



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2025,
Volumen 9, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

SOSTENIBILIDAD DEL CULTIVO DE PITAHAYA MEDIANTE EL CONTROL BIOLÓGICO DE *DASIOPS SALTANS* EN EL PERÚ

**SUSTAINABILITY OF PITAHAYA CULTIVATION THROUGH
THE BIOLOGICAL CONTROL OF *DASIOPS SALTANS* IN
PERU**

Judith Janeth Ruiz Zamora

Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas – Perú

Ligia Magali García Rosero

Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas – Perú

Segundo Manuel Oliva Cruz

Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas - Perú

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2.17266

Sostenibilidad del cultivo de pitahaya mediante el control biológico de *dasiops saltans* en el Perú

M. Sc. Judith Janeth Ruiz Zamora¹judijane38@gmail.com<https://orcid.org/0009-0000-3945-5369>Universidad Nacional Toribio Rodríguez De
Mendoza De Amazonas
Chachapoyas – Perú**Dra. Ligia Magali García Rosero**ligia.garcia@untrm.edu.pe<https://orcid.org/0000-0001-7508-7516>Universidad Nacional Toribio Rodríguez De
Mendoza De Amazonas
Chachapoyas – Perú**Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz**manuel.oliva@untrm.edu.pe<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>Universidad Nacional Toribio Rodríguez De
Mendoza De Amazonas
Chachapoyas – Perú

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la sostenibilidad del cultivo de pitahaya mediante el control biológico de *Dasiops saltans* en el Perú y se realizó bajo un enfoque mixto de tipo descriptivo – experimental. Para la recolección de datos se utilizó un instrumento desarrollado por la tesista, compuesto por 47 ítems y validado por expertos mediante el método alfa de Cronbach. Se realizó la caracterización de las unidades productivas de pitahaya en el Perú en aspectos de sostenibilidad mediante el análisis de conglomerado por el método de Ward de los productores lo cual permitió identificar dos tipologías de productores: 154 productores de ceja de selva y selva alta y 230 productores de la costa. Asimismo, se evaluó la Sostenibilidad de las unidades productivas de pitahaya en el Perú, logrando una sostenibilidad positiva con un valor de 2.94, y el área de evaluación sostenible más fortalecida fue en el aspecto económico, debido a que existe una evolución de empleos y autosuficiencia dentro del cultivo. Finalmente se realizó la evaluación del control de *D. saltans* utilizando el nemátodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* en condiciones de laboratorio, lo cual resultó en que todas las diferentes concentraciones aplicadas de *H. bacteriophora* (7000, 9000 y 11000 Jls/mL) dieron como resultado diferentes tasas de mortalidad de larvas y pupas de *D. saltans*. Además, el mayor efecto se registró a los 8 días, y la mayor tasa de mortalidad en larvas y pupas de *D. saltans* lo causó el T-3 (11000 Jls/mL).

Palabras clave: control biológico, *d. saltan*, *h bacteriophora*, pitahaya, sostenibilidad

¹ Autor Principal

Correspondencia: judijane38@gmail.com

Sustainability of pitahaya cultivation through the biological control of *dasiops saltans* in Peru

ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the sustainability of pitahaya cultivation through the biological control of *Dasiops saltans* in Peru and was carried out under a mixed descriptive-experimental approach. An instrument developed by the thesis student was used to collect data, consisting of 47 items and validated by experts using Cronbach's alpha method. The characterization of the pitahaya productive units in Peru was carried out in terms of sustainability through cluster analysis using the Ward method of the producers, which allowed the identification of two types of producers: 154 jungle and high jungle producers and 230 coastal producers. Likewise, the Sustainability of the pitahaya productive units in Peru was evaluated, achieving positive sustainability with a value of 2.94, and the most strengthened sustainable evaluation area was in the economic aspect, because there is an evolution of jobs and self-sufficiency within the crop. Finally, the evaluation of the control of *D. saltans* was carried out using the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis bacteriophora* under laboratory conditions, which resulted in all the different applied concentrations of *H. bacteriophora* (7000, 9000 and 11000 Jls/mL) giving different results. Mortality rates of *D. saltans* larvae and pupae. Furthermore, the greatest effect was recorded at 8 days, and the highest mortality rate in larvae and pupae of *D. saltans* was caused by T-3 (11000 Jls/mL).

Keywords: biological control, d. saltans, h. bacteriophora, pitahaya, sustainability

Artículo recibido 08 febrero 2025

Aceptado para publicación: 15 marzo 2025



INTRODUCCIÓN

La pitahaya (*Hylocereus spp.*) comúnmente conocida como “Fruta del Dragón” (Panisson et al., 2021), es una fruta originaria de Centroamérica y la selva peruana cuya reputación se está extendiendo en todo el mundo (Centurión et al., 2008). Su popularidad se debe a sus características fisicoquímicas, nutricionales y sus compuestos bioactivos considerándosele como un alimento funcional (Ochoa et al., 2012). Adicionalmente, esta fruta es ampliamente utilizada por sus excelentes características organolépticas y por su valor comercial agregado (Santarrosa, 2013). La pitahaya se produce en regiones subtropicales y tropicales de América Latina (Ruiz et al., 2020). En estado silvestre se puede encontrar en países como México, Venezuela, Colombia, Brasil, Costa Rica y Ecuador (Huachi et al., 2015). Además, se puede encontrar especies cultivadas de Pitahaya en Bolivia, Panamá, Curazao, Uruguay, Perú y Vietnam (Montesinos et al., 2015). La pitahaya es una fruta no climatérica, lo que significa que no presenta un aumento en su tasa de respiración después de ser cosechada (Tonetto y Mitcham, 2016). Por ello, debe ser cosechada cuando haya alcanzado su madurez fisiológica adecuada (Chagas et al., 2019). Por otro lado, si se recoge demasiado madura, su vida útil en postcosecha será muy limitada (Cáliz et al., 2014).

La pitahaya peruana se produce principalmente en las regiones de Amazonas, Piura, Lambayeque, Lima, Junín y San Martín (MIDAGRI, 2020). Las zonas productoras en la región Amazonas son la provincia de Bongará con 30 hectáreas de cultivo de Pitahaya amarilla, divididas en los distritos de Churuja, Jazán, Chipasbamba, San Pablo de Valera y San Jerónimo y la provincia de Rodríguez de Mendoza que cuenta con 5 hectáreas aproximadamente (INIA, 2020). La región Piura tiene unas 15 hectáreas instaladas, 3 hectáreas en Tejedores, 6 hectáreas en Milingas (San Lorenzo), 5 hectáreas en el medio Piura y 1 hectárea en Chacalalá (Sullana) que se divide proporcionalmente en pitahaya roja y pitahaya amarilla (INEI, 2017). En la región Lambayeque la zona productora es Olmos (Cáceres, 2022). En la región Lima las zonas productoras son Huaral y Cañete (CIENG, 2022). En la región Junín la zona productora es Chanchamayo, y en la región San Martín las zonas productoras son las provincias de Rioja, Tocache y Moyobamba (ADEX, 2024).

Todas estas regiones son de ecosistemas subtropicales creados a pequeña escala y propiedad de productores individuales o colectivos a través de empresas, asociaciones y cooperativas (INIA, 2020).



La información sobre indicadores de producción de pitahaya por región/área de siembra es aún limitada, lo que imposibilita determinar la totalidad del stock de esta fruta a nivel nacional. En la región Amazonas existe un problema fitosanitario de importancia económica que es la plaga *D. saltans* en el cultivo de la pitahaya, y el SENASA ha capacitado a los productores para que implementen métodos de control como la instalación de trampas pegantes y validación de insecticidas para combatir el ataque de esta plaga (López y Guido, 1998). Este control permitirá aumentar la producción y obtener mayores ingresos económicos, lo que beneficiará a los agricultores de la zona y así satisfacer la alta demanda de la fruta por su agradable sabor y vida útil (Verona-Ruiz et al., 2020).

La agricultura convencional ha generado una fuerte presión sobre el medio ambiente, comprometiendo los recursos y la capacidad de producir alimentos de calidad en el futuro (Leiva, 1998). La expansión significativa de las áreas cultivadas ha estado acompañada por un aumento en el uso de insumos externos, como fertilizantes y plaguicidas, lo que ha provocado la degradación del suelo y la pérdida de hábitats, entre otros efectos negativos (Lucena et al., 2011). La agricultura orgánica es actualmente vista como un pilar teórico del desarrollo sostenible, cuyo objetivo es contribuir a la preservación y mejora del medio ambiente (Márquez et al., 2016). Su seguimiento se realiza mediante la comparación de agroecosistemas y el progreso en el proceso de transición, con un enfoque cualitativo en el capital natural y la diversidad biológica (Fairhurst Y Härdter, 2012). La sostenibilidad se define como la capacidad de lograr una prosperidad económica estable, al mismo tiempo que se protegen los sistemas naturales y se asegura una alta calidad de vida para las personas (Valarezo et al., 2020). Esto implica la durabilidad de los sistemas de producción y su capacidad para mantenerse a lo largo del tiempo (Conway y Barbier, 1992). En los últimos años, la creciente preocupación por el impacto ambiental, social y cultural de algunas prácticas de la agricultura convencional ha generado la necesidad de transitar hacia un modelo agrícola más sustentable (Gliessman, 2002).

Para ser sustentable, la agricultura debe satisfacer las necesidades tanto de las generaciones presentes como futuras, asegurando la rentabilidad, la salud del medio ambiente y la equidad social y económica (Martínez, 2009). A nivel mundial, ha surgido un consenso sobre la importancia de adoptar nuevas estrategias agrícolas que garanticen una producción estable de alimentos en armonía con la preservación del medio ambiente (Altieri, 1999). La agricultura sustentable debe cumplir

simultáneamente con cuatro criterios: ser lo suficientemente productiva, económicamente viable, ecológicamente adecuada y social y culturalmente aceptable (Sarandón, 2002).

Uno de los mayores desafíos en la discusión sobre el desarrollo sustentable, especialmente en el ámbito agrícola, es el diseño de marcos operativos que permiten evaluar de manera concreta la sostenibilidad de distintos proyectos, tecnologías o agroecosistemas (Maser et al., 2000). La sostenibilidad de los sistemas agrícolas es importante porque tiene la capacidad de mantener su productividad a pesar de las perturbaciones económicas y naturales, externas o internas (Gliessman, 2002). Además, respeta la naturaleza y se fundamenta en principios éticos, valores políticos, como la democracia participativa, equidad social, normas morales y racionalidad ambiental para mantener la armonía dentro de la naturaleza (Leff, 1998).

El concepto de sostenibilidad orienta a la agronomía a desarrollar propuestas agrotecnológicas diversificadas en agricultura, ganadería, forestería, acuicultura y avicultura, fundamentándose en principios interdisciplinarios de la economía ecológica, a menudo confundidos con la "economía verde" (Santacruz et al., 2019). El desarrollo sostenible en la agricultura busca reducir la degradación de la tierra mientras maximiza la producción, considerando la interrelación de actividades como el manejo de suelos, aguas, cultivos y la conservación de la biodiversidad (Bifani, 1997). El reto de satisfacer la seguridad alimentaria mundial de forma sostenible requiere un enfoque intensivo en conocimientos y el uso de tecnologías avanzadas (Spiertz, 2010). Desarrollo sostenible de cultivos es la relación del ser humano y la parte ecológica que ayuda a mejorar en el tiempo la organización, funciones y la variedad sistemas que son parte de la vida (Rao y Rogers, 2006).

Tanto a nivel regional como en el ámbito de la finca, se ha probado evaluar la sostenibilidad mediante el uso de indicadores, aunque no existe un conjunto de indicadores universales, se debe tener en cuenta diversas características de cada cultivo (Sarandón y Flores, 2009). Según Collantes et al. (2019), la sostenibilidad de los cultivos, según la tipología y los sistemas de producción, se mide mediante indicadores económicos, ambientales y sociales, lo que requiere un enfoque multidisciplinario para evaluar este concepto.

El control biológico puede contribuir a la sostenibilidad de los sistemas de gestión de cultivos (Begg, et al., 2017), al reducir los insumos que actualmente se derivan de fuentes de energía fósil no

renovables (Quimby, et al., 2002). En la actualidad la acción más común y rápida para minimizar los daños causados por *D. saltans* es el control químico (Kondo, et al., 2010).

Pocos estudios se han centrado en el manejo de *D. saltans*, la mosca del botón floral, en el cultivo de pitahaya en Perú (Vergara y Pérez, 1988). Esta plaga, considerada la más importante para la pitahaya amarilla, puede causar pérdidas del 40 al 80% de las flores en un ciclo de floración, ya que se alimenta de las estructuras internas del botón floral, lo que lleva a su deterioro y caída, afectando a la productividad del cultivo (Araujo y Medina, 2008).

El control sostenible de plagas requiere la implementación de estrategias de manejo integrado de plagas, en las que la resistencia de la planta huésped es uno de los componentes clave (Bodupalli, et al., 2022). Por lo que radica una importancia de evaluaciones usando alternativas de manejo integrado. Las plagas son una de las limitantes más importantes para la producción de pitahaya en el Perú y una de ellas es *D. saltans*, de color azul metálico (INIA, 2020). Las hembras ponen huevos en botones florales y frutos en desarrollo, y el daño es causado por el desarrollo de las larvas, lo que lleva a una caída prematura (Molina, 2000). *D. saltans* pasa por cinco etapas de desarrollo en diferentes medios (Delgado, et al., 2010). Los huevos y tres estadios larvarios se desarrollan en botones florales, las pupas en el suelo y los adultos vuelan libremente. Las hembras adultas ponen huevos en botones florales de 1 a 3,5 cm (Imbachi, 2009). Al eclosionar, las larvas se alimentan de anteras y órganos internos, provocando pudrición y atrofia en los botones, que se vuelven rojizos (Ambrecht et al., 1986). Posteriormente, las larvas emergen, caen al suelo, excavan, pupan y reinician el ciclo (López y Ramírez, 1998).

H. bacteriophora es un nemátodo entomopatógeno (EPN) asociado mutuamente con la bacteria entérica *Photorhabdus luminescens*, y es un parásito de insectos utilizado para el control biológico (Forst, et al., 1997). Dentro del insecto, se desarrollan dos generaciones: la primera es hermafrodita, mientras que la segunda es anfimítica, con participación de machos y hembras (Flanders et al., 1996). Los machos juveniles presentan espículas pareadas e independientes, así como nueve pares de papilas genitales y un órgano genital (Johnigk y Ehlers, 1999). Estos nemátodos son capaces de parasitar varios órdenes y familias de insectos y pueden cultivarse en grandes cantidades in vivo e in vitro en medios artificiales (Poinar, 1975). *H. bacteriophora* es un recolector de cruceros, lo que significa que

busca o caza activamente a su presa (O'Halloran y Burnell, 2002). Por lo tanto, han desarrollado mecanismos quimio sensoriales no solo para detectar insectos huéspedes, sino también lugares donde es probable que estén presentes insectos huéspedes (Forst et al., 1997). Cuando entran en contacto con un insecto huésped, los Juveniles I (JI) desenvainan la cutícula previamente retenida y entran en el hemocoel a través de la boca, el ano o los espiráculos del insecto o penetrando en el exoesqueleto utilizando una estructura similar a un "diente" bucal (Dix et al., 1992).

En un estudio de control bajo condiciones de laboratorio, se evaluó la efectividad de diferentes aislamientos de nemátodos entomopatógenos sobre larvas de segundo y cuarto estadio de *Spodoptera frugiperda* y los resultados mostraron que los aislamientos de la familia *Heterorhabditidae* fueron los más destacados, alcanzando una mortalidad del 90 al 94,87% (Jaramillo, 2024). Se espera que, en algún momento, *H. bacteriophora* cumpla el rol de controlador biológico de *D. saltans*, basados en la premisa de que contrarrestar la pérdida de hábitat y la perturbación ambiental asociada con la producción intensiva de cultivos conservará los enemigos naturales, contribuyendo así a la supresión de plagas (Begg, et al., 2017). El control biológico es una gran alternativa para el control de la mosca del botón floral y surgió de la demanda en el mercado de importación de productos agrícolas que sean seguros tanto para la salud humana como para el medio ambiente (Díaz y Rodríguez, 2019).

Es importante elegir un método de control biológico de plagas que utilice organismos y microorganismos de nuestra fauna benéfica, con la finalidad de explorar técnicas alternativas que aseguren resultados positivos en los cultivos. Debido al daño que ocasionan *D. saltans* en el botón floral de la pitahaya, y genera una amenaza para la sostenibilidad de este cultivo en el Perú (INIA, 2020). El presente estudio busca evaluar la sostenibilidad del cultivo de Pitahaya mediante el control biológico de *Dasiops saltans* en el Perú. Para ello, se caracterizó las unidades productivas de pitahaya en el Perú en aspectos de sostenibilidad, se determinó el nivel de sostenibilidad de las unidades productivas de pitahaya en el Perú y se evaluó el control de *Dasiops saltans* utilizando el nemátodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* en condiciones de laboratorio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación de la investigación

El área de estudio fue ubicada en Perú, por lo que para la caracterización de las unidades productivas y evaluación de sostenibilidad se realizó a nivel de seis regiones más representativas en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus* sp.). Las regiones evaluadas fueron Amazonas, La Libertad, Lambayeque, Lima, Piura y San Martín.

Figura 1. Mapa del ámbito de estudio de la sostenibilidad del cultivo de pitahaya en el Perú



METODOLOGÍA

El estudio fue llevado a cabo utilizando un enfoque mixto que combinó la descripción y la experimentación. Es descriptivo debido a que se obtuvo información de manera individual y/o en conjunto sobre las variables que se investigaron en las distintas asociaciones, cooperativas y productores que se enfocan en el cultivo de pitahaya con el fin de caracterizar y valorar la sostenibilidad de las unidades de producción de pitahaya.

Experimental porque se realizó un diseño experimental completamente al azar para evaluar el control de *D. saltans* utilizando el nemátodo entomopatógeno *H. bacteriophora*.

La investigación se ejecutó en tres etapas:

- Caracterización de las unidades productivas de pitahaya en el Perú en aspectos de sostenibilidad.
- Sostenibilidad de las unidades productivas de pitahaya en el Perú.
- Control de *Dasiops saltans* utilizando el nemátodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* en condiciones de laboratorio.

Caracterización de las unidades productivas de pitahaya en el Perú

La caracterización se realizó, a través de encuestas realizadas a productores que tienen como cultivo principal a la pitahaya en seis regiones del Perú (Amazonas, La Libertad, Lambayeque, Lima, Piura y San Martín), de las cuales las zonas productoras de estas regiones son las siguientes:

Tabla 1. Regiones productoras de pitahaya

Región	Provincias	Zonas productoras
Amazonas	Bongará	Churuja
		Jazán (Cuchulia, Señor de los Milagros)
		Valera (Cocahuaico, Nuevo Horizonte, Matiaza Rimachi)
		Jazán (Suyubamba), Shipasbamba
	Rodríguez de Mendoza	Oma
San Martín	Rioja	Pardo Miguel- Naranjos
Piura	Piura	San Lorenzo, Sechura
	Sullana	Tambogrande
Lambayeque	Lambayeque	Mochumi
		Olmos
La Libertad	Virú, Trujillo, Ascope	Chao, Virú, Moche, Chicama
Lima	Huaral	Huaral
	Cañete	Cañete

Población: La población para realizar la caracterización y evaluar la sostenibilidad de las unidades productivas es infinita por no contar con una data actualizada sobre la cantidad de unidades productivas del Perú. Por lo tanto, para obtener el tamaño ideal de la muestra, se aplicó la fórmula de poblaciones infinitas con un nivel de confianza de 95%, obteniendo así un tamaño muestral de 384 unidades productivas.

A fin de calcular el tamaño adecuado de la muestra, se utilizó la fórmula siguiente:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2}$$

En donde:

n: tamaño muestral

Z: Nivel de confianza (95% = 1.96)

pq: Varianza (0.5 x 0.5)

e: Nivel de error (5 % = 0.05)

b. Muestreo: El muestreo se realizó mediante un muestreo aleatorio simple estratificado para seleccionar a los productores de acuerdo con el nivel de producción de pitahaya de cada zona. La recolección de datos se llevó a cabo mediante la utilización de la técnica de encuesta estructurada, la cual empleó un cuestionario que constaba de 47 preguntas cerradas, las cuales estaban organizadas y vinculadas con las 3 áreas de la sostenibilidad (ambiental, económica y social). La validación de esta encuesta fue realizada por especialistas con el propósito de obtener datos que posibilitaron el análisis de las características del productor y de las unidades productivas de pitahaya, así como la tipología de dichas unidades productivas.

La confiabilidad del instrumento fue medida a partir del cálculo del coeficiente Alfa Cronbach, obteniendo un valor de 0.788. Esto muestra un nivel de confiabilidad que es estadísticamente confiable para ser utilizado en distintas poblaciones. Se aplicaron cuestionarios a productores independientes y a miembros de asociaciones, tal y como se detalla en la tabla a continuación:

Tabla 2. Encuestas aplicadas a productores individuales y asociados en el cultivo de pitahaya de seis regiones del Perú

Región	Provincias	Zonas Productoras	Total de Productores	Productores Individuales	Productores Asociados	Organización / Empresa
Amazonas	Bongará	Churuja	27	5	22	Asociación de Productores La Fruta del Dragon
		Jazán (Cuchulia, Señor de los Milagros)	28	4	24	Asociación de Productores La Fortaleza de Cuchulia
		Valera (Cocahuaico, Nuevo Horizonte, Matiaza Rimachi)	20	5	15	Asociación de Productores De Pitahaya Fruta Del Gocta
		Jazán (Suyubamba), Shipasbamba	20	2	18	Cooperativa Agraria de Pitahaya de Amazonas
	Rodríguez de Mendoza	Omia	22	5	17	Asociación Productiva Agroecológica De Mendoza
San Martín	Rioja	Pardo Miguel-Naranjos	37	8	29	Asociación de Productores De Pitahaya Oro Del Bosque Alto Mayo – ASPPOBAN
Piura	Piura	San Lorenzo, Sechura	31	6	25	Cooperativa de Productores de Pitahaya de

						Piura
						Cooperativa de Productores de Pitahaya de Piura
Lambayeque	Sullana	Tambogrande	29	5	24	
		Mochumi	15	0	15	Asociación de Productores Agropecuarios Solecape Innovador de Mochumi
		Olmos	55	0	55	Cooperativa Agraria - Agricultores Terra
	Virú, Trujillo, Ascope	Chao, Virú, Moche, Chicama	32	5	27	Asociación de Productores de Pitahaya – La Libertad
Lima	Huaral	Huaral	36	3	33	Asociación de Productores de Pitahaya de Huaral
	Cañete	Cañete	32	2	30	Asociación de Productores de Pitahaya Tuta Wayta

La caracterización de las unidades productivas de pitahaya estuvo compuesta por tres dimensiones de la sostenibilidad: social, económico y ambiental.

Los resultados fueron organizados y estructurados en una hoja de cálculo de Excel, con el fin de mostrarlos en tablas y gráficos. Después de que la información ya organizada fue introducida en el software SPSS v25, con el propósito de llevar a cabo el estudio de conglomerados jerárquicos (análisis de clúster) mediante el enfoque de Ward, con el fin de identificar la cantidad de categorías de fincas

existentes basadas en sus similitudes. El resultado del análisis de agrupación se representa visualmente a través de un diagrama de árbol o dendrograma.

Sostenibilidad de las unidades productivas de pitahaya en el Perú.

Se llevó a cabo la evaluación de la sostenibilidad de las fincas de pitahaya utilizando la metodología MESMIS (Sarandón, 2002), con el fin de medir la sostenibilidad de un sistema basado en indicadores de cinco características, que guardan relación con los aspectos social, ambiental y económico.

La metodología MESMIS se basa en los siguientes seis pasos: a) determinación del objeto de estudio; b) determinación de los puntos críticos del sistema; c) selección de indicadores estratégicos relacionados con los atributos de sostenibilidad; d) medición y monitoreo de indicadores, e) presentación e integración de los resultados; y f) conclusiones y recomendaciones para la retroalimentación del sistema de manejo y del proceso mismo de evaluación.

Determinación del objeto de estudio

La investigación se realizó en productores de pitahaya de las regiones Amazonas, San Martín, Piura, Lambayeque, La Libertad y Lima. Se seleccionaron productores con cultivo principal de pitahaya de diferentes zonas representativas en producción de este cultivo, de los cuales se consideró a diferentes tipos de productores.

Los principales determinantes para caracterizar el agroecosistema del cultivo de pitahaya son los siguientes: Biofísicas, tecnológicas y de manejo, socioeconómicas y culturales los cuales se aprecian en la siguiente tabla.

Tabla 3. Determinantes de los sistemas de producción de pitahaya evaluados

Determinantes	Descripción
Biofísicas	Clima: Cálido, subhúmedo y clima seco; Temperatura: Entre 18 - 25 °C; Humedad: 70 - 80 %; Precipitación: 1 200 – 2 500 mm/año; Altura: 00 – 1 900 m.s.n.m.; Suelo: Franco y con alto contenido de materia orgánica; Vegetación original: bosque mesófilo de montaña y desierto; Pendientes: 0% - 50%
	Tipo de especie: Pitahaya
Tecnológicas y de Manejo	Sistema de cultivo: Monocultivo y policultivo
	Tecnología empleada: Manual y mecanizada
	Mano de obra: Local y foránea
	Fertilización: Fertilización química y abonos orgánicos
	Manejo de insectos plaga y enfermedades: Manejo integral de plagas (MIP), uso de plaguicidas, control biológico, labores culturales
	Manejo de arvenses: Machete y herbicidas
	Subsistema de cultivos: Cultivo perenne
Socioeconómicas y culturales	Características de los productores y unidad de producción: Pequeña producción familiar y producción extensiva
	Objetivo de la producción: Obtención de ingresos monetarios
	Escala de producción: < 1Ha – > 5Ha
	Tipo de unidad: Familiar y empresarial
	Número de productores que constituyen la unidad de análisis: 384 productores
	Características de la organización para la producción: Asociados a asociaciones, cooperativas, empresas y productores individuales.

a.

Determinación de puntos críticos

Para identificar los puntos críticos, se llevó a cabo un análisis detallado de los sistemas de producción de pitahaya que estaban bajo evaluación. Para ello, se realizaron recorridos por estas áreas y se aplicaron encuestas estructuradas a los productores cuyo cultivo principal es la pitahaya. De esta manera se identificaron aquellos problemas que se entienden como los de mayor relevancia para la consecución de la sostenibilidad. Seguidamente, enmarcados en los atributos de sostenibilidad propuestos por MESMIS, se determinaron los puntos críticos del sistema de producción de pitahaya, entendidos como aquellos que limitan el equilibrio de las dimensiones económica, social y ambiental, y que además contribuyen a entender las fortalezas y debilidades del sistema de producción.

Selección de Indicadores

Una vez identificados los puntos críticos, se elaboró una amplia lista de criterios de diagnóstico. Posteriormente, se seleccionaron los criterios más adecuados para abordar los problemas detectados, teniendo en cuenta el objeto de estudio y organizándolos según las áreas de evaluación: económica, social y ambiental. Además, estos criterios se alinearon con los siete atributos propuestos por MESMIS: Productividad; Estabilidad, resiliencia y confiabilidad; Adaptabilidad; Equidad; y Autogestión.

Medición y monitoreo de indicadores

Para cada uno de los indicadores seleccionados, agrupados en las tres dimensiones analizadas: económica, social y ambiental, ha sido definido como el método para recolectar datos la encuesta, la cual fue aplicada a los productores de pitahaya que gestionan sus unidades productivas en Perú.

Después, con el fin de evaluar las diversas facetas de la sostenibilidad, los datos se normalizaron en una escala de 0 a 4, donde 4 representa la máxima sostenibilidad y 0 la mínima (Masera & López-Ridaura, 2000; Sarandón et al., 2006; Astier et al., 2008; Márquez & Julca, 2015; Pinedo et al., 2021).

Tabla 4. Escala de gradación de los indicadores

Rangos	Valoración cualitativa	Definición
4	Ideal	Sustentable
3	Alto	Moderadamente Sustentable
2	Intermedio	Medianamente Sustentable
1	Bajo	Escasamente Sustentable
0	Muy bajo	No Sustentable

Todos los indicadores se adaptaron o transformaron a esta escala para obtener indicadores más concisos o robustos. Posteriormente, se asignó un peso a cada indicador multiplicando su valor en la escala por un coeficiente, de acuerdo con la importancia relativa de cada variable en la sostenibilidad. Finalmente, para que el Índice General de Sostenibilidad (IGS) se considere sostenible, su valor mínimo debe ser igual o superior al valor medio de la escala definida en la Tabla 4, es decir, un valor de 2 o más. Además, ninguno de los indicadores evaluados (IK, IS, IA) debe tener un valor inferior a 2. El IGS se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Indicador General de la Sostenibilidad (ISG)} = \frac{IK + IS + IA}{3}$$

Condiciones: Para que una finca sea considerada sostenible, el Indicador General de Sostenibilidad (ISG) debe ser superior a 2 y, asimismo, ninguno de los valores de las tres dimensiones evaluadas puede ser menor a 2 (Sarandón et al., 2006).

b. Análisis e integración de los resultados

Los datos sobre indicadores de sostenibilidad se analizaron mediante hojas de cálculo Excel y el software SPSS V25 (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales). Este proceso nos permitió evaluar la sostenibilidad de la producción de pitahaya. Integre métricas de indicadores utilizando gráficos AMEBA.

f. Conclusiones y recomendaciones

En este paso, se sintetizó el análisis obtenido de los indicadores de sostenibilidad y se sugirieron medidas para fortalecer la sostenibilidad en la producción de pitahaya en el Perú.

Evaluación del control de *D. saltans* utilizando el nemátodo entomopatógeno *H. bacteriophora* en condiciones de laboratorio.

Para evaluar el control de *D. saltans* utilizando el nemátodo entomopatógeno *H. bacteriophora* se trabajó con un diseño experimental en bloques completamente al Azar. Como se observa en la tabla 5 se utilizó 3 tratamientos, 3 repeticiones, 2 tratamientos control, y 15 unidades experimentales con 2 larvas por tratamiento, para lo cual se siguió los pasos de la metodología utilizada por Díaz y Rodríguez (2019).

Tabla 5. Detalle de la fase experimental

Detalle de la fase experimental	
Repeticiones	3
Tratamientos	3
Tratamiento control (Testigos)	2
Unidades experimentales	15
Larvas por repetición	2
Larvas totales en el experimento	30

Población para el diseño experimental

Está constituida por 50 larvas de diferentes estadios de *D. saltans*, que fueron recolectados de las flores infestadas de los campos de pitahaya en el distrito de Churuja, Amazonas.

Muestra para el diseño experimental

La muestra fue de 30 larvas de *D. saltans*, las cuales fueron seleccionadas con criterios del investigador, es decir las larvas que se encontraban en el tercer estadio.

Tabla 6. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Concentración de nemátodos
Tratamiento control (C1)	0 Jls/mL(Juveniles/mililitro)
Tratamiento control (C2)	Producto químico (Chlorpyrifos)
Tratamiento 1 (T1)	7000 Jls/mL
Tratamiento 2 (T2)	9000 Jls/mL
Tratamiento 3 (T3)	11000 Jls/mL



Se contó con dos tratamientos control y tres tratamientos con diferentes concentraciones de nemátodos (Díaz y Rodríguez, 2019).

Muestreo para el diseño experimental

Fue un muestreo aleatorio simple.

Tabla 7. Croquis del área experimental

N° de Repeticiones	N° de Tratamientos				
I	C1	C2	T-1	T-2	T-3
II	T-2	T-3	C2	T-1	C1
III	T-3	T-2	T-1	C1	C2

El estudio se realizó en el Laboratorio de Entomología y Fitopatología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

c. Técnica e instrumento para el diseño experimental

La técnica utilizada fue la observación experimental para evaluar el número de larvas y pupas de infectadas y el instrumento utilizado fue una ficha de registro de datos.

Para la investigación se realizó los siguientes pasos que a continuación se detallan:

d. Adquisición del material biológico.

Larvas de *D. saltans*: Se realizó la colección de flores de pitahaya infestadas con larvas de *D. saltans* y se transportó en bolsas plásticas hacia el laboratorio de Entomología y Fitopatología de la UNTRM. Luego se realizó el conteo de las larvas del tercer estadio colocando dos larvas con alimento (flores de pitahaya) en cada recipiente plástico con sustrato estéril de arena y humus (Díaz y Rodríguez, 2019). Las larvas del tercer estadio (L3), estaban completamente formadas, eran mucho más grandes y fuertes, presentaron una longitud aproximada de 12,5 mm, fueron de color blanco amarillento y duraron en promedio 3,29 ($\pm$ 0,98) días. Además, los peritremas de los espiráculos caudales estaban completamente esclerotizados, conectando los dos espiráculos y formando una sola placa. Cuando la larva del tercer estadio está bien desarrollada, cava un orificio en el botón floral y cae al suelo para empupar (Delgado et al., 2010).

Figura 2. Flores de pitahaya infestadas con larvas de *D. saltans* en el distrito de Churuja. **A.**

Recolección de flores infestadas con larvas de *D. saltans*; **B.** Extracción de larvas de *D. saltans*; **C.**

Selección y conteo de larvas de *D. saltans* del tercer estadio



Sustrato para los tratamientos: El sustrato estuvo construido por arena y humus, se aplicó en una proporción 2:1 (arena: humus), luego se tamizó y se esterilizó 7.5 kg de arena y 3.75 kg de humus con hipoclorito de sodio (240 ml en 5 L de agua) y se dejó actuar por 5 minutos, según indicaciones de la etiqueta del producto (Clorox), con la finalidad de que exista interferencia de microorganismos en los tratamientos aplicados. El sustrato se distribuyó en 15 tratamientos 750 g/recipiente (500g de arena:250g de humus). Se utilizó recipientes plásticos de dos litros como unidad experimental y en la tapa del recipiente se realizó orificios para permitir la ventilación, también se colocó una trampa adhesiva amarilla que permitió la captura de adultos que alcanzaron a cumplir su ciclo de vida. Para que el sustrato se mantenga en capacidad de campo se agregó agua destilada y se observó a diario la humedad (Díaz y Rodríguez, 2019).

Figura 3. Sustrato esterilizado para inoculación de los tratamientos. **A.** Selección y uso de sustrato de arena y humus; **B.** Desinfección de sustrato de arena y humus; **C.** Ubicación de sustrato en los recipientes



Adquisición de *H. bacteriophora* juveniles: Los nemátodos *H. bacteriophora* juveniles se adquirieron del laboratorio de la Estación Experimental Agraria Vista Florida – INIA. Los nemátodos *H. bacteriophora* juveniles tienen la capacidad de penetrar a través de la cutícula del insecto y se encuentran en asociados mutuamente con la bacteria entérica *Photorhabdus luminescens* (Forst, et al., 1997).

Para determinar la concentración por mililitro del nemátodo entomopatógeno *H. bacteriophora* extraído de la solución se contabilizó en el microscopio y posteriormente se utilizó la siguiente fórmula para ver la concentración de cada tratamiento (Díaz y Rodríguez, 2019).

$$X = (b * 10 \text{ uL}/a) * c$$

En el que:

a: N° de *H. bacteriophora* promedio en 10 uL.

b: N° de *H. bacteriophora* esperado por cada tratamiento (concentración).

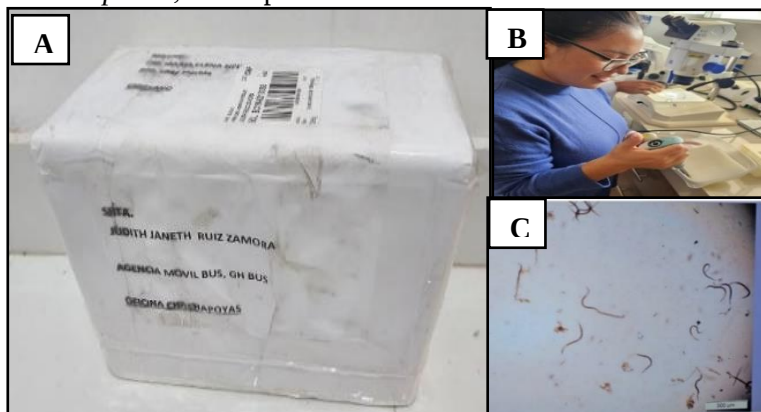
c: 1mL1000 uL, factor de conversión de uL a mL

X: Volúmen sobrante en ml perteneciente a los tratamientos.

Para todas las concentraciones de *H. bacteriophora* contenida en 1 mL se diluyó con 9 mL de agua destilada para formar 10 mL (1 en 9) de nuevas diluciones aplicables para cada tratamiento. Luego, a cada concentración de *H. bacteriophora* contenidos en un ml se va a diluir

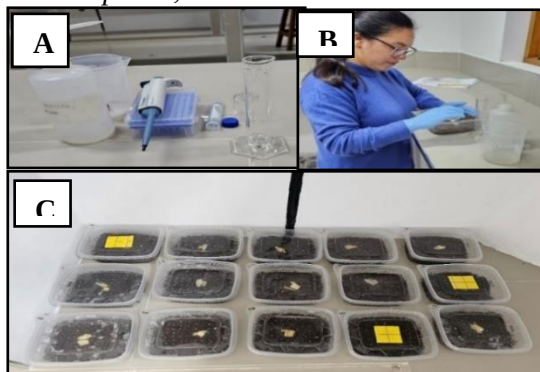
en 9 mL de agua destilada para formar una nueva dilución de 10 mL (1 en 9) para ser aplicado a cada tratamiento (Díaz y Rodríguez, 2019).

Figura 4. Adquisición y preparación de *H. bacteriophora*. **A.** Adquisición de juveniles de *H. bacteriophora*; **B.** Preparación de las concentraciones *H. bacteriophora*; **C.** Conteo *H. bacteriophora*



Inoculación de *H. bacteriophora*: En cada recipiente plástico que contiene dos larvas de *D. saltans*, se inoculó la concentración de *H. bacteriophora* contenida en 10 mililitros de la nueva dilución según el tratamiento correspondiente y se distribuyó uniformemente sobre el sustrato que contiene las larvas de *D. saltans* mediante el aspersor (Díaz y Rodríguez, 2019). Al tratamiento control 1 se agregó únicamente agua destilada y al tratamiento control 2 se agregó la dosis según la etiqueta del producto químico (500 mL/cil).

Figura 5. Preparación de las soluciones e inoculación hacia los tratamientos. **A.** Materiales usados para la preparación de las soluciones de *H. bacteriophora*; **B.** Preparación de las soluciones de *H. bacteriophora*; **C.** Inoculación hacia los tratamientos de *H. bacteriophora*.



Estimación de la mortalidad de larvas y pupas: se realizó acorde al ciclo de vida, registrando dos lecturas, posterior a la infección. La primera evaluación se realizó a los 8 días después de la infestación (ddi). Las larvas y pupas tuvieron un aspecto flácido, de color rojo ladrillo, las cuales se separaron del sustrato de cada tratamiento y se colocó en placas Petri y se observaron en un microscopio para garantizar el parasitismo de *H. bacteriophora*. A los cadáveres encontrados se les

realizó un corte y se observó el parasitismo de los nemátodos entomopatógenos. Las pupas y larvas que no presentaron ningún tipo de sintomatología se consideraron no infectadas y continuaron en los recipientes plásticos para ser observados en la segunda evaluación (Díaz y Rodríguez, 2019).

La segunda Evaluación se realizó a los 15 ddi donde se separaron larvas y pupas con el mismo procedimiento de la primera evaluación y se confirmaron la presencia o ausencia de parasitismo; y la tercera Evaluación se realizó a los 22 ddi siguiendo la misma metodología de las evaluaciones anteriores (Díaz y Rodríguez, 2019).

Tabla 8. Cartilla de evaluación de mortalidad de individuos, incluyendo larvas y pupas de *D. Saltans*

Cartilla de evaluación de mortalidad																	
N°	Repetición I					Repetición II					Repetición III					Total	
Repeticiones																	
Tratamientos	C1	C2	T-1	T-2	T-3	C1	C2	T-1	T-2	T-3	C1	C2	T-1	T-2	T-3		
8	Larvas	0	2	0	0	1	0	2	0	1	2	0	2	0	0	2	12
dda	Pupas	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
15	Larvas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dda	Pupas	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
22	Larvas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dda	Pupas	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
TOTAL		0	2	1	1	2	0	2	0	1	2	0	2	1	1	2	17

Evaluación del porcentaje de larvas y pupas parasitadas: El % de larvas y pupas de *D. saltans* que presentan mortalidad se determinó según la siguiente fórmula desarrollada por Barrera et al. (2013):

$$\% M = \text{NMF} / \text{NVI} \times 100$$

En el cual;

% M: Porcentaje de mortalidad del tratamiento

NMF: Porcentaje de larvas y/o pupas muertas después del tratamiento

NVI: Número de larvas vivas antes de aplicar el tratamiento

Análisis de datos

Los datos fueron recopilados en tablas y formatos utilizando el programa Excel, y se empleó el software estadístico IBM SPSS versión 27 para su análisis. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, estableciendo un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, con el fin de evaluar las diferencias estadísticas entre los tratamientos en relación al porcentaje de mortalidad de las larvas y pupas de la mosca del botón floral de la pitahaya.

RESULTADOS

En este capítulo se aborda como primera parte, los resultados de la caracterización de las unidades productivas de pitahaya en el Perú en aspectos de sostenibilidad; posteriormente se realizó la sostenibilidad de las unidades productivas de pitahaya en el Perú y finalmente la evaluación del control de *D. saltans* utilizando el nemátodo entomopatógeno *H. bacteriophora* en condiciones de laboratorio.

Caracterización de las unidades productivas de pitahaya en el Perú en aspectos de sostenibilidad

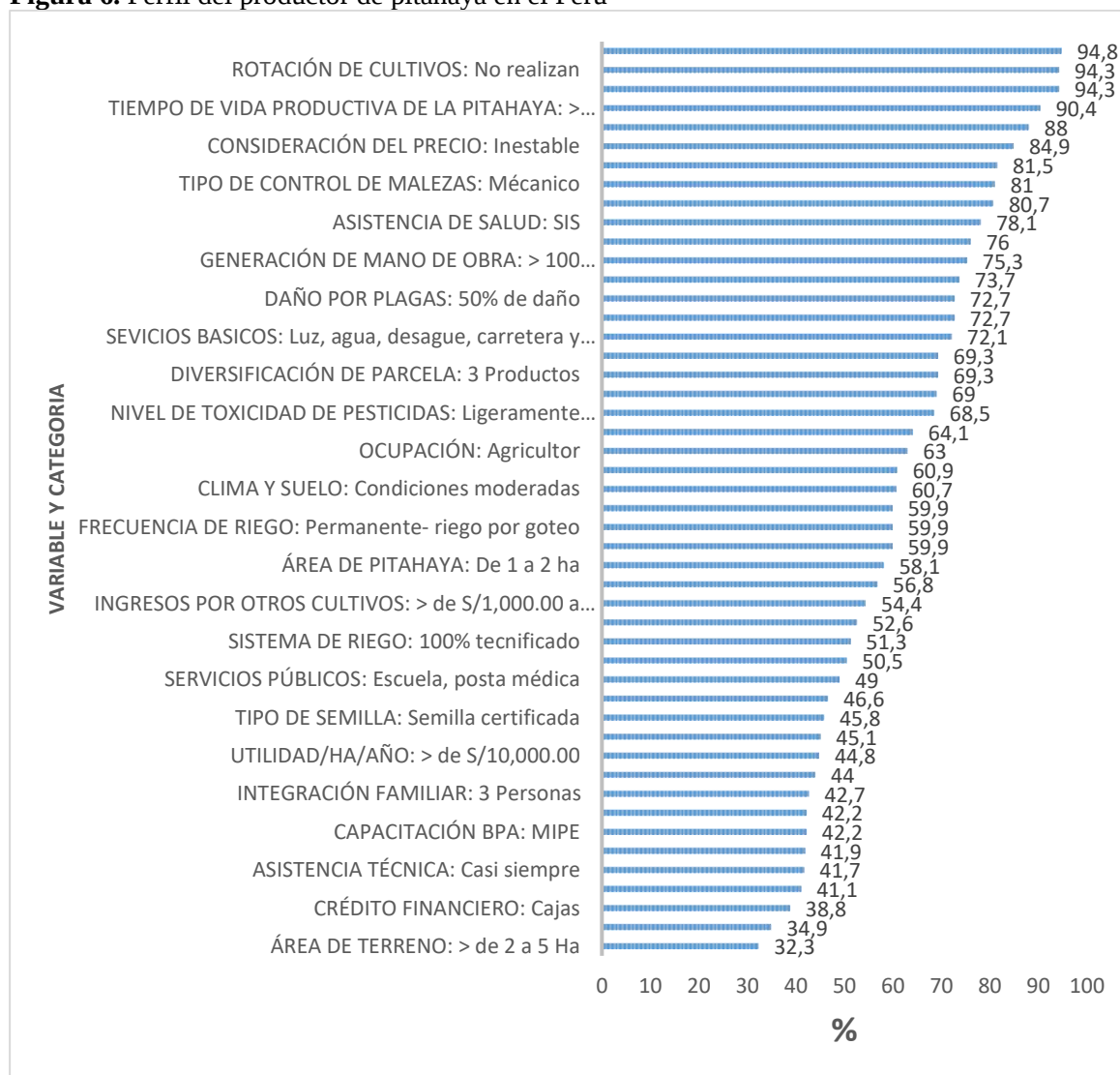
Las características de las unidades productivas de Pitahaya en el área de estudio se dividieron en tres aspectos (social, económico y ambiental), como se detalla a continuación:

Perfil de los productores

La Figura 1 permite identificar las modalidades más frecuentes de las variables estudiadas para la determinación del perfil del productor de pitahaya en el Perú. El análisis de clasificación jerárquica de los productores de pitahaya del Perú permitió identificar dos tipologías de productores: la primera constituida por 154 productores (40.10 %) y la segunda por 230 productores (59.90 %).



Figura 6. Perfil del productor de pitahaya en el Perú



Características en el aspecto social

Los agricultores y población en general dedicados al cultivo de pitahaya son social y culturalmente heterogéneos, puesto que son productores que cultivan la pitahaya en la costa, ceja de selva y selva alta. En la tabla 8 se evidencia que en su gran mayoría los agricultores son de sexo masculino el cual representa el 72,66% de productores varones y el 27,34% productoras mujeres. La edad predominante de los productores es de 31 a 50 años (56,77%) y la mayoría cuenta con un nivel de educación secundaria (44,01%) y el 63,02% tienen como ocupación ser agricultor y en su mayoría (42,71%) 3 personas que integran su familia se dedican a las labores del cultivo de pitahaya.

En cuanto a la variable tipo de tenencia de tierra, 88,02 % de agricultores poseen un terreno propio y un 4,95% alquilan terrenos por un periodo de 8 a 12 años para instalar pitahaya.

Respecto al acceso a servicios básicos, el 72.14% indica que cuentan con más de tres servicios básicos como luz, agua, desagüe, carretera y telefonía. Asimismo, dentro de la comunidad un 48.96% cuentan con al menos 2 servicios básicos como son posta médica y escuela. También, 78.13% de los agricultores cuentan con sistema integrado de salud y solamente el 9.11% no cuentan con ningún tipo de seguro de salud. El tipo de viviendas que cuentan los productores son de adobe, madera y material noble (76.04%).

El 41.67% de los agricultores recibieron asistencia técnica, puesto que es un cultivo nuevo y diferentes instituciones tanto públicas como privadas están asesorando a los productores en el cultivo de pitahaya por la buena aceptación en el mercado. Las capacitaciones mayormente fueron en el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades lo cual corresponde al 42.19% de los agricultores encuestados. Además, el 73.70% están asociados de forma activa en cooperativas y organizaciones y el 13.02% no pertenecen a ninguna organización.

El acceso al transporte también es un punto muy relevante dentro del cultivo para el traslado de la producción de la pitahaya hacia el mercado. El 52.60% cuenta con acceso al 100% de cualquier movilidad, sin embargo, el 10.68% no cuentan con acceso para la movilidad por lo que trasladan en acémilas o con el esfuerzo del mismo productor.

Los productores en su mayoría tienen entre 1 a 2 años de experiencia en el cultivo (34,9%), puesto que es un producto nuevo y en tendencia en el mercado. El 38.80% cuenta con créditos financieros de cajas, un 20.57% en bancos y un 14.06% en AGROBANCO.

Tabla 9. Caracterización sociodemográfica del sistema de cultivo de pitahaya en el Perú

Variables		N° de productores	%
Sexo	Masculino	279	72.66
	Femenino	105	27.34
Edad	De 31 a 50 años	218	56.77
	De 51 a 65 años	127	33.07
	De 18 a 30 años	27	7.03
	De 66 años a más	12	3.13

Educación	Secundaria	169	44.01
	Primaria	141	36.72
	Superior	66	17.19
	Ninguno	8	2.08
Ocupación	Agricultor	242	63.02
	Técnico o Profesional	64	16.67
	Comerciante	57	14.84
	Ama de Casa	21	5.47
Integración Familiar	3 persona	164	42.71
	4 personas a más	89	23.18
	2 persona	83	21.61
	1 persona	48	12.50
Tenencia de Tierra	Propio	338	88.02
	Propio y alquilado	26	6.77
	Alquilado	19	4.95
	Otros	1	0.26
Área de Terreno	> de 2 a 5 has	124	32.29
	De 1 a 2 has	114	29.69
	< 1 ha	88	22.92
	>de 5 has	58	15.10
Servicios Básicos	Más de tres servicios (luz, agua, desagüe, carretera, telefonía)	277	72.14
	Tres servicios (luz, agua, desagüe)	56	14.58
	Dos servicios (luz, agua)	36	9.38
	Un servicio (luz o agua)	15	3.91
Servicios Públicos	Dos servicios (Escuela, Posta médica)	188	48.96
	Más de tres servicios (Escuela, Posta	73	19.01

	médica, colegio, internet)		
	Un servicio (Posta médica)	63	16.41
	Tres servicios (Escuela, Posta médica, colegio)	60	15.63
	SIS (Sistema Integral de Salud)	300	78.13
Sistema de Salud	Ninguno	35	9.11
	ESSALUD	31	8.07
	Privado	18	4.69
	100% acceso a toda movilidad	202	52.60
Acceso a Transporte	50% acceso a toda movilidad	87	22.66
	25% acceso a toda movilidad	54	14.06
	0% acceso a toda movilidad	41	10.68
	Casi siempre	160	41.67
Asistencia Técnica	A veces	144	37.50
	Siempre	51	13.28
	Nunca	29	7.55
	Si, en MIPE	162	42.19
Capacitación en BPA	Si, en Fertilización, MIPE y cosecha	121	31.51
	Si, en fertilización	72	18.75
	No, no he recibido	29	7.55
	Asociado y activo	283	73.70
Asociatividad	No está asociado	50	13.02
	Asociado y dirigente	31	8.07
	Asociado y no activo	20	5.21
	Combinado	292	76.04
Tipo de Vivienda	Adobe	43	11.20
	Madera	25	6.51

	Material Noble	24	6.25
	De 1 a 2 años	134	34.90
Experiencia en el Cultivo	> de 2 a 5 años	129	33.59
	> de 5 años	75	19.53
	< 1 año	46	11.98
	Cajas	149	38.80
Crédito	Ninguno	102	26.56
Financiero	Bancos	79	20.57
	AGROBANCO	54	14.06

Características en el aspecto Económica

Se evidencia en la Tabla 10 que el área total de las unidades productivas del cultivo de pitahaya varía desde 0.25 hasta más de 5 ha, pero en su mayoría de productores cuentan de 1 a 2 (58.07%). El 3.39% cuentan con más de 5ha puesto ya que es un cultivo que recién se está expandiendo a nivel de área en el Perú. El cultivo viene siendo atacado por plagas lo cual el 72.66% mencionan que les ocasiona daños hasta en un 50%.

El cultivo de pitahaya es un cultivo perenne por lo que el 90.36% de los productores manifiestan que tienen un tiempo prolongado de vida y producción de hasta mayor a 10 años. Esto depende de las condiciones de suelo, clima, variedad y manejo técnico, asimismo los productores también diversifican sus productos con al menos 3 productos de importancia económica dentro de una misma parcela (69.27%).

El 59.90% de agricultores vendió el kilogramo de pitahaya entre 10 y 12 soles, según la variedad, la pitahaya roja está tomando una gran aceptación en el mercado regional, nacional y un potencial de aceptación en nuevos mercados internacionales por sus diversos beneficios para la salud. Sin embargo, el 40.10% mencionan que vendieron entre 7 y 9 soles el kilogramo, este precio es en su mayoría por la pitahaya amarilla puesto que es variable depende de las campañas de producción. Por lo tanto, el 84.90% de los productores consideran que el precio de la pitahaya es inestable, debido a que el

69.27% de los productores tienen 2 campañas de producción bien definidas entre los meses de diciembre- febrero y agosto- setiembre. En la selva va de diciembre-enero y agosto-setiembre y en la costa se produce todo el año. Por ello, el 14.58% de productores que realizan cosechas todo el año son en bajos volúmenes tanto en la variedad roja y amarilla. Esto depende básicamente del buen manejo agronómico del cultivo.

El cultivo de pitahaya se desarrolla de forma óptima en suelos francos con abundante materia orgánica por lo que el 60.68% de los productores cuentan con condiciones moderadas de clima y suelos. Sin embargo, los suelos en la costa son arenosos por lo que se realiza el mejoramiento con materia orgánica.

La mano de obra en la producción de pitahaya proviene mayormente de las familias de los productores, complementándose con la contratación de trabajadores particulares, lo que genera empleo. A pesar de esto, el 64.06% de los productores considera que la disponibilidad de mano de obra para la agricultura en general es limitada. El cultivo de pitahaya, en particular, requiere una gran cantidad de jornales para su manejo, y el 75.26% de los productores afirman que utilizan más de 100 jornales por hectárea al año. Como resultado, el precio del diario suele superar los 50 soles, según lo indica el 94.79 % de productores.

En cuanto al rendimiento, el 41.93% de los encuestados afirma que su cultivo de pitahaya produce más de 15 toneladas por hectárea al año, mientras que el 36.72% señala que su producción oscila entre 5 y 10 toneladas. Un 19.01% de los productores indica que su rendimiento se encuentra entre 10 y 15 toneladas por hectárea, y solo el 2.43% menciona una cosecha inferior a 5 toneladas por hectárea anual. La rentabilidad del cultivo es percibida como atractiva, ya que el 44.79% de los productores asegura obtener utilidades superiores a los 10,000 soles por hectárea al año. Además, el 54.43% de los productores complementa sus ingresos con otros cultivos, generando hasta 2000.00 soles.

La pitahaya se comercializa mayormente como fruta fresca en jabas cosechadoras, representando el 94.27% de los productores. El mercado de mayor potencial es el local y nacional, a cubrir al 80.73% de los encuestados, mientras que el 19.27% vende su producto directamente en la chacra o lugar de producción. Según el 81,51% de los productores, la rentabilidad del cultivo se incrementa

notablemente a partir de los 4 o 5 años, momento en el que logran recuperar entre el 50% y el 75% de su inversión inicial, la cual oscila entre 30.000 y 50.000 soles.

Tabla 10. Caracterización económica del sistema de cultivo de pitahaya en el Perú

	Variables	N° de productores	%
Área de Pitahaya	De 1 a 2 has	223.00	58.07
	<de 1 ha	103.00	26.82
	> de 2 a 5 has	45.00	11.72
	> de 5 has	13.00	3.39
Daño por Plagas	50% de daño	279.00	72.66
	25% de daño	89.00	23.18
	100% de daño	16.00	4.17
Tiempo de Vida	Tiempo largo (>10 años)	347.00	90.36
Productiva	Medio (5-7 años)	37.00	9.64
Diversificación de Parcela	3 productos	266.00	69.27
	2 productos	94.00	24.48
	De 4 a 5 productos	24.00	6.25
Precio/ Kg	De S/ 10.00 a S/ 20.00	230.00	59.90
	< S/ 10.00	154.00	40.10
N° de Campañas/Año	2 campañas	266.00	
	3 campañas	62.00	
	Todo el año	56.00	
Estabilidad del Precio	Inestable	326.00	84.90
	Estable	58.00	15.10
Condiciones de Clima y Suelo	Condiciones moderadas de clima y suelo	233.00	60.68
	Buenas condiciones de clima y suelo	137.00	35.68
	No sabe	14.00	3.65
Mano de Obra	Poca	246.00	64.06
	Escasa	120.00	31.25
	Regular	18.00	4.69
N° de Jornales/Ha/Año	Alto (>100 jornales/ha/año)	289.00	75.26
	Intermedio (50-100 Jornales/ha/año)	62.00	16.15

	Bajo (< 50 jornales/ha/año)	33.00	8.59
Costo de Mano de Obra	> S/ 50.00/día	364.00	94.79
	S/ 45.00/día	20.00	5.21
Rendimiento	> de 15 TM	161.00	41.93
	De 5 a 10 TM	141.00	36.72
	> de 10 hasta 15 TM	73.00	19.01
	< 5 TM	9.00	2.34
Utilidad	> de S/ 10000.00	172.00	44.79
	> de S/ 5000.00 a 10000.00	124.00	32.29
	De S/ 1000.00 a 5000.00	50.00	13.02
	< S/ 1000.00	38.00	9.90
Ingresos por Otros Cultivos	> de S/ 1000.00 a 2000.00	209.00	54.43
	De S/ 500.00 a 1000.00	94.00	24.48
	> S/ 2000.00	81.00	21.09
Tipo de Venta	1 producto (fresco)	362.00	94.27
	2 productos (procesado, fresco)	22.00	5.73
Comercialización	2 mercados (nacional y local)	310.00	80.73
	0 mercado (chacra)	74.00	19.27
Rentabilidad Vs	> 50% a 75% inversión	313.00	81.51
Inversión	> 75% inversión	71.00	18.49

Características en el aspecto Ambiental

En el ámbito ambiental, como se muestra en la Tabla 11, el 94.27% de los productores de pitahaya no practican la rotación de cultivos en sus unidades productivas. En cuanto al origen de la semilla, el 45.83% de los productores utilizan semilla certificada, especialmente en la costa, mientras que el 36.98% emplea semilla tratada de sus propias fincas. Un 10.94% usa semilla de viveros no certificados, y solo el 6.25% recurre a semilla de sus propias parcelas sin aplicar tratamiento alguno.

En el cultivo de pitahaya, el riego se emplea principalmente en la costa, donde el 51.30% de los productores utilizan riego tecnificado. Por lo contrario, el 40.10% no lo usa, ya que están ubicados en la selva, donde las lluvias son frecuentes. No obstante, entre los productores que sí riegan, el 41.15% señala que solo disponen de agua en ciertos momentos, lo que impacta negativamente en la producción. A pesar de ello, el 59.90% de los productores utilizan riego por goteo permanentemente.

En la producción de pitahaya, el 45.05% de los productores utilizan abonos, fertilizantes y plaguicidas, tanto de origen externo como interno. Además, el 60,94% incorpora materia orgánica al suelo al menos dos veces al año para mejorar sus características físicas. Por otro lado, el 42.19% de los productores realizó un análisis de suelos hace más de tres años, mientras que el 38.54% no ha llevado a cabo ningún análisis.

El cultivo de pitahaya, al igual que otros cultivos, enfrenta factores que afectan la producción, como el ataque de plagas. Por esta razón, los productores están evaluando y aplicando diferentes tipos de control para mejorar su productividad. En este contexto, el 46.61% emplea controles etológicos, biológicos, culturales y químicos. Sin embargo, un 9,11% no utiliza ningún tipo de control, lo que provoca pérdidas económicas en el cultivo.

Según los productores, el 59.90% realiza la labranza del suelo solo una vez, al momento de la instalación del cultivo, y posteriormente aplica labranza cero para su mantenimiento. Además, para el control de plagas, el 68.49% de los productores utilizan productos químicos ligeramente tóxicos.

En cuanto al tipo de soporte en el cultivo de pitahaya, el 50.52% utiliza postes vivos o de madera, mientras que el 5.47% no emplea tutores, ya que algunas variedades de pitahaya no son rastreras. Para el control de malezas, el 80.99% de los productores opta por el control mecánico.

El objetivo principal de este estudio se centra en el daño y control de la mosca del botón floral en el cultivo de pitahaya. El 69.01% de los productores reporta que esta plaga causa un daño del 50% al cultivo, lo que preocupa a los agricultores, ya que afecta significativamente su productividad y supera el umbral de daño económico. Además, se ha observado que esta plaga está desarrollando resistencia a algunos productos químicos utilizados actualmente, por lo que el estudio se enfoca en explorar el control biológico como una solución más eficaz para esta plaga.

Tabla 11. Caracterización ambiental del sistema de cultivo de pitahaya en el Perú

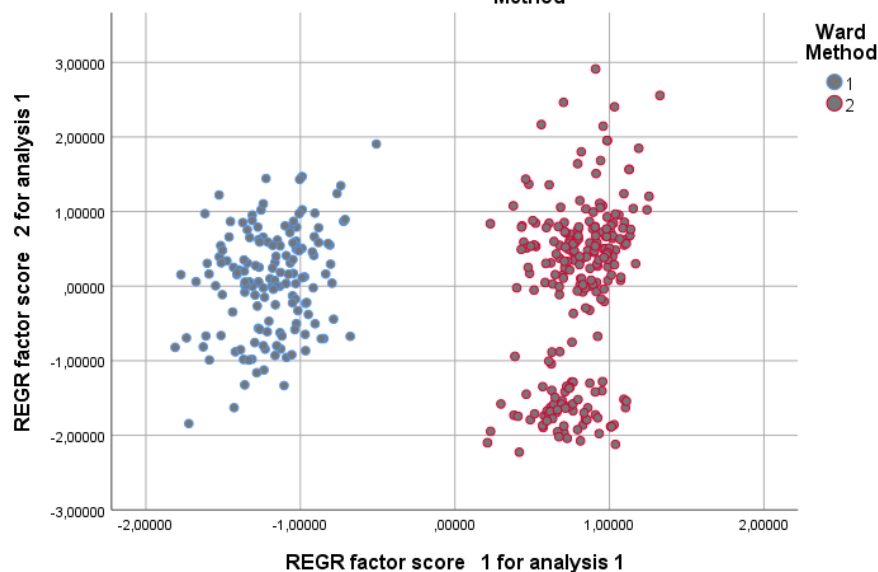
Variables		N° de productores	%
Rotación de Cultivos	No hace rotación	362	94.27
	1 vez al año	22	5.73
Tipo de Semilla	Semilla certificada	176	45.83
	Semilla tratada de su propia finca	142	36.98
	Semilla de vivero sin certificación	42	10.94
	Semilla sin tratar de su propia finca	24	6.25
Tipo de Riego	Si: 100% tecnificado	197	51.30
	No utilizo riego	154	40.10
	Si: 50% tecnificado	33	8.59
Disponibilidad de Agua	Disponible en ciertos tiempos	158	41.15
	No utiliza	154	40.10
	Siempre disponible	72	18.75
Frecuencia de Riego	Permanente	230	59.90
	No utiliza riega	154	40.10
Insumos	3 insumos (abonos orgánicos, plaguicidas y fertilizantes)	173	45.05
	2 insumos (abonos orgánicos y plaguicidas)	129	33.59
	1 insumo (abonos orgánicos)	72	18.75
	Ninguno	10	2.60
Aplicación de Materia Orgánica	2 veces al año	234	60.94
	1 vez al año	72	18.75
	De 3 a más veces al año	68	17.71
	No aplico	10	2.60
Análisis de Suelo	Si: hace más de 3 años	162	42.19
	Nunca realice	148	38.54
	Si: hace más de 4 años	46	11.98
	Si: hace más de 5 años	28	7.29
Control de Plagas	> a 3 (etológico, biológico, cultural y químico)	179	46.61
	2 (cultural y químico)	116	30.21
	3 (etológico, cultural y químico)	54	14.06
	Ninguno	35	9.11

Labranza	una vez por año	230	59.90
	Labranza cero	154	40.10
Toxicidad de Plaguicidas	Ligeramente tóxico	263	68.49
	Moderadamente tóxico	75	19.53
	No es tóxico	35	9.11
	Altamente y extremadamente tóxico	11	2.86
Sistema de Soporte	Postes vivos y/o madera	194	50.52
	Postes de concreto	140	36.46
	Postes vivos, madera y de concreto	29	7.55
	No usa soporte	21	5.47
Control de Malezas	Mecánico	311	80.99
	Mecánico y químico	37	9.64
	Químico	28	7.29
	Uso de coberturas	8	2.08
% de Daño de <i>D. Saltans</i>	50% de daño	265	69.01
	25% de daño	54	14.06
	100% de daño	41	10.68
	0% de daño	24	6.25

El agrupamiento de las Unidades Productivas (UP) de pitahaya es clave, ya que permite implementar acciones específicas para cada grupo, en lugar de hacerlo de manera individual. Esto se debe a que los grupos se forman en función de la similitud entre sus componentes, lo que indica que las Unidades Productivas agrupadas presentan diferencias significativas solo en comparación con otros grupos. A través de un análisis de conglomerados, utilizando el método de Ward y la distancia euclidiana cuadrada, se identificaron dos grupos (Figura 7): el primer grupo (I) está compuesto por 154 Unidades Productivas, mientras que el segundo grupo (II) incluye 230 Unidades Productivas.

Figura 7. Gráfico de dispersión agrupada de las puntuaciones de los factores según Clúster.

Dispersión agrupada de REGR factor score 2 for analysis 1 por REGR factor score 1 for analysis 1 por Ward Method



En el gráfico de dispersión (figura 7), se observa que las familias del conglomerado 1 presentan una menor dispersión en comparación con las del conglomerado 2. La mayoría de las familias se ubican cerca del promedio en ambos conglomerados, lo que resalta una clara diferenciación entre las Unidades Productivas ubicadas en la ceja de selva (conglomerado 1) y aquellas situadas en la costa (conglomerado 2).

Figura 8. Agrupamiento de Unidades productivas de pitahaya en el Perú, con el Método de Ward y una distancia Euclidiana Cuadrada

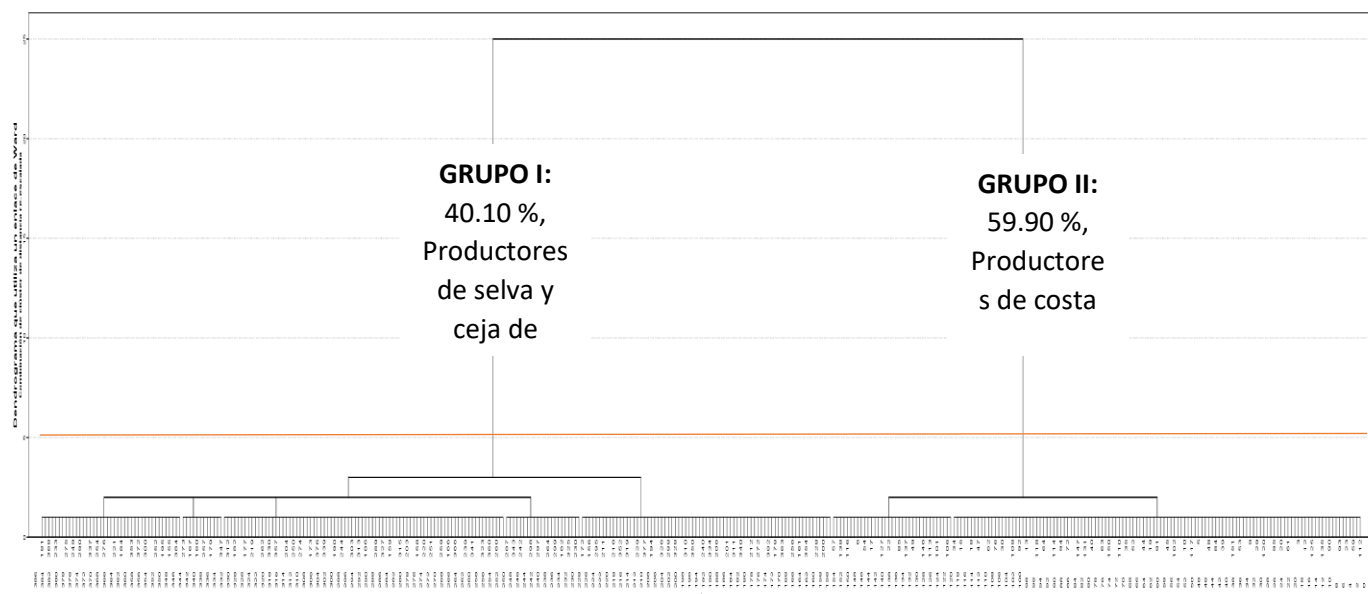


Tabla 12. Grupos de Unidades Productivas de pitahaya en el Perú

Grupo	N° Unidad Productiva	Tipo de Unidad Productiva	Dimensión
I	154 Unidades Productivas (40.10 %)	Los productores de pitahaya son principalmente hombres adultos, con 2 a 5 años de experiencia, agricultores con educación secundaria, con participación familiar, acceden a servicios básicos, asociaciones y capacitación, con financiamiento propio.	Social
		La producción de pitahaya se desarrolla en áreas de 1-2 ha, con rendimientos anuales de 5-10 toneladas/ha. La actividad es diversificada y, a pesar de las pérdidas por plagas (50%) y la inestabilidad de los precios (<10 soles/kg), las utilidades anuales fluctúan entre 5,000 y 10,000 soles/ha. Aunque los costos de producción son elevados, los productores logran recuperar entre el 50% y el 75% de la inversión en un plazo de cinco años, comercializando en fruta fresca, a nivel local y nacional.	Económico
		Debido a la perennidad de la pitahaya, no se practica rotación de cultivos. Los productores utilizan semillas propias, no utilizan riego, aplican compost y plaguicidas de baja toxicidad, controlan malezas mecánicamente y no realizan análisis de suelos.	Ambiental
II	230 Unidades Productivas (59.90 %)	Los productores de pitahaya son predominantemente hombres adultos, con niveles educativos que incluyen secundaria y formación profesional. Con 1-2 años de experiencia, poseen unidades productivas propias, acceso a servicios básicos, y han recibido capacitación en prácticas agrícolas. Además, forman parte de asociaciones y cooperativas, y recurren a financiamiento mediante créditos ofrecidos por entidades financieras locales.	Social
		La producción de pitahaya se desarrolla en áreas de 1-2 ha, con rendimientos anuales mayor a 15 TM/Ha. La actividad es diversificada y, a pesar de las pérdidas por plagas (50%) y la inestabilidad de los precios (10-20 soles/kg), las utilidades anuales son mayor a 10,000 soles/ha. Aunque los costos de producción son elevados, los productores logran recuperar el 75% de la inversión en un plazo de cinco años, comercializando en fruta fresca, a nivel nacional e internacional.	Económico

Debido a la perennidad de la pitahaya, no se practica rotación de cultivos. Los productores utilizan semillas certificada, riego por goteo, usan tutores de madera y postes vivos, aplican compost, fertilizantes, y controles etológicos y químicos, controlan las malezas mecánicamente y realizan análisis de suelos.	Ambiental
--	-----------

Tabla 13. Análisis de varianza para las medias de las variables según clústeres (ANOVA)

Tabla de ANOVA ^{a,b,c}							
Variables	Parámetros	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Ocupación	Entre grupos (Combinado)	29,474	1	29,474	21,775	,000	
	Dentro de grupos	517,065	382	1,354			
	Total	546,539	383				
Integración Familiar	Entre grupos (Combinado)	14,917	1	14,917	17,374	,000	
	Dentro de grupos	327,989	382	,859			
	Total	342,906	383				
Área de Terreno	Entre grupos (Combinado)	16,525	1	16,525	17,186	,000	
	Dentro de grupos	367,308	382	,962			
	Total	383,833	383				
Servicios Básicos	Entre grupos (Combinado)	116,404	1	116,404	316,136	,000	
	Dentro de grupos	140,656	382	,368			
	Total	257,060	383				
Servicios Públicos	Entre grupos (Combinado)	3,771	1	3,771	4,024	,046	
	Dentro de grupos	357,976	382	,937			

	Total		361,747	383			
Asistencia de Salud	Entre grupos	(Combinado)	3,448	1	3,448	9,987	,002
	Dentro de grupos		131,885	382	,345		
	Total		135,333	383			
Acceso al Transporte	Entre grupos	(Combinado)	144,548	1	144,548	209,070	,000
	Dentro de grupos		264,108	382	,691		
	Total		408,656	383			
Asistencia Técnica	Entre grupos	(Combinado)	42,271	1	42,271	77,132	,000
	Dentro de grupos		209,351	382	,548		
	Total		251,622	383			
Capacitación en Buenas Prácticas Agrícolas	Entre grupos	(Combinado)	18,573	1	18,573	24,447	,000
	Dentro de grupos		290,216	382	,760		
	Total		308,789	383			
Asociado	Entre grupos	(Combinado)	5,714	1	5,714	4,871	,028
	Dentro de grupos		448,119	382	1,173		
	Total		453,833	383			
Tiempo que se Dedicar al Cultivo	Entre grupos	(Combinado)	25,562	1	25,562	31,697	,000
	Dentro de grupos		308,061	382	,806		
	Total		333,622	383			
Crédito Financiero	Entre grupos	(Combinado)	69,755	1	69,755	68,711	,000

	Dentro de grupos	387,804	382	1,015		
	Total	457,560	383			
Diversificación de Parcela	Entre grupos (Combinado)	4,814	1	4,814	18,313	,000
	Dentro de grupos	100,425	382	,263		
	Total	105,240	383			
Campañas de Cosecha/Año	Entre grupos (Combinado)	5,143	1	5,143	9,726	,002
	Dentro de grupos	202,013	382	,529		
	Total	207,156	383			
Precio de la Pitahaya	Entre grupos (Combinado)	1,906	1	1,906	15,385	,000
	Dentro de grupos	47,333	382	,124		
	Total	49,240	383			
Clima y Suelo	Entre grupos (Combinado)	30,783	1	30,783	89,576	,000
	Dentro de grupos	131,277	382	,344		
	Total	162,060	383			
Costo de la Mano de Obra	Entre grupos (Combinado)	1,556	1	1,556	34,150	,000
	Dentro de grupos	17,403	382	,046		
	Total	18,958	383			
Rendimiento de Pitahaya	Entre grupos (Combinado)	194,092	1	194,092	515,252	,000
	Dentro de grupos	143,897	382	,377		
	Total	337,990	383			

Utilidad de la Pitahaya/Ha/Año	Entre grupos	(Combinado)	5,463	1	5,463	5,749	,017
	Dentro de grupos		363,027	382	,950		
	Total		368,490	383			
Diversifica sus Ventas	Entre grupos	(Combinado)	1,470	1	1,470	6,893	,009
	Dentro de grupos		81,488	382	,213		
	Total		82,958	383			
Comercialización de la Pitahaya	Entre grupos	(Combinado)	6,585	1	6,585	10,825	,001
	Dentro de grupos		232,373	382	,608		
	Total		238,958	383			
Rentabilidad Vs Inversión	Entre grupos	(Combinado)	2,596	1	2,596	17,939	,000
	Dentro de grupos		55,277	382	,145		
	Total		57,872	383			
Tipo de Semilla	Entre grupos	(Combinado)	64,731	1	64,731	84,907	,000
	Dentro de grupos		291,227	382	,762		
	Total		355,958	383			
Sistema de Riego	Entre grupos	(Combinado)	752,649	1	752,649	10,171,932	,000
	Dentro de grupos		28,265	382	,074		
	Total		780,914	383			
Disponibilidad de Agua de Riego	Entre grupos	(Combinado)	493,497	1	493,497	3,811,418	,000
	Dentro de grupos		49,461	382	,129		

	Total		542,958	383			
Insumos Externos y/o Internos	Entre	(Combinado)	63,420	1	63,420	118,471	,000
	grupos						
	Dentro de grupos		204,494	382	,535		
	Total		267,914	383			
Incorporación de Materia Orgánica	Entre	(Combinado)	10,003	1	10,003	22,677	,000
	grupos						
	Dentro de grupos		168,497	382	,441		
	Total		178,500	383			
Análisis de Suelos	Entre	(Combinado)	52,445	1	52,445	80,767	,000
	grupos						
	Dentro de grupos		248,045	382	,649		
	Total		300,490	383			
Tipo de Control de Plagas	Entre	(Combinado)	186,596	1	186,596	287,098	,000
	grupos						
	Dentro de grupos		248,277	382	,650		
	Total		434,872	383			
Tipo de Sistema De Soporte (Tutores)	Entre	(Combinado)	24,606	1	24,606	56,138	,000
	grupos						
	Dentro de grupos		167,433	382	,438		
	Total		192,039	383			

a. No hay varianza dentro de los grupos - no se pueden calcular las estadísticas para 21. ¿Cuál es el precio de venta por Kg de pitahaya? * Ward Method.

b. No hay varianza dentro de los grupos - no se pueden calcular las estadísticas para 38. ¿Con que frecuencia riega el cultivo de pitahaya? * Ward Method.

c. No hay varianza dentro de los grupos - no se pueden calcular las estadísticas para 43. ¿Con que frecuencia realiza la labranza del suelo para el manejo tecnificado del cultivo de pitahaya? * Ward Method.

El análisis de varianza para la comparación de medias, en todos los capitales demuestra con una



significancia inferior a 0.05, la existencia de diferencias significativas entre los clústeres, quedando demostrado que dentro de cada clúster las familias productoras de pitahaya tienen características definidas que los hace similares y a su vez los hace distintos en comparación a familias productoras que se ubican en el clúster 2.

Sostenibilidad de las unidades productivas de pitahaya en el Perú.

Tabla 14. Criterios de diagnóstico e indicadores sociales de sostenibilidad para la evaluación del cultivo de pitahaya

Atributo	Criterio de Diagnóstico	Indicadores	Valoración	Factor de Ponderación
Equidad	Distribución de costos y beneficios	Edad	2	2
		Nivel de educación	3	
		Ocupación	1	
Estabilidad; resiliencia; confiabilidad	Calidad de vida	Servicios básicos	4	3.2
		Servicios públicos	2	
		Asistencia de salud	2	
		Acceso al transporte	4	
		Tipo de vivienda	4	
Adaptabilidad	Fortalecimiento del proceso de aprendizaje	Capacitación en Buenas Prácticas Agrícolas	3	2.5
		Tiempo de dedicación al cultivo	2	
		Capacidad de cambio e innovación	3	
	Participación	Integración familiar	3	3
Autodependencia (autogestión)	Control	Tenencia de Tierra	3	3
		Área de terreno	3	
	Organización	Nivel de organización	4	4

Figura 9. Representación radial de los indicadores de sostenibilidad social de las unidades productoras de Pitahaya en el Perú



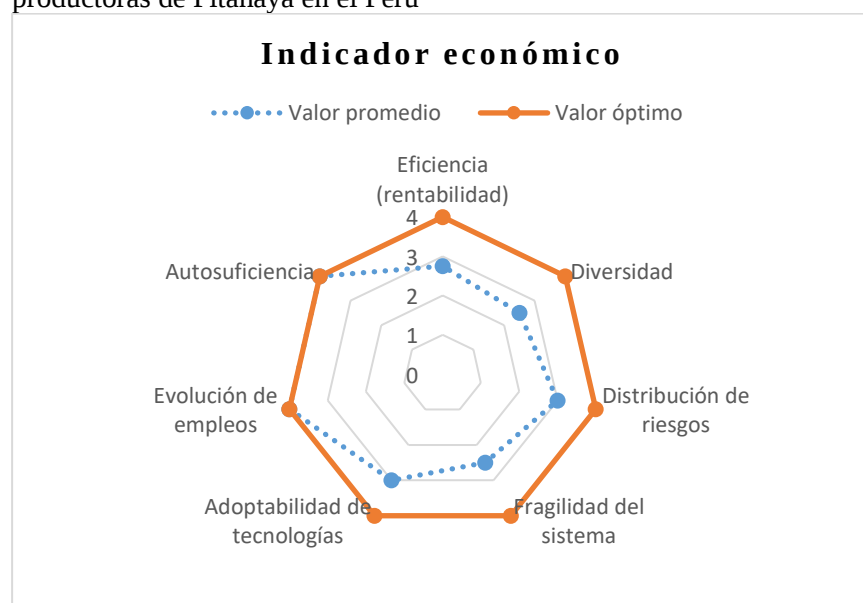
En relación con el indicador de sostenibilidad social (ver *figura 9*), observamos que el subindicador de organización alcanza un valor óptimo. En contraste, el subindicador de distribución de costos y beneficios presenta un valor mínimo de 2, lo cual requiere refuerzo. Para mejorar esta situación, será necesario fomentar la incorporación de personal joven, asegurar que haya ocupaciones dedicadas exclusivamente a la agricultura y capacitar al personal en el manejo del cultivo. Esto permitirá una gestión más eficaz de los costos de producción y de las utilidades del cultivo.

Tabla 15. Criterios de diagnóstico e indicadores económicos de sostenibilidad para la evaluación del cultivo de pitahaya

Atributo	Criterio de Diagnóstico	Indicador	Valoración	Factor de Ponderación
Productividad	Eficiencia (rentabilidad)	Área del cultivo de pitahaya	2	2.75
		Precio de venta de pitahaya/kg	2	
		N° de campañas/año	2	
		Rendimiento de pitahaya/ha/año	4	
		Utilidad/ha/año	4	
		Ingresos por otros cultivos	3	
		Tipo de venta del producto	1	

		Tiempo de vida productiva de la pitahaya	4	
Estabilidad; resiliencia; confiabilidad	Diversidad	Diversificación de parcela	2	2.5
		Tipo de comercialización	3	
	Distribución de riesgos	Acceso a crédito financiero	3	3
	Fragilidad del sistema	% de daño por plagas y enfermedades	3	2.5
		Consideración del precio	2	
	Equidad	Adoptabilidad de tecnologías	% de Rentabilidad vs Inversión	3
Evolución de empleos		Disponibilidad de mano de obra	4	4
		N° de jornales/ha/año	4	
Autodependencia	Autosuficiencia	Precio de mano de obra/día	4	4

Figura 10. Representación radial de los indicadores de sostenibilidad económico de las unidades productoras de Pitahaya en el Perú

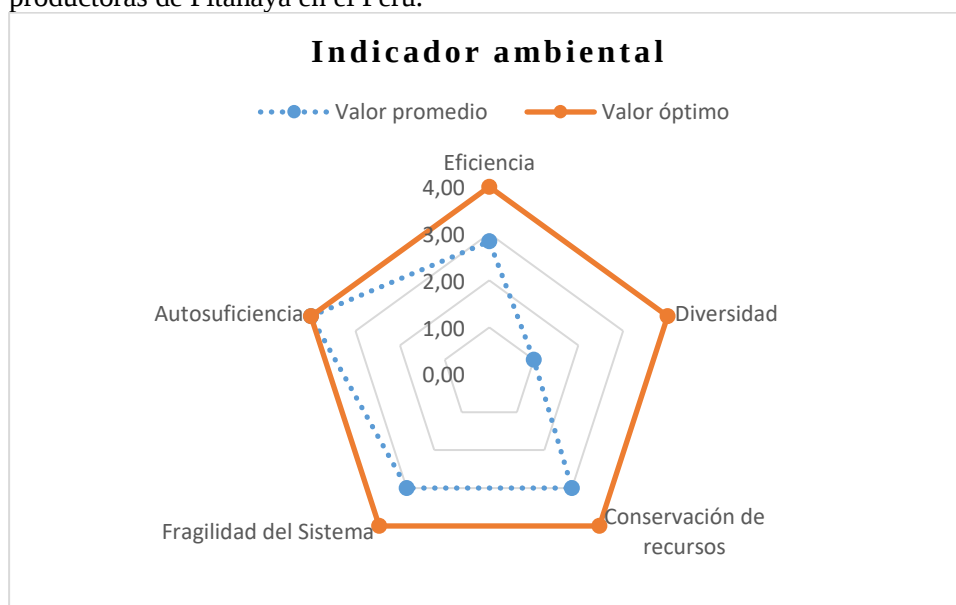


En cuanto al subindicador de sostenibilidad económica (ver *tabla 14* y *figura 10*), observamos que la evolución de empleos y la autosuficiencia se aproximan al valor óptimo. Sin embargo, el subindicador de fragilidad del sistema presenta un valor relativamente bajo de 2.5 en comparación con los demás indicadores, debido a problemas como la presencia de plagas y la inestabilidad de los precios. Para mejorar esta situación, es crucial fortalecer el control de plagas con el fin de mejorar la calidad y los rendimientos del cultivo.

Tabla 16. Criterios de diagnóstico e indicadores ambientales de sostenibilidad para la evaluación del cultivo de pitahaya

Atributo	Criterio de Diagnóstico	Indicador	Valoración	Factor de Ponderación
Productividad	Eficiencia	Condiciones clima y suelo	3	2.83
		Análisis de suelos	2	
		Tipo de uso de semilla	4	
		Sistema de soportes	3	
		Métodos de control de plagas	4	
		Tipo de control de malezas	1	
Estabilidad; resiliencia; confiabilidad	Diversidad	Rotación de cultivos	1	1
	Conservación de recursos	Incorporación de materia orgánica	3	3
		Nivel de toxicidad de pesticidas	2	
		Tipo de sistema de riego	4	
		Disponibilidad de agua para riego	3	
		Frecuencia de riego	4	
		Labranza del suelo	2	
	Fragilidad del Sistema	% de daño de la mosca del botón floral	3	3
Autogestión	Autosuficiencia	Uso de insumos internos y/o externos	4	4

Figura 11. Representación radial de los indicadores de sostenibilidad ambiental de las unidades productoras de Pitahaya en el Perú.



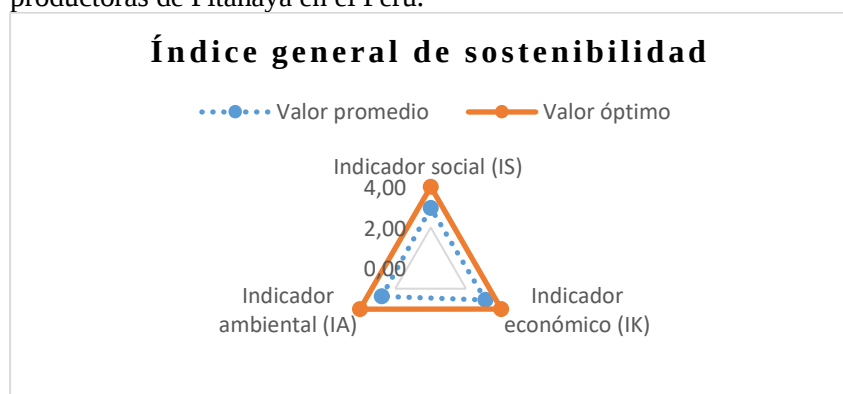
En relación con el indicador de sostenibilidad ambiental (ver *tabla 15* y *figura 11*), el subindicador de autosuficiencia se acerca al valor óptimo. En contraste, el subindicador de diversidad presenta un valor de 1, lo que indica una falta de sostenibilidad. Esto se debe a la falta de rotación de cultivos puesto que solo es monocultivo, en la región costera. Se recomienda fomentar el uso de abonos orgánicos, como compost, y biocidas para mejorar la sostenibilidad ambiental, además de realizar una rotación de cultivos.

Tabla 17. Sostenibilidad de las dimensiones social, económico y ambiental de las unidades productivas de pitahaya

Indicador	Cultivo de Pitahaya
Indicador social (IS)	2.96
Indicador económico (IK)	3.11
Indicador ambiental (IA)	2.77
Índice general de sostenibilidad (IGS)	2.94

Según la Tabla 17, con relación a la sostenibilidad general de las Unidades productivas de pitahaya en el Perú son sustentables, debido a que los tres indicadores (económico, social y ambiental) obtuvieron valores mayores a 2, con un índice de sostenibilidad general (ISG) de 2.94.

Figura 12. Representación radial de las dimensiones social, económico y ambiental de las unidades productoras de Pitahaya en el Perú.



Las condiciones de sostenibilidad emergen en el marco de una integración multidimensional, donde se han identificado los siguientes beneficios sostenibles en el sistema productivo de la pitahaya: en el ámbito social, destaca la fortaleza en la organización de los productores, lo que contribuye a mejorar los niveles de producción y las capacidades de negociación en el cultivo. En el aspecto económico, se observa como ventaja la generación de empleo y la autosuficiencia, lo que resulta en mayores ingresos para las familias productoras de pitahaya. A nivel económico y ambiental, esta autosuficiencia dentro del cultivo también se presenta como una fortaleza clave.

Evaluación del control de *D. saltans* utilizando el nemátodo entomopatógeno *H. bacteriophora* en condiciones de laboratorio.

La mortalidad de larvas y pupas de la mosca del botón floral de la pitahaya (*D. saltans*) se observó en distintas concentraciones de nematodos entomopatógenos *H. bacteriophora*, específicamente a niveles de 7000, 9000 y 11000 Jls/mL. Esto demuestra la efectividad del nematodo para causar mortalidad en larvas de tercer estadio de esta especie. Además, se utilizó un producto químico como control para la comparación. Asimismo, se realizó la aplicación de producto químico como tratamiento control 2.

Se observó la mortalidad de larvas y pupas de la mosca del botón floral de la pitahaya (*D. saltans*) en distintas concentraciones de nematodos entomopatógenos *H. bacteriophora*, específicamente a niveles de 7000, 9000 y 11000 Jls/mL. Esto demuestra la efectividad del nematodo para causar mortalidad en larvas de tercer estadio de esta especie. Además, se utilizó un producto químico como tratamiento control 2 para realizar la comparación.

Tabla 18. Número total de individuos muertos por tratamiento y días de evaluación

N° de Evaluaciones		C1	C2	T-1	T-2	T-3
8 dda	Larvas	0	6	0	1	5
	Pupas	0	0	0	1	1
15 dda	Larvas	0	0	0	0	0
	Pupas	0	0	0	1	0
22 dda	Larvas	0	0	0	0	0
	Pupas	0	0	2	0	0
Total	17	0	6	2	3	6

Según la tabla 18, se detalla el número total de larvas y pupas de *D. saltans* que murieron en cada tratamiento a los 8, 15 y 22 días después de la aplicación (dda), como resultado de la infección con diferentes concentraciones de nematodos, incluyendo los tratamientos C1, C2, T-1, T-2 y T-3. Se observa que el tratamiento T-3 (11000 Jls/mL) registró la mayor mortalidad, con un total de 6 individuos muertos a los 8 dda, seguido por el tratamiento T-2 (9000 Jls/mL), que provocó la muerte de 3 larvas y pupas a los 8 y 15 dda. Además, el tratamiento T-1 (7000 Jls/mL) mostró un total de 2 individuos muertos a los 22 dda. El tratamiento C2 (tratamiento control con producto químico) también registró 6 individuos muertos a los 8 dda, mientras que el tratamiento C1 (tratamiento control 1) no presentó mortalidad. La tasa de mortalidad promedio de las larvas y pupas expuestas a los tratamientos T-1, T-2 y T-3 fue de 3.67, lo que concuerda con lo mencionado por García del Pino (1994), el cual menciona que la capacidad de infección del nematodo se incrementa al vencer las defensas del insecto, debido a que la superficie del nematodo contiene una proteína que inhibe la respuesta inmunitaria del hospedero.

Los insectos que lograron sobrevivir a las concentraciones aplicadas fueron capaces de completar su ciclo y transformarse en individuos adultos.

Tabla 19. Porcentaje de individuos muertos por tratamiento y días de evaluación

N° de Evaluaciones		C1	C2	T-1	T-2	T-3
8 dda	Larvas	0.0%	100.0%	0.0%	16.7%	83.3%
	Pupas	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%	16.7%
15 dda	Larvas	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Pupas	0.0%	0.0%	0.0%	16.7%	0.0%
22 dda	Larvas	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Pupas	0.0%	0.0%	33.3%	0.0%	0.0%
% de mortalidad		0.0%	100.0%	33.3%	50.0%	100.0%

Como se muestra en la tabla 19, el tratamiento T-3 presentó el mayor porcentaje de mortalidad, alcanzando un 83.3% de larvas muertas a los 8 dda.

Número promedio de larvas y pupas muertas de la mosca del botón floral (*D. saltans*) en las diferentes concentraciones del nemátodo entomopatógeno *H. bacteriophora* por cada repetición.

Tabla 20. Número promedio de individuos muertos por tratamiento en cada repetición

N° de Repeticiones	Tratamientos				
	C1	C2	T-1	T-2	T-3
Repetición I	0	2	1	1	2
Repetición II	0	2	0	1	2
Repetición III	0	2	1	1	2
Total	0	6	2	3	6
Promedio	0.00	2.00	0.67	1.00	2.00

Según la tabla 20, se muestra el número promedio de larvas y pupas de *D. saltans* que murieron en cada tratamiento debido a la infección con diferentes concentraciones de nematodos, incluyendo los tratamientos C1, C2, T-1, T-2 y T-3. El tratamiento T-3 (11000 Jls/mL) registró el mayor promedio de individuos muertos, con un valor de 2. Le sigue el tratamiento T-2 (9000 Jls/mL), que también alcanzó un promedio de 2 larvas y pupas muertas. Tanto el tratamiento T-1 (7000 Jls/mL) como el C2 (tratamiento control con producto químico) tuvieron un promedio de 0.67 muertos cada uno.

Finalmente, el tratamiento C1 (tratamiento control 1) no presentó mortalidad, con un promedio de 0, ya que no murieron individuos.

Porcentaje de mortalidad de larvas y pupas de la mosca del botón floral (*D. saltans*)

Tabla 21. Porcentaje de mortalidad de larvas y pupas de *D. saltans*.

N° de Repeticiones	Tratamientos				
	C1	C2	T-1	T-2	T-3
Repeticón I	0.0%	100.0%	50%	50%	100.0%
Repeticón II	0.0%	100.0%	0.0%	50%	100.0%
Repeticón III	0.0%	100.0%	50%	50%	100.0%
Promedio	0.00%	100.00%	33.33%	50.00%	100.00%

La tabla 21 presentan el porcentaje promedio de mortalidad en larvas y pupas de *D. saltans*. Se observa que el tratamiento T-3, con la concentración más alta de 11000 Jls/mL, produjo el mayor porcentaje de mortalidad, alcanzando un promedio del 100%. A continuación, el tratamiento T-2, con 9000 Jls/mL, mostró un porcentaje promedio de mortalidad del 50%. Por último, el tratamiento T-1, con 7000 Jls/mL, tuvo un porcentaje promedio de mortalidad del 33.3%. Así, se puede concluir que los porcentajes de mortalidad tendieron a aumentar a medida que las concentraciones de nematodos aumentaron.

Mortalidad en estadio de larva y pupa de *D. saltans*.

Tabla 22. Número total de larvas y pupas muertas por tratamientos

Mortalidad/ Estadío	Tratamientos					Total
	C1	C2	T-1	T-2	T-3	
Larva	0	6	0	1	5	12
Pupa	0	0	2	2	1	5

Tabla 23. Promedio de larvas y pupas muertas por tratamientos

Mortalidad/ Estadio	Tratamientos					Promedio
	C1	C2	T-1	T-2	T-3	
Larva	0.00	2.00	0.00	0.33	1.67	4.00
Pupa	0.00	0.00	0.67	0.67	0.33	1.67

Tabla 24. Porcentaje de mortalidad de larvas y pupas según tratamiento

Mortalidad/ Estadio	Tratamientos					Total %
	C1	C2	T-1	T-2	T-3	
Larva	0.00%	33.33%	0.00%	5.56%	27.78%	66.67%
Pupa	0.00%	0.00%	11.11%	11.11%	5.56%	27.78%

En la tabla 24 se presenta el porcentaje de mortalidad total en cada estadio (larvas y pupas) causado por el nematodo entomopatógeno *H. bacteriophora* en diferentes concentraciones de los tratamientos. Se observa que el mayor porcentaje de mortalidad, un 66.67%, ocurrió en el estadio de larva, mientras que el porcentaje de mortalidad en el estadio de pupa fue del 27.78% en todos los tratamientos.

El elevado porcentaje de mortalidad en las larvas de *D. saltans* (66.67%) debido a la infección por *H. bacteriophora* puede explicarse por el uso de larvas de tercer estadio, tanto en etapas iniciales como tardías, siendo estas últimas más cercanas a la pupación. Esto sugiere que la infectividad ocurrió predominantemente en el estadio larval.

Este hallazgo es coherente con lo reportado por Toledo, Pérez, Pablo y Jorge (2005), quienes encontraron que las larvas de tercer estadio en la fase inicial de *A. obliqua* eran más susceptibles al nematodo *H. bacteriophora* que las larvas en etapas tardías. Las larvas tardías se transforman en pupas en menos tiempo, y aunque el pupario posee espiráculos que actúan como barrera para la penetración de los nematodos, estos finalmente lograron infectar a las pupas.

Número y porcentaje de mortalidad en larvas

Tabla 25. Número de larvas muertas por tratamiento en cada repetición

N° de Repeticiones	Número de Larvas Muertas				
	C1	C2	T-1	T-2	T-3
Repetición I	0	2	0	0	1
Repetición II	0	2	0	1	2
Repetición III	0	2	0	0	2
Total	0	6	0	1	5

Tabla 26. Porcentaje de mortalidad en larvas por tratamiento en cada repetición

N° de Repeticiones	Porcentaje de Larvas Muertas				
	C1	C2	T-1	T-2	T-3
Repetición I	0.00%	33.33%	0.00%	0.00%	16.67%
Repetición II	0.00%	33.33%	0.00%	16.67%	33.33%
Repetición III	0.00%	33.33%	0.00%	0.00%	33.33%
Promedio	0.00%	33.33%	0.00%	5.56%	27.78%

En la tabla 26 se evidencia que el tratamiento T-02 (producto químico) mostró el porcentaje más alto de mortalidad en larvas, con un 33.33%, seguido por el tratamiento T-3 (11000 Jls/mL) con un 27.78% de mortalidad. El porcentaje más bajo de mortalidad en relación con las concentraciones del nematodo *H. bacteriophora* fue observado en el tratamiento T-2 (9000 Jls/mL), con un 5.56%. Esto sugiere que la mayor concentración de nematodos resultó en el mayor porcentaje de mortalidad en las larvas de *D. saltans*.

Número y porcentaje de mortalidad en pupas

Tabla 27. Número de pupas muertas por tratamiento en cada repetición

N° de Repeticiones	Número de Pupas Muertas				
	C1	C2	T-1	T-2	T-3
Repetición I	0	0	1	1	1
Repetición II	0	0	0	0	0
Repetición III	0	0	1	1	0
Total	0	0	2	2	1

Tabla 28. Porcentaje de mortalidad en pupas por tratamiento en cada repetición

N° de Repeticiones	Porcentaje de Pupas Muertas				
	C1	C2	T-1	T-2	T-3
Repetición I	0.00%	0.00%	16.67%	16.67%	16.67%
Repetición II	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Repetición III	0.00%	0.00%	16.67%	16.67%	0.00%
Promedio	0.00%	0.00%	11.11%	11.11%	5.56%

Según la tabla 28, el porcentaje de mortalidad más alto en pupas se registró en los tratamientos T-1 (7000 Jls/mL) y T-2 (9000 Jls/mL), ambos con un 11.11%. Esto fue seguido por el tratamiento T-3 (11000 Jls/mL), que mostró un 5.56% de mortalidad. Esto indica que las concentraciones bajas y medias de nematodos entomopatógenos resultan en un mayor porcentaje de mortalidad en las pupas de *D. saltans*.

Tabla 29. Prueba de comparaciones múltiples del porcentaje promedio de mortalidad de pupas de *D. saltans*.

Mortalidad		
Duncan ^a		
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
C1	3	,0000

C2	3	,0000
T-3	3	555,6667
T-1	3	1111,3333
T-2	3	1111,3333
Sig.		,124

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Al realizar las comparaciones múltiples utilizando la prueba de Duncan, como se indica en la Tabla 29, se ha determinado que ninguno de los tratamientos muestra diferencias significativas entre sí. Sin embargo, el tratamiento T-2 (9000 Jls/mL) y el T-1 (7000 Jls/mL) muestran un porcentaje de mortalidad numéricamente mayor que el tratamiento T-3 (11000 Jls/mL), lo que indica diferencias significativas entre estos tratamientos. Por lo tanto, se recomienda utilizar el T-2 (9000 Jls/mL) y el T-1 (7000 Jls/mL) para el control de pupas de *D. saltans*.

DISCUSIÓN

Caracterización de las unidades productivas de pitahaya

En el cultivo de pitahaya en el Perú predomina la participación de los hombres (72.66%). Un alto porcentaje de ellos están asociados en cooperativas, lo que refleja el creciente interés y la aceptación comercial del cultivo de pitahaya, además de ayudar a los agricultores a mejorar su competitividad. Similares porcentajes (87.5% de agricultores del género masculino) fueron identificados en cultivos de pitahaya en México (Cálix et al., 2014). Este escenario no solo es específico de los cultivos de pitahaya. En general, la participación del género masculino en los cultivos agrícolas es predominante. Por ejemplo, 95% y 89% de participación masculina han sido reportados en cultivos de kion en Chanchamayo (Loyola, 2018) y cultivos de tuna en La Joya, Arequipa (Arenas et al., 2017), respectivamente.

En el Perú, la mayoría (58.07%) de los productores de pitahaya cuentan con áreas pequeñas de producción (1 a 2 Has), dado que es un cultivo nuevo para el mercado nacional e internacional. Existe una semejanza con los datos obtenidos (0,1 - 2 ha) en el cultivo de pitahaya en Ecuador (Cevallos,

2022), debido a que la mayoría de los agricultores poseen pequeñas áreas de tierra para cultivos y los costos de producción son elevados. Este contexto también se ha reportado en el cultivo de palto (0,1 - 2 ha) en Moquegua (Bedoya, 2020) y en el cultivo de cacao (> a 5 ha) en Amazonas (Fernández, 2023), los cuales se han tipificado como pequeños productores vinculados a la agricultura familiar de transición por su articulación gradual al mercado (Torres, 2019).

El 45.83% de los productores peruanos de pitahaya compran semilla certificada para garantizar la calidad del cultivo. Similarmente, se refleja en estudios realizados en México en el cultivo de pitahaya, puesto que los productores también compran la semilla para la instalación del cultivo (Cevallos, 2022). Este panorama también se manifiesta en otros cultivos de exportación, por ejemplo, en el cultivo de mango en Ancash el 62% de productores utilizan plantones certificados (Palomo, 2023); en el cultivo de palto en Moquegua el 56% utilizan plantones de viveros certificados (Bedoya, 2020) y en el cultivo de naranja en Chanchamayo el 52% también se agencian de plantones y yemas de viveros certificados (Bello, 2022). Esto indica que, para los cultivos de exportación se requiere una semilla de calidad, para generar buena producción y productividad dentro del cultivo.

En el Perú, en su gran mayoría (84.90%) los productores consideran que el precio de la pitahaya es inestable, porque existen épocas de sobreoferta y épocas de escasez. De igual forma, en Ecuador el precio de la pitahaya también se considera inestable y puede variar \$ 0.50 a \$ 1.50 el kilogramo (Garcia, 2017). Esta perspectiva también se tiene en otros cultivos frutales debido a la época de producción y demanda de cada frutal. Por ejemplo, en cultivo de mango en Ancash se considera un precio inestable en los meses de mayo a diciembre, y se incrementa en los meses de febrero – abril por mayor demanda (Palomo, 2023). Similarmente, ocurre en el cultivo de piña en Pichanaki, los cuales tienen un precio inestable en los meses de mayo a agosto por la sobreoferta del producto.

En Ecuador, los productores de pitahaya recuperan la inversión a los 4 años con una rentabilidad que va del 87-341% (Garcia y Quiroz 2010). La rentabilidad de este cultivo en Perú es percibida como atractiva a pesar de solo ser del 44.79%, donde los productores aseguran utilidades superiores a los 10,000 soles. De forma similar, ocurre en frutales como en el cultivo de naranja en Chanchamayo, en donde evaluaron que una mayor inversión en la finca, genera mayor rentabilidad por hectárea al año (Marca-Huamancha et al. 2018). Esta ganancia atractiva incentiva a la expansión e inversión en el

cultivo de pitahaya, debido a que, el mercado de esta fruta representa una opción para los pequeños productores de zonas con limitantes agroecológicas (INIA, 2020).

En Ecuador, la mayoría de los productores de pitahaya recurren al uso de productos químicos para el control de plagas (Aguayo, 2012). El 69.01% de los productores en Perú también aplican productos químicos para el control de plagas (*D. Saltans*). Este escenario se ha demostrado en diversos cultivos agrícolas como por ejemplo en el cultivo de mango en Ancash, se utiliza el control químico para contrarrestar el ataque de Antracnosis (Palomo, 2023), de igual forma el cultivo de vid en Ica aplican fungicidas y acaricidas para el control de hongos y ácaros (Cáceres, 2018) respectivamente. Sin embargo, por ser productos de exportación tienen en cuenta el límite máximo permisible de plaguicidas (Moreno y Pérez, 2022).

Sostenibilidad de las unidades productivas de pitahaya

Las unidades productivas de pitahaya en el Perú, son sostenibles en los tres indicadores de la sostenibilidad (social, económico y ambiental) utilizando el marco metodológico de MESMIS, logrando un índice de sostenibilidad general (ISG) de 2.94. Similar resultado se obtuvo en el cultivo de pitahaya en México alcanzando ISG de 2.80 (Raffo et al., 2021) y en Churuja, Amazonas, se determinó siete atributos sostenibles (Díaz, 2023), lo cual indica que son sostenibles y se consideran un ejemplo dentro del sistema de producción agrícola. Asimismo, existen otros sistemas de producción sostenibles, por ejemplo, el cultivo de granadilla en Oxapampa, Pasco es Potencialmente sostenible en siete atributos (Romero, 2019); el cultivo de limón persa en Martínez de la Torre es económicamente viable, ambientalmente sostenible y socialmente aceptable (Franco, 2020); y el cultivo de palto es sostenible en dos indicadores de la sostenibilidad social y ambiental (Bedoya, 2021).

La sostenibilidad del cultivo de pitahaya en el Perú, según el marco metodológico MESMIS, se ve influenciada por diversos factores. En el ámbito social, destaca el factor autogestión; en términos económicos, factores como la equidad y la autodependencia se acercan al valor óptimo de sostenibilidad y en el aspecto ambiental, la autosuficiencia es relevante. El cultivo de pitahaya se asemeja a otros cultivos en cuanto a los factores claves que contribuyen a su sostenibilidad, por ejemplo, en el cultivo de caña de azúcar identificó factores claves como la rentabilidad, la asociación y el abastecimiento de agua, los cuales refuerzan las dimensiones económica, social y ambiental

(Lozano, 2022), respectivamente; en el cultivo de mango tanto en Ecuador (Rosero, 2015) como en Perú (Palomo, 2023), se destacan la equidad, la confiabilidad, la rentabilidad y la disponibilidad de agua como factores determinantes para la sostenibilidad.

La sostenibilidad del cultivo de pitahaya en Perú se ve afectada por limitaciones sociales, económicas y ambientales. Socialmente, los costos, la edad y la ocupación de los productores dificultan la integración de las generaciones jóvenes. Económicamente, las plagas y enfermedades reducen la productividad y viabilidad del cultivo. Ambientalmente, la falta de diversidad y rotación de cultivos genera degradación del suelo y proliferación de plagas. En Ecuador, se identificaron problemas similares, como escasez de mano de obra calificada y deficiencias en fitosanidad (Raffo et al., 2021). Estos factores también afectan a otros cultivos, como en mango (Rosero, 2015), palto (Bedoya, 2021) y limón persa (Franco, 2020), evidenciando la falta de manejo integrado de plagas, el uso excesivo de agroquímicos y la carencia de prácticas de conservación de recursos naturales, comprometiendo la sostenibilidad de los sistemas agroforestales (Odicio, 2024).

Control de *D. saltans*

En el cultivo de pitahaya en Perú, el tratamiento T-3 con *H. bacteriophora* (11,000 JIs/mL) logró una mortalidad del 100% en *D. saltans*. Estudios previos corroboran su eficacia en otras plagas de interés económico, por ejemplo, Díaz y Rodríguez (2019) reportaron un 76.7% de mortalidad en *Ceratitis capitata* con 7,000 JIs/mL; Rosales et al. (2016) alcanzaron el 100% en *Anastrepha obliqua* y *Bradysia difformis* con 800 JIs/mL; Calle (2019) controló el 75% de *Spodoptera frugiperda* con 200 JIs/mL. Sin embargo, Vergaray (2014) obtuvo solo un 13.8% de mortalidad en *Aedes aegypti* con 750 JIs/larva, lo que sugiere que dosis más altas son cruciales para optimizar el control biológico en cultivos como la pitahaya.

La aplicación de *H. bacteriophora* en larvas de *D. saltans* en el cultivo de pitahaya en Perú, alcanzó una mortalidad del 83.3% a los 8 días, destacando su rápida eficacia. Estudios similares respaldan su potencial como: Cámara y Castro (2021) reportaron un 38% de mortalidad en *Dasiops sp.* en maracuyá a los 15 días con 200 JIs/200 μ L; Morales (2012) logró un 95% en *C. sordidus* a los 11 días con 6,000 nematodos/insecto; y Figueiroa et al. (2019) registraron un 66.6% en *P. xylostella* a las 72 horas con 200 JIs/insecto. Aunque la mortalidad varía según la especie y las condiciones

experimentales, este estudio reafirma el uso de *H. bacteriophora* como un controlador biológico eficaz en diferentes plagas agrícolas.

CONCLUSIONES

La caracterización de las unidades productivas de pitahaya en Perú, desde una perspectiva de sostenibilidad, mediante el análisis de conglomerado por el método de Ward, permitió identificar dos grupos principales de productores distribuidos en la costa y selva. Estos presentan una notable heterogeneidad social y cultural. Predominan los hombres (72.66%), con edades entre 31 y 50 años, y un nivel educativo mayormente secundario. La mayoría de los agricultores se dedican exclusivamente a la agricultura y han recibido asistencia técnica, debido a que el cultivo es relativamente nuevo en el país. Además, un alto porcentaje de ellos está asociado en cooperativas, y muchos cuentan con acceso a financiamiento. Esto refleja el creciente interés y la aceptación comercial del cultivo de pitahaya.

La evaluación de la sostenibilidad de las unidades productivas de pitahaya en el Perú revela que el cultivo es sostenible, con una puntuación positiva de 2.94. El aspecto económico es el más fortalecido, destacándose la creación de empleos y la autosuficiencia, lo que genera mayores ingresos para las familias productoras. En el ámbito social, la organización de los productores mejora la producción y la capacidad de negociación. En el aspecto ambiental, se destaca el uso eficiente de insumos, tanto internos como externos, lo que refuerza la autosuficiencia en el manejo del cultivo.

La evaluación del control de *D. saltans* mediante el nemátodo entomopatógeno *H. bacteriophora* en condiciones de laboratorio mostró que todas las concentraciones aplicadas (7000, 9000 y 11000 Jls/mL) causaron diferentes niveles de mortalidad en larvas y pupas de la mosca del botón floral. El mayor efecto se observó a los 8 días de tratamiento, siendo la concentración más alta (11000 Jls/mL) la que produjo el mayor porcentaje de mortalidad, mientras que la menor concentración (7000 Jls/mL) generó el menor impacto. Estos resultados indican que *H. bacteriophora* es efectivo en el control de *D. saltans*, con una mayor eficiencia a concentraciones elevadas.

Recomendaciones

Se recomienda a los productores de pitahaya en el Perú, que haya más participación de la familia en las labores agrícolas incluyendo la participación de la mujer, fomentar el trabajo con personal joven, tener ocupación exclusivamente a la agricultura y contar con personal capacitado en el cultivo para

manejar adecuadamente sus costos de producción y utilidades del cultivo. También trabajar el MIPE enfocándose en el control biológico aplicando controladores biológicos para tener un mayor control de plagas dentro del cultivo de esta forma mejorar la calidad y rendimientos de cultivo. Además, incentivar a que los usuarios utilicen abonos orgánicos como compost, biol, biocida y rotación de cultivos para lograr una sostenibilidad dentro del cultivo.

Se recomienda llevar a cabo esta investigación en condiciones de campo para evaluar la mortalidad de las larvas del tercer estadio de la mosca del botón floral *D. saltans*, con la aplicación de los nemátodos *H. bacteriophora*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguayo Rojas, O. F. (2012). *Plan de negocios para la creación de una empresa dedicada a la producción y exportación de pitahaya amarilla orgánica hacia Alemania*. (Tesis de pregrado). Universidad de las Américas, Quito.
- Altieri, M. A. (1999). *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo, Uruguay. Editorial Nordan-Comunidad.
- Albarracín, J., Fonseca, N., & López, L. (2019). *Las prácticas agroecológicas como contribución a la sustentabilidad de los agroecosistemas*. Caso provincia del Sumapaz. Tunja (Boyacá), Colombia: Revista Ciencia y Agricultura 16(2): 39-55.
- Ambrecht, I. 1985. *Biología de la mosca de los botones florales del maracuyá Dasiops inedulis (Díptera: Lonchaeidae) en el Valle del Cauca*. Tesis de grado. Universidad del Valle, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. 140 pp.
- Arenas, A., Castro Cepero, V., & Julca Otiniano, A. (2017). *Caracterización de fincas productoras de tuna (Opuntia ficus indica) para la producción de cochinilla del carmín (Dactylopius coccus) en La Joya (Arequipa, Perú)*.
- Araujo, J.; Medina, O. 2008. *Reconocimiento de patógenos asociados al cultivo de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus Haw.) en el departamento del Valle del Cauca*. Tesis de grado. Valledupar: Universidad Popular del Cesar. Facultad de Ciencias de la Salud Microbiología. 148 pp.



- Asociación de Exportadores (ADEX) (2024). *Pitahaya peruana llegó principalmente a países de la UE*. Recuperado de: <https://www.adexperu.org.pe/notadeprensa/pitahayaperuana-llego-principalmente-a-paises-de-la-ue/>
- Barrera, J., Carrascal, J., Numa, S., Rodríguez, D., & Cantor, F. (2013). *Compatibilidad de Encarsia formosa (Hymenoptera: Aphelinidae) con productos comerciales en condiciones de laboratorio*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
<https://www.redalyc.org/pdf/3190/319028011003.pdf>.
- Bedoya, J. E., Julca, O. A. (2020). *Sustentabilidad de las fincas de palto (Persea americana Mill.) en la región Moquegua, Perú*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
<https://www.scielo.cl/pdf/rivar/v8n22/0719-4994-rivar-8-22-36.pdf>
- Bedoya Justo, Edgar, & Julca Otiniano, Alberto. (2020). *Caracterización de fincas productoras del cultivo de palto en la región Moquegua, Perú*. Idesia (Arica), 38(3), 59-67.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292020000300059>
- Begg, G. S., Cook S. M., Dyea, R., Ferrante, M., Franck, P., Lavigne, C., Lövei, G.L., Vaquie, A. M., Pelle, J. K., Petit, S., Quesada, N., Ricci, B., Wratteng, S. D., Bircha. A. N. E. (2017). *A functional overview of conservation biological control Crop Prot.* pp. 145-158, 10.1016/j.cropro.2016.11.008
- Bifani, P. (1997). *Medio Ambiente y Desarrollo*. Universidad de Guadalajara. México. 699 p.
- Boddupalli, P. M., Bruce, A., Beyene, Y., Makumbi D. Gowda, M., Asim, M., Martinelli, S., Head, G.P., Parimi, S. (2022). *Resistencia de la planta hospedante para el manejo del gusano cogollero en el maíz: relevancia, estado y perspectivas en África y Asia*.
<https://doi.org/10.1007/s00122-022-04073-4>
- Cámara, R., & Castro, A. (2021). *Nematodos entomopatógenos como biocontroladores de la Mosca del ovario y protocolo de evaluación en Trips, plagas del cultivo de maracuyá*. Revista de Protección Vegetal, 36(2), 112-120.
- Cáceres, C. (2022). *Pitahaya en el norte: costos de inversión por hectárea ascienden a S/ 40 mil*. Perú.
Recuperado de: <https://agronegociosperu.org/2022/03/14/pitahayaen-el-norte-costos-de-inversion-por-hectarea-ascienden-a-s-40-mil/>

- Cáceres Yparraguirre, H. (2018). *Caracterización y sustentabilidad de fincas productoras de vid para Pisco en Ica, Perú*.
- Cálix, H., Castillo, R., & Caamal, H. J. (2014). *Caracterización de la producción de pitahaya (Hylocereus spp.) en la zona maya de Quintana Roo, México*. Agroecología, 9(1/2), 123-132.
- Cálix de Dios H, Kissman S, Alvarado DSH, Luckson PJ, Putnam H. 2015. *Seguridad y Soberanía Alimentaria en la Zona Maya de Yucatán*. Universidad Intercultural Maya de Quintana Roo. Quintana Roo, México.
- Calle, Y. H. (2019). *Patogenicidad de Heterorhabditis bacteriophora Poinar en larvas de Spodoptera frugiperda en maíz*. Peruvian Agricultural Research, 1(1).
<https://doi.org/10.51431/par.v1i1.477>
- Centurión-Yah, A. R., Solís-Pereira, S., Saucedo-Veloz, C., Báez-Sañudo, R., & Sauri-Duch, E. (2008). *Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (Hylocereus undatus) durante su desarrollo*. Revista Fitotecnia Mexicana, 31(1), 1–5.
<https://doi.org/10.35196/rfm.2008.1.1>
- Centro de Investigación de Economías y Negocios Globales (CIEN) (2022). *Reporte de Tendencias Agosto 2022*. Recuperado de:
https://www.cien.adexperu.org.pe/wpcontent/uploads/2022/08/CIEN_RT_Agosto_2022-1.pdf
- Cevallos Peñafiel, D. D. (2022). *Caracterización de fincas productoras de pitahaya orgánica (Hylocereus undatus) en Santo Domingo y Portoviejo*. (Tesis de Pregrado). Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.
- Chagas, K. P., Carvalho, B. L., Guerra, C. A., Silva, R. A., & Vieira, F. A. (2019). *Fenologia do dendezeiro e correlações com variáveis climáticas*. Ciência Florestal, 29(4), 1701-1711.
- Collantes, R; Rodríguez, A; Beyer, A; Rodríguez, P. 2019. *Alternativas sostenibles de manejo de residuos de cosecha en agroecosistemas de palto y mandarina en Cañete, Lima, Perú*. Aporte Santiaguino, 12(2):228-235.
- Conway, G; Barbier, E. 1992. *After the green revolution: sustainable agriculture for development*. Londres y New York, Earthscan Publications Ltd. 205 p.



- Delgado, A., Kondo, T., López, K. I., Quintero, E. M., Burbano, M., Medina, J. A. (2010). *Biología y algunos datos morfológicos de la mosca del botón floral de la pitaya amarilla, Dasiops saltans (Townsend) (Diptera: Lonchaeidae) en el Valle del Cauca, Colombia*. (Vol. 11).
- Delgado, A.; Kondo, T.; Imbachi-López, K.; Quintero, E.M.; Manrique Burbano, M.B.; Medina S., J.A. 2010a. *Biología y algunos datos morfológicos de la mosca del botón floral de la pitaya amarilla, Dasiops saltans (Townsend) (Diptera: Lonchaeidae) en el Valle del Cauca, Colombia*. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle 11(2):1-10.
- Díaz Bacalla, E. J. (2023). *Evolución de la sostenibilidad del cultivo de pitahaya en el distrito de Churuja (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas, Perú.
- Díaz, S. B., Rodríguez, J. C. F. J. (2019). *Efecto de la aplicación de tres concentraciones del nemátodo entomopatógeno Heterorhabditis sp. en el control biológico de la mosca mediterránea de la fruta (Ceratitis capitata Wiedemann) en condiciones de laboratorio*. Universidad Nacional del Santa. Nuevo Chimbote, Ancash, Perú.
<http://revistas.uns.edu.pe/index.php/PUNKURI/article/view/13>
- Dix, I.; Burnell, A. M.; Griffin, C. T.; Joyce, S. A.; Nugent, J. M. 1992. *The identification of biological species in the genus Heterorhabditis (Nematoda: Heterorhabditidae) by cross breeding second generation amphimictic adults*. Parasitology 104: 509-518.
- Fairhurst, T., & Härdter, R. (2012). *Palma aceitera. Manejo para rendimientos altos y sostenibles*. International Plan Nutrition Institute and International Potash Institute.
- Fernández Jeri, A. B. (2023). *Sustentabilidad de las fincas productoras de Cacao nativo (Theobroma cacao L.) en la provincia de Bagua, Amazonas, Perú*.
- Flanders, K.L.; Miller, J. M.; Shields, E. J. 1996. *In vivo production of Heterorhabditis bacteriophora 'Oswego' (Rhabditida: Heterorhabditidae), a potential biological control agent for soil-inhabiting insects in temperate regions*. Journal of Economic Entomology 89 373-380.
- Figueiroa, L. E., Predes Trindade, R. C., Molina Acevedo, J. P., Negrisoli Junior, A. S., Paz Filho, E. R., Pereira Gonzaga, E., & López Espinosa, D. J. (2019). *Patogenicidad y multiplicación de aislados de nemátodos entomopatógenos para el control de Plutella xylostella (Linnaeus)*



- (*Lepidoptera: Plutellidae*). Revista Chilena De Entomología, 45(1). Retrieved from <https://www.biotaxa.org/rce/article/view/45572>
- Forst, S., Dowds, B., Boemare, N., y Stackebrandt, E. (1997). *Xenorhabdus y Photorhabdus spp.: bichos que matan bichos*. Microbiol.; 51 :47–72.
- Franco Valderrama A. M. (2020). *Evaluación de la sustentabilidad del sistema de producción de limón persa en Martínez de la Torre, Veracruz*. Universidad Autónoma Chapingo.
- García Barquero, E. M., & Quirós Madrigal, O. (2010). *Análisis del comportamiento de mercado de la pitahaya (Hylocereus undatus)*. In Tecnología en Marcha (Vol. 23).
- García del Pino, F. (1994). *Los Nematodos Entomopatógenos (Rhabditida: Steinernematidae y Heterorhabditidae) presentes en Cataluña y su utilización para el Control Biológico de Insectos*. España.
- García Muñoz, M. C. (2003). *Pitaya: cosecha y postcosecha*. Ecuador.
- García, Q. (2017). *Análisis del comportamiento de mercado de la pitahaya*. Obtenido de a, Vol. 23, N° 2: 14-24 pp.
- García Rosero, L. M. (2015). *Ceratitidis capitata (Wied.) y la sostenibilidad de Mangifera indica L. para exportación desde Ecuador (Tesis doctoral)*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Gliessman, S. 2002. *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sustentable*. Turrialba, Costa Rica, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 359 p.
- Guevara Joel, O. E. (2024). *Sustentabilidad de los agroecosistemas en el distrito de Campo Verde, región Ucayali (Tesis doctoral)*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú.
- Huachi, L., Yugsi, E., Paredes, M. F., Coronel, D., Verdugo, K. y Santamaría, P. C. (2015). *Desarrollo de la pitahaya (Cereus sp.) en Ecuador*. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida, 22(2), pp. 50–58. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476047267005>
- Imbachí-López, K. 2009. *Estudios sobre la biología de la mosca del botón floral de la pitaya, Dasiops saltans (Townsend) (Diptera: Lonchaeidae), plaga de la pitaya amarilla, Selenicereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel) Moran, en el Valle del Cauca, Colombia, distribución espacial y evaluación de cebos a base de proteína hidrolizada para su control*. Trabajo de



- grado (Ingeniero agrónomo). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 79 pp.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2016*. [ENAGRO, 2017] (en línea). Lima, Perú. Consultado 25 abril de 2021. Disponible en https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est_Lib1436/libro.pdf
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2020). *Guía técnica del cultivo de la pitahaya (Hylocereus megalanthus) en la región Amazonas*. Perú.
- Jaramillo, M. J. 2024. *Patogenicidad sobre Spodoptera frugiperda Smith de nematodos entomopatógenos nativos de la región Lambayeque*. [Tesis título profesional, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional: <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/ef1bf411-2ed7-4a49-90b1-3e24f5b51366/content>
- Johnigk, S. A.; Ehlers, R. 1999. *Juvenile development and life cycle of Heterorhabditis bacteriophora and H. indica (Nematoda Heterorhabditidae)*. Nematology 1: 251-260.
- Kondo, T., Imbachi, K. L., Quintero, Q. E.M., Delgado, A., Manrique, B. M. B., Murillas, G. M., y Vélez, M. C. (2010). *Biología y hábitos de la mosca del botón floral de la pitaya amarilla, Dasiops saltans (Townsend) en el valle del Cauca, Colombia*. Universidad Nacional-Palmira. Colombia.
- Leff, E. (1998). *Saber ambiental: sostenibilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Editores Siglo XXI, S.A. de C.V. México. 285 pp.
- Leiva, F. R. (1998). *Sostenibilidad de sistemas agrícolas*. Agronomía Colombiana, XV(2-3), 181-193.
- López-Turcios, O., & Guido-Miranda, A. (1998). *Evaluación de dosis de nitrógeno y fósforo en el cultivo de pitahaya (Hylocereus undatus)*. Agronomía Mesoamericana, 9(1), 66–71. <https://doi.org/10.15517/am.v9i1.24635>
- López, V.A.; Ramírez, G.A. 1998. *Estudio sobre la curva poblacional de adultos de la mosca del botón floral y evaluación de pérdidas en la floración de un cultivo comercial de pitaya amarilla (Selenicereus megalanthus) en el departamento de Cundinamarca*. Tesis de grado Universidad Nacional, Facultad de Agronomía. Bogotá. 79 pp.



- Lucena Cavalcante, Í. H., Geraldo Martins, A. B., da Silva Júnior, G. B., Fonseca da Rocha, L., Falcão Neto, R., & Ferreira Cavalcante, L. (2011). *Adubação orgânica e intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento inicial da Pitaya em Bom Jesus-PI*. Revista Brasileira de Fruticultura, 33(3), 970–983. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000086>
- Maraví Loyola, J. Y. (2018). *Caracterización de fincas productoras de kión, piña y plátano en la microcuenca Cuyani - Pichanaki (Junín, Perú)*.
- Márquez, F., Julca, A., Canto, M., Soplin, H., Vargas, S., & Huerta, P. (2016). *Sustentabilidad ambiental en fincas cafetaleras después de un proceso de certificación orgánica en la convención*. Cusco, Perú. Artículo científico.
- Martínez, R. 2009. *Sistemas de producción agrícola sostenible*. Tecnología en Marcha 22(2):23-39.
- Masera, O; Astier, M; López-Ridaura, S. 1999. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales*. El Marco de evaluación MESMIS. México, GIRA AC (Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada, AC). 109 p.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2020). *Plan Nacional de Cultivos*. Campaña agrícola 2019-2020. Lima, Perú.
- Molina, E. (2000). *Moscas que afectan los órganos de la reproducción de las Passifloraceas*. Sanidad Vegetal del ICA. Seccional Boyac. p. 1-4.
- Montesinos, J. A., Rodríguez-Larramendi, L., Ortiz-Pérez, R., Fonseca-Flores, M. A., Ruíz, G., & Guevara-Hernández, F. (2015). *Pitahaya (Hylocereusspp.): un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano*. Cultivos Tropicales, 36(especial), 67-76.
- Morales, R. (2012). *Estimación de la concentración y tiempo letal del nemátodo entomopatógeno Heterorhabditis bacteriophora (Nematoda: Heterorhabditidae) para el control de Cosmopolites sordidus (Coleoptera: Curculionidae)*. Revista Mexicana de Fitopatología, 30(1), 1-8.
- Moreno Muñoz, G. Y., & Pérez Montañez, J. E. (2022). *Determinación de Abamectina y Emamectina (plaguicida) por HPLC MS-MS y su relación con la calidad de uva orgánica Iqueña Perú 2021*.



- Ochoa-Velasco, C. E., Vidal, V. G., Luna-Guevara, J. J., Luna-Guevara, M. L., Carranza, P. H., y Guerrero-Beltrán, J. Á. (2012). *Características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (Hylocereus spp)*. Scientia Agropecuaria, 3(4), 279–289.
- O'Halloran, D.M., y Burnell, A. M. (2002). *Olfato y discriminación de olores en el nemátodo parásito de insectos Heterorhabditis bacteriophora*. Nematología; 4 :206.
- Palomo Herrera, A. A. (2023). *Sustentabilidad de fincas productoras de mango Kent (Mangifera indica L.) en el valle de Yaután, provincia de Casma, Ancash, Perú*.
- Panisson, D., Marques, N. K., Machado, F. B., Magri, J. C., Freire, A. I., Araújo, N. O., Vieira, C. C., y Martins, A. D. (2021). *Crescimento e Desenvolvimento Inicial de Pitaya Branca (Hylocereus undatus) e Vermelha (Hylocereus monacanthus) no Município de Araguaína-TO*. Research, Society and Development, 10(14), 1–8. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21921>
- Poinar, G. O. Jr. 1975. *Description and biology of a new parasitic rhabditoid Heterorhabditis bacteriophora n. gen., n sp*. Nematologica 21 463-470.
- Quimby, P.C., King, L.R., y Grey, W.E. (2002). *Biological control as a means of enhancing the sustainability of crop/land management systems*. Agric. Ecosyst. Environ. 88, 147–152.
- Raffo, F. L. A., Beltran, R. D. S., Torres, J. L. A., y Macías, V. J. C. (2021). *Producción de pitahayas con manejo orgánico y convencional: Una propuesta de sustentabilidad*. Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador.
- Rao, R., y Rogers, T. (2006). *Comisión Mundial sobre el medio ambiente y desarrollo*.
- Rojas Ruiz, R. P. (2021). *Sustentabilidad de fincas productoras de Café (Coffea arabica L.) convencional y orgánico en el Valle del Alto Mayo, Región San Martín*.
- Romero Simón, E. M. (2019). *Sostenibilidad de la agricultura familiar: El caso del cultivo de granadilla (Passiflora ligularis Juss) en la provincia de Oxapampa, Pasco, Perú*.
- Rosales, A., González, L., & Pérez, M. (2016). *Patogenicidad de nematodos entomopatógenos nativos sobre dos moscas de importancia agrícola en Venezuela*. Revista Venezolana de Entomología, 61(1), 23-30.



- Ropa de cama, R. A., y Molyneux, A. S. (1982). *Penetración de cutículas de insectos por juveniles infecciosos de Heterorhabditis spp heterorhabditidae nematoda*. Nematologica.
- Ruiz, A. V., Cerna, J. U. y Paucar-Menacho, L. M. (2020). *Pitahaya (Hylocereus spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos*. Scientia Agropecuaria, 11(3), 439–453. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>
- Ruiz-Camacho, W., & Julca-Otiniano, A. (2019). Comportamiento del cultivo de naranja Valencia (Citrus x sinensis (L) Osbeck cv. Valencia) en "fincas tipo" en la provincia de Chanchamayo, Junín, selva central del Perú. Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible, 7, 99-121.
- Santarrosa, V. 2013. *Evaluación nutricional comparativa de pitahaya (Hylocereus triangularis) deshidratada en deshidratador de bandejas con la liofilizada*. Tesis de grado, Escuela superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Ecuador. 166 pp.
- Santacruz, S., Villarruel-López, A., Ramírez-Coronel, M. A., Caro-González, H. Y., & Moreno-Jiménez, M. R. (2019). *Pitahaya (Hylocereus spp.): a comprehensive review of nutritional and functional properties*. Trends in Food Science & Technology
- Sarandón, S; Flores, C. 2009. *Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Unapropuesta metodológica*. Agroecología, 4:19-28.
- Sarandón, S. (2002). *El desarrollo y usos de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas*. Agroecología, el camino hacia una agricultura sustentable. Ed. Científicas Americanas. Capítulo 20, pp. 393-414.
- Spiertz, J.H.J. (2010). *Food production, crops and sustainability: restoring confidence in science and technology*. Current Opinion in Environmental Sustainability.
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú – SENASA. (2021). *Amazonas: Capacitan a productores en el cultivo de la pitahaya*. Lima, Perú.
- Toledo, J., Pérez, C., Liedo, P., & Ibarra, J. (2005). *Susceptibilidad de larvas de Anastrepha obliqua Macquart (Díptera: Tephritidae) a Heterorhabditis bacteriophora (Poinar) (Rhabditida: Heterorhabditidae) en condiciones de laboratorio. (Tesis de grado)*. Universidad Autónoma de Chiapas, Chiapas, México.



- Torres Armas, E. (2019). *Factores fundamentales de la cadena de valor del cacao nativo fino de aroma y desarrollo sostenible en Amazonas, Perú*.
- Valarezo, C., Julca-Otiniano, A. y Rodríguez, A. (2020). “Evaluación de la sustentabilidad de fincas productoras de limón en Portoviejo, Ecuador”. Revista RIVAR 7(20): 108-120. DOI <https://doi.org/10.35588/rivar.v7i20.4485>
- Vergara, R.; Pérez, D. 1988. *Plagas del cultivo de la Pitaya: I Parte*. Revista SIATOL. 2 ed.
- Vergaray Ramírez, M. A. (2014). *Patogenicidad de nemátodos entomopatógenos del género Heterorhabditis (Nematoda: Heterorhabditidae) sobre larvas de Aedes aegypti L. (Diptera: Culicidae) en condiciones de laboratorio*.
- Verona-Ruiz, A., Urcia-Cerna, J., & Paucar-Menacho, L. M. (2020). *Pitahaya (Hylocereus spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos*. Scientia Agropecuaria, 11(3), 439-453. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>

