. La innovación y su importancia. *Revista científica UISRAEL* 6: 9-22.
- Sánchez-Toledano, B. I., J. A. Zegbe-Domínguez y A. F. Rumayor-Rodríguez. 2013. Propuesta para evaluar el proceso de adopción de las innovaciones tecnológicas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 4: 855-868.
- Sariköse, S. y E. Türkmen. 2020. The relationship between demographic and occupational variables, transformational leadership perceptions and individual innovativeness in nurses. *Journal of nursing management* 28: 1126-1133.
- Silva-Munar, J. L., C. Galleguillos-Cortés, R. Hurtado-Cailly y A. Saavedra-Godoy. 2021. Intención del comportamiento de estudiantes relacionada a los objetivos de desarrollo sostenible, basado en la teoría del comportamiento planificado. *Estudios pedagógicos (Valdivia)* 47: 157-173.
- Srivastava, J. y J. Moreland. 2012. Diffusion of Innovations: communication evolution and influences. *The communication review* 15.
- Stefani, D. 1993. Teoría de la acción razonada: una aplicación a la problemática de la internación geriátrica. *Revista latinoamericana de psicología* 25: 205-223.
- Stefani, D. 2005. Teoría de la acción razonada: una propuesta de evaluación cuali-cuantitativa de las creencias acerca de la institucionalización geriátrica. *Revista evaluar* 5: 22-37.
- Tohidi, H. y M. M. Jabbari. 2012. The important of innovation and its crucial role in growth, survival and success of organizations. *Procedia technology* 1: 535-538.
- Valente, T. W. y E. M. Rogers. 1995. The origins and development of the diffusion of innovations paradigm as an example of scientific growth. *Science communication* 16: 242-273.
- Valle-Cruz, D. y R. Sandoval-Almazán. 2015. Social media governments from innovators to laggards: The case of mexican local governments with diffusion of innovations theory. *In: Proceedings of the 16th annual international conference on digital government research*. Phoenix, Arizona. pp: 250–255.

CAPÍTULO III. EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus* L.)

3.1 Introducción

De acuerdo con las crónicas de Pedro Mártir de Anglería en 1530, Cristóbal Colon encontró la planta y la fruta de piña, en un pequeño pueblo indio en las islas de las Antillas Menores en 1493. Aunque la introducción activa de los cultivares de piña surgió hasta finales del siglo XIX, cuando estos llegaron a Hawái, y posteriormente fueron distribuidas entre las Grandes Antillas, México, Filipinas, Taiwán y Kenia; lo que hoy se conoce como Cayena Lisa (Bartholomew *et al.*, 2003). Sin embargo, este tipo de piña no ha sido la única aceptada, puesto que la evolución de la producción se distribuyó en tres fases: i) a finales de 1970 cuando la mayor parte del aumento de producción se originó en los mercados de frutas frescas de los países tropicales; ii) en 1980 el aumento se presentó debido a la demanda por el jugo de la fruta, aunque la participación de la fruta en fresco como tal aún era limitada; iii) la aparición de la híbrido MD2 donde se propició el aumento en la producción mundial a finales de la década de 1990 (Leal y Coppens d'Eeckenbrugge, 2018).

La piña se distingue por su adaptación a múltiples hábitats (Coppens d'Eeckenbrugge y Leal, 2018), no obstante para su alta productividad depende de elementos ambientales como la temperatura, la irradiación y la lluvia (Bartholomew, 2018); su calidad también se ve influenciada por la técnica de cultivo, el entorno del mismo y la variedad (Hossain, 2016). Es por esta razón que analizar las condiciones agroecológicas del cultivo de piña es relevante para una exitosa producción de esta fruta; su importancia económica y las características únicas de este fruto (Hossain, 2016).

3.2 Importancia mundial, nacional y regional del cultivo de piña

La piña, el aguacate y el mango son los frutos tropicales que más se comercializan a nivel global (FAO, 2020a). La producción de piña a nivel mundial se ha incrementado de manera continua; en la década de los 60's era de apenas 369, 318 ha sembradas en todo el mundo, en contraste con el año 2019, donde el área sembrada asciende a alrededor de 1'125,307 ha. Para el 2019, las exportaciones de piña a nivel mundial aumentaron en aproximadamente tres millones de toneladas, lo que significa que hubo un crecimiento de 3% con respecto al 2018. Los países que poseen la mayor cantidad de hectáreas sembradas: India, Nigeria y Tailandia, estos tres países ocupaban el 37% del total de áreas sembradas. Por otra parte, Tailandia, Brasil y Filipinas ocuparon casi el 70% de la producción a nivel mundial en el periodo de 1960-2019. En la Figura 6, se muestran los principales países con mayor producción de piña a nivel mundial.

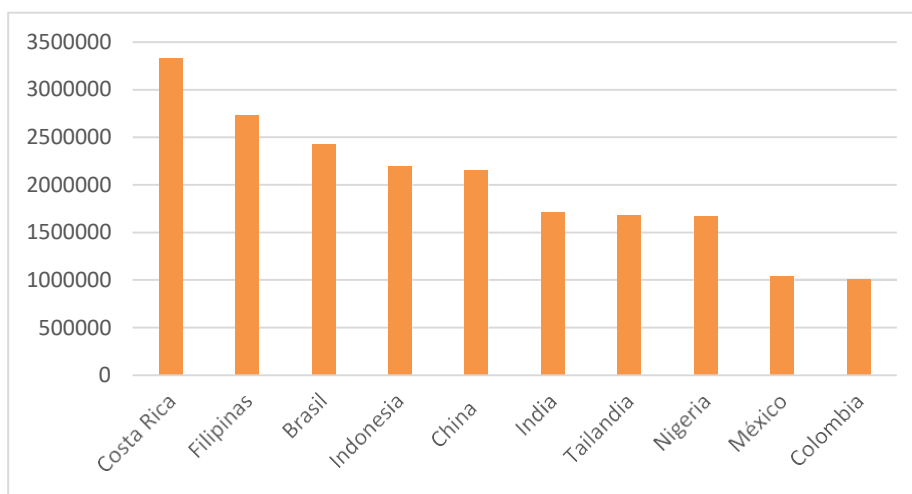


Figura 6. Producción de piña a nivel mundial en el año 2019.

Fuente: Elaboración propia con datos de la FAO 2020.

Durante el periodo de 2012 a 2019, Costa Rica fue el primer productor de piña a nivel mundial, durante este último año (2019), generó alrededor de 3'328,100 t (FAO, 2020b). Su

participación en el mercado internacional es extensa, de acuerdo con la Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña (CANAPEP, 2020) Costa Rica exporta el 52% del total de su producción a Norte América y el 43% a la Unión Europea.

En el año 2020, México ocupó el noveno lugar en la producción de piña a nivel mundial, de acuerdo con datos del SIAP (2021), la superficie cosechada fue de 25,470 ha, y se registró una producción de 1'208,247 t. La variedad que prevalece en México es la Cayena Lisa, con una producción de 773,015 t, es decir, casi el 65% de las plantaciones y en segundo lugar el híbrido MD2 con un 32% de producción. En la Figura 7 se muestran las variedades y datos de producción del año 2020. Cabe mencionar que se tiene registro que en La Chontalpa, estado de Tabasco, se cultiva el genotipo “Cabezona”, misma que puede requerir hasta 20% más de nutrientes que la Cayena Lisa, debido a que es de 15 a 30% más grande que la última mencionada (Uriza-Ávila *et al.*, 2018).

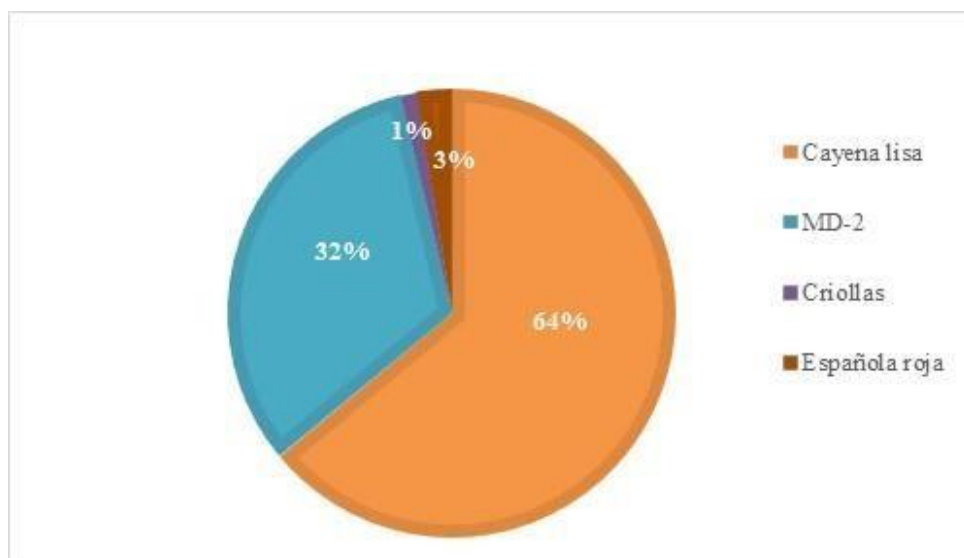


Figura 7. Producción de piña en México en el 2020.

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP.

Los principales estados que siembran este cultivo son: Veracruz (70%), Nayarit (8%), Oaxaca (6%) y Tabasco (5%). Veracruz es el primer productor de este cultivo, con un total de 809,291 t, seguido de Oaxaca con 156,478 t. En estos dos estados se concentra alrededor del 80% del total de la producción a nivel nacional (SIAP, 2021).

En el estado de Veracruz, los principales municipios productores de este cultivo son: Isla, Juan Rodríguez Clara, Playa Vicente, Chacaltianguis y José Azueta. En el estado de Oaxaca, los municipios que destacan son Loma Bonita y San Juan Bautista Tuxtepec. Todos los municipios mencionados con anterioridad forman parte de la Cuenca Baja del Papaloapan.

De acuerdo con Reinhardt *et al.* (2019), la piña producida en México se destina mayormente para el mercado nacional de frutas frescas (70%), para transformación se destina el 20% y para el mercado de exportación, como fruta fresca, se destina 10% restante del total de la producción, siendo E.U.A. su principal destino. En México, la piña es comercializada por el productor mediante diferentes normas, como la estipulación del pago, destino de la fruta y genotipo, la calidad del fruto, la cantidad producida y la continuidad de abastecimiento (Uriza-Ávila *et al.*, 2018). Se estima que alrededor de 3,500 productores y 15,000 familias están involucradas en la industria de la piña mexicana (Reinhardt *et al.*, 2019).

3.3 Exigencias agroecológicas del cultivo y sus limitantes en México

Los requerimientos agroecológicos se refieren principalmente a la precipitación y a las temperaturas en la ubicación de las plantaciones, estas exigencias climáticas influyen en el crecimiento y desarrollo de las mismas (Uriza-Ávila *et al.*, 2018). En la Figura 8, se establecen los requerimientos de acuerdo con Rebolledo *et al.* (2011) y Uriza-Ávila *et al.* (2018).

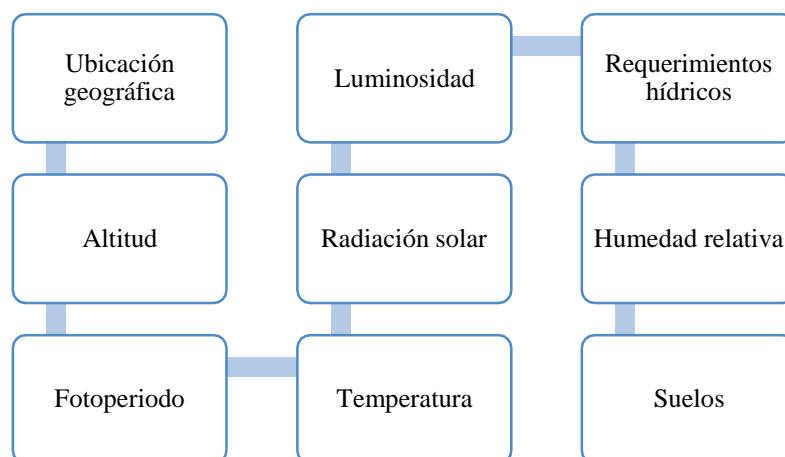


Figura 8. Requerimientos agroecológicos para el cultivo de piña.

Fuente: Elaboración propia con datos de Uriza *et al.* (2018).

Las principales áreas de *ubicación geográfica* para el cultivo comercial de piña se encuentran entre las latitudes 30° N y S. En México la ubicación del 95% de la zona piñera se concentra en la Cuenca Baja del Papaloapan entre los 20° latitud N y 105° de latitud O; en esta región el ciclo de la plantilla ocurre entre los 12 a 20 meses. Por otra parte, la piña se cultiva en regiones tropicales y subtropicales con una *altitud* adecuada desde 0 a 800 msnm, en la Cuenca Baja del Papaloapan las alturas que predominan son entre 30 y 80 msnm.

Las funciones biológicas de la piña como su reproducción y crecimiento, están reguladas por el *fotoperiodo*, la duración del día regula el ciclo de la planta y con ello el proceso de floración natural, que se asocia con menos horas de luz, principalmente en invierno. El híbrido MD2 es más susceptible que la Cayena Lisa a la floración prematura (Uriza-Ávila *et al.*, 2018). Como indican Bartholomew *et al.* (2003), un fotoperiodo de 8 horas es más inductivo para Cayena Lisa que los fotoperiodos de 10, 12 o 16 horas. La inducción natural de MD2 puede ocurrir después de que el fotoperiodo sea menos de aproximadamente 11 horas. En la Cuenca del Bajo Papaloapan hay

diferencias significativas, en el solsticio de verano, el día dura 13 horas y 13 minutos, mientras que en el solsticio de invierno dura 11 horas y 03 minutos. Esta variabilidad repercute en la regularidad del crecimiento de las plantas y en la respuesta de las inducciones florales.

La *temperatura* óptima para el desarrollo del cultivo de piña oscila entre 23° y 30°C. Las temperaturas que resultan menores a 23° apresuran la floración y en consecuencia reduce el tamaño del fruto y se vuelve más ácida; mientras que temperaturas mayores a 30°C pueden quemar la epidermis (a esto se le conoce como golpe de sol). La fruta se desarrolla en sitios donde predominan temperaturas con niveles de radiación bajos; sin embargo, Uriza-Ávila *et al.* (2018), mencionan que en la Región Baja del Papaloapan se han presentado temperaturas de 44°C en primavera-verano, por lo que el manejo del cultivo resulta complejo.

En Loma Bonita, Oaxaca, la temperatura se ha incrementado a lo largo de los años, en 1985 se registró una temperatura máxima anual de 29.6°C, una temperatura media de 25°C y una temperatura mínima 20.5°C; mientras que, en el 2019 la temperatura máxima anual fue de 32.4°C, la temperatura media de 26.7°C y la temperatura mínima 22.6°C, cabe mencionar que en 2019 se presentaron temperaturas promedio mínimas de 14.7°C y máximas de 41.9°C (Soto *et al.*, 2020).

Para un óptimo crecimiento, desarrollo y calidad de la piña es necesaria una adecuada *radiación solar*, misma que se relaciona con los azúcares o grados brix. En la Cuenca Baja del Papaloapan la quemadura de la piña por la radiación extrema se ha presentado partir de 800 a 900 W/m². Soto *et al.* (2020) destacan que, en 2019 en la ciudad de Loma Bonita, Oaxaca, se produjo una radiación solar máxima promedio 993.36 W/m², aunque en los meses de junio y julio se registraron hasta 1126 W/m² y 1025.7 W/m², respectivamente.

Cuando se presenta una escasa *luminosidad*, las hojas se alargan, pierden anchura y muestran un tono verde oscuro; por otro lado, cuando es excesiva, el follaje se pone amarillo o rojizo. Rebolledo *et al.* (2011), señalan que el cultivo requiere de 1,200 a 1,500 h/año, lo que supera la región piñera de la Cuenca Baja del Papaloapan.

Los *requerimientos hídricos* óptimos para el cultivo de piña comercial oscilan entre los 1000 a 1500, mm, bien distribuidos anualmente; esto equivale de 4-5 mm, por día. En la Cuenca Baja del Papaloapan la precipitación es de 1000 a 1800 mm/año, por lo que esta condición es aceptable, pero es importante destacar que deben estar bien distribuidos durante todo el año.

da Silva y Reinhardt (2007), señalan que el promedio más óptimo de la *humedad relativa* es de 70%, aunque la planta puede tolerar variaciones moderadas. Cuando se presenta un periodo de humedad relativa, es decir, menor a 50% pueden provocar la rotura y el agrietamiento de la fruta durante la fase de maduración. En la región del Bajo Papaloapan el valor mínimo de humedad relativa se presenta en primavera, alrededor de 55%, por el contrario, en invierno se presenta un valor de humedad de 85%.

La importancia del cuidado del *suelo* garantiza un buen desarrollo de las raíces para el cultivo de piña, en las zonas donde ya se ha cultivado piña es esencial eliminar cualquier tipo de residuo del cultivo anterior, y preferiblemente incorporarlo al suelo, después de una descomposición parcial. La acidez del suelo óptima para la producción del cultivo de piña es de 4.5 a 5.5 pH (da Silva y Reinhardt, 2007). Por otra parte, las condiciones físicas del suelo deben de presentarse de manera que la arena cubra el 70%, 20% de limo y el 10% de arcilla. En la región de la Cuenca Baja del Papaloapan los suelos son adecuados para la siembra del cultivo de piña por sus particularidades físicas y químicas.

3.4 Reseña histórica de los sistemas de producción de piña y sus características en México

De acuerdo con Bartholomew *et al.* (2003), la duración del ciclo del cultivo de piña está condicionada por el clima que predomina en la zona y el tamaño del material de siembra. Uriza-Ávila *et al.* (2018), indican que el ciclo de este cultivo para uso comercial no intensivo, requiere de 24 meses, y está compuesta por las siguientes etapas (Figura 9).

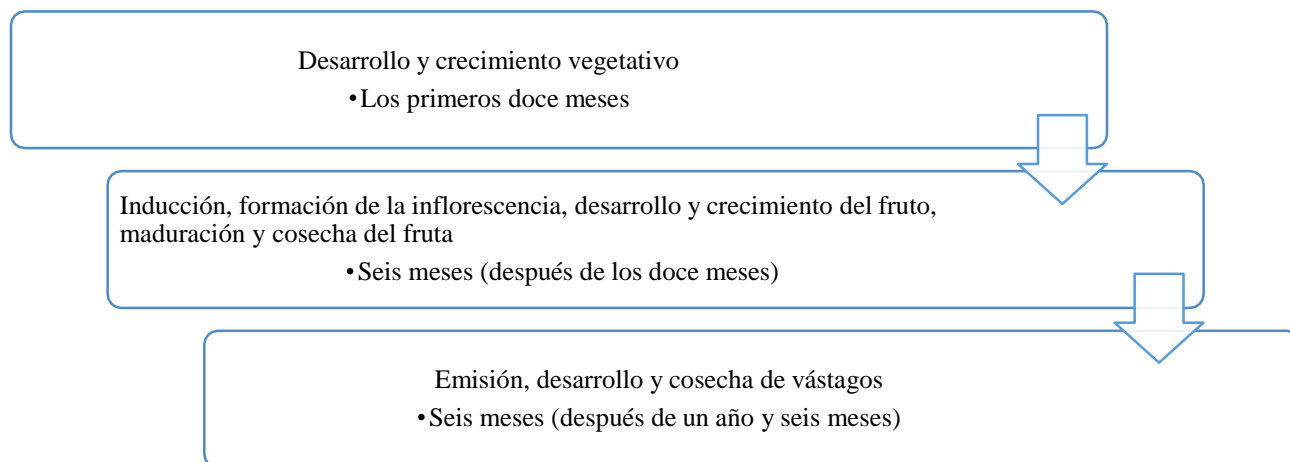


Figura 9. Sistema de producción hawaiano.

Fuente: Elaboración propia con datos de Uriza *et al.* (2018).

Si las condiciones para el desarrollo y crecimiento son favorables después de la plantación, se inicia la aparición de raíz y un mes o más después, la aparición nuevas hojas. Entre la plantación y el inicio de la inflorescencia, el crecimiento se produce en la raíz, el tallo y los meristemas de las hojas (Bartholomew *et al.*, 2003).

En el sistema tradicional se produce principalmente la piña Cayena Lisa, misma que es comercializada por pequeños productores. El manejo del cultivo más utilizado en las regiones piñeras a nivel mundial es el sistema convencional hawaiano, aunque, no genere suficiente humedad, presenta exceso de radiación solar, también es característico por ser un cultivo a cielo abierto; la densidad de siembra se promedia en 40 y 50 mil plantas/ha⁻¹, con rendimientos de 60 y

70 t ha⁻¹ en ciclos de 24 meses. Se considera que estos rendimientos son aceptables, no obstante, causan daños y degradación física, química y biológica. El uso del sistema hawaiano ha generado problemas agroecológicos, derivado de ello se desarrolló la producción intensiva de piña en ambiente protegido, misma que se consideran de éxito ecológico, agronómico y comercial; los componentes tecnológicos de este nuevo tipo de producción intensiva son los siguientes: acolchado plástico, malla sombra, riego, híbrido MD2, entre otros; lo que permite un manejo del cultivo entre 12 a 15 meses, así como una productividad de 70 a 100 t ha⁻¹.

3.5 Literatura citada

- Bartholomew, D. P. 2018. Crop environment, plant growth and physiology. *In*: Sanewski G. M., Bartholomew D. P. y Paull R. E.s (eds.). The pineapple: botany, production and uses. CABI. Boston.
- Bartholomew, D. P., R. E. Paull y K. G. Rohrbach. 2003. The Pineapple: botany, production and uses. CABI Pub.
- CANAPEP. 2020. Exportaciones de piña fresca. Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña. San José, Costa Rica.
- Coppens d'Eeckenbrugge, G. y F. Leal. 2018. Morphology, anatomy and taxonomy. *In*: Sanewski G., Bartholomew D. P. y Paull R. E.s (eds.). The pineapple: botany, production and uses. CABI. Boston.
- da Silva, S. L. F. y D. H. Reinhardt. 2007. Pineapple. *In*: Johnston A. E.s (ed.). Fertilizing for high yield and quality: tropical fruits of Brazil. International potash institute. Switzerland, International Potash Institute.
- FAO. 2020a. Análisis del mercado de las principales frutas tropicales de 2019. Roma. p 20. FAO.
- 2020b. Cultivos y productos de ganadería. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Hossain, M. F. 2016. World pineapple production: An overview. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development 16: 11443-11456.
- Leal, F. y G. Coppens d'Eeckenbrugge. 2018. History, distribution and world production. *In*: Sanewski G., Bartholomew D. P. y Paul Robert E.s (eds.). The pineapple: bontany, production and uses. CABI. Boston.
- Rebolledo, M. A., Á. D. E. Uriza, d. Á.-P. A. L., M. L. Rebolledo y L. R. Zetina. 2011. La piña y su cultivo en México: Cayena lisa y MD2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Coyoacán, México.
- Reinhardt, D. H., D. Uriza, A. Soler, G. Sanewski y E. C. Rabie. 2019. Limitations for pineapple production and commercialization and international research towards solutions. International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. pp: 51-64.
- SIAP. 2021. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.

- Soto, V., J. Méndez y J. Pech-Canché. 2020. Un año de observaciones meteorológicas en Loma Bonita, Oax., México; una referencia climatológica para su industria agropecuaria.
- Uriza-Ávila, D. E., Á. A. Torres, J. Aguilar, C. V. H. Santoyo, L. R. Zetina y M. A. Rebolledo. 2018. La piña mexicana frente al reto de la innovación. Avances y retos en la gestión de la innovación. Colección trópico húmedo. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, Estado de México.

CAPÍTULO IV. PIÑA (*Ananas comosus* L.) A TRAVÉS DE LOS AÑOS: UN ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA (1893-2021).

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue realizar un análisis bibliométrico exhaustivo relativo a la piña. Se utilizó el programa VOSviewer para generar un mapa de los 7927 documentos disponibles en la base de datos de Scopus® desde 1893 al 2021 (24 de diciembre de 2021), obteniéndose 990 ítems, se conservaron aquellas co-ocurrencias mayores a 15. Los resultados muestran una línea de investigación novedosa y relevante, para su aprovechamiento como materia prima para biopelículas, utilizando la fibra de sus hojas. Esto permite concluir que la mayor parte de las investigaciones referentes a piña han sido rebasadas los sectores de alimentos, farmacéuticos y de los biopolímeros.

Palabras clave: piña, análisis bibliométrico, Scopus®, VOSviewer, México.

4.1 Introducción

La piña (*Ananas comosus* L.), es la única especie de la familia Bromeliáceas que se ha adaptado a una amplia gama de hábitats, que van desde una sombra profunda a pleno sol, de nivel de mar a alpino, de trópicos cálidos y húmedos a los subtropicales fríos y secos (Coppens d'Eeckenbrugge y Leal, 2018). No obstante, la piña que se cultiva en regiones tropicales y subtropicales es la de uso comercial, por su sabor y aroma únicos; su excelente composición nutricional: vitaminas, fibra y minerales (Lobo y Yahia, 2017); sus cualidades para promover la cicatrización de heridas; así como su cualidad de anti envejecimiento (Ajagun-Ogunleye y Ebuehi, 2020). Por todo lo anterior, tiene una alta demanda en el mercado internacional (Mohd Ali *et al.*, 2020).

En las últimas dos décadas la producción de este fruto ha aumentado rápidamente (Kurbah *et al.*, 2022), en especial el híbrido MD2, misma que se ha posicionado en el mercado y entre los productores, por su alto valor y calidad (Sulaiman *et al.*, 2020). La producción de piña en la década de los 60's era de apenas 369,318 ha sembradas en todo el mundo, mientras que, en el año 2019, el área sembrada fue de 1'125,307 ha. Países como Tailandia, India y Filipinas habían sido los principales productores a nivel mundial (FAO, 2019), aunque, durante el periodo de 2012 a 2019, Costa Rica fue el primer productor de piña a nivel mundial, durante este último año (2019), generando alrededor de 3'328,100 t (FAO, 2019).

En México durante las dos últimas décadas del siglo XX la producción del cultivo de piña ha tenido un crecimiento lento pero positivo (SIAP, 2021), esto pese a altibajos y recurrentes crisis cíclicas por la caída de precios debido a la sobre-oferta de la fruta (Uriza-Ávila *et al.*, 2018). Ocupando en 2020, la novena posición a nivel mundial con una producción de 1'208,247 t (FAO, 2019).

Aunque la piña ha sido ampliamente estudiada, los análisis previos basados en bibliometría, lo ciñen a su uso como residuo agroindustrial (Lima *et al.*, 2018), como alimento para rumiantes (López-Herrera *et al.*, 2014) o utilizando la base SCI-EXPANDED (Junmin, 2014). Es por lo anterior que surge la necesidad de comprender de forma exhaustiva y sistemática las tendencias de investigación, tanto del pasado como del presente, de manera que se puedan encontrar tendencias para investigaciones futuras, y así aprovechar los beneficios de este cultivo tropical utilizando como base de datos los documentos en SCOPUS®. El objetivo de este estudio fue realizar un análisis bibliométrico exhaustivo relativo a la piña. Esta investigación permite identificar tendencias del conocimiento, evaluar la actividad científica y su impacto, a través del volumen, desarrollo, visibilidad y estructura de la misma (Baena-Pedroza *et al.*, 2021), y con ello detectar los matices evolutivos de este campo específico, mientras se predicen las áreas emergentes del mismo (Donthu *et al.*, 2021).

4.2 Materiales y métodos

Base de datos

La documentación fue obtenida de SCOPUS® por Elsevier, que es una base de datos multidisciplinaria. Este estudio analizó publicaciones de 1893 al 2021 (24 de diciembre de 2021). La palabra clave introducida para título, abstract y palabras clave, fue pineapple. Los resultados de este campo de búsqueda fueron un total de 7,927 publicaciones. Los documentos encontrados fueron 6006 artículos, es decir el 76% del total, 1,220 documentos de conferencia, 248 revisiones, 208 capítulos de libro, 73 revisiones de conferencia, 59 notas, 42 escritos, 22 encuestas cortas, 20 libros, 15 errata, nueve editoriales, tres documentos de datos, un reporte, un indefinido.

4.2.1 Análisis bibliométrico (1893-2021).

Para el análisis se utilizó el software VOSviewer versión 1.6.17 (Centre for Science and Technology Studies). Se realizó un análisis de co-ocurrencia de palabras claves y términos académicos de las publicaciones; la resolución fue de 1.00, escala de visualización al 100%, peso TLS, tamaño de variación de etiqueta de 50% y ancho del núcleo de 30%. Los términos irrelevantes fueron eliminados: *article*, *pineapple*, *Ananas comosus*, *nonhuman*, *fruit*, *controlled study*, *human*, *Ananas*, *humans* y *priority journal*.

4.3 Resultados

Se tienen registrados 7,927 documentos desde 1893 hasta el 24 de diciembre de 2021. En la Figura 10, se muestra de manera cronológica las publicaciones que se han realizado a lo largo del tiempo. Como podemos darnos cuenta a partir de 2004 se generó un crecimiento en las publicaciones con respecto a los años anteriores. Cabe señalar que, el año 2020 ha destacado por generar el más alto número de publicaciones.

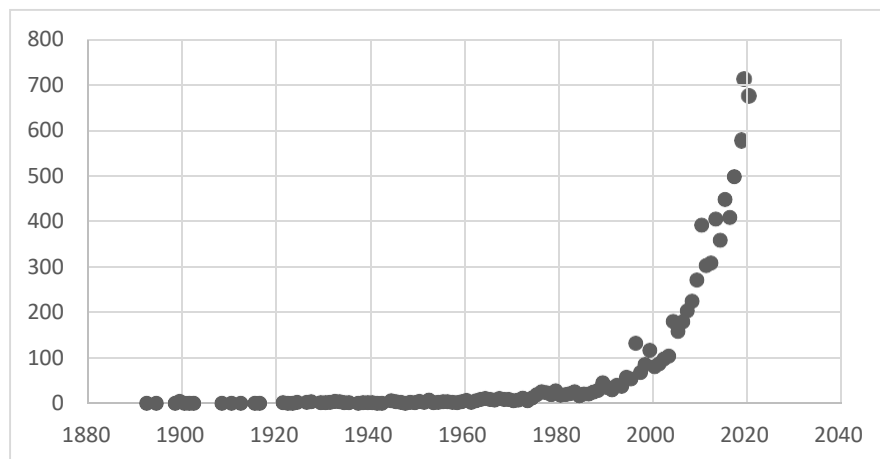


Figura 10. Publicaciones de piña por año 1983 a 2021 (24 de diciembre de 2021).

Fuente: Elaboración propia con datos de SCOPUS®.

A partir del año 2000 se presentó un incremento en la investigación científica producida en países como Brasil (Reinhardt y Souza, 2000), Malasia (Chan, 2000), Taiwán (Lin y Chang, 2000), Australia (Yu *et al.*, 2000), Filipinas (Poudel *et al.*, 2000) entre otros.

A continuación, se presentan las primeras 10 revistas, países e instituciones que contribuyen a la investigación científica sobre el tema de la piña (Cuadro 1). El 15% de las investigaciones las realiza la revista *Acta Horticulturae*. Los tres principales países que destacan son: Estados Unidos, Brasil e India. Por otra parte, el tema de Ciencias Agrícolas y Biológicas es el más abordado con 3,963 publicaciones de manera que ocupacasi el 30% del total con respecto al segundo lugar que es el área de Bioquímica, Genética y Biología Molecular que sustentan el 10 %.

Cuadro 1. Análisis del desempeño: revista, país e instituto (24 de diciembre 2021).

Revista	Pub	País	Pub	Institución	Pub
<i>Acta Horticulturae</i>	550	Estados Unidos	966	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	213
Iop Conference Series Earth And Environmental Science	120	Brasil	938	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	189
Iop Conference Series Materials Science And Engineering	103	India	937	National Natural Science Foundation of China	156
<i>Journal Of Food Science</i>	98	Malasia	714	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações	98
<i>Revista Brasileira De Fruticultura</i>	97	China	543	Ministry of Higher Education, Malaysia	90
<i>Food Chemistry</i>	95	Tailandia	473	Universiti Putra Malaysia	60
<i>Journal Of Agricultural And Food Chemistry</i>	89	Indonesia	366	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo	56
<i>Aip Conference Proceedings</i>	78	Japón	249	European Commission	48
<i>Advanced Materials Research</i>	60	España	235	Universiti Teknologi Malaysia	47

Las dos principales instituciones con mayor número de publicaciones son la University Putra Malaysia (241) y la University of Hawái at Mānoa (206). Por su parte, en México se ubican tres instituciones con el mayor número de investigaciones: la Universidad Veracruzana con 24 publicaciones, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) con 19 y el Instituto Politécnico Nacional con 18.

A continuación, se presentan los 10 artículos más citados de la piña (Cuadro 2) cabe señalar que existen dos artículos que corresponden al año 2002 y que sobresalen por tener más de 1000 citas.

Cuadro 2. Los 10 artículos más citados de piña (24 de diciembre 2021).

Autores	Año	Título	Revista	Citas
Mohanty A.K., Misra M., Drzal L.T.	2002	Sustainable Bio-Composites from renewable resources: Opportunities and challenges in the green materials world	Journal of Polymers and the Environment	1650
Sun J., Chu Y.- F., Wu X., Liu R.H.	2002	Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits	Journal of Agricultural and Food Chemistry	1260
Mohanty A.K., Misra M., Drzal L.T.	2005	Natural fibers, biopolymers, and biocomposites	Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites	891
Leong L.P., Shui G.	2002	An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets	Food Chemistry	795
Conley T.G., Udry C.R.	2010	Learning about a new technology: Pineapple in Ghana	American Economic Review	683
Mishra S., Mohanty A.K., Drzal L.T., Misra M., Parija S., Nayak S.K., Tripathy S.S.	2003	Studies on mechanical performance of biofibre/glass reinforced polyester hybrid composites	Composites Science and Technology	643

Reddy N., Yang Y.	2005	Biofibers from agricultural byproducts for industrial applications	Trends in Biotechnology	633
Alothman M., Bhat R., Karim A.A.	2009	Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents	Food Chemistry	559
Gardner P.T., White T.A.C., McPhail D.B., Duthie G.G.	2000	The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices	Food Chemistry	530
Waldrop M.P., Balsler T.C., Firestone M.K.	2000	Linking microbial community composition to function in a tropical soil	Soil Biology and Biochemistry	450

Los títulos que prevalecen de los artículos más citados son: los materiales sustentables a partir de recursos renovables (biofibras, biocompuestos) y la actividad antioxidante y antiproliferativas.

4.3.1 Primeros estudios sobre la piña (1893-1950)

Los primeros estudios realizados de piña fueron sobre la fermentación del jugo de piña (Chittenden, 1893), la composición de la piña en fresco, donde se examinaron treinta y ocho piñas de 4 países: Estados Unidos, Cuba, Puerto Rico y Bahamas (Munson y Tolman, 1903), también se realizaron estudios para combatir la clorosis en las plantas, donde se encontró que esta anomalía puede tratarse a través de rociar las hojas con sulfato férrico (McGeorge, 1923). Debido a que las plantas son generalmente infectadas por el nematodo del nudo de la raíz, en 1933 se realiza un análisis por el daño a estas raíces, donde se comparan variedades de plantas como Cayena, Hilo, Natal, Pernambuco, Taboga, Ruby y Kailua Salvaje, dando como resultado que ninguna de las ocho variedades fueron inmunes a los tratamientos (Hagan, 1933). Por otra parte, también se analizó la biosíntesis de auxinas, mismas que fungen como reguladoras del crecimiento vegetal (Gordon y Sanchez-Nieva, 1949).

4.3.2 Investigaciones en México

Las primeras investigaciones que se realizaron fueron con respecto a la composición química de la piña mexicana, el ethephon como inductor de la floración (Rebolledo-Martínez y Aguirre-Gutiérrez, 1997), y el estatus de la piña en México y sus perspectivas (Rebolledo-Martínez *et al.*, 2000). Sin embargo, fue hasta el año 2005 donde se presentó la mayor cantidad de publicaciones, entre las que destacan las características físicas y químicas apropiadas para el desarrollo de este cultivo (Zetina *et al.*, 2005), un diagnóstico y perspectivas del cultivo, donde los autores resaltan la complejidad para la programación de siembras, cosecha y comercialización; por otra parte, las limitantes como la escasez de crédito, seguro, asistencia técnica y deficientes esquemas organizativos (Uriza-Ávila *et al.*, 2005), investigaciones del uso de acolchado plástico con la finalidad de mejorar la humedad en el suelo, fotosintéticamente más eficaces y optimizar la producción de masa seca de hojas e índice de área foliar (Rebolledo-Martínez *et al.*, 2005a), evaluaciones de factores como: descogollado, rasurado y hormonas en la multiplicación de plantas en el híbrido MD2, derivado de la alta demanda en el mercado fresco de exportación (Rebolledo-Martínez *et al.*, 2005b); De acuerdo con Uriza-Ávila *et al.* (2005) pruebas de intercalados para aumentar la productividad, en ensayos con chile picante (*Capsicum annum* L.), frijol seco (*Phaseolus vulgaris* L.), maíz (*Zea mays* L.) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), uso de malla sombra para la excesiva radiación solar (Uriza-Ávila *et al.*, 2018) y un análisis económico comparativo de las diferentes tecnologías de producción, las cuales son una alternativa para un mejor aprovechamiento de agua, control de plagas y enfermedades. Las tecnologías proporcionaban mayores rendimientos de la inversión que en el trabajo tradicional de los productores (Uriza-Ávila *et al.*, 2005), así como innovaciones que se pueden generar entorno a la biomasa lignocelulósica de la piña (Lizardi-Jiménez *et al.*, 2019).

4.3.3 Mapeo de la ciencia

El análisis de co-ocurrencia de palabras claves se refiere a publicaciones en las que las mismas palabras claves o términos utilizados por los autores aparecen juntas; estas palabras claves facilitan la visión y la búsqueda de autores, así mismo muestran las tendencias actuales de la investigación sobre un tema (Obileke *et al.*, 2020).

Los resultados de VOSviewer se muestran en la Figura 11 para el período de 1893-2021, existían 39,074 palabras claves y se conservaron aquellas co-ocurrencias mayores a 15, es decir 990 ítems, organizados en cinco clústeres con 130,591 links.

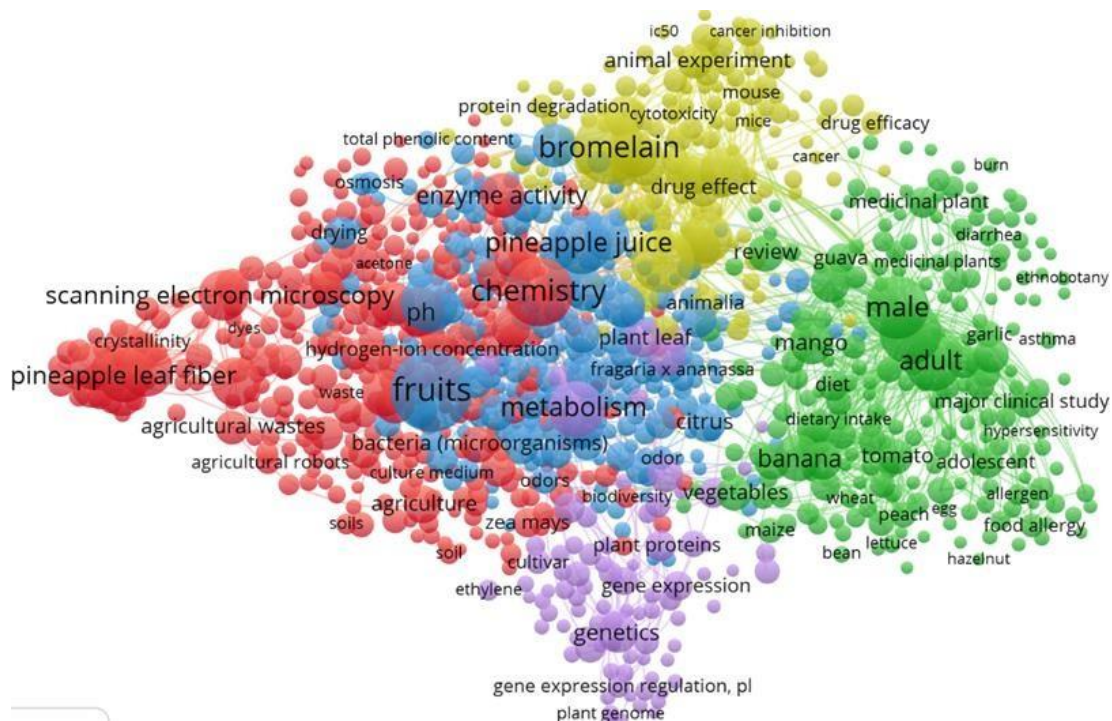


Figura 11. Network de publicaciones de piña 1893-2021 (24 de diciembre 2021).

Fuente: Elaboración propia con datos de SCOPUS®.

En el primer clúster (color rojo), se concentran las investigaciones relacionadas a la química agrícola y de alimentos, el segundo (verde) se concentran las investigaciones sobre su interacción

con otros alimentos desde el punto de vista nutricional y como planta medicinal, el tercero (azul) se integra por investigaciones en el área de tecnología de alimentos frutas, en el cuarto clúster (mostaza) se observan temas relacionados a la farmacología y en el quinto (morado) se presentan investigaciones de la piña relacionadas con la genética.

4.4 Discusión

Como se estableció previamente, la piña tradicionalmente ha sido estudiada para su consumo por el sector industrial (Sanewski y Scott, 2000), principalmente como jugo de piña (Sriwatanapongse *et al.*, 2000). Y actualmente, para el desarrollo de bebidas fermentadas ricas en probióticos, las cuales tienen la finalidad de generar nutrientes (Palachum *et al.*, 2021).

El número de estudios sobre temas relacionados con compuestos alimenticios, nutrición poliméricos y farmacéuticos son abundantes. Las investigaciones realizadas en el año 2010 se han incrementado casi en un cincuenta por ciento con respecto al año 2000, debido al aumento del interés por sus propiedades como planta medicinal, es decir, por su contenido de bromelina y otros biocompuestos. Por ejemplo, para el tratamiento de quemaduras profundas (Singer y Shoham, 2021).

Una línea de investigación novedosa y relevante es su aprovechamiento como materia prima para biopelículas y otros biopolímeros, en particular utilizando sus hojas; debido a que la fibra de la hoja es uno de los principales desechos de biomasa de las plantas del procesamiento de piña, compuesta por polímeros de carbohidratos, como: celulosa, hemicelulosa y lignina; esto representa un recurso renovable abundante; ya que puede ser utilizada como materia prima para la producción de derivados ecológicos y biocompatibles (Fitriani *et al.*, 2021).

Por lo anterior, hay un desbalance en la manera en que cada sector primario, secundario o terciario están haciendo investigación. Dejando eventualmente en desventaja a los productores con respecto a las innovaciones hechas para el sector primario, lo que es indispensable para el desarrollo económico (Cruz y Polanco, 2014).

En México, el sector primario es una actividad fundamental que contribuye de manera significativa a la estabilidad económica de la nación, y tiene gran importancia, la cual comprende el aprovechamiento de los recursos agrícolas, forma una multitud de trabajo y es base para otros sectores económicos.

4.5 Conclusión

Se realizó un análisis bibliométrico con la palabra piña. El análisis se efectuó en el periodo de 1893-2021 (24 diciembre 2021), con 990 ítems, y 7927 publicaciones. Como se observó 76% de las publicaciones son artículos científicos, y es a partir del año 2004 donde empieza el incremento de publicaciones para este cultivo, la relevancia se debe en gran parte por ser una planta medicinal. Contrario a lo esperado en términos de crecimiento en la investigación del sector agronómico, se concluye que este ha sido rebasado por las investigaciones de los sectores de alimentos, farmacéutico y de los biopolímeros. Esto nos permite recomendar el incremento de apoyo que se da a las investigaciones dirigidas al sector primario, en particular a temas relacionados con la innovación y la transferencia de tecnología.

4.6 Literatura citada

- Ajagun-Ogunleye, M. O. y O. A. T. Ebuehi. 2020. Evaluation of the anti-aging and antioxidant action of *Ananas sativa* and *Moringa oleifera* in a fruit fly model organism. *Journal of Food Biochemistry* 44: e13426.
- Baena-Pedroza, A. M., L. M. Londoño-Giraldo, E. J. Corpas-Iguaran y G. Taborda-Ocampo. 2021. Bibliometric study of volatile compounds in commercial fruits of the Solanaceae family. *Brazilian Journal of Food Technology* 24.
- Coppens d'Eeckenbrugge, G. y F. Leal. 2018. Morphology, anatomy and taxonomy. *In: Sanewski G., Bartholomew D. P. y Paull R. E.s (eds.). The pineapple: botany, production and uses.* CABI. Boston.
- Cruz, M. y M. Polanco. 2014. El sector primario y el estancamiento económico en México. *Problemas del desarrollo* 45: 09-33.
- Chan, Y. K. 2000. Status of the pineapple industry and research and development in Malaysia. *International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium.* pp: 77-84.
- Chittenden, R. H. 1893. On the proteolytic action of bromelin, the ferment of pineapple juice. *J Physiol* 15: 249-310.
- Donthu, N., S. Kumar, D. Mukherjee, N. Pandey y W. M. Lim. 2021. How to conduct a bibliometric analysis: an overview and guidelines. *Journal of business research* 133: 285-296.
- FAO. 2019. Cultivos y productos de ganadería. FAOSTAT.
- Fitriani, F., S. Aprilia y N. Arahman. 2021. Properties of biocomposite film based on whey protein isolate filled with nanocrystalline cellulose from pineapple crown leaf. *Polymers* 13.
- Gordon, S. A. y F. Sanchez-Nieva. 1949. The biosynthesis of auxin in the vegetative pineapple; the precursors of indoleacetic acid. *Arch Biochem* 20: 367-385.
- Hagan, H. R. 1933. Comparisons in the distribution of nematode galls on the roots of pineapple varieties attacked by the nematode *heterodera radicolata* (greef) müller. *Soil Science* 29-42.
- Junmin, Z. 2014. Bibliometric analysis of pineapple literatures based on sci-e. *Chinese journal of tropical crops.*
- Kurbah, F., S. Marwein, T. Marngar y B. K. Sarkar. 2022. Design and development of the pineapple harvesting robotic gripper. *In: Gu J., Dey R. y Adhikary N.s (eds.). Communication and control for robotic systems.* Springer Singapore. Singapore. pp: 437-454.
- Lima, F., A. Simões, I. Vieira, D. Silva y D. Ruzene. 2018. An overview of applications in pineapple agroindustrial residues. *Acta Agriculturae Slovenica* 111: 445-462.
- Lin, C. y C. Chang. 2000. Pineapple production and industry in Taiwan. *International Society for Horticultural Science, Leuven, Belgium.* pp: 93-98.
- Lizardi-Jiménez, M. A., J. Ricardo-Díaz, T. A. Quiñones-Muñoz, F. Hernández-Rosas y R. Hernández-Martínez. 2019. Fungal strain selection for protease production by solid-state fermentation using agro-industrial waste as substrates. *Chemical Papers* 73: 2603-2610.
- Lobo, M. G. y E. Yahia. 2017. Biology and postharvest physiology of pineapple. *Handbook of pineapple technology.* pp: 39-61.

- López-Herrera, M., R. WingChing-Jones y A. Rojas-Bourrillón. 2014. Meta-análisis de los subproductos de piña (*Ananas comosus*) para la alimentación animal. *Agronomía mesoamericana* 25: 383-391.
- McGeorge, W. T. 1923. The chlorosis of pineapple plants grown on manganiferous soils. *Soil science*.
- Mohd Ali, M., N. Hashim, S. Abd Aziz y O. Lasekan. 2020. Pineapple (*Ananas comosus*): A comprehensive review of nutritional values, volatile compounds, health benefits, and potential food products. *Food Research International* 137: 109675.
- Munson, L. S. y L. M. Tolman. 1903. The composition of fresh and canned pineapples. *Journal of the American Chemical Society* 25: 272-280.
- Obileke, K., H. Onyeaka, O. Omoregbe, G. Makaka, N. Nwokolo y P. Mukumba. 2020. Bioenergy from bio-waste: a bibliometric analysis of the trend in scientific research from 1998–2018. *Biomass conversion and biorefinery*.
- Palachum, W., W. Choorit y Y. Chisti. 2021. Nutritionally enhanced probioticated whole pineapple juice. *Fermentation* 7: 178.
- Poudel, D. D., D. Midmore y L. West. 2000. Farmer participatory research to minimize soil erosion on steep land vegetable systems in the Philippines. *Agriculture, ecosystems and environment* 79: 113-127.
- Rebolledo-Martínez, A. y D. Aguirre-Gutiérrez. 1997. Ethephon as pineapple flowering inductor in México's weather conditions. *International Society for Horticultural Science*. pp: 339-346.
- Rebolledo-Martínez, A., A. L. D. Ángel-Pérez, A. E. Becerril-Román y L. Rebolledo-Martínez. 2005a. Growth analysis for three pineapple cultivars grown on plastic mulch and bare soil. *Interciencia* 30: 81-94.
- Rebolledo-Martínez, L., E. A. Uriza-Dávila, A. Rebolledo-Martínez y G. Zágada. 2005b. Slip production of md-2 hybrid pineapple by three methods: Gaullin, leaf pruning and a growth regulator. *International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium*. pp: 277-285.
- Rebolledo-Martínez, A., D. E. Uriza-Ávila y R.-M. L. 2000. The pineapple in Mexico: Current status and prospects. *International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium*. pp: 85-88.
- Reinhardt, D. H. y J. d. S. Souza. 2000. Pineapple industry and research in Brasil. *International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium*. pp: 57-72.
- Sanewski, G. y C. Scott. 2000. The Australian pineapple industry. *International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium*. pp: 53-56.
- SIAP. 2021. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.
- Singer, A. y Y. Shoham. 2021. Basal cell carcinoma destruction by a concentrate of proteolytic enzymes enriched in bromelain: a preliminary report. *The open dermatology journal* 15: 39-44.
- Sriwatanapongse, A., M. Balaban y A. Teixeira. 2000. Thermal inactivation kinetics of bromelain in pineapple juice. *Transactions of the ASAE* 43: 1703-1708.
- Sulaiman, S., N. A. Yusuf y A. Awal. 2020. Effect of plant growth regulators on in vitro culture of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) MD2 variety. *Food research* 4: 110-114.

- Uriza-Ávila, D., A. Rebolledo-Martínez y L. Rebolledo-Martínez. 2005. Diagnostic and perspectives of pineapple cropping in México. International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. pp: 29-39.
- Uriza-Ávila, D. E., Á. A. Torres, J. Aguilar, C. V. H. Santoyo, L. R. Zetina y M. A. Rebolledo. 2018. La piña mexicana frente al reto de la innovación. Avances y retos en la gestión de la innovación. Colección trópico húmedo. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, Estado de México.
- Yu, B., C. A. A. Ciesiolka y K. J. Coughlan. 2000. A validation test of WEPP to predict runoff and soil loss from a pineapple farm on a sandy soil in subtropical Queensland, Australia. Australian Journal of Soil Research 38.
- Zetina, R. L., A. M. Rebolledo y D. E. A. Uriza. 2005. Soil characterization of pineapple producing regions of México. International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. pp: 51-58.

CAPÍTULO V. INNOVACIONES PARA EL CULTIVO DE PIÑA

5.1 Innovaciones tecnológicas del cultivo de piña

De acuerdo con Uriza-Ávila *et al.* (2018), a principios del siglo XXI el sistema del cultivo de piña empezó a transformarse con la cohesión de dos elementos esenciales: la aparición del híbrido MD2 y desarrollo de una nueva tecnología en la región de la Cuenca Baja del Papaloapan. A continuación en la Figura 12, se describen las innovaciones tecnológicas evaluadas y validadas en la región así como su función y cuáles han tenido mayor impacto.

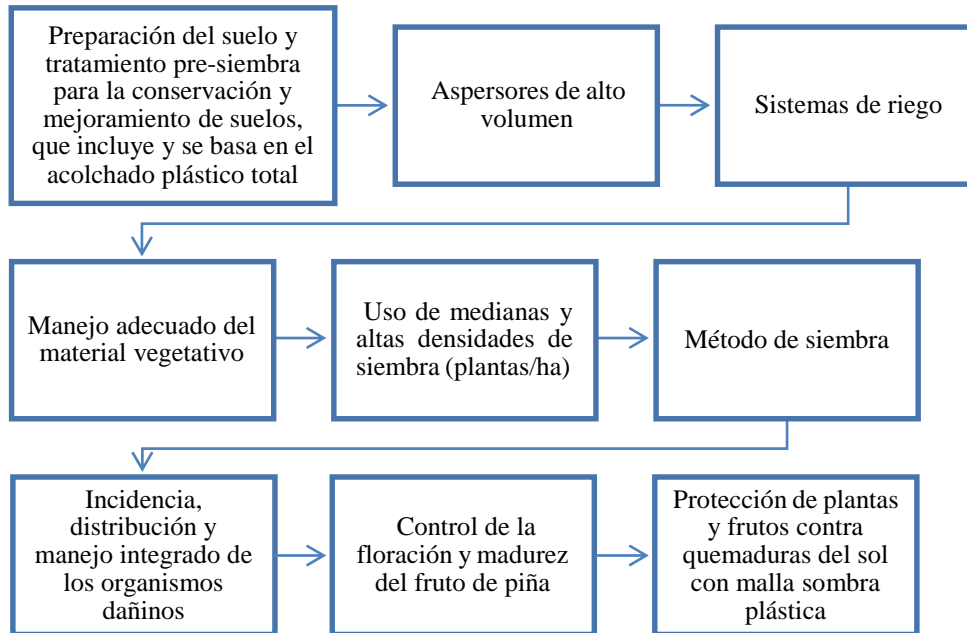


Figura 12. Innovaciones tecnológicas en piña.

Fuente: Uriza *et al.* (2018).

5.1.1 Selección y preparación del terreno

Proteger al suelo de la erosión es una consideración importante en la agricultura, y es por ello que las tierras seleccionadas para el cultivo de piña deben poseer una pendiente mínima. Las pendientes con pequeños porcentajes minimizan la pérdida de suelo y facilitan el acceso a maquinarias y vehículos; mientras que las pendientes más pronunciadas requieren más inversión para sostener los recursos del suelo (Vásquez-Jiménez *et al.*, 2018).

La selección y preparación del terreno es la primera condición para la producción del cultivo de piña comercial, es decir, que el terreno cumpla con los requisitos agroecológicos más importantes. Rebolledo *et al.* (2011), mencionan que la topografía es un elemento primordial, debido a que los suelos son arenosos en las regiones tropicales, lo que provoca erosión en los suelos piñeros. Las propiedades físicas de estos suelos deberían presentar una textura intermedia, ser profundos y conservar una pendiente menor a 5% para eliminar los excesos de agua. Por su parte, Uriza-Ávila *et al.* (2018), indican que el terreno debe establecerse en una área que no presente problemas de acceso, ya que esto complica el apropiado suministro del equipo, insumos y la continuidad del mantenimiento del cultivo. Los terrenos o lotes de producción no deberán estar cerca de áreas pobladas, ya que las podrían poner en riesgo a los habitantes. Es importante que el terreno se ubique cerca a los centros de acopio o empaque, con la finalidad de no dañar la fruta por el tiempo prolongado de traslado.

5.1.2 Preparación del suelo y tratamiento de pre-siembra para la conservación y mejoramiento de suelos.

La preparación del terreno es importante, ya que es un indicativo del éxito o fracaso del cultivo (Cristancho *et al.*, 1991). De acuerdo con Rebolledo *et al.* (2011), una vez seleccionado el terreno, se procede a acondicionarlo con la finalidad de que éste incremente su potencial genético. En

México una de las prácticas más utilizadas es la labranza del suelo, que consiste en la remoción del suelo por medio de implementos agrícolas. Realizar una preparación del suelo adecuada ofrece ventajas para el desarrollo adecuado del cultivo de piña. En la Figura 13, se presenta la clasificación que hacen Rebolledo *et al.* (2011) y Uriza-Ávila *et al.* (2018) de las actividades relevantes y comúnmente aplicadas en México para la preparación del suelo.

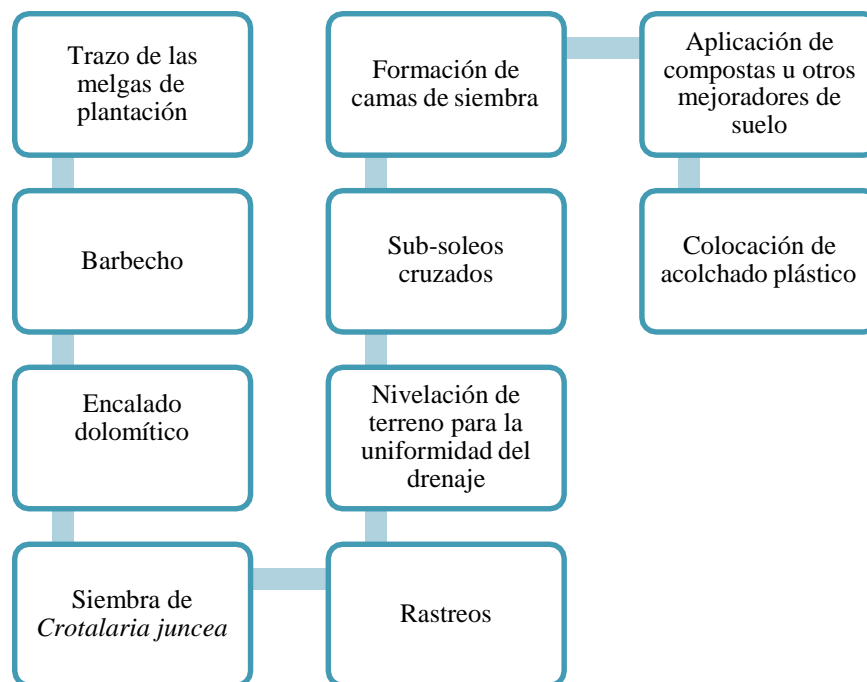


Figura 13. Actividades realizadas en México para la preparación del suelo.

Fuente: Rebolledo et al. (2011) y (Uriza et al., 2018)

El *trazo de las melgas de plantación* y caminos internos se realizan conforme a la pendiente, buscando la mejor operatividad de los equipos de aspersión de alto volumen, maquinaria, equipos y vehículos. En el caso de contar con un sistema de riego fijo, con tubería subterránea e hidrantes fijos, es necesario diseñar un modelo de plantación también fijo. Cuando la topografía indica que el terreno es medianamente plano, los equipos pueden tener 18 m de brazo. La anchura de la melga

normalmente es de 30 cm. En el caso del *barbecho*, ésta práctica se realiza con la finalidad de incorporar los residuos de la cosecha anterior para destruir las plagas que existen en el suelo.

Uriza-Ávila *et al.* (2018), sugieren que la primera actividad antes de realizar la nueva siembra del cultivo de piña sea corregir la acidez, de manera que se realicen muestras para diagnosticar las condiciones físicas y químicas, un rango óptimo de pH es de 4.5-5.5. Por otra parte, Vásquez-Jiménez y Bartholomew (2018), señalan que la acidez del suelo es la característica química más importante en la producción del cultivo de piña, y que el suelo se adaptan a un rango de pH de 4.5-5.5. Esta corrección se realiza a través del encalado dolomítico.

La práctica de *encalado dolomítico* genera grandes beneficios, la primera consiste en: i) la reducción de la acidez y del efecto fitotóxico causado por el exceso de aluminio (Al^{+3}), hidrógeno (H^+) y manganeso (Mn^{+2}); ii) aportación de calcio y magnesio a la solución del suelo; liberación e incremento en la disponibilidad de nutrientes “secuestrados” como, Ca, K, N, Mg, P, Mo y S, mientras que libera a las raíces de las plantas de una potencial intoxicación por Mn, Fe, Co, Cu y Zn; iii) favorece la actividad microbológica; iv) mejora la estructura del suelo; v) aumenta la eficiencia del uso de los fertilizantes y biofertilizantes; y vi) incrementa el rendimiento y la calidad de las cosechas de los cultivos sensibles a la acidez (Uriza-Ávila *et al.*, 2018p: 136).

En la agricultura, un *abono verde*, se asocia a un cultivo de ciclo corto, se siembra con la finalidad de generar más nutrientes y materia orgánica con fines nutricionales para el suelo. En el caso del cultivo de piña, se recomienda la incorporación de la leguminosa *Crotalaria juncea* L., por la diversidad de sus beneficios (Uriza-Ávila *et al.*, 2018). Por su parte, Aguilar *et al.* (2021), mencionan que la incorporación de esta leguminosa redujo en un 44% la incidencia de pudrición de cogollos. Soler *et al.* (2018), señalan que la *Crotalaria juncea* ha sido probada con éxito, como un cultivo de cobertura para el manejo de malas hierbas y para aumentar el contenido de materia orgánica del suelo.

El *rastreo* se basa en romper y desmoronar los terrenos que quedan después del barbecho, lo más recomendable son dos pasos de rastra en forma cruzada a 20 cm de profundidad. parte, la *nivelación de terreno* para la uniformidad del drenaje se realiza con un riel pesado, que es jalado por un tractor, el cual tiene la finalidad de eliminar los desniveles del terreno donde existan encharcamientos, por lo que es recomendable construir zanjas que funcionen como drenes (Rebolledo *et al.*, 2011).

El *subsoleo* ayuda a mejorar la penetración de las raíces y el drenaje (Uriza-Ávila *et al.*, 2018). De acuerdo con Ibarra-Flores *et al.* (2004), esta práctica mejora significativamente la productividad, la altura y estimula el crecimiento de las plantas. Por su parte Uriza-Ávila *et al.* (2018), mencionan que dicha práctica se realiza en terrenos muy arcillosos debido a que las capas del subsuelo tienden a estar endurecidas, lo que impide el desarrollo de las raíces y que el agua pueda penetrar sobre las capas.

La formación de *camas de siembra* tiene dos funciones principales: permitir que las plantas de piña se mantengan resguardadas del exceso de humedad, y que las escorrentías de las lluvias se encausen de forma cuidadosa (Uriza-Ávila *et al.*, 2018). Vásquez-Jiménez *et al.* (2018), consideran que el crecimiento de la planta de piña se mejora con la plantación de camas elevadas, debido al aumento del volumen de la capa superior del suelo disponible para el sistema de raíces.

Otro de los puntos importantes son las *compostas*, el INIFAP evaluó en el campo experimental Cotaxtla, tres tipos de compostas: Orgamín[®], lombricomposta y composta de cachaza. El Orgamín[®] es una marca comercial elaborada a partir de gallinaza y cascarilla de café, enriquecida con dolomita y zeolita; fue elaborada a partir de desechos fecales de la lombriz roja californiana y la composta elaborada a partir de la cachaza, que es un residuo derivado del jugo de caña de azúcar. Debido a cuestiones operativas, en esta investigación no fue posible evaluar el peso y la calidad

de la piña, por lo que la información es insuficiente y se sugieren utilizarlas como mejoradores de suelo, y no como abonos orgánicos debido a la poca concentración de N, P, Ca y Mg, aunado a su alto precio (Uriza-Ávila *et al.*, 2018).

La utilización de *acolchado plástico total* es una buena alternativa para controlar la aparición de malas hierbas, mantener la humedad del suelo, controlar la erosión (Guimarães-Barboza *et al.*, 2018). De acuerdo con Rebolledo-Martínez *et al.* (2005), este impide que los trabajadores al caminar sobre el terreno, expandan los nematodos, hongos y bacterias diseminados dentro y fuera de las plantaciones, la colocación de este mejora las condiciones de humedad del suelo, aumenta el rendimiento y calidad del fruto. Por su parte, Uriza-Ávila *et al.* (2018), mencionan que anteriormente la pérdida por cultivar a suelo desnudo presentaba valores de “150 t de suelo perdido/ha/ciclo de cultivo”, no obstante con el uso del acolchado plástico total el suelo se reduce únicamente a menos de “10 t de suelo perdido/ha/ciclo”. El uso del mismo, reduce el 90% de herbicidas convencionales y duplica la eficiencia del agua.

5.1.3 Aspersores de Alto Volumen (AAP)

Estos aspersores son producidos por 3 fabricantes regionales, pero principalmente por la empresa AgroDeméneghi SA de CV, ubicados en Isla, Veracruz, son tanques con una capacidad de 1500 a 3000 L con brazos aplicadores de 15 m de largo y alrededor de 45 boquillas. En cuanto al diseño y mejoramiento del mismo, el INIFAP participó desde 1992, buscando la mayor eficacia de estos productos de manera que resulten en beneficio de los usuarios. Un solo AAV puede aplicar los insumos programados entre 10 y 14 hectáreas por jornada de 8 horas, con un operador del tractor que lo remolca y provee de energía, 2 apoyadores para preparar las mezclas y vigilar su adecuada aplicación, y un vehículo cisterna con su operador, para abastecer al AAV en la plantación sin necesidad de ir a fuente de agua para recargarlo cada vez que se requiera (Uriza-Ávila *et al.*, 2018).

5.1.4 Sistemas de riego y fertiriego

Gran parte de la piña en el mundo se cultiva sin riego, largos períodos de precipitaciones inadecuadas comprometen el crecimiento de las plantas y el desarrollo de los frutos. El desarrollo continuo de las plantas permite alcanzar objetivos de tamaño, y por tanto, de inducción floral (Vásquez-Jiménez *et al.*, 2018). Como señalan Umi *et al.* (2020), el riego es uno de los procesos más importantes en la plantación de la piña, debido a que aumenta la producción, la fruta presenta uniformidad y crecimiento. Crisóstomo *et al.* (2007), describen que el sistema de riego permite un aumento de productividad, de periodo de cosecha y de tamaño de la fruta. En regiones donde la temperatura se mantiene por encima de los 20°C el riego permite un rendimiento hasta del 100%. Por su parte, Rebolledo *et al.* (2011), señalan que cubrir las necesidades hídricas de la planta permite una producción rentable; no obstante el requerimiento hídrico del cultivo de piña varía a lo largo del ciclo de la planta, de manera que, un rango apto de precipitación pluvial es de 1,200 y 2,000 mm/año, distribuidos de manera proporcional durante todo el año.

La piña MD2 es el híbrido que más ha incorporado sistemas de riego, de acuerdo con Uriza-Ávila *et al.* (2018), en su mayoría más por aspersión que por goteo. En México, el sistema de riego técnicamente más recomendado para la conservación del recurso hídrico es por goteo o fertiriego, en tanto el de aspersión es una opción secundaria. Sin embargo, hay múltiples experiencias y evidencias de productores que lo han utilizado y luego desechado, por fallas en los sistemas de conducción, cintillas rotas, o simplemente no aprovechan el agua por deficiente sanidad y funcionalidad de las raíces de las plantas, por lo que optan mejor por el de aspersión con cañones. Del mismo modo Rebolledo *et al.* (2011), señalan que el riego por aspersión requiere 50% más de agua para mantener el mismo nivel de humedad comparado con el riego por goteo, este último produce “20g de peso fresco adicional por planta” con respecto a 12 g logrados por el de aspersión.

Vásquez-Jiménez *et al.* (2018) y Carr (2012), mencionan que el riego por goteo permite la colocación precisa de agua y el volumen de la misma que corresponden a las necesidades del cultivo, de manera que se utiliza con éxito cuando el suministro de agua está restringido, esto genera que se produzca un eficiente suministro de agua. No obstante, el riego por goteo tiene riesgos debido a que no se puede utilizar para fijar las plantas después de la siembra y cuando no se presentan precipitaciones durante un largo periodo las líneas de goteo pueden ser dañadas por roedores en busca de agua,; además de que los bloqueos y roturas son difíciles de detectar (Vásquez-Jiménez *et al.*, 2018).

Aunque la piña presenta un requerimiento escaso de agua, la sequía prolongada puede afectar su rendimiento (Acevedo *et al.*, 2017), como ocurre en la Cuenca Baja del Papaloapan donde el 85% del cultivo de piña es de temporal. Aunque las precipitaciones anuales oscilan entre 1,000 a 1,800 mm/año y este sea un rango adecuado, este no se presenta de manera uniforme por lo que el cultivo presenta un déficit hídrico (Uriza-Ávila *et al.*, 2018), de manera que provoca una reducción en el peso de la fruta (Carr, 2012).

5.1.5 Manejo adecuado de material vegetativo

Las plantas generalmente se propagan utilizando material de plantación vegetativa (Reinhardt *et al.*, 2018). Los tipos más comunes de material de siembra, incluyen: i) coronas de la parte superior del fruto; ii) gallos o slips directamente debajo del fruto; iii) hapas que se producen en el origen en la parte superior del tallo; iv) y los retoños que se forman en la parte inferior del tallo con raíces que crecen en el suelo mientras todavía están unidos (Vásquez-Jiménez *et al.*, 2018). En la Figura 14 , se muestran los tipos de materiales de siembra.

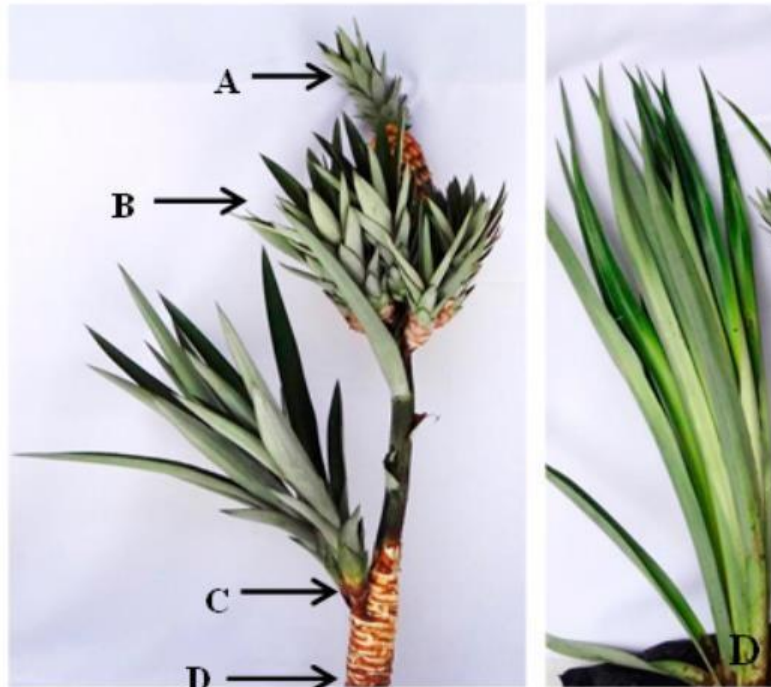


Figura 14. Propágulos producidos naturalmente por una planta de piña (Pérola). A-corona; B-gallos o slips; C-clavo superior o hapas; D-clavos o sucker; y clavo del pie o xxxx.

Fuente: Reinhardt *et al.*, (2018).

La primera cosecha de hijuelos o vástagos se realiza entre los 16 y 24 meses posterior al ciclo del cultivo. En la mayoría de los casos, las plantas solo alcanzan a producir un ciclo de cosecha y uno de hijuelos, por la escasa tecnología de ambiente protegido, es decir, el uso del acolchado plástico y malla sombra, mismos que permiten a la planta dos o tres cosechas continuas utilizando el mismo acolchado plástico (Uriza-Ávila *et al.*, 2018).

Reinhardt *et al.* (2018), sostienen que comercialmente la piña tiene que ser propagada por material vegetativo, una reproducción asexual, sin nuevas combinaciones de genes; sin embargo, es difícil satisfacer la demanda de materiales de plantación utilizando las técnicas de propagación convencionales (Sulaiman *et al.*, 2020). En el caso de planta MD2 es más susceptible a la pudrición *Phytophthora* y *Erwinia* con respecto a la Cayena Lisa, es por ello que los hijuelos no deben estar mucho tiempo almacenados ya que esto genera que el material se pudra con mayor prontitud.

Generalmente el corte de hijuelos transcurre cuando el peso de la planta oscila entre 200 y 800 g para uso comercial. Cuando inicia el proceso de plantación deben asegurarse que los hijuelos estén libres de plagas y enfermedades, para ello es necesario realizar muestreos fitosanitarios (Uriza-Ávila *et al.*, 2018).

5.1.6 Adecuada fecha de siembra

Para determinar el período de siembra en el caso del sistema por temporal, este ocurre dentro del periodo de mayo a diciembre, hacerlo de manera temprana a los meses antes mencionados aumenta la posibilidad de incidencia en floraciones prematuras. Mientras que el cultivo con ambiente protegido, es decir, acolchado plástico, malla sombra e implementación de sistema de riego se reduce el ciclo de producción entre cuatro y seis meses. Otro criterio es cumplir con el peso de la planta, un peso entre 250 y 400 g, misma que deberá ser sembrada entre primavera-verano, en cambio una planta con 400 y 500 g puede ser sembrada en otoño, no obstante, presentará debilidad vegetativa, esto incluye “plagas, enfermedades, desnutrición y deshidratación”.

5.1.7 Uso de densidades de siembra (plantas/ ha)

A continuación, se describe el rendimiento potencial de piña, bajo las diferentes densidades de siembra, conviene destacar que el porcentaje del fruto y el rendimiento promedio puede variar según el momento de inducción floral y el uso de sistemas de riego (Tabla 1).

Tabla 1. Rendimiento de piña en toneladas y porcentaje por tipo de mercado, de acuerdo con la densidad de siembra.

Densidad (plantas/ha)	% Tipo A Fresco nacional (2.5 kg)	% Tipo B Proceso Industrial (1.8 a 2.5 kg)	% Tipo C Fresco exportación (1.3 a 1.8 kg)	Peso promedio fruto (kg)	Rendimiento potencial* redondeado (t/ha)
30000	72	28	0	2.8	85
35000	68	27	5	2.6	90
40000	55	35	10	2.4	100
45000	46	40	14	2.3	105

50000	40	42	18	2.2	110
55000	35	45	30	2.1	120
60000	18	47	35	2.1	125
65000	12	47	41	2	130
70000	5	45	50	1.9	135
80000	4	20	76	1.6	130

Fuente: Rebolledo *et al.* (2011).

Los rendimientos que se mencionaron en la pueden variar, debido a las plagas y enfermedades que se presenten en el proceso manejo del cultivo.

5.1.8 Método de siembra

En México, el método de plantación es manual, de acuerdo con Rebolledo *et al.* (2011), es la única forma de asegurar la mejor colocación de las plantas, mismas que deberán quedar sembradas sobre el terreno preparado. Los métodos de siembra utilizados en la Cuenca Baja del Papaloapan, son mediante el rayado y el ahoyado.

El rayado es propio para la siembra en plano, sin camas, y generalmente se utiliza el tipo de piña Cayena Lisa o Chamapaka, dichas frutas se destinan al mercado fresco nacional; debido a esto las plantaciones utilizadas son bajas o intermedias (30 a 40 mil plantas/ha).

El ahoyado presenta tres alternativas de plantación (espeque, cava-hoyo y palín), las dos primeras son las más utilizadas en la región. El espeque es la práctica más antigua en la región, se utiliza un palo y se ejerce una presión sobre el suelo, de manera que se hace un hoyo. El cava-hoyo, son dos piezas móviles metálicas, y tiene dos brazos de madera de aproximadamente 1 m de largo. El palín, también conocido como espátula o cuchara es un sistema traído de Costa Rica. El hoyo se hace al desplazar lateralmente un volumen determinado de suelo. Es una hoja metálica que tiene una forma romboidal.

5.1.9 Necesidades nutrimentales del cultivo de piña

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), son propagados en el suelo y crean asociaciones simbióticas con las raíces; a esta relación se le denomina micorriza arbuscular y tiene el efecto de generar el crecimiento de las plantas. Sus efectos se atribuyen al aumento en la asimilación de nutrientes. Los HMA incrementan la actividad de organismos benéficos en el suelo (Gutiérrez-Oliva *et al.*, 2009) . El hongo micorrízico de probada eficiencia en piña es el Rizofermic®-UV (Uriza-Ávila *et al.*, 2018).

5.1.10 Control de la floración y madurez del fruto de piña

La inducción natural ha sido un inconveniente para los productores de piña, y el problema se intensifica con la distancia desde el Ecuador, debido a que la disminución en el fotoperiodo y la temperatura media durante los meses más fríos inducen cambios fisiológicos que aumentan la sensibilidad de la planta a la inducción natural (Bartholomew, 2014).

Para establecer la plantación de piña de manera comercial es indispensable definir cuál será el mercado objetivo, las fechas de demanda y el precio del fruto. En México existe una falta de programación de siembras, esto repercute con un exceso de producción y bajos precios de la piña. La época donde ocurre esta sobreoferta es durante los meses de junio y julio, de manera que se aglomera el 30% de la producción, debido a la floración prematura invernal (Uriza-Ávila *et al.*, 2018). Por otra parte, la temporada donde se presenta una alta demanda del fruto y precios más altos transita de la segunda quincena de agosto hasta finales de mayo, donde se sugiere realizar la inducción floral de las plantaciones. El tratamiento de inducción floral fue descubierto a finales del siglo XIX, donde se demostró que el ingrediente activo en el humo era etileno (Bartholomew, 2018). Este tratamiento se debe aplicar de forma programada con la finalidad de forzar y adelantar el periodo natural de la floración, de forma intencional (Uriza-Ávila *et al.*, 2018). El forzamiento

permite programar y sincronizar la iniciación de la inflorescencia, estrecha el pico de cosecha y generalmente mejora el control sobre el tamaño del fruto (Bartholomew, 2014). Uriza-Ávila *et al.* (2018), mencionan que para el manejo hormonal el INIFAP, ha logrado reducir la incidencia de floraciones prematuras, mediante el uso del ácido 2 (3 cloro-fenoxi) propiónico, cuyo nombre comercial es Piñone CPA® (8 g i.a./litro), que ha sido evaluado en México. El Piñone CPA® es una auxina que reduce la producción y acumulación de etileno, este producto puede ser utilizado para retrasar la maduración natural del fruto entre diez y veinticinco días en promedio. Con el uso de Piñone CPA® i) se incrementa el peso del fruto hasta un 30%; ii) se reduce el tamaño y peso de la corona entre 25 y 50 %, y iii) disminuye parcialmente la presencia de frutos tipo botella.

5.1.11 Protección de plantas y frutos contra quemaduras del sol

En áreas con alta irradiación durante las últimas etapas del desarrollo, la fruta quemada por el sol genera un problema grave, las técnicas convencionales como el uso de: papel periódico, hojas del mismo cultivo, pasto seco y rafia; impiden que los ingredientes activos que se aplican lleguen a las partes donde se encuentran las plagas, por lo que, no pueden ser controladas con los programas fitosanitarios. Es por ello que el INIFAP propuso el uso de malla-sombra plástica 50%, para mantener un ambiente más húmedo y un micro ambiente más favorable, así como para reducir la radiación directa al fruto, y en conjunto con el acolchado plástico reducir el ciclo productivo, de manera que se mantenga un control de calidad e inocuidad, y se minimicen los daños por el sol así como proteger las floraciones prematuras (Uriza-Ávila *et al.*, 2018).

5.2 Literatura citada

- Acevedo, M., E. Román-Paoli, F. Román-Pérez, E. Valencia y R. Tirado-Corbala. 2017. Pineapple growth and yield response to fertilizer and drip irrigation management. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 101: 203-222.
- Aguilar, P. L. A., D. N. Ángel, M. R. V. Pérez, D. L. O. Martínez, D. E. Victoria, A. R. Martínez y A. R. S. José. 2021. Suppression effects on pineapple soil-borne pathogens by *Crotalaria*

- juncea*, dolomitic lime and plastic mulch cover on MD-2 hybrid cultivar. *Phyton* 90: 1205-1216.
- Bartholomew, D. P. 2014. History and perspectives on the role of ethylene in pineapple flowering. *Acta horticulturae*. pp: 269-283.
- Bartholomew, D. P. y S., G. M. 2018. Inflorescence and fruit development and yield. *In: Sanewski G. M., Bartholomew D. P. y Paull R. E.s (eds.). The pineapple: botany, production and use. CABI. UK.*
- Carr, M. K. V. 2012. The water relations and irrigation requirements of pineapple (*Ananas comosus* var. *comosus*): a review. *Experimental agriculture* 48: 488-501.
- Crisóstomo, L. A., A. E. Johnston y A. Naumov. 2007. Fertilizing for high yield and quality: tropical fruits of Brasil. International Potash Institute.
- Cristancho, A. V. J., M. L. A. Buitrago y P. L. R. Corredor. 1991. Cultivo de piña. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Regional norte de Santander, Bogotá.
- Guimarães-Barboza, H. T., A. M. Goulart Nunes-Mamede, A. Gomes-Soares, O. Freitas-Silva y V. Bezerra-Saldanha. 2018. Pineapple fruit: technical aspects of cultivation, post-harvest and nutrition. *In: Stewart-Bogsan C. y Todorov S. D.s (eds.). Tropical fruits, from cultivation to consumption and health benefits, pineapple. Nova science publisher, inc. New York.*
- Gutiérrez-Oliva, V. F., M. Abud-Archila, A. Flores-Pérez, J. D. Alvarez-Solis y F. A. Gutiérrez-Miceli. 2009. Influencia de los hongos micorrizicos arbusculares sobre el crecimiento de vitro plántulas de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) con diferentes niveles de fósforo. *Gayana Botánica* 66: 1-9.
- Ibarra-Flores, F. A., M. H. Martín-Rivera y F. Ramírez-Moreno. 2004. El subsoleo como práctica de rehabilitación de praderas de zacate buffel en condición regular en la región central de Sonora, México. *Técnica pecuaria en México* 42: 1-16.
- Rebolledo-Martínez, A., A. L. D. Ángel-Pérez, A. E. Becerril-Román y L. Rebolledo-Martínez. 2005. Growth analysis for three pineapple cultivars grown on plastic mulch and bare soil. *Interciencia* 30: 81-94.
- Rebolledo, M. A., Á. D. E. Uriza, d. Á.-P. A. L., M. L. Rebolledo y L. R. Zetina. 2011. La piña y su cultivo en México: Cayena lisa y MD2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Coyoacán, México.
- Reinhardt, D. H. R. C., D. P. Bartholomew, F. V. D. Souza, A. C. P. P. de Carvalho, T. R. P. de Pádua, D. T. Junghans y A. P. de Matos. 2018. Advances in pineapple plant propagation. *Revista brasileira de fruticultura* 40.
- Soler, A., D. H. Reinhardt, A. Pires de Matos y T. R. Pereira de Pádua. 2018. Organic production. *In: Sanewski G. M., Bartholomew D. P. y Paull R. E.s (eds.). The pineapple: botany, production and use. CABI. UK.*
- Sulaiman, S., N. A. Yusuf y A. Awal. 2020. Effect of plant growth regulators on in vitro culture of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) MD2 variety. *Food research* 4: 110-114.
- Umi, H., R. Tricahya, A. Farid, Radi y M. Murtiningrum. 2020. Performance analysis of drip and sprinkler irrigation on pineapple cultivation. *Conference series: earth and environmental science* 451: 012034.
- Uriza-Ávila, D. E., Á. A. Torres, J. Aguilar, C. V. H. Santoyo, L. R. Zetina y M. A. Rebolledo. 2018. La piña mexicana frente al reto de la innovación. *Avances y retos en la gestión de la*

- innovación. Colección trópico húmedo. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, Estado de México.
- Vásquez-Jiménez, J. y D. P. Bartholomew. 2018. Plant nutrition. *In*: Sanewski G. M., Bartholomew D. P. y Paull R. E.s (eds.). The pineapple: botany, production and use. CABI. UK.
- Vásquez-Jiménez, J., G. M. Sanewski, D. H. Reinhardt y D. P. Bartholomew. 2018. Cultural System. *In*: Sanewski G. M., Bartholomew D. P. y Paull R. E.s (eds.). The pineapple: botany, production and use. CABI. UK.

CAPÍTULO VI. PERCEPCIÓN DE LAS INNOVACIONES EN PRODUCTORES DE PIÑA

Resumen

En la Cuenca Baja del Papaloapan se han evaluado diferentes tipos de innovaciones para el cultivo de piña, muchas de estas no han sido adoptadas por los productores, pese a los beneficios económicos y ambientales que conllevan. El objetivo de la presente investigación fue determinar por qué los productores de piña de dicha región no han adoptado todas las innovaciones tecnológicas relacionadas con el cultivo desarrolladas y validadas localmente. Se aplicó un cuestionario a cien productores para evaluar el efecto de las escalas: DSI, expectativa de compatibilidad, hedónica, ambiental, de desempeño, de valor e influencia social, características sociodemográficas y productivas, sobre tres índices de innovación: conocimiento, utilización y utilización ponderado (a cada innovación se le daba un valor de acuerdo a su importancia para incrementar el rendimiento de la producción de piña). Las escalas también se relacionaron con la escala de identificación social según la categoría de innovación basada en Rogers. Se llevó a cabo un análisis factorial confirmatorio para las escalas, así como tres modelos de regresión. Los resultados demuestran que los productores de piña encuestados, se ubican principalmente como mayoría tardía y tradicionales, habiendo una correlación entre la cantidad de innovaciones que conocen y utilizan y su perfil, así como en las escalas evaluadas. El modelo demostró que el mayor valor explicativo lo tienen las características productivas: el número de hectáreas del productor y el rendimiento. Se presentan también las razones por las cuales no adoptan innovaciones, las formas de transmisión del conocimiento existentes y sus propuestas para mejorar su problemática.

Palabras clave: DSI, escalas de innovación, identificación social, perfil de innovación

6.1 Introducción

La innovación es la implementación de un producto, bien o servicio, nuevo o significativamente mejorado, en este caso podría ser un proceso, un método de comercialización o método organizativo (OECD, 2018). Desempeña una labor primordial en el mejoramiento de la productividad del sector agroalimentario (IICA y COLPOS, 2017) y es determinante para incrementar la seguridad alimentaria, el desarrollo sostenible y fomentar el desarrollo rural. En el proceso de innovación agrícola las personas u organizaciones se percatan por primera vez de la existencia de productos, procesos o formas de organización para aumentar la eficacia, competitividad y resiliencia a las perturbaciones, esto requiere un compromiso a largo plazo de los diferentes actores del sector (FAO, 2019). No obstante su importancia, en México existen enormes desventajas para que los pequeños productores, quiénes son los actores principales, puedan desarrollar procesos de innovación (Amaro y Gortari-Rabiela, 2016); y el caso del cultivo de piña no es la excepción.

La participación de producción de piña en México es conocida desde tiempos prehispánicos (Uriza-Ávila *et al.*, 2018), este cultivo ocupó el noveno lugar a nivel mundial en producción en el año 2020 de acuerdo con la (FAO, 2020), la piña es producida en la Cuenca Baja del Papaloapan que es la zona limítrofe entre los estados de Veracruz y Oaxaca, y es donde se obtiene más del 80% de la producción a nivel nacional (SIAP, 2020), y aunque la piña se ha adaptado a una amplia gama de hábitats, principalmente tropicales y subtropicales (Coppens d'Eeckenbrugge y Leal, 2018), los requerimientos agroecológicos influyen en su crecimiento y desarrollo (Uriza-Ávila *et al.*, 2018).

En la Cuenca Baja del Papaloapan se han evaluado diferentes tipos de innovaciones para el cultivo de piña referentes a prácticas técnicas ampliamente validadas en esta región, pese a que existe un

acervo de innovaciones tecnológicas disponibles para este cultivo, la gran mayoría de los productores de piña en la región no las han adoptado, por lo que se podrían clasificar como mayoría tardía en los términos de Rogers (1983) previamente explicado. Derivado de lo anterior, no existe información del factor o factores que responden a los cuestionamientos de: ¿por qué no se han adoptado las innovaciones tecnológicas disponibles?, ¿cuál es su perfil de innovación? y ¿cuáles son las formas de transmisión del conocimiento de las innovaciones para el cultivo de piña? Por lo que se vuelve necesaria la presente investigación. El objetivo de la presente investigación fue determinar por qué los productores de piña de la región de la Cuenca Baja del Papaloapan no han adoptado todas las innovaciones tecnológicas relacionadas con el cultivo desarrolladas y validadas en la región.

6.2 Marco teórico

Categorías de los adoptantes de innovaciones

En lo que respecta al tema de la adopción de innovaciones por parte de productores agropecuarios Rogers (1983), clasifica en cinco categorías a los adoptantes de innovaciones en un sistema social: innovadores, primeros adoptantes, mayoría temprana, mayoría tardía y tradicionales. Los *innovadores* presentan atributos organizativos e impulso para perfeccionar su desempeño (Oser y Roman, 2008) por lo que difieren marcadamente de las otras categorías en el mercado y sus estrategias para expandir la producción y expandir el mercado, también es probable que tengan una influencia importante en los resultados de los precios (Bloch y Metcalfe, 2017). Los *primeros adoptantes* son considerados modelos a seguir y líderes de opinión, ellos desempeñan una labor fundamental en los sistemas sociales para la adopción de innovaciones (Vrain y Wilson, 2020), consideran que los innovadores son las personas adecuadas para consultar previo a implementar

la innovación (Rogers, 1983). La *mayoría temprana* se les considera personas deliberadas pero que rara vez toman una postura de liderazgo, ellas reflejan un vínculo animoso entre las más y menos innovadoras de todo el entorno (Hartzler y Rabun, 2013). La *mayoría tardía* implementa la innovación debido a la necesidad económica y exigencia de las redes de difusión (Rogers, 1983), se les considera escépticas y rara vez toman alguna postura de liderazgo (Hartzler y Rabun, 2013). Las personas tradicionales presentan una tendencia a afiliarse a compañeros que sigan las mismas ideas afín (Hartzler y Rabun, 2013), este grupo se exterioriza con una limitada economía y por ello esta insuficiencia les exige que sean precavidos al momento de invertir (Rogers, 1983).

Escala DSI

La escala de innovación específica de dominio (DSI), es válida para medir la innovación del consumidor, o la tendencia de los consumidores a estar entre los primeros a probar nuevos artículos (Pagani, 2007), la característica de esta escala, refleja la voluntad de cambiar y probar cosas nuevas (Hurt *et al.*, 1977). La DSI tiene dos componentes principales, la actitud y los comportamientos; la primera se ejemplifica por los sentimientos positivos que los consumidores tienen hacia los nuevos productos y los comportamientos manifiestos son resultantes de los sentimientos (Goldsmith y Hofacker, 1991)

Escala de expectativa hedónica

La expectativa hedónica se mide cuando el consumidor espera que a medida que utiliza una innovación, esta hará su vida más interesante, divertida y alegre (Ahn *et al.*, 2016), de acuerdo con Reinhardt y Gurtner (2015), mencionan que este tipo de expectativa se centra en los sentimientos positivos que acompañan las compras de productos nuevos, de manera que el consumidor disfrute, cree un interés y sienta curiosidad por innovar (Hatamifar *et al.*, 2021)

Escala de expectativa de rendimiento

La expectativa de rendimiento es el grado en que el uso de una tecnología proporcionara beneficios a los consumidores (Venkatesh *et al.*, 2012), por su parte Beza *et al.* (2018) consideran que es el grado en que un productor cree que proporcionar información a otro productor, este se beneficiará de ello lo que implica que la intención de un productor se verá forzada si creen que las aplicaciones de tecnologías se traducirán en un mayor rendimiento en sus actividades agrícolas (Molina-Maturano *et al.*, 2021).

Escala de expectativa del precio

El valor del precio es un factor importante, en el que los beneficios de usar tecnología se perciben como mayores al costo monetario que esta represente (Beza *et al.*, 2018), se ha documentado previamente que el valor del precio tiene un impacto positivo en la intención de adoptar una tecnología (Venkatesh *et al.*, 2012).

6.3 Materiales y métodos

Instrumento

En la primera fase de estudio, se realizaron entrevistas semiestructuradas a cuatro expertos en temas de piña de la región, para generar la primera versión del instrumento a utilizar en campo. Derivado de dichas entrevistas, así como de la revisión de literatura, se desarrolló un cuestionario con siete secciones. En la *primera* sección se preguntaron los datos generales del productor, es decir, sus características socioeconómicas; en la *segunda* se examinaron las características productivas del cultivo; en la *tercera* se evaluó la identidad social adaptada de (Bartels y Reinders, 2010), y se les pidió a los encuestados expresar su autopercepción y su identificación con su nivel de innovación (Bergami y Bagozzi, 2001), la identificación fue adaptada con una imagen de un

productor innovador (Figuroa-Rodríguez *et al.*, 2019). Figura 15.

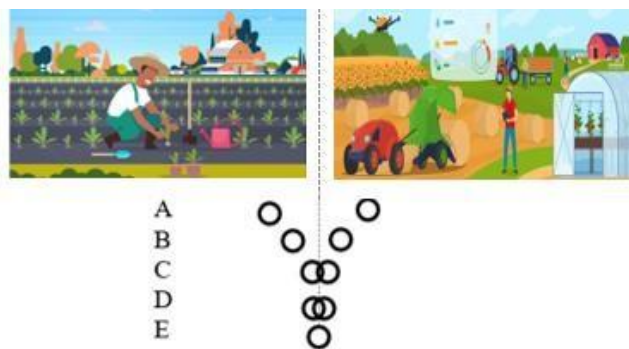


Figura 15. Escala de identificación social

En la sección *cuatro* se evaluó el perfil de innovación con una escala Likert 5 puntos (1= totalmente en desacuerdo, 2= en desacuerdo, 3= ni en desacuerdo ni en acuerdo, 4= de acuerdo, 5= totalmente de acuerdo), adaptada y traducida de Ahn *et al.* (2016) y Beza *et al.* (2018); en la *quinta* sección se evaluó el conocimiento la utilización y las razones por las cuales no se utilizaban las innovaciones tecnológicas evaluadas en la Cuenca Baja del Papaloapan y documentadas por Uriza-Ávila *et al.* (2018), que se presentan en el Cuadro 3; en la *sexta* sección se preguntaron las vías de transmisión del conocimiento al productor; y, en la última sección, se les preguntó sobre las propuestas de mejora que tenían para el cultivo de piña, con el objetivo de categorizar las respuestas de los encuestados se realizó un proceso de codificación el cual tiene la finalidad de categorizar las respuestas que de los productores (Gupta *et al.*, 2018).

Cuadro 3. Innovaciones del cultivo de piña

Innovación	Descripción
Preparación de terreno	
1. Barbecho ⁵	Incorporación de residuos de la cosecha anterior para destruir las plagas que existen en el suelo
2. Encalado dolomítico ⁵	Reduce la acidez y aumenta la eficiencia del uso de los fertilizantes y biofertilizantes
3. Abono verde ⁵	Siembra de un cultivo de ciclo corto
4. Cama de siembra ⁷	Permite a las plantas mantenerlas resguardadas del exceso de humedad y que las escorrentías de las lluvias se encaucen de forma cuidadosa
5. Composta ⁵	Mejoradores de ⁷⁷ suelo
6. Fertilizante (mejoradores de suelo) ⁸	Nutrientes

- | | |
|--|--|
| 7. Nematicidas químico ⁵ | Plaguicidas |
| 8. Acolchado Plástico Total (negro, calibre 150) ¹⁰ | Reduce en un 40 a 50% los impactos ambientales, mantiene humedad en el suelo, controla la erosión y reduce las malas hierbas |

Aspersor de alto volumen

- | | |
|---|---|
| 9. Aspersores de alto volumen (2500 l) ⁸ | Aplicación uniforme y segura de insumos |
|---|---|

Sistemas de riego

- | | |
|----------------------------------|---|
| 10. Aspersión ⁸ | Permite prolongar la época de siembra y ayuda a las plantaciones a no reducir drásticamente su desarrollo y crecimiento en la época de escasa humedad |
| 11. Micro aspersión ⁸ | |
| 12. Riego por goteo ⁷ | |

Material vegetativo

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 13. Separación por peso de hijuelo ¹ | Satisfacer las demandas del mercado |
| 14. Separación de hijuelo por tipo ¹ | La MD2 es más susceptible a pudrición |

Uso de densidades

- | | |
|---|---|
| 15. Densidad de siembra adecuada, según genotipo ⁷ | Permiten una mayor productividad por unidad de superficie |
| 16. Densidad de siembra adecuada ⁷ | |

Necesidades nutrimentales del cultivo

- | | |
|--|-----------------------------------|
| 17. Hongos Micorrízicos Arbusculares ("micorrizas") ⁵ | Genera crecimiento en las plantas |
| 18. Micorriza (Rizofermic®-UV) ⁵ | Biofertilizante aprobado en piña |
| 19. Enraizador (Rooting) ⁵ | Enraizador |

Manejo de organismos dañinos

- | | |
|--|---|
| 20. Oxamil (para el combate de plagas, enfermedades y maleza) ⁵ | Manejo y control de nemátodos fitopatógenos en piña (autorizado en México y E.U.A.) |
| 21. Pesticidas ⁵ | |

Control de la floración y madurez del fruto de piña

- | | |
|---|---|
| 22. Programas de nutrición (nitrógeno/carbono/potasio) ⁸ | Permite extender la efectividad y eficiencia de los insumos aplicados |
| 23. Tratamiento de inducción floral (carburo de calcio, Etephon o etileno-gas) ¹ | Reduce el ciclo del cultivo y programa la producción de acuerdo con las necesidades del mercado y del productor |
| 24. Piñone CPA ⁵ | Reduce incidencia de las floraciones prematuras invernales hasta en un 60-80 % |
| 25. Malla sombra ⁵ | Reduce los daños físicos y fisiológicos que la radiación solar provoca en el cultivo y aumenta la vida de anaquel |
| 26. Desverdizado ¹ | Pérdida de pigmentación verde (clorofila) |
| 27. Calibración de equipo ¹ | Eficiencia en las aplicaciones |

Híbrido

- | | |
|-------------|---|
| Híbrido MD2 | Híbrido mejorado con respecto a Cayena Lisa |
|-------------|---|

Fuente:Elaboración propia basada en Uriza *et al.*,2018.

Nota: superíndice indica el valor ponderado, para el índice de utilización de innovaciones ponderado.

Participantes

En una segunda fase se entrevistaron a seis productores para pilotear la primera versión del cuestionario. Una vez validado, se procedió a aplicarlo en campo. El estudio se realizó con productores de piña en la Cuenca Baja del Papaloapan, ubicada en los estados de Oaxaca y Veracruz; donde las condiciones agroclimáticas de la región son adecuadas para el desarrollo de este cultivo.

En la tercera fase, se aplicó un cuestionario a 100 productores de piña que fueron seleccionados utilizando el muestreo no probabilístico bajo la técnica de bola de nieve con ayuda de informantes clave. Las entrevistas se realizaron en las comunidades de los municipios de Loma Bonita (Loma Bonita, Arroyo Metate, San Benito Encinal, Veinte de Noviembre) y Tuxtepec (Benemérito Juárez), para el caso del estado de Oaxaca; y para el estado de Veracruz, los municipios de José Azueta (Linda Vista, Dobladero), y Chacaltianguis (Las Sabanetas).

Elaboración de constructos para el perfil de innovación

Para la construcción del perfil de innovación (Cuadro 4) se utilizó la escala DSI (Domain Specific Innovativeness) adaptada por Pagani (2007) y el Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM) adaptado por (Ahn *et al.*, 2016) y (Beza *et al.*, 2018). Se hizo un Análisis Factorial Exploratorio, para establecer los ítems que se incluirían en el Análisis Factorial Confirmatorio.

Cuadro 4. Perfil de innovación de los encuestados

Autor	Constructo/ Índice	Ítem	Alfa de Cronbach	KMO	Coefficientes
Pagani, 2007	DSI	1.1. En general, soy de los primeros productores que hacen prácticas nuevas cuando me las recomiendan.**	.561	.563	-
		1.2. Si escucho que hay una práctica nueva para la piña, estaría muy interesado(a) en invertir dinero en hacerla.			.680
		1.3. Comparado con otros productores yo he realizado muchas de las prácticas nuevas que me recomiendan.			.536
		1.4. En general, soy de los últimos productores que conocen de prácticas novedosas en piña.			-
		1.5. No invertiría en una práctica nueva para mi piña si no viera primero cómo funciona.*			.666
		1.6. Me gusta ser el primero en invertir en prácticas nuevas antes que otros productores.			.745
Ahn, 2016	Compatible ness Expectancy	1.7. Haría una práctica nueva en piña si fuera acorde con las prácticas que actualmente realizo.**	NC		
		1.8. Si tuviera quien me asesorara en cómo hacer una nueva práctica para mi piña la haría.**			
Ahn, 2016; Beza, 2018	Hedonic Expectancy	1.9. Hacer nuevas prácticas para mi piña es divertido.	.911	.500	.959
		1.10. Implementar nuevas prácticas para la piña hace mi vida más interesante.			.959
Ahn, 2016	Environme ntalism	1.11. Es importante para mí que las nuevas prácticas que utilizo en mi cultivo no dañen el medio ambiente.**	NC		
		1.12. Estoy dispuesto a realizar prácticas en la piña que sean más amistosas con el ambiente.**			
Ahn, 2016; Beza, 2018	Performanc e Expectancy	1.13. Creo que las nuevas prácticas son útiles para la producción de piña.	.605	.593	.784
		1.14. Las prácticas nuevas me permiten incrementar los rendimientos de piña.			.837
		1.15. Las nuevas prácticas me permiten cultivar la piña más rápido.			.639
Beza, 2018	Price Value	1.16. La inversión de dinero para nuevas prácticas para la piña es baja.	.639	.592	.642
		1.17. Es rentable invertir dinero para nuevas prácticas de piña.***			-
		1.18. El dinero invertido para nuevas prácticas de piña se recupera pronto.			.849
		1.19. Las nuevas prácticas me permiten reducir mis costos de producción de piña.			.794
Beza, 2018	Social influence	2.1. Buscar nuevas tecnologías para producir piña**	.642	.606	-
		2.2. Probar nuevas tecnologías para producir piña.			.761
		2.3. Usar nuevas tecnologías para producir piña.			.853
		2.4. Invertir en nuevas tecnologías para producir piña.			.709
		2.5. Estar cambiando a cada rato lo que hago en la parcela.			-

2.6. Presumir con otros productores que hago cosas nuevas.***		-
2.7. Enseñar a los demás productores como hacer cosas nuevas.**	NC	-
2.8. Platicar con otros productores sobre cómo mejorar el cultivo de la piña.**		-

* Invertido

** Más del 70% eligió una misma opción, por lo que este ítem fue eliminado

***Se eliminó del constructo por que el coeficiente fue menor a .40

NC No calculado

Se utilizó un análisis factorial confirmatorio para la creación del perfil de innovación. Cuando la distribución de las respuestas fue mayor al 80% en el ítem, este se eliminó del análisis, por lo que, de 27 ítems, sólo pudieron utilizarse 12 (Figura 16). Con ello se obtuvieron cuatro constructos: DSI, innovación hedónica, innovación por rendimiento e innovación por precio.

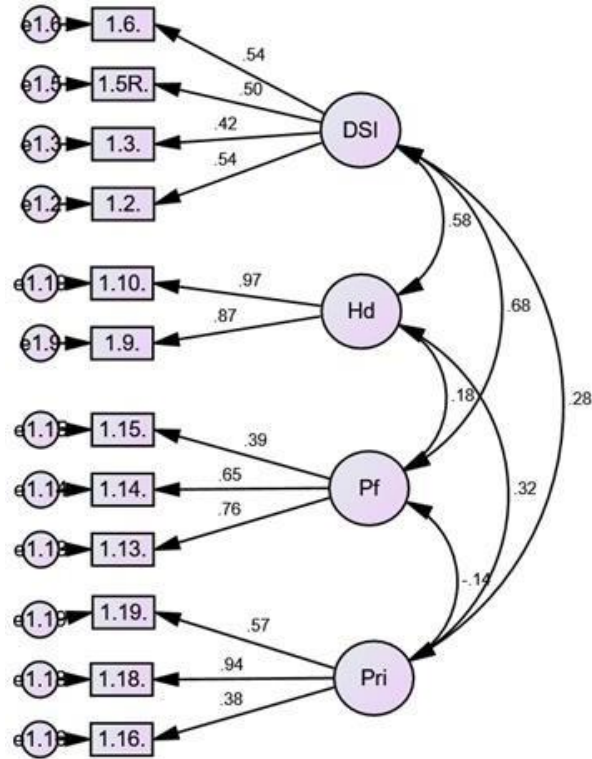


Figura 16. Modelo estructural.

El primer constructo DSI está conformado por cuatro ítems (1.6, 1.5R, 1.3 y 1.2) , que valida y mide la innovación del consumidor; el segundo constructo es el hedónico donde la innovación se acepta por ser considerada divertida por los usuarios formado por dos ítems (1.10 y 1.9); los ítems 1.15, 1.14, y 1.13 forman el constructo de rendimiento, donde el consumidor evalúa el beneficio del uso de esta innovación; y, el precio lo conforman los ítems 1.19, 1.18 y 1.16, que es un componente aceptado por los usuarios cuando se percibe su beneficio económico.

Se determinó el mejor ajuste utilizando los índices estandarizados como lo es el índice de ajuste comparativo (CFI), índice de bondad del ajuste global (GFI), chi cuadrado normalizado por los grados de libertad (CMIN/df) y la raíz de la media del error cuadrado de aproximación (RMSEA). Los valores CFI y GFI $\geq .90$, RMSEA $\leq .05$ (Hu y Bentler, 1999), y CMIN/DF <3 indican un

ajuste aceptable entre el modelo hipotético y los datos de la muestra. Por lo que los resultados encontrados en el modelo presentaron un buen ajuste empírico (GFI = 0.931; CFI = 0.991; RMSEA = 0.022 y CMIN/DF = 1.050).

Construcción del índice innovación

Se crearon los siguientes tres índices: índice de conocimiento de innovaciones, índice de utilización de innovaciones e índice de utilización de innovaciones ponderado. El primero se calculó de la siguiente manera:

$$\text{índice de conocimiento de innovaciones} = \sum \text{conoce } i_1 + \dots + \text{conoce } i_{28}$$

Donde \sum es el nivel de conocimiento de innovaciones del individuo, e i , son las innovaciones disponibles en la región y listadas en el Cuadro 3 que conoce el productor ($i=1, \dots, 28$).

$$\text{índice de utilización de innovaciones} = \sum \text{utiliza } i_1 + \dots + \text{utiliza } i_{28}$$

Donde \sum es el nivel de utilización de innovaciones del individuo, e i , son las innovaciones disponibles en la región y listadas en el Cuadro 3 que utiliza el productor ($i=1, \dots, 28$).

$$\begin{aligned} \text{Índice de utilización de innovaciones ponderado} = & \sum 5 * \text{utiliza } i_1 + 5 * \text{utiliza } i_2 + 5 * \text{utiliza } i_3 + \\ & 7 * \text{utiliza } i_4 + 5 * \text{utiliza } i_5 + 8 * \text{utiliza } i_6 + 5 * \text{utiliza } i_7 + 10 * \text{utiliza } i_8 + 8 * \text{utiliza } i_9 + 8 * \text{utiliza } i_{10} + \\ & 8 * \text{utiliza } i_{11} + 7 * \text{utiliza } i_{12} + 1 * \text{utiliza } i_{13} + 1 * \text{utiliza } i_{14} + 7 * \text{utiliza } i_{15} + 7 * \text{utiliza } i_{16} + 5 * \text{utiliza } i_{17} \\ & + 5 * \text{utiliza } i_{18} + 5 * \text{utiliza } i_{19} + 5 * \text{utiliza } i_{20} + 5 * \text{utiliza } i_{21} + 8 * \text{utiliza } i_{22} + 1 * \text{utiliza } i_{23} + 5 * \text{utiliza } \\ & i_{24} + 5 * \text{utiliza } i_{25} + 1 * \text{utiliza } i_{26} + 1 * \text{utiliza } i_{27} + 1 * \text{utiliza } i_{28} \end{aligned}$$

Donde \sum es índice de utilización de innovaciones ponderado, e i , son las innovaciones disponibles en la región ($i=1, \dots, 28$). Las innovaciones que fueron ponderadas según se indica en el Cuadro 3 y asignadas conforme indicó el productor que las utilizaba.

Análisis del discurso

Para comprender mejor las respuestas de los productores al cuestionamiento sobre sus necesidades para producir mejor, se realizó un proceso de codificación emergente, con la finalidad de crear el menor número posible de categorías (Gupta *et al.*, 2018).

El proceso de codificación se presenta en el Cuadro 5 y se realizó para facilitar la captura de temas clave en los datos brutos.

Cuadro 5. Proceso de codificación en el análisis inductivo (adaptado de Gupta *et al.* (2018))

Revisión de todos los datos	Identificar segmentos específicos de información	Etiquetar los segmentos de información para crear categorías	Reducir la superposición y la redundancia entre las categorías	Crear un modelo que incorpore la mayoría de las categorías de importación
Revisión de todas las respuestas abiertas de los encuestados	Segmentos del texto	55 categorías	18 categorías	11 categorías

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

Análisis estadístico

La información se analizó con el paquete SPSS STATISTICS® v. 20. El análisis factorial confirmatorio se hizo con AMOS v 24.0. Para establecer diferencias entre grupos se llevó a cabo un análisis de varianza ($p < .05$), así como una prueba post hoc de Tukey ($p < .05$). Se realizaron tres modelos de regresión lineal para explicar el nivel de los índices de innovación de los encuestados.

6.4 Resultados y discusión

Perfil general de los encuestados

El perfil general de los encuestados (Cuadro 6) se compone principalmente por varones (99%), con un rango de edad de 51 a 60 años. Los años cursados en la escuela oscilan entre 2-6, lo que indica que la mayoría cursó la primaria; mientras que el 31% tiene entre 1-10 años como productor de este cultivo.

Cuadro 6. Características generales de los encuestados

Variable	Frecuencia	
Género	Femenino	1
	Masculino	99
Edad	20-30	11
	31-40	19
	41-50	20
	51-60	28
	61-73	22
Nivel de escolaridad	Sin estudios	1
	Primaria	47
	Secundaria	24
	Bachillerato	12
	Licenciatura	15
Años como productor de piña	1 a 10	31
	11 a 20	25
	21 a 30	28
	31 a 40	13
	41 a 50	3

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

Características productivas del cultivo

Más del 50% de los productores mencionó que la tierra cultivada es de su propiedad, esto es entre una a tres ha, mientras que solo uno mencionó cultivar más de 21 ha propias; por otra parte, la variedad que destacó en producción fue la Cayena Lisa (Cuadro 7), mientras que la Champaka solo un productor mencionó cultivarla.

Cuadro 7. Hectáreas de piña por variedad que cosechó en el último ciclo productivo

Ha cosechada	Cayena	MD2	Chamapaka
0	23	36	99
1 a 3	62	51	1
3.5 a 7	9	9	0
7.5 a 11	3	1	0
11. 5 a 15	2	1	0
16 a 20	0	1	0
21 a 30	0	1	0
31 a 85	1	0	0
Total	100	100	100

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

El rendimiento promedio de la producción oscila entre 56 a 65 ton/ha, y de acuerdo con más del 50% de los productores la Cayena Lisa tiene mayores rendimientos, con respecto a la variedad MD2 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Rendimiento por hectárea de piña según variedad que cosechó en el último ciclo productivo

Rendimiento (ton/ha)	Cayena	MD2	Chamapaka	Promedio
0	23	36	99	2
40 a 45	2	1		2
46 a 55	10	11		17
56 a 65	54	39	1	65
66 a 75	8	12		13
76 a 85	3	1		1

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

La producción es mayormente vendida a los acopiadores locales y las empacadoras, aunque esta última en menor proporción, los precios de venta para el periodo 2019/2020 fueron en promedio

mayores para el acopiador local, mientras que en 2020/2021, la empacadora tuvo un promedio de pago ligeramente mayor (Cuadro 9).

Cuadro 9. Precio de venta de la piña según destino de la cosecha ciclos 2019/2020 y 2020/2021 (pesos/ton)

Indicador	Acopiador local		Empacadora	
	2019/2020	2020/2021	2019/2020	2020/2021
Media	2,514.80	2,517.90	1,835.50	1,890.00
Desviación estándar	1,946.31	1,934.11	1,947.19	2,022.66
Mínima	-	-	-	-
Máxima	8,000.00	7,000.00	5,700.00	7,000.00

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

La mayoría de los productores (96) mencionan que no pertenecen a ninguna sociedad, sólo tres mencionaron pertenecer a las siguientes organizaciones: Reactivador Piñero, Sociedad Cooperativa de Productores de Piña Loma Bonita y Unión Estatal de Productores de Piña.

Escala de identificación social según la categoría de innovación

La identificación social busca la autovaloración en un grupo o individuos en el que se incluye un conjunto de necesidades y motivos (Núñez-Pérez y Peguero-Morejón, 2009), los cuales están vinculados con el aprendizaje autónomo y construido a lo largo de la vida (Díaz-Flores *et al.*, 2013). En la Figura 17 se presenta la distribución de las respuestas de la autovaloración que dieron los productores con respecto a cómo se autoperciben.

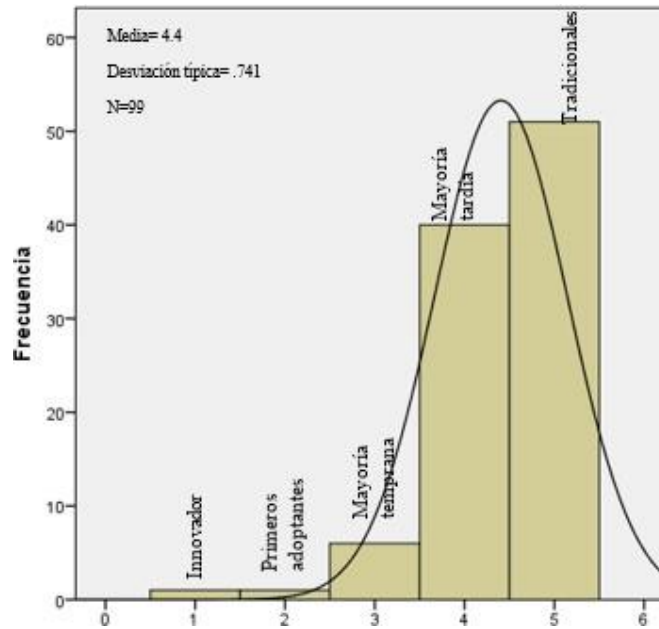


Figura 17. Distribución de los resultados de la escala de identificación social.

La distribución gráfica de las categorías descritas por Rogers (1983), tienen una distribución de Gauss; sin embargo, los resultados de la investigación se distribuyeron de manera distinta entre los participantes y no presentan la continuidad establecida teóricamente lo que coincide con Farkas *et al.* (2009).

Perfil de innovación y escala de identificación social según la categoría de innovación

En el caso de los productores de piña con un perfil innovador tienden a relacionarse más con la escala DSI debido a que son afines a caracterizarse con una actitud hacia el cambio, de acuerdo con Steenkamp *et al.* (1999) los innovadores se predisponen a comprar productos diferentes, en lugar de quedarse con patrones de consumo anterior, mientras que para los tradicionales su punto de referencia es el pasado (Pérez-Pulido y Terrón-Torrado, 2004), ya que los resultados observables tardarían muchos años en aparecer (Hanley *et al.*, 2019). Como puede observarse en

la Figura 18 existen diferencias entre los grupos de mayoría temprana (13.14 ± 1.95), mayoría tardía (13.20 ± 1.65) y tradicionales (12.00 ± 2.09), siendo estas significativas ($F=4.752$, $p=.011$, $gl=97$).

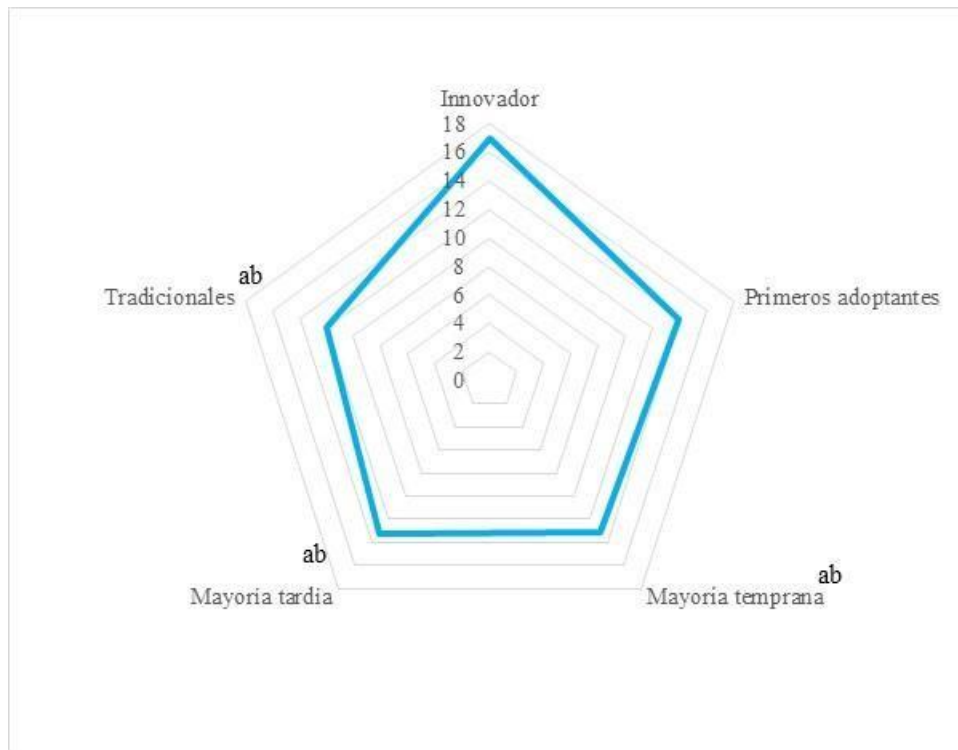


Figura 18. Escala de innovación por DSI Escala de identificación social según su categoría de innovación.

ab Medias con diferentes letras son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

En el caso de los productores de piña, se encontró que la escala hedónica es mayor para los innovadores (Figura 19) mientras que las diferencias entre los grupos mayoría temprana (7.67 ± 0.82), mayoría tardía (7.45 ± 1.38) y rezagados (6.16 ± 1.92), resultaron significativas ($F=7.62$, $p=.001$, $gl=96$). Los resultados reflejan que los innovadores disfrutan más cuando realizan cambios en la forma de cultivar, en contraste con los productores tradicionales que se muestran más alejados de la expectativa hedónica, dado que tienden a sospechar de las innovaciones y del cambio (Huedo-Martínez *et al.*, 2018).

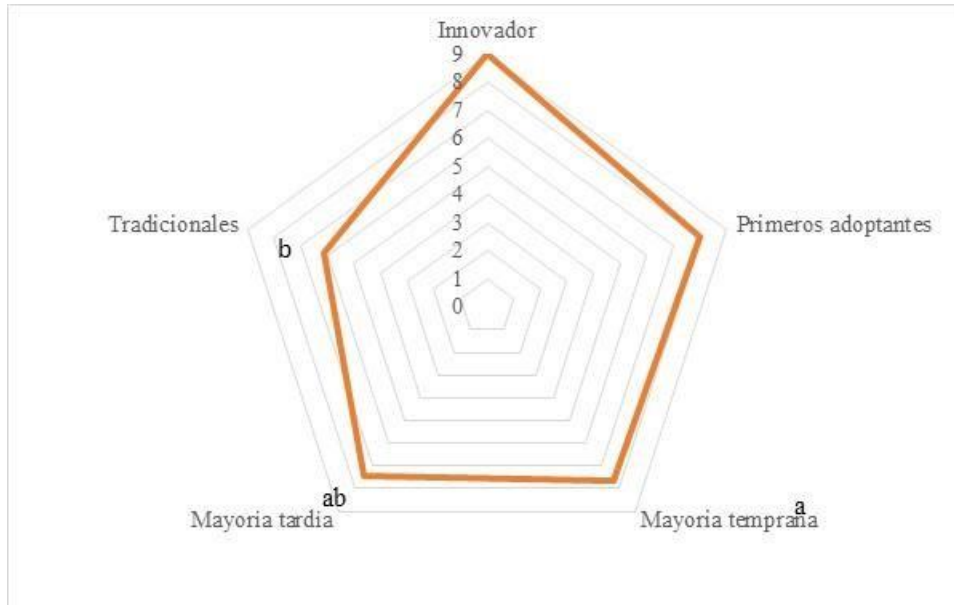


Figura 19. Escala de innovación hedónica.
 ab Medias con diferentes letras son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

Los resultados muestran que los productores que se encuentran en la categoría de innovadores y primeros adoptantes tienen una mayor relación de adopción guiados por el rendimiento, por lo que consideran que el utilizar las innovaciones les generará un mayor rendimiento, dado que son capaces de comprender y aplicar conocimientos tecnológicos complejos y hacer frente al alto grado de incertidumbre (Huedo-Martínez *et al.*, 2018). Las diferencias entre los grupos mayoría temprana (11.14 ± 1.46), mayoría tardía (10.38 ± 1.97) y rezagados (9.49 ± 1.67), fueron significativas ($F=4.350$, $p=.016$, $gl=97$), por lo que es posible observar que a menor nivel de innovación es menor la capacidad de tomar una decisión basada en el rendimiento de la tecnología (Figura 20).

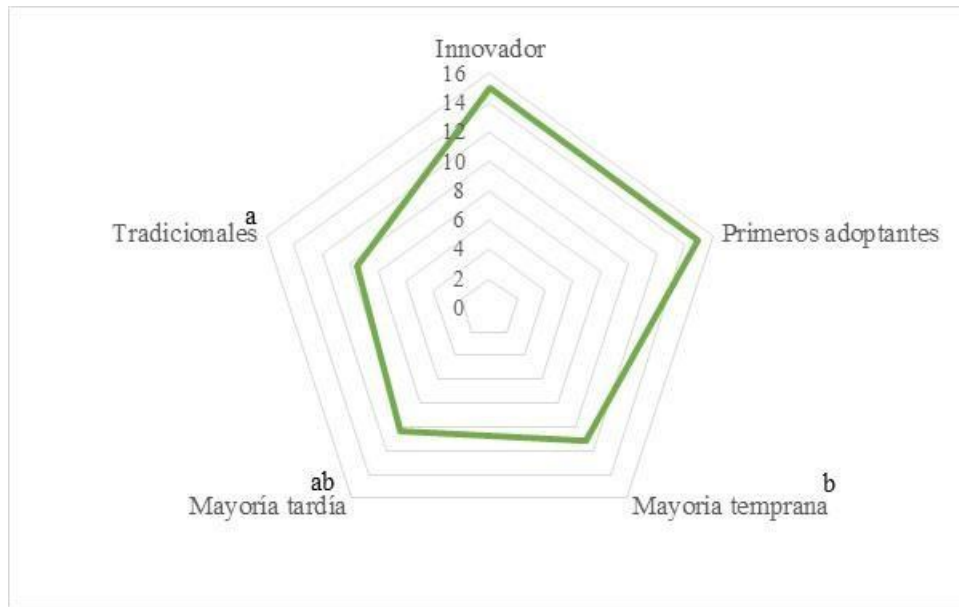


Figura 20. Escala de innovación por rendimiento.
 ab Medias con diferentes letras son significativamente diferentes ($p < 0.05$)

Para los productores de piña que se perciben como mayoría tardía y primeros adoptantes, el nivel de la escala de innovación es la mayor, por lo que el precio es uno de los elementos más importantes para ellos, ya que establece una relación directa con la decisión del productor (Slekiene y Mosler, 2018). Pese a que es posible observar ciertas diferencias entre los grupos mayoría temprana (8.50 ± 2.07), mayoría tardía (7.10 ± 2.13) y rezagados (6.80 ± 2.20), estas no fueron significativas ($F=1.680$, $p=.192$, $gl=96$). Por lo que los productores de las diferentes categorías le dan un valor similar a la importancia que tiene el precio (Figura 21).

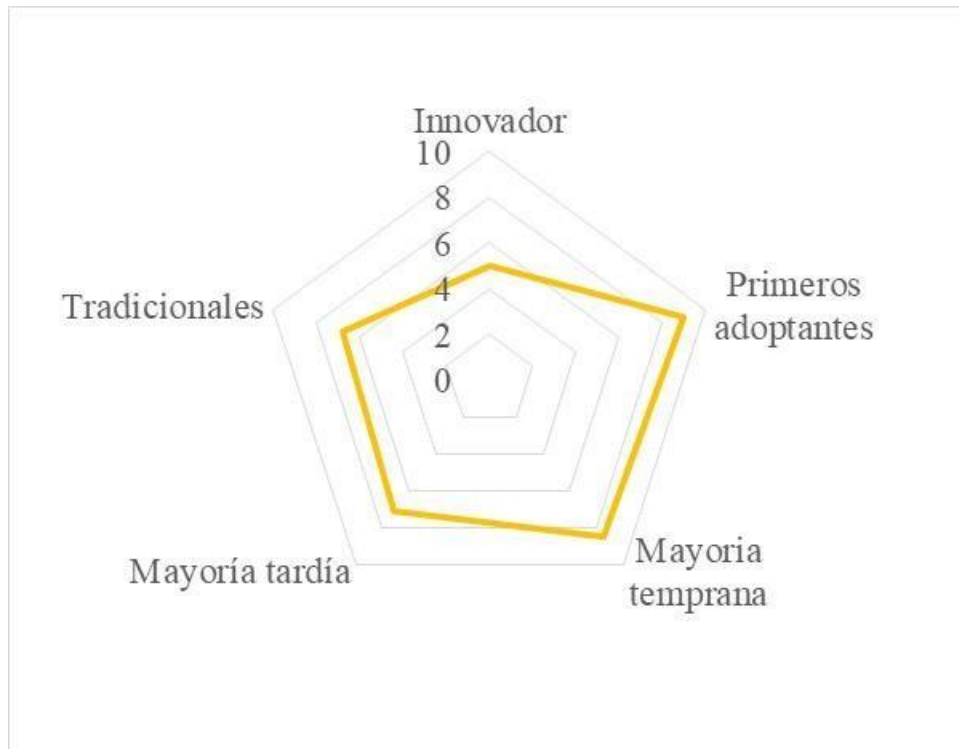


Figura 21. Escala de innovación por precio.

Índices de conocimiento, utilización y utilización ponderada de innovaciones tecnológicas evaluadas en la Cuenca Baja del Papaloapan

Para calcular el *índice de conocimiento de innovaciones*, se les preguntó a los encuestados si conocían o no las innovaciones tecnológicas evaluadas en la región de la Cuenca Baja del Papaloapan (Cuadro 3) de acuerdo con los resultados que se presentan en la Figura 22, para los rezagados el índice de conocimiento de innovaciones (19.16 ± 3.28) es significativamente menor con respecto a la mayoría temprana (23.17 ± 2.48), ($F= 10.261$, g.l. 97, $p= 0.000$). Según la literatura esto se debe a que su percepción es de escepticismo con respecto a ellas (Mulyono *et al.*, 2021), por lo que las limitaciones de infraestructura, disponibilidad de recursos (incluido los

conocimientos), limitantes sociales y económicas vulneran la adopción de innovaciones para el cultivo (Caicedo Aldaz *et al.*, 2020)

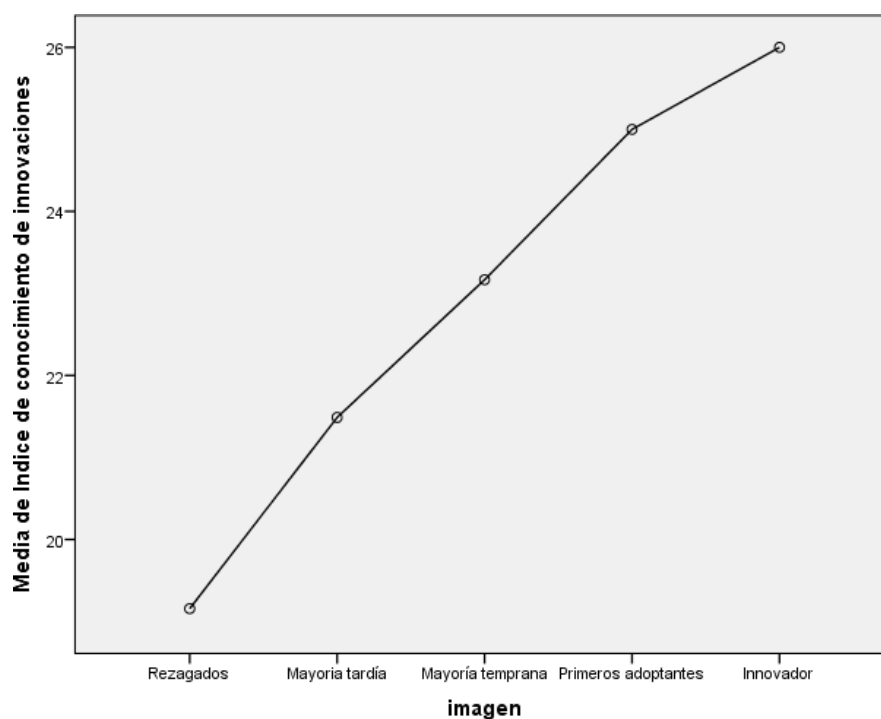


Figura 22. Índice de conocimiento de innovaciones según la autoimagen del productor

Para el *índice de utilización de innovaciones*, los productores encuestados que se categorizan como tradicionales (13.27 ± 2.18) utilizan una menor cantidad de innovaciones tecnológicas con respecto a la mayoría tardía (15.93 ± 1.69) y la mayoría temprana (19.00 ± 1.41), ($F= 36.143$, g.l. 97, $p= 0.000$) (Figura 23).

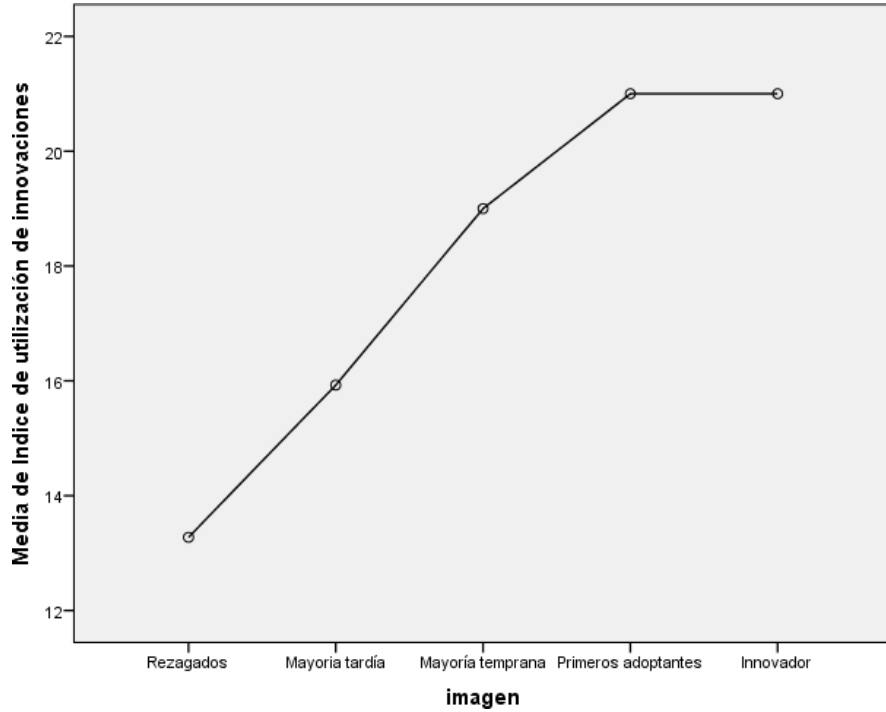


Figura 23. Índice de utilización de innovaciones según la autoimagen del productor.

En lo que respecta al *índice de utilización de innovaciones ponderado*, que da un valor específico a cada innovación, se observó que los productores encuestados que entran en la categoría de rezagados (Figura 24) utilizan una menor cantidad de innovaciones tecnológicas (24.94 ± 10.211), con respecto a la mayoría tardía (39.00 ± 7.93) y a la mayoría temprana (58.50 ± 7.82), ($F= 34.5425$, g.l. 99, $p= 0.000$),

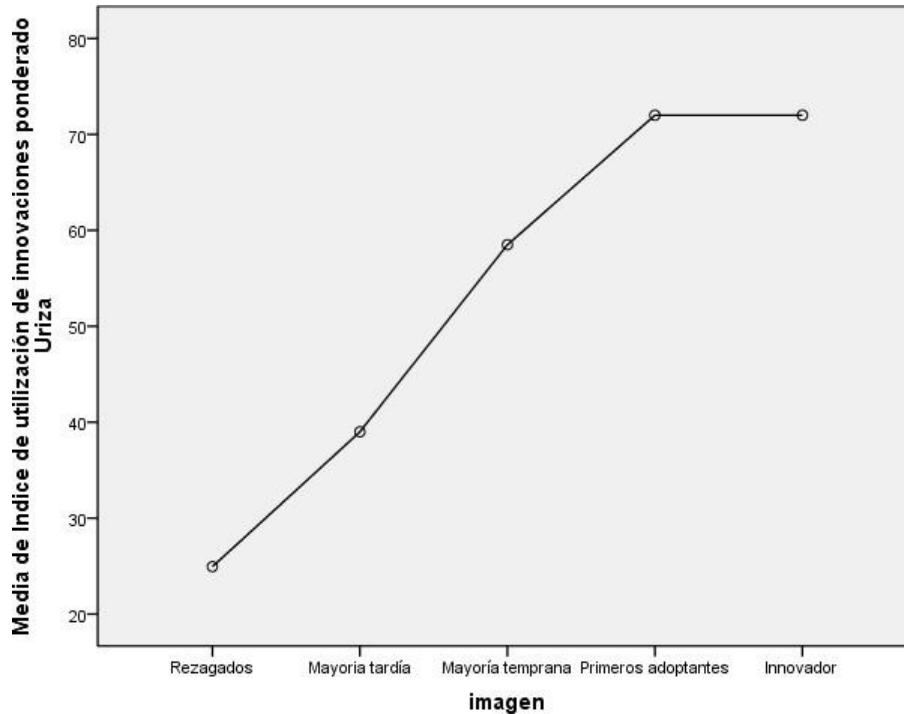


Figura 24. Índice de innovaciones ponderado.

Determinantes de los índices de conocimiento, utilización y utilización ponderada de las innovaciones tecnológicas evaluadas

Se crearon tres modelos de regresión lineal múltiple con método *Enter*, para establecer la influencia de las variables sociodemográficas, productivas y psicométricas sobre los índices de conocimiento (Modelo I), utilización (Modelo II) y utilización ponderada de las innovaciones tecnológicas evaluadas (Modelo III), (Figura 25). El valor de R^2 fue de .19 para el Modelo I, .17 para el Modelo II y .21 para el Modelo III, lo que indica que el 19%, 17% y 21% del cambio en los índices de innovación correspondientes puede ser explicado por los modelos con las variables sociodemográficas, productivas y psicométricas. El Modelo III que corresponde índice de utilización de innovaciones ponderado es el que tiene mayor nivel de explicación por las variables

seleccionadas, aunque sigue siendo un nivel bajo, debido a que muchas de las variables dependientes que se introdujeron al modelo no fueron significativas.

Figura 25. Determinantes de los índices de conocimiento, utilización y utilización ponderada de las innovaciones tecnológicas evaluadas por los productores de piña (n=100)

Variables independientes	Variables dependientes (Coeficientes estandarizados)		
	Modelo I <i>índice de conocimiento de innovaciones</i>	Modelo II <i>índice de utilización de innovaciones</i>	Modelo III <i>índice de utilización de innovaciones ponderado</i>
Constante	10.516	3.557 ^{ns}	-26.182 ⁺
Sociodemográficas			
-Edad	0.087 ^{ns}	0.264 ⁺	0.244 ⁺
-Años de escolaridad	0.178 ^{ns}	0.284 ^{***}	0.283 [*]
-Porcentaje de su vida como productor	0.192 ^{ns}	0.026 ^{ns}	0.064 ^{ns}
Productivas			
-Hectáreas cultivadas	0.133 ^{ns}	0.265 ^{***}	0.292 ^{**}
-Rendimiento por hectárea	0.319 ^{**}	0.222 ^{***}	0.109 ^{ns}
Psicométricas			
-Escala de innovación hedónica	-0.065 ^{ns}	0.095 ^{ns}	0.189 ⁺
-Escala de innovación por rendimiento	0.192 ⁺	0.022 ^{ns}	0.078 ^{ns}
-Escala de innovación por precio	-0.036 ^{ns}	0.071 ^{ns}	0.089 ^{ns}
-Escala de innovación por DSI	0.035 ^{ns}	0.134 ^{ns}	0.106 ^{ns}
R	0.476	0.497	0.531
R ² ajustada	0.191	0.170	0.209

*** p<0.001, ** p<0.01, *p<0.05, +p<0.10

De las características sociodemográficas, la edad y los años de escolaridad fueron estadísticamente significativas para los Modelos II y III, mientras que porcentaje de la vida como productor no mostró una correlación estadísticamente significativa. Dentro de las características productivas se utilizaron como variables independientes las hectáreas cultivadas y el rendimiento por hectárea, estas fueron significativas para el Modelo II, que es donde tienen mayor poder explicativo, mientras que la primera explicó el índice de conocimiento de innovaciones (Modelo I), pero no el índice de utilización de innovaciones ponderado (Modelo III).

De las características psicométrica, los resultados muestran que la escala de innovación hedónica influye estadísticamente el índice de utilización de innovaciones ponderado (Modelo III), mientras que en el Modelo I y II no fue significativa. La escala de innovación por rendimiento resultó significativa únicamente para el índice de conocimiento de innovaciones para el Modelo I, mientras que el Modelo II y III no están correlacionadas. La escala de innovación por precio y la escala de innovación por DSI no fueron estadísticamente significativas.

Martner-Peyrelongue (2006), menciona que los productores de la región de la Cuenca Baja del Papaloapan se han apoyado en las técnicas desarrolladas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), lo cual les ha permitido generar una dinámica productiva. Sin embargo, esto difiere con los resultados obtenidos en esta investigación, donde a pesar del acervo de investigaciones multi disciplinarias que se han desarrollado estas no han sido adoptadas, puesto que la adopción es una decisión individual, y por tanto se ve afectada por factores de conocimiento, disponibilidad de recursos económicos y físicos y habilidades de destreza (Galindo-González, 1996). Es el caso de los productores tradicionales de piña de la región de la Cuenca Baja del Papaloapan, donde el conocimiento de las innovaciones es determinante para la adopción de innovaciones tecnológicas (Meijer *et al.*, 2015).

Razones por las que no utilizan las innovaciones tecnológicas evaluadas en la Cuenca Baja del Papaloapan

Para evaluar las razones por las que no se han adoptado las innovaciones tecnológicas de la región, se les dieron seis opciones a elegir que se muestran en el Cuadro 10, las cuales fueron: falta de dinero, si conocía su beneficio, falta de asistencia técnica, si es difícil encontrar la tecnología, si es rentable adoptarla y si es útil.

Cuadro 10. Razones por las que no utilizaron los encuestados las innovaciones tecnológicas evaluadas en la Cuenca Baja del Papaloapan.

Innovación	Dinero	Beneficio	Asistencia	Conseguirla	Rentable	Útil
Barbecho⁵	3	1	2	0	5	1
Encalado⁵	13	29	31	1	28	23
Abono verde⁵	8	69	39	5	6	10
Cama⁷	13	26	30	2	9	8
Composta⁷	23	38	28	13	13	9
Fertilizante⁸						
Nematicidas⁵						
Acolchado¹⁰	95	2	6	0	4	2
Aspersores⁸	36	3	4	0	4	1
Aspersión⁸	74	3	5	0	4	21
Micro aspersión⁸	78	3	8	0	4	26
Goteo⁷	69	4	11	0	5	26
Separación de hijuelo por tipo^{*1}						
Peso de hijuelo¹	1	2	7	28	68	10
Densidad genotipo⁷	0	18	17	0	3	1
Densidad⁷	1	7	12	0	0	
Micorrizas⁵	1	83	52	2	3	1
Rizofermic®-UV⁵	1	88	50	1	3	1
Enraizador^{*5}						
Pesticidas^{*5}						
Oxamil⁵	72	25		0	0	0
Piñone CPA⁵	4	18	12	0	0	0
Programas de nutrición^{*8}						
Tratamiento de inducción floral^{*1}						
Malla sombra⁵	55	2	1	0	1	3
Desverdizado¹	0	1	1	0	2	12
Calibración¹	0	6	6	2	1	0

* No se consideraron las siguientes innovaciones en esta sección debido a que más del 99% de los productores las utilizan.

La falta de dinero y el desconocimiento del beneficio de la innovación fueron las razones más relevantes para que los productores no adoptaran ciertas innovaciones tecnológicas con respecto a las otras razones como se muestra en la Figura 26. La figura permite observar que no existe una razón única por la que una innovación no se adopta, no se puede decir que se atribuya únicamente

a cuestiones de poder adquisitivo o de utilidad, sino que la razones están correlacionadas directamente a la innovación *per se*. Es decir, que, en algunos casos debido al elevado costo de la innovación, la razón será la falta de dinero, por ejemplo, en el caso del acolchado o la malla sombra; o el uso de productos como las micorrizas, que no son una inversión fuerte, la razón por la que no se usa es porque se desconoce su beneficio. Es posible observar, que hay innovaciones que no se adoptan debido a multi-factores, es decir, a una combinación de razones y no a una en particular.

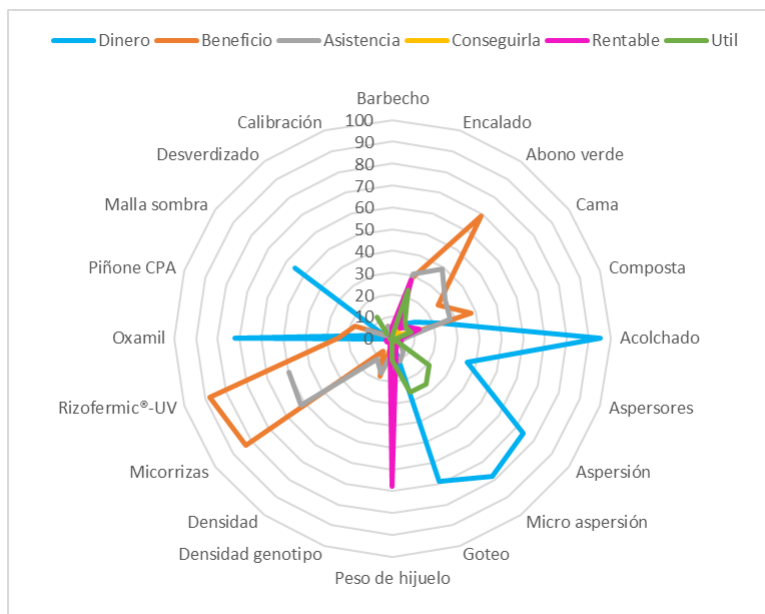


Figura 26. Razones por las que no adoptaron las innovaciones.
Fuente. Elaboración propia con datos de campo.

Dinero

Como se mencionó anteriormente el dinero fue una de las opciones por las que no adoptan las innovaciones, este se encuentra vinculado con los altos precios que tienen algunas de las innovaciones como son el: acolchado, los sistemas de riego (aspersión, micro aspersión y goteo), el Oxamil y la malla sombra, de acuerdo con los productores de la región esta es la razón principal para no adoptarla, dado que los precios de acolchado y malla sombra se ubican en más de

\$100,000.00/hectárea cada uno. Mientras que los sistemas de riego oscilan alrededor de los \$65,000.00/ hectárea.

Desconoce su beneficio

La segunda opción de las razones por las cuales no adoptan las innovaciones corresponde al desconocimiento del beneficio de la innovación, donde el abono verde y las micorrizas son dijeron ser desconocidas por más del 80% los encuestados. En lo que respecta al Rizofermic® UV, producto aprobado por el INIFAP para su uso en cultivo de piña, el 88 % mencionaron no conocer los beneficios del producto.

Falta de asistencia técnica

En promedio, el 33% de los productores que no utilizan algunas innovaciones es debido a la falta de asistencia técnica, como es el caso del encalado dolomítico, el abono verde y las camas de siembra, mientras que el 52% de los productores no utilizan micorrizas y el 50% Rizofermic® UV, por esta misma razón. Aunque la asistencia técnica la consideraron importante, de manera general, el 68% de los productores mencionaron no recibir ningún tipo de apoyo técnico para su cultivo.

Dificultad para conseguirla

Las innovaciones que los entrevistados mencionaron que son difíciles de conseguir de acuerdo con los productores fueron principalmente dos: la composta, donde el 13% de ellos mencionó que conseguir ya sea lombricomposta o cachaza es difícil además de costoso; y, el peso específico de los hijuelos mencionado por el 28% de los encuestados, cabe resaltar que la literatura menciona que los hijuelos deben de tener un peso adecuado para cultivarlos, sin embargo para los productores esto es difícil de conseguir, ya que en una hectárea serían alrededor de 35 mil plantas. Es de

resaltarse, que 12 de las 19 innovaciones evaluadas en esta sección no resultan difíciles de conseguir, por lo que es la razón menos frecuente del no uso o adopción de las innovaciones.

Rentabilidad

Los encuestados mencionaron que el encalado dolomítico (28%) y el peso de los hijuelos (68%) no les parecen rentables, como se mencionó anteriormente el encalado se relaciona estrechamente con la falta de asistencia técnica, por lo que es probable que desconozcan el impacto positivo en el rendimiento del cultivo que tiene esta innovación. En cuanto al peso de los hijuelos, dedicar tiempo a buscar el peso específico de cada hijuelo es absorbente para los productores lo que hace que en su visión esta práctica no sea rentable optando por cultivar en base al tamaño de la planta.

Utilidad

De acuerdo con los encuestados, las innovaciones que consideran de menor utilidad son: el encalado dolomítico (23%), el sistema de riego por micro aspersión (26%), el goteo (26%) y el sistema de aspersión (21%), estos últimos debido a que los productores utilizan aspersores de alto volumen, y consideran que no es útil adicionar algún otro de sistema de riego. Es decir que ya tienen otras alternativas, por ende, estas opciones no las encuentran útiles.

Transmisión del conocimiento

En esta sección se evaluaron las vías de transmisión del conocimiento de las innovaciones hacia los productores, utilizando una escala de nivel de importancia de uno a ocho, donde 1 es la de mayor importancia y 8 la menos importante (Cuadro 11).

Cuadro 11. Formas de transmisión del conocimiento de las innovaciones de los encuestados

Formas de transmisión del conocimiento de las innovaciones	Nivel de importancia							
	1 (+)	2	3	4	5	6	7	8 (-)
1. ¿El gobierno lo ha capacitado para llevar alguna práctica de innovación agrícola?	0	0	0	3	4	16	15	62
2. ¿Alguna escuela le ha mostrado una nueva práctica?	0	0	0	4	13	17	57	9
3. ¿Algún centro de investigación le mostrado una nueva práctica?	0	0	1	3	4	61	18	13
4. ¿Recibe asesoría de empresas comerciales que le venden productos (insumos)?	63	11	8	5	10	0	2	1
5. ¿Recibe asesoría de otros productores amigos?	14	60	8	7	9	0	2	0
6. ¿ Recibe asesoría de técnicos o trabajadores de campo, de otros productores, o de empresas destacadas?	5	6	46	19	14	0	4	6
7. ¿Recibe asesoría de la familia?	6	13	17	32	17	6	2	7
8. ¿Comparte su conocimiento del cultivo con otros productores?	12	10	20	27	29	0	0	2

La primera pregunta de esta sección que se le realizó a los productores fue: ¿El gobierno lo ha capacitado para llevar alguna práctica de innovación agrícola?, de acuerdo con todos los encuestados, ninguno ha recibido algún tipo de capacitación por parte del gobierno.

La segunda pregunta realizada fue: ¿Alguna escuela le ha mostrado una nueva práctica?, en esta respuesta el 98% respondió que no, y por ende, el 57% de los encuestados considera que este no es un medio de transmisión del conocimiento de innovaciones relevante al otorgar un valor de 7 a este medio.

La tercera pregunta fue: ¿Algún centro de investigación le mostrado una nueva práctica?, el 98% de los encuestados respondió que no. La percepción del 61% de los productores en importancia se concentró en el nivel seis.

La pregunta cuatro fue: ¿Recibe asesoría de empresas comerciales que le venden productos (insumos)?, donde el 90% de los encuestados respondieron de manera afirmativa, por lo que las empresas comerciales son la mayor vía de transmisión de conocimiento hacia el productor y de acuerdo con el 63% de entre ellos, le otorgan el nivel uno de importancia.

Como se puede observar las empresas comerciales son las que tienen mayor importancia en la transmisión de conocimiento hacia los productores, es por ello que se explica porque los fertilizantes, nematicidas, enraizadores, pesticidas y el tratamiento de inducción floral son tan ampliamente utilizados por los productores encuestados (99% de ellos los utilizan), ya que son los productos que ellos comercializan, ponen al alcance del productor y asesoran en su uso. Mientras que los centros de investigación no han sido capaces de fomentar el uso de diversas innovaciones, como son las micorrizas u otros productos menos comerciales, así como otros componentes de los paquetes tecnológicos, que incluyen al acolchado plástico total, la malla sombra y los sistemas de riego.

Para la pregunta: ¿Recibe asesoría de otros productores amigos?, el 74% de ellos otorgó los niveles más altos de importancia (uno y dos), por lo que este canal de comunicación tiene mucha relevancia entre los productores como una forma de transmisión de conocimiento.

En lo que respecta a la pregunta: ¿Recibe asesoría de técnicos o trabajadores de campo, de otros productores, o de empresas destacadas?, el mayor nivel de importancia se concentró en el nivel tres.

La pregunta siete fue si recibían algún tipo de asesoría por parte de la familia, esta respuesta se comportó como una campana de Gauss, teniendo su mayor concentración en el nivel cuatro (32% de ellos lo mencionó como forma de transmisión de innovaciones).

La última pregunta fue: ¿Comparte su conocimiento del cultivo con otros productores?, esto con la finalidad de analizar todas las vías de transmisión del conocimiento. Esta opción es medianamente relevante para los productores.

Propuesta de mejora mencionadas por los productores

La respuesta que destacó fueron los apoyos del gobierno, en particular la necesidad de que se les otorguen insumos, de hecho, esta respuesta se repitió 17 veces como la primera solución a sus problemas como productores de piña, seguido por créditos e insumos económicos (Cuadro 12)

Cuadro 12. Soluciones para mejorar su problemática

Solución propuesta	Detalle	Número 1	Número 2
Apoyos del gobierno		17	2
	Insumos Directos		
Créditos		13	1
Capacitación		9	2
	Parcelas demostrativas		
	Rendimientos		
	Fechas de cosecha		
	Venta		
	Uso de tecnologías		
Insumos económicos		5	1
Organización		2	1
Canales de comercialización		1	
Insumos de calidad		1	
Implementar cambios tecnológicos		1	
Forma de pago en la comercialización		1	
Comercialización			1
Contratos			2
No mencionó ninguna		48	

Los resultados de las solicitudes están relacionados con que solo un encuestado haya mencionado haber recibido apoyo del gobierno dentro del periodo 2019-2020, este apoyo fue por un sistema de riego. Las capacitaciones, fueron otras de las propuestas por los productores, uno de ellos incluso mencionó que: “*es necesario capacitar a los productores mediante las parcelas demostrativas*”, así como la asesoría para productores de cómo mejorar el cultivo y generar mayores rendimientos también los consideran necesarios.

La programación de las fechas de cosecha también la propusieron como una alternativa que podría ser favorable, sin embargo y de acuerdo con la literatura, para que las fechas puedan programarse, es necesario la utilización de acolchado plástico total, riego y malla-sombra plástica, innovaciones que los productores no manejan por lo que su propuesta no podría ser viable. Otra de las propuestas que mencionaron es que los insumos fueran más económicos y de mejor calidad, y que también existieran contratos para asegurar la venta de su cosecha., puesto que más del 95% no tuvieron ningún tipo de contrato de venta para sus cosechas anteriores.

6.5 Conclusiones

La adopción de innovaciones por parte de los productores agropecuarios es un tema que repercute en el incremento de rendimientos, reducción de costos y mejora de la competitividad del sector primario. Derivado de su importancia, este estudio se enfocó en determinar las razones por las cuales los productores de piña de la región de la Cuenca Baja del Papaloapan no han adoptado todas las innovaciones tecnológicas relacionadas con el cultivo, desarrolladas y validadas en la región. Para ello, se utilizaron diversas variables psicométricas, sociales y productivas para crear y probar un modelo de predicción del conocimiento y uso de innovaciones. El modelo demostró

que el mayor valor explicativo lo tienen las características productivas: el número de hectáreas del productor y el rendimiento. Por lo que los productores con mayor superficie y rendimientos son los que más conocen de las innovaciones y más las utilizan. Volviéndose este un círculo virtuoso: conocer la innovación e implementar y estar dispuesto a conocer otras innovaciones e implementarlas.

Una de las limitaciones de este estudio, fue tener una muestra a conveniencia, ya que los productores que se entrevistaron eran conocidos de los vendedores de agroquímicos locales y todos se ubicaban en una sola región piñera. Lo que hace que la generalización de los resultados de esta investigación sea limitada. Es posible que incluir a otras regiones productoras de piña pudiera generar otros hallazgos. Por lo que se recomienda continuar con la investigación en el tema a fin de abordar esta debilidad.

6.6 Literatura citada

- Ahn, M., J. Kang y G. Hustvedt. 2016. A model of sustainable household technology acceptance. *International Journal of Consumer Studies* 40: 83-91.
- Amaro, M. y R. Gortari-Rabiela. 2016. Innovación inclusiva en el sector agrícola mexicano: los productores de café en Veracruz. *Economía Informa* 400: 86-104.
- Bartels, J. y M. J. Reinders. 2010. Social identification, social representations, and consumer innovativeness in an organic food context: a cross-national comparison. *Food quality and preference* 21: 347-352.
- Bergami, M. y R. Bagozzi. 2001. Self-categorization, affective commitment, and group self-esteem as distinct aspects of social identity in the organization. *The British journal of social psychology / the British Psychological Society* 39 Pt 4: 555-577.
- Beza, E., P. Reidsma, P. M. Poortvliet, M. M. Belay, B. S. Bijen y L. Kooistra. 2018. Exploring farmers' intentions to adopt mobile short message service (SMS) for citizen science in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture* 151: 295-310.
- Bloch, H. y S. Metcalfe. 2017. Innovation, creative destruction, and price theory. *Industrial and Corporate Change* 27: 1-13.
- Caicedo Aldaz, J. C., J. L. Puyol Cortez, M. C. López y S. S. Ibáñez Jacome. 2020. Adaptabilidad en el sistema de producción agrícola: una mirada desde los productos alternativos sostenibles. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)* XXVI: 308-327.
- Coppens d'Eeckenbrugge, G. y F. Leal. 2018. Morphology, anatomy and taxonomy. *In: Sanewski G., Bartholomew D. P. y Paull R. E.s (eds.). The pineapple: botany, production and uses.* CABI. Boston.

- Díaz-Flores, M. M. A., T. E. d. Rada, E. M. M. Azcano y M. M. Alcoz. 2013. La autoevaluación formativa como instrumento para potenciar el aprendizaje autónomo de los estudiantes: caracteres, objetivos y estrategias.
- FAO. 2019. Proceedings of the international symposium on agricultural innovation for family farmers - unlocking the potential of agricultural innovation to achieve the sustainable development goals. Rome, Italy.
- FAO. 2020. Cultivos y productos de ganadería. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Farkas, C., B. E. Hernández y M. P. Santelices. 2009. Análisis de momentos de cambio en el proceso terapéutico adelantado bajo la modalidad de un taller grupal psicoeducativo con embarazadas primigestantes. *Universitas Psychologica* 9: 409-422.
- Figuroa-Rodríguez, K. A., L. A. García-Pacheco, B. Figuroa-Sandoval, F. Hernández-Rosas, J. Salinas-Ruíz y Y. M. Moreno. 2019. Evaluación de productos de control biológico de plagas por cañeros según su identificación social. *Agro productividad* 12.
- Galindo-González, G. 1996. Las innovaciones agrícolas y el desarrollo rural en México. *Problemas del Desarrollo* 27.
- Goldsmith, R. E. y C. F. Hofacker. 1991. Measuring consumer innovativeness. *Journal of the Academy of Marketing Science* 19: 209-221.
- Gupta, H., T. Lam, S. Pettigrew y R. J. Tait. 2018. Alcohol marketing on YouTube: exploratory analysis of content adaptation to enhance user engagement in different national contexts. *BMC Public Health* 18: 141.

- Hanley, M., C. Shearer y P. Livingston. 2019. Faculty perspectives on the transition to competency-based medical education in anesthesia. *Canadian Journal of Anesthesia* 66: 1320-1327.
- Hartzler, B. y C. Rabun. 2013. Community treatment adoption of contingency management: a conceptual profile of U.S. clinics based on innovativeness of executive staff. *Int J Drug Policy* 24: 333-341.
- Hatamifar, P., Z. Ghaderi y A. Nikjoo. 2021. Factors affecting international tourists' intention to use local mobile apps in online purchase. *Asia Pacific Journal of Tourism Research* 26: 1285-1301.
- Hu, L.-t. y P. M. Bentler. 1999. Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling* 6: 1-55.
- Huedo-Martínez, S., R. Molina-Carmona y F. Llorens-Largo. 2018. Study on the attitude of young people towards technology. *In: Zaphiris P. y Ioannou A.s (eds.). Springer Verlag. pp: 26-43.*
- Hurt, H. T., K. Joseph y C. D. Cook. 1977. Scales for the measurement of innovativeness. *Human Communication Research* 4: 58-65.
- IICA y COLPOS. 2017. La innovación para el logro de una agricultura competitiva sustentable e inclusiva. bba. México.
- Martner-Peyrelongue, C. 2006. Cadenas logísticas de exportación de frutas y desarrollo local en el sureste de México. *EURE (Santiago)* 32: 63-80.
- Meijer, S. S., D. Catacutan, O. C. Ajayi, G. W. Sileshi y M. Nieuwenhuis. 2015. The role of knowledge, attitudes and perceptions in the uptake of agricultural and agroforestry

- innovations among smallholder farmers in sub-Saharan Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability* 13: 40-54.
- Molina-Maturano, J., N. Verhulst, J. Tur-Cardona, D. T. Güereña, A. Gardeazábal-Monsalve, B. Govaerts y S. Speelman. 2021. Understanding smallholder farmers' intention to adopt agricultural apps: The role of mastery approach and innovation hubs in México. *Agronomy* 11: 194.
- Mulyono, J., A. T. Suryana y E. A. Suryana. 2021. Perception and innovativeness level of farmers on the integration system of rice and cattle farming. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 892: 012026.
- Núñez-Pérez, B. y H. Peguero-Morejón. 2009. La autovaloración y su papel en el desarrollo profesional: una experiencia. *Educación Médica Superior* 23: 0-0.
- OECD. 2018. Oslo manual 2018: guidelines for collecting, reporting and using data on innovation. 4th Edition ed. OECD Publishing. Luxembourg.
- Oser, C. B. y P. M. Roman. 2008. A categorical typology of naltrexone-adopting private substance abuse treatment centers. *Journal of substance abuse treatment* 34: 433-442.
- Pagani, M. 2007. A vicarious innovativeness scale for 3g mobile services: Integrating the domain specific innovativeness scale with psychological and rational indicators. *Technology Analysis & Strategic Management - TECHNOL ANAL STRATEG MANAGE* 19: 709-728.
- Pérez-Pulido, M. y M. Terrón-Torrado. 2004. La teoría de la difusión de la innovación y su aplicación al estudio de la adopción de recursos electrónicos por los investigadores de la universidad de extremadura. *Revista española de documentación científica* 27: 308-329.

- Reinhardt, R. y S. Gurtner. 2015. Differences between early adopters of disruptive and sustaining innovations. *Journal of Business Research* 68: 137-145.
- Rogers, E. M. 1983. *Diffusion of innovations*. Free Press; Collier Macmillan. New York; London.
- SIAP. 2020. *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*.
- Slekiene, J. y H. J. Mosler. 2018. Characterizing the last latrine non owners in rural Malawi. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 98: 295-299.
- Steenkamp, J.-B., F. ter Hofstede y M. Wedel. 1999. A Cross-National Investigation into the Individual and National Cultural Antecedents of Consumer Innovativeness. *Journal of Marketing* 63: 55.
- Uriza-Ávila, D. E., Á. A. Torres, J. Aguilar, C. V. H. Santoyo, L. R. Zetina y M. A. Rebolledo. 2018. La piña mexicana frente al reto de la innovación. *Avances y retos en la gestión de la innovación. Colección trópico húmedo. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Chapingo, Estado de México.*
- Venkatesh, V., J. Y. L. Thong y X. Xu. 2012. Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology. *Behavioral Marketing eJournal*.
- Vrain, E. y C. Wilson. 2020. Social networks and communication behaviour underlying smart home adoption in the UK. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 38: 82-97.