

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EVOLUCIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DEL CULTIVO
DE PITAHAYA EN EL DISTRITO DE CHURUJA**

Autor: Bach. Edwar Javier Diaz Bacalla

Asesora: Ph.D. Ligia Magali García Rosero

Coasesor: M.Sc. Jaris Emmanuel Veneros Guevara

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2023

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO
INSTITUCIONAL DE LA UNTRM**

DEDICATORIA

A mi madre: María Nilda Bacalla Hernandez, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ella entre los que se incluye este. Me formó con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas, me motiva constantemente para lograr mis anhelos.

By: Bach. Edwar Javier Diaz Bacalla

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, por brindarme fuerzas, sabiduría y guiarme por el buen camino para lograr cada uno de mis objetivos en mi vida.

A mi madre y hermanos por su apoyo moral y económico en esta etapa de mi vida profesional, por motivarme a seguir adelante con sus buenos consejos.

A mis asesores, **PhD. Ligia Magali García Rosero** y **M.Sc. Jaris Emmanuel Veneros Guevara**, por sus enseñanzas, tiempo, paciencia, dedicación y apoyo en todo momento en la realización de mi tesis.

A mi casa superior de estudios la **Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas**, a la **Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias** y a la escuela profesional de **Ingeniería Agrónoma** por ser pieza clave en mi desarrollo profesional.

Mi gratitud a todos mis familiares, profesores (as), compañeros (as) y amigos (as) por ser la base social en mi desarrollo personal y profesional.

By: Bach. Edwar Javier Diaz Bacalla

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

PH.D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

RECTOR

DR. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

VICERRECTOR ACADÉMICO

DRA. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

DR. SC. ERICK ALDO AUQUIÑIVÍN SILVA

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada "Evolución de la Sostenibilidad del Cultivo de Pitahaya en el Distrito de Churuja" del egresado Eduar Javier Diaz Bacalla de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 07 de Marzo de 2023


Firma y nombre completo del Asesor

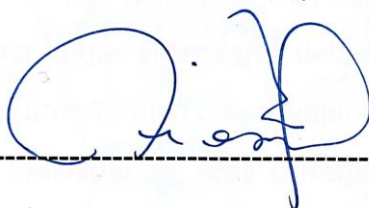
M. Sc. Jais Emmanuel Veneno Guevara

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



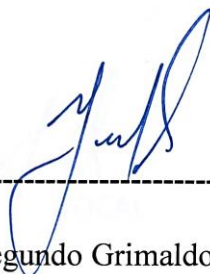
Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz

Presidente



Ph.D. Santos Triunfo Leiva Espinoza

Secretario



Ing. M.Sc. Segundo Grimaldo Chavez Quintana

Vocal

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

"Evolución de la sostenibilidad del cultivo de pitahaya en el distrito de Churuja"

presentada por el estudiante ()/egresado (x) Edwar Javier Diaz Bacalla

de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma

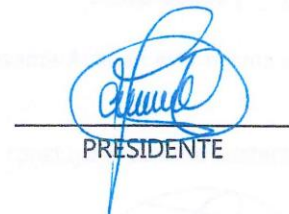
con correo electrónico institucional 7003441761@untrm.edu.pe

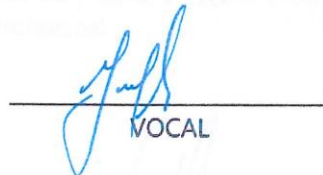
después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 19 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (X) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.

Chachapoyas, 04 de Abril del 2023


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 21 de Abril del año 2023, siendo las 16 horas, el aspirante: Eduwar Javier Díaz Bacaula, asesorado por Ph. D. Ligia Mayaly Gancío Rosero defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: Evolución de la Sostenibilidad del Cultivo de Pitahaya en el distrito de Chunya.

para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Dr. Segundo Manuel Oliva Cruz

Secretario: Ph. D. Santos Triunfo Leira Espinoza.

Vocal: M. Sc. Segundo Germaldo Chávez Quintana.

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

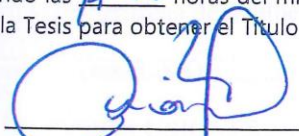
Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.


Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 17:05 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.


SECRETARIO


VOCAL


PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

ÍNDICE O CONTENIDO GENERAL

| | |
|--|------|
| AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM..... | ii |
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS | v |
| VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS..... | vi |
| VISTO BUENO DEL CO - ASESOR DE LA TESIS..... | vii |
| JURADO EVALUADOR DE LA TESIS | viii |
| CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS..... | ix |
| ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS..... | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xiii |
| RESUMEN | xiv |
| ABSTRACT..... | xv |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 16 |
| II. MATERIAL Y MÉTODOS | 19 |
| 2.1 Área De Estudio | 19 |
| 2.2 Población, muestra, y muestreo | 19 |
| 2.5 Análisis De Datos..... | 23 |
| III. RESULTADOS | 25 |
| 3.1 El proceso de evolución a nivel de indicadores de sostenibilidad | 28 |
| 3.2 El proceso de evolución a nivel de atributos de sostenibilidad..... | 31 |
| IV. DISCUSIÓN | 38 |
| V. CONCLUSIONES..... | 44 |
| VI. RECOMENDACIONES..... | 45 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 46 |
| ANEXOS | 54 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Valores reales de los indicadores en los sistemas de producción de pitahaya. 27 | |
| Tabla 2. Índice de sostenibilidad en el proceso de evolución del sistema de producción de pitaya en el Distrito de Churuja (Valores estandarizados). 30 | 30 |
| Tabla 3. Valores estandarizados para la evolución de sostenibilidad 32 | 32 |
| Tabla 4. Lista de los socios encuestados..... 57 | 57 |
| Tabla 5. Modelo de la encuesta aplicada en campo..... 58 | 58 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Área de estudio..... | 19 |
| Figura 2. Representación esquemática para el proceso de evolución para los indicadores de sostenibilidad del sistema de producción de pitahaya en el Distrito de Churuja..... | 31 |
| Figura 3. Evolución de los atributos de sostenibilidad en los sistemas de producción de pitahaya..... | 32 |
| Figura 4. Diagrama radial para la evolución del atributo: Productividad en los sistemas de producción de Pitahaya en el Distrito de Churuja (2015- 2022)..... | 33 |
| Figura 5. Diagrama radial para la evolución del atributo: Estabilidad en los sistemas de producción de Pitahaya en el Distrito de Churuja (2015- 2022). | 34 |
| Figura 6. Diagrama radial para la evolución del atributo: Equidad en los sistemas de producción de Pitahaya en el Distrito de Churuja (2015- 2022). | 35 |
| Figura 7. Diagrama radial para la evolución del atributo: Adaptabilidad en los sistemas de producción de Pitahaya en el Distrito de Churuja (2015- 2022)..... | 36 |
| Figura 8. Diagrama radial para la evolución del atributo: Autogestión en los sistemas de producción de Pitahaya en el Distrito de Churuja (2015- 2022). | 37 |
| Figura 9. Aplicación de encuestas en campo..... | 54 |
| Figura 10. Tecnología que utilizan los productores..... | 54 |
| Figura 11. Mano de obra..... | 55 |
| Figura 12. Abonamiento del cultivo | 55 |
| Figura 13. Áreas sembradas con pitahaya | 56 |

RESUMEN

El cultivo de pitahaya es uno de los más importantes en el Perú. Gracias al proceso de exportación, ha adquirido alta implicancia económica en los últimos años. En ese sentido, identificar el proceso de evolución para el desarrollo sostenible del mismo se ha vuelto una prioridad. Esta investigación tuvo por objetivo evaluar la evolución de la sostenibilidad del cultivo de pitahaya en el distrito de Churuja. Para ello, se utilizó el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS), identificándose cinco atributos de sostenibilidad denominados: productividad, estabilidad, equidad, adaptabilidad y autogestión, los cuales cuentan cada uno con sus indicadores. Los 17 miembros activos de la “Asociación de productores de pitahaya - Churuja” la misma que pertenece a la muestra. Resultó que en el Antes (2015), se obtuvo 8 indicadores altos, 14 indicadores medios y 3 indicadores de nivel bajo. En tanto en el ahora (2022), se obtuvo 6 indicadores altos, 17 indicadores medios y 2 indicadores bajos. Respecto a valores promedios de atributos en el Antes y el Ahora, se obtuvieron respectivamente, los valores promedios de sostenibilidad de: Productividad (0.55 - 0.51), estabilidad (0.63 – 0.63), equidad (0.57 – 0.61), adaptabilidad (0.61 – 0.63) y autogestión (0.58 – 0.64), estos corresponden a un nivel medio en todos los casos. Finalmente se espera que esta investigación permita desarrollar planes y estrategias enfocadas en mantener el desarrollo sostenible del cultivo de pitahaya en el Distrito de Churuja.

Palabras claves: atributos, indicadores, Amazonas.

ABSTRACT

The cultivation of pitahaya is one of the most important in Peru. Thanks to the export process, it has acquired high economic importance in recent years. In this sense, identifying the evolution process for its sustainable development has become a priority. The objective of this research was to evaluate the evolution of the sustainability of pitahaya cultivation in the District of Churuja. For this purpose, the Framework for the Evaluation of Natural Resource Management Systems Incorporating Sustainability Indicators (MESMIS) was used, identifying five attributes of sustainability: productivity, stability, equity, adaptability, and self-management, each of which has its indicators. The 17 active members of the "Asociación de productores de pitahaya - Churuja" were surveyed, the same that belong to the sample. Seventeen people were surveyed. Before 2015, 8 high indicators, 14 medium indicators and 3 low level indicators were obtained. In 2022, 6 high indicators, 17 medium indicators and 2 low indicators were obtained. With respect to average values of attributes in the before and now, the average values of sustainability were obtained respectively for: Productivity (0.55 - 0.51), stability (0.63 - 0.63), equity (0.57 - 0.61), adaptability (0.61 - 0.63) and self-management (0.58 - 0.64), these correspond to a medium level in all cases. Finally, it is expected that this research will allow the development of plans and strategies focused on maintaining the sustainable development of pitahaya cultivation in the District of Churuja.

Keywords: attributes, indicators, Amazon.

I. INTRODUCCIÓN

La Pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) también es nombrado como la “fruta del dragón” (Cevallos, 2022). Se originó en México y es sembrada en ciertos países tropicales y subtropicales (Verona et al., 2020). Es una fruta exótica que forma parte de la familia de las Cactáceas, es un vegetal perenne, que crece de manera rústica encima de superficies como árboles, piedras, muros y troncos (Vargas, 2020). El cultivo, es una de las especies de frutas tropicales preferidas y más producidas en el mundo (Ortiz et al., 2021). Debido a sus frutos nutritivos con alto valor económico (Cerén, 2020).

Hace quince años, el cultivo era prácticamente desconocido, pero hoy en día es popular en el mercado europeo y en otros países como: Vietnam, Colombia, México, Costa Rica, EE.UU. (Florida y California) y Nicaragua (Attar et al., 2022). Teniendo a Vietnam como el principal exportador de frutas de pitahaya del mundo, cuenta con casi 40 000 ha dedicadas al cultivo de esta especie, con un volumen de producción que alcanza alrededor de 1 millón de toneladas métricas (A. Ortiz et al., 2017) . En el continente americano, como en Nicaragua, se produce aproximadamente 26 toneladas por hectárea, en Brasil tiene un rendimiento medio de 14 toneladas por hectárea (Ortiz & Takahashi, 2020). (Attar et al., 2022). Se considera además como una fruta nueva y prometedora. Varios países han empezado a cultivarla y se ha comercializado y consumido en muchas partes del mundo (Huachi et al., 2015).

En Perú la exportación de pitahaya es aún limitado comparándolo con países como Colombia y Ecuador (Proaño, 2013). El cultivo de la pitahaya en el Perú se da especialmente en Amazonas y San Martín; además, en los últimos años, se ha introducido en varias áreas del territorio nacional, encontrándose en Huaral (departamento de Lima) (Obregón et al., 2022), Chanchamayo, y la sierra de Piura (MIDAGRI, 2021). En el departamento de Amazonas, el cultivo se ha convertido en un referente para sembrar en otros territorios del país, principalmente en lugares con ecosistemas subtropicales (Jarvis et al., 2010). El espacio sembrado con pitahaya amarilla en el departamento de Amazonas se aproxima a las sesenta hectáreas. Se logra una producción promedio de 500 toneladas anuales en todo el departamento (INIA, 2020).

Por otro lado, el modelo de producción agrícola que se ha extendido desde la segunda mitad del siglo XX, ha provocado numerosos impactos, sociales y ambientales (Krausmann et al., 2013) como la erosión (Quinton et al., 2010), la contaminación del suelo (Astel et al., 2011), (Rashmi et al., 2020) y el agua (Seiler & Berendonk, 2012), la pérdida de biodiversidad, agotamiento, y expulsión de la población rural. Se ha determinado además, que los cambios de los factores impactados en la agricultura, están asociados al aumento incidencia de varias enfermedades crónicas, lo que demuestra la necesidad de buscar una agricultura más sostenible (Ataíde et al., 2014).

En la actualidad, se busca que la agricultura esté asociada a una cadena de principios que envuelvan semblantes sociales, ambientales y económicos en los diferentes sistemas (Maser et al., 2008). Así, la sostenibilidad en la agricultura es muy importante para la alimentación de los seres humanos, ya que la necesidad de producir alimentos es constante para poder alimentar a una población que cada día crece, por eso es necesario cuidar el recurso suelo (Ramírez et al., 2008). Actualmente está aumentando la necesidad de conocer del progreso de métodos y así poder realizar la estimación de la sostenibilidad y el ejercicio de los métodos sociales ambientales, y encaminar de manera correcta la política para que de esta manera los recursos naturales obtengan una acción positiva hacia la sostenibilidad (Giraldo et al., 2015).

En ese sentido, se propone un modelo de producción agrícola sostenible, mismo que ha ganado la aceptación como enfoque conceptual para los sistemas agrícolas del futuro. Todas las definiciones de agricultura sostenible incluyen la productividad de los alimentos, la seguridad alimentaria, la protección de los recursos, la calidad de vida y la calidad medioambiental (Gaffney et al., 2019), envueltos en indicadores de sostenibilidad (Gonzalez & Smith, 2003). Sin embargo, la sostenibilidad es una amplia gama de sistemas agrarios sólo se ha juzgado subjetivamente (Stockle et al., 1994). En la actualidad no existen criterios científicos para evaluar la sostenibilidad de un sistema agrario concreto (Pretty, 1994). Sin embargo, al menos 17 principales metodologías, han sido propuestas en la literatura para la evaluación de la sostenibilidad agrícola basada en conjuntos de indicadores. El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS) es un Marco operativo para evaluar la sostenibilidad agrícola, ofreciendo también

lineamientos para la selección de indicadores (Gharsallah et al., 2021). Aplicado en más de 20 casos de estudio en México y Latinoamérica (López et al., 1981), así como en otros sistemas del Perú (Romero, 2019; Ruiz et al., 2021).

Este marco permite la comparación de diferentes sistemas de producción o sistemas a lo largo del tiempo, integrando indicadores y poniendo sus valores evaluados en una escala estandarizada. MESMIS es reconocido como un marco que ofrece una buena visión general de los agroecosistemas (López et al., 1981).

Pese a lo popular que se han vuelto las evaluaciones de sostenibilidad para el análisis de cultivos de exportación en el Perú, en la región Amazonas existen pocos análisis referentes al desarrollo y/o evolución de la sostenibilidad en el cultivo de pitahaya en el área. Asimismo, en la región existen asociaciones (5) que han iniciado con este cultivo las cuales exportan a las demás regiones del país y también a otros países, que actualmente no constan con registros actualizados de información.

Por todo lo mencionado anteriormente, y con el afán de contribuir con el desarrollo sostenible de los sectores frutícolas del Perú, la presente investigación pretende resolver el siguiente objetivo general: Valorar la evolución de la sostenibilidad del cultivo de pitahaya en el distrito de Churuja. Además de dos objetivos específicos “Identificar indicadores de sostenibilidad para el cultivo de pitahaya en el distrito de Churuja” y finalmente el segundo objetivo específico “Determinar los valores para los atributos de sostenibilidad en el cultivo de pitahaya en el distrito de Churuja”.

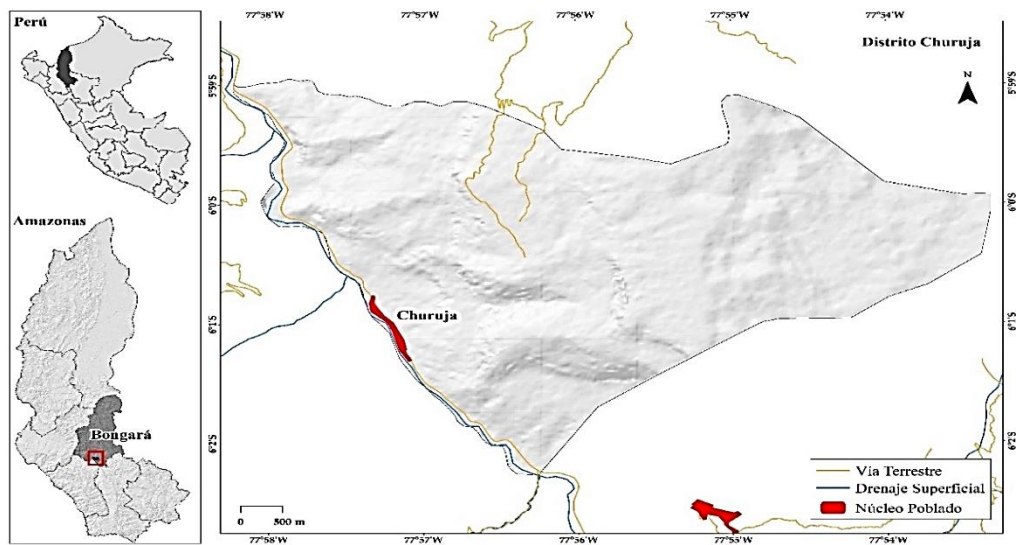
II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Área De Estudio

Churuja es un distrito que pertenece a la provincia de Bongará, situado en el sur este de la Región de Amazonas, al norte del Perú. Confina por el norte con el distrito de Pedro Ruiz Gallo; por el este con el distrito de San Carlos; por el sur con el distrito de Valera y; por el oeste el Rio Utcubamba (Saavedra, 2018).

Figura 1

Área de estudio



2.2 Población, muestra, y muestreo

Población

En este estudio la población estuvo conformada por los agricultores de la “Asociación de productores de Pitahaya - Churuja”, esta población está constituida por los 17 miembros activos de la asociación. La población es igual a muestra.

P= Miembros de la asociación “Asociación de productores de Pitahaya - Churuja” la cual es igual a la muestra.

2.3 Metodología

Indicadores De Sostenibilidad Bajo El Marco MESMIS

Al ser el marco MESMIS, una propuesta metodológica para evaluar la sostenibilidad de un sistema a partir de indicadores de cinco atributos, están relacionados con las dimensiones social, medioambiental y económica. Consta de seis pasos. En el Paso 1 se definen tanto el objetivo como la escala de estudio, el paso 2 corresponde a la identificación de los puntos fuertes y débiles del sistema estudiado mediante la identificación de puntos críticos y atributos sistémicos. En la Etapa 3, se seleccionan o construyen los indicadores utilizados para medir los atributos sistémicos. En la Etapa 4, se calculan o muestrean estos indicadores. La información resultante se integra en un informe y se presenta a las partes interesadas en la etapa 5, y en la etapa 6 se incorporan los comentarios en forma de conclusiones (Jiménez et al., 2022).

La metodología MESMIS para esta investigación, estará conformada por los atributos productividad, equidad, estabilidad, adaptabilidad y autogestión (Linares, 2019). Se determinarán puntos críticos, y criterios de diagnóstico e indicadores, que determinaron la evolución de las prácticas agrarias en la producción primaria y gracias a ello se puede plantear recomendaciones y contribuciones para el progreso de las prácticas productivas a nivel de territorio (Fonseca & Narváez, 2020). A continuación, se describen conceptualmente los atributos evaluados, la información se obtuvo de Maserá et al. (2008).

Productividad. Este término se refirió a la destreza del agroecosistema de producción de pitahaya en Churuja, para abastecer el nivel solicitado de bienes y servicios. En el cual se valoraron los siguientes indicadores: 1) Nivel de ingresos (Soles/mes), en el cual se investigó cuál era el ingreso total de la familia encuestada; 2) uso potencial de la tierra (ha usadas/ha totales), en donde sabremos que parte del total de su terreno lo aprovecha, 3) rendimiento del cultivo (kg/ha), en el cual se investigó cuánto produce el cultivo por hectárea, 4) abono-fertilizante (kg/ha), en el cual investigo cuantos kilos de abono usan por hectárea. 5) mano de obra (personas/ha), en el cual se averiguo cuantas personas por hectárea trabajan, 6) semilla certificada (SI/NO), aquí se averiguo se utilizan o no semilla certificada

(número),7) incidencia de plagas y enfermedades (número)se averiguó cuantas plagas y enfermedades atacan su cultivo.

Estabilidad. Se hace mención a la propiedad del sistema de poseer una fase de equilibrio diligente firme. Se valoraron los siguientes indicadores: 8) dependencia de insumos externos (porcentaje), en el cual se averiguo en que porcentaje utilizan insumos externos, 9) acceso al agua (SI/NO), aquí se averiguo si tienen acceso o no al agua, 10) relación beneficio costo (cuánto gasta/en cuanto vende), aquí se averiguo si su producción es rentable, 11) costos de producción (soles/ha), en donde se averiguo cuanto invierte por hectárea.

Equidad. Se refirió a la destreza del método para conceder la productividad de manera equitativa. Se valoró los siguientes indicadores: 12) distribución del ingreso (número); se refiere al número de miembros de la familia que beneficia el ingreso; 13) equidad en la toma de decisiones (con sus rangos: a) dueño, b: hermano mayor, c: arrendador, d: encargado); en este indicador se averiguó quién es la persona encargada en tomar las decisiones respecto al cultivo; 14) grado de instrucción (con su rangos: sin estudios, b: primaria, c: secundaria, d: superior), referido al nivel de estudios que tiene el encargado de tomar las decisiones respecto al cultivo; 15) facilidad de créditos (SI/NO), donde se explica la percepción que tienen al recibir créditos, y si se le hace difícil adquirir un préstamo financiero o no.

Adaptabilidad. Se usó este término para referirse a la inteligencia del sistema para hallar nuevos niveles de equilibrio. Se valoró los siguientes indicadores: 16) nivel de agrobiodiversidad (número), se averiguó a cuántos cultivos más, aparte de la pitahaya tiene sembrado, 17) manejo integrado de plagas y enfermedades MIPE (SI/NO), resaltando si se realiza o no, un manejo integrado de plagas y enfermedades, 18) tipo de tecnología (número), se investigó cuantas tecnologías usa para la producción del cultivo de pitahaya, 19) vegetación circundante (porcentaje), en el cual se detalla en qué porcentaje de plantas rodean el terreno sembrado con pitahaya, 20) fuente de ingreso no agrícola: (sólo agricultura, b: aparte de agricultura), en este indicador se registró si los ingresos son solo de la agricultura o también tiene otros ingresos.

Autogestión. Es la destreza del sistema de regular y vigilar las relaciones con el medio externo. Se valoró los siguientes indicadores: 21) potencial de innovación (número), en el cual se identificó cuántas nuevas tecnologías adquirió, 22) nivel de participación comunitaria (número/año), se registró cuántas veces al año asiste participa en reuniones en su comunidad, 23) conciencia ecológica (SI/NO), en este indicador se averiguó si cuida el medio ambiente o no, 24) asistencia técnica (SI/NO), donde se valoró si recibe asistencia o no de un profesional, 25) tipo de riego (con sus rangos: a: no tiene, b: aspersión c: goteo), en el cual se muestra los diferentes tipos de riego que se usan en los sistemas de producción de pitahaya.

La metodología se usó con el planteamiento a un periodo de evaluación del antes y el después, en el cual se tuvo en cuenta los siguientes pasos (Maserá et al., 2008).

- **Determinación del objeto de la evaluación.** En este paso se definió los sitios que se van a examinar, sus peculiaridades en el entorno social y ambiental.
- **Determinación de las fortalezas y debilidades** que lograron repercutir en la evaluación de la conducción de los sistemas de sostenibilidad.
- **Selección de indicadores.** En este paso se establecieron los criterios de diagnóstico y se derivan los indicadores para llevar a cabo la evaluación de manera estratégica.
- **Medición y monitoreo de indicadores.** Aquí se incorporó el instrumento de análisis (encuesta) y así poder lograr la investigación ansiada.
- **Presentación e integración de resultados.** En este paso se confrontó el sistema de manejo de sostenibilidad examinados y se revelaron las dificultades encontradas para la sostenibilidad, también los puntos que más la benefician.
- **Conclusiones y recomendaciones.** En este paso se realizó un resumen del estudio y se plantean recomendaciones para vigorizar la sustentabilidad de los sistemas de manejo.

Construcción De Indicadores

Acá tuvimos en cuenta las estructuras generales para saber las características, objetivos y tipología, desplegando los pasos para la construcción del indicador (Cachay, 2021).

Aplicación De Encuestas

La encuesta fue descriptiva, ocupada como una herramienta mediante la cual, se nos hizo viable conseguir la información de los sistemas y su evolución. Se usaron 25 preguntas para el antes (2015), y asimismo para el ahora (2022). Estas encuestas permitieron identificar a los indicadores de sostenibilidad, comprendidos en los 5 atributos propuestos por la Metodología MESMIS, y su evolución. Se aplicó la encuesta a los 17 socios activos de la asociación: “Asociación de productores de Pitahaya - Churuja”, ubicados en el distrito de Churuja. El modelo de encuesta se muestra en la tabla 5.

2.5 Análisis De Datos

Para la caracterización de la evolución de los atributos de sostenibilidad para el cultivo de pitahaya, se utilizó el programa Excel versión 2016.

Para identificar valores de sostenibilidad en los atributos de productividad, estabilidad, equidad, adaptabilidad y autogestión, se realizó un análisis bibliográfico, así como visitas in situ para identificación de nuevos indicadores.

Para comparar la evolución de la sostenibilidad del antes y el ahora en el cultivo de pitahaya se usó el programa Excel versión 2016, donde se usó la fórmula de estandarización de datos en función a máximos y mínimos:

Para los mínimos:

$$f(x) = \frac{x - m}{M - m}$$

Para los máximos:

$$f(x) = \frac{x - M}{m - M}$$

En tales fórmulas:

x es el valor correspondiente de la variable o indicador para una unidad de análisis determinada en un período determinado.

m es el valor mínimo de la variable en un período determinado.

M es el nivel máximo en un período determinado. (Sepúlveda et al., 2008).

Los niveles de sostenibilidad fueron evaluados en tres rangos: altos, medio y bajos según (Rodríguez, 2006).

En esta investigación se dividió en alto (0.7-1), medio (0.4-0.6) y bajo (0-0.3)

| Valor | Rango |
|-----------|-------|
| 0 – 0.3 | Bajo |
| 0.4 - 0.6 | Medio |
| 0.7 – 1 | Alto |

III. RESULTADOS

La tabla 1 muestra 25 indicadores de sostenibilidad que a futuro serán correspondidos en los atributos de sostenibilidad según la metodología MESMIS. De estos 25 indicadores 15 presentan valores mínimos, máximos, desviación estándar, valores promedios y coeficiente de variación para dos momentos dados en los sistemas de producción de pitahaya en la Asociación de productores de pitahaya de Churuja en el antes marcados en el año 2015 y el ahora referidos al año 2022. Al respecto para los valores nivel de ingresos se obtuvo en el antes un valor mínimo de s/. 800 y un máximo de s/.3500. Asimismo, se obtuvo un valor mínimo de ingresos para el ahora de s/. 1000 y máximo de s/. 5500, en ambos casos el coeficiente de variación para el antes y el ahora están entre 48.76 % y 49.16 % respectivamente. Respecto al uso potencial de la tierra (referido a las ha usadas entre ha totales) se obtuvieron valores muy variables de hasta el 70.08 % para el antes y 69 % para el ahora, esto significa que las ha usadas entre las ha totales están entre 0.05 a 1 ha en el antes y para el ahora 0.1 a ha. Así mismo para el antes se determinó un valor mínimo de 2500 kg/ha a 9000 kg/ha como máximo para rendimiento del cultivo, sin embargo, para el ahora el rendimiento del cultivo tiene alzas significativas y van entre valores mínimos de 3000 kg/ha y máximos de 20000 kg/ha. Respecto al indicador abono-fertilizantes se obtuvo información de valores entre 200 a 5000 kg/ha en el antes en tanto que en su evolución en el ahora se muestra valores de 200 a 8000 kg/ha en los sistemas de producción de pitahaya. Respecto al uso de mano de obra se observa una evolución en alza de numero de jornales por ha, en el antes se muestra que utilizaban 2 a 6 personas por ha y en el ahora de 2 a 10 personas por ha. Lastimosamente ninguno de los sistemas del antes y el ahora presentan el uso de semilla certificada, por lo que sería importantes planificaciones futuras para el uso de estas. Asimismo, respecto a incidencia de plagas y enfermedades se nota un aumento durante el tiempo, si bien es cierto en el antes se obtiene valores entre 0 y 3 plagas encontradas en el cultivo y en el ahora de 1 a 4 plagas. Así mismo, la dependencia de insumos externos muestra igual número de valor en este indicador, es decir a disminuir insumos externos es mínima o nula. Sin embargo, se observa una relación beneficio costo bastante variable entre el antes y el ahora con valores en el antes de 0.12 a 0.78 entre el mínimo y el máximo respectivamente y de del 0.016 a 0.066 entre en mino y máximo en el

ahora. La evolución respecto a los costos de producción se ha dado para el antes con valores de costos de 7000 a 50000 soles y para el ahora debido al aumento de la producción de 10000 a 95000 soles. Para el indicador distribución del ingreso se han obtenido valores de 1 a 5 que es al número de personas que este ingreso beneficia en el antes y en el ahora llega a un máximo de 7 personas que son beneficiadas con este ingreso. El nivel de agrobiodiversidad se mantuvo, es decir empezó con 6 especies diferentes y ahora continua de la misma manera. Respecto al tipo de tecnologías se obtuvo que, en el antes el tipo de tecnología vario de 0 a 2 entre valores mínimos y máximos respecto a los sistemas de producción de pitahaya en tanto que en el ahora se obtuvo valores mínimos de 0 y máximos de 4. En el indicador vegetación circundante ha ido reduciendo con el tiempo, así para el antes valores entre 10 y 38%, en tanto que en el ahora existe una vegetación circundante entre 0 y 35%. Sin embargo, se muestra alentador que el potencial de innovación haya aumentado en esta evolución teniendo valores para el antes entre 0 y máximo 2 innovaciones nuevas en el sistema y en los ahora ciertos sistemas de producción llegan a tener máximo 4 nuevas innovaciones. Respecto a nivel de participación comunitaria se ve un aumento durante el tiempo de evolución participando como máximo por 3 veces por año en el antes y en el ahora como máximo hasta 6 veces.

Pese a que hay valores cualitativos para los indicadores: semilla certificada, acceso al agua, equidad en la toma de decisiones, grado de instrucción, facilidad de créditos, manejo integrado de plagas y enfermedades MIPE, fuente de ingreso no agrícola, conciencia ecológica, asistencia técnica y tipo de riego. Se puede observar que existen ciertas variaciones durante el tiempo que son importantes que sean evaluadas para futuras sugerencias de sostenibilidad en los sistemas de producción de pitahaya en el distrito de Churuja.

Tabla 1

Valores reales de los indicadores en los sistemas de producción de pitahaya

| Indicadores | ANTES | | | | | AHORA | | | | |
|--|--------|--------|----------|----------|--------|--------|--------|----------|----------|--------|
| | Máximo | Mínimo | ds | X | CV | Máximo | Mínimo | ds | X | CV |
| Nivel de ingresos (<i>soles/mes</i>) | 3500 | 800 | 973.79 | 1997.06 | 48.76 | 5500 | 1000 | 1472.02 | 2994.12 | 49.164 |
| Uso potencial de la tierra (<i>ha usadas/ha totales</i>) | 1 | 0.05 | 0.23 | 0.33 | 70.082 | 1 | 0.1 | 0.33 | 0.48 | 69.00 |
| Rendimiento del cultivo (<i>kg/ha</i>) | 9000 | 2500 | 2296.50 | 5352.94 | 42.90 | 20000 | 3000 | 4411.92 | 9058.82 | 48.70 |
| Abono-fertilizante (<i>kg/ha</i>) | 5000 | 200 | 1219.26 | 1223.53 | 99.65 | 8000 | 200 | 2298.61 | 2568.75 | 89.48 |
| Mano de obra (<i>personas /ha</i>) | 6 | 2 | 1.23 | 3.47 | 35.46 | 10 | 2 | 2.26 | 4.88 | 46.30 |
| Semilla certificada (estacas) (<i>SI/NO</i>) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Incidencia de plagas y enfermedades (<i>número</i>) | 3 | 0 | 0.862 | 1.65 | 52.32 | 4 | 1 | 1.09 | 2.24 | 48.83 |
| Dependencia de insumos externos (%) | 25 | 5 | 5.26 | 10.41 | 50.49 | 25 | 5 | 6.05 | 13.18 | 45.95 |
| Acceso al agua (<i>SI/NO</i>) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Relación beneficio costo (<i>cuanto gasta/en cuanto vende</i>) | 0.78 | 0.12 | 0.17 | 0.40 | 43.32 | 0.066 | 0.016 | 0.013 | 0.04 | 32.53 |
| Costos de producción (<i>soles/ha</i>) | 50000 | 7000 | 15014.82 | 24911.76 | 60.27 | 95000 | 10000 | 25488.32 | 41176.47 | 61.90 |
| Distribución del ingreso (<i>número</i>) | 5 | 1 | 1.30 | 2.94 | 44.12 | 7 | 1 | 1.70 | 3.47 | 48.98 |
| Equidad en la toma de decisiones | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Grado de instrucción (<i>cualitativo</i>) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Facilidad de créditos (<i>SI/NO</i>) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Nivel de agrobiodiversidad (<i>número</i>) | 6 | 1 | 1.36 | 2.88 | 47.32 | 6 | 1 | 1.39 | 3.06 | 45.46 |
| MIPE (<i>SI/NO</i>) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tipo de tecnología (<i>número</i>) | 2 | 0 | 0.71 | 0.41 | 100.00 | 4 | 0 | 1.24 | 1.18 | 100.00 |
| Vegetación circundante (%) | 38 | 10 | 9.50 | 24.88 | 38.18 | 35 | 5 | 8.92 | 19.71 | 45.27 |
| Fuente de ingreso no agrícola | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Potencial de innovación (<i>número</i>) | 2 | 0 | 0.71 | 0.41 | 100.00 | 4 | 0 | 1.24 | 1.18 | 100.00 |
| Nivel de participación comunitaria (<i>número/año</i>) | 3 | 0 | 1.11 | 1.12 | 99.44 | 6 | 2 | 1.23 | 3.53 | 34.87 |
| Conciencia ecológica (<i>SI/NO</i>) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Asistencia técnica (<i>SI/NO</i>) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tipo de riego (<i>cualitativo</i>) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Donde: ds= Desviación estándar X= promedio CV=Coefficiente de variación

3.1 El proceso de evolución a nivel de indicadores de sostenibilidad

La tabla 2 y figura 2, muestra valores bajos (rojo), medios (verdes) y altos (amarillo) en los índices del antes y del ahora en los sistemas productivos de pitahaya. En la perspectiva del antes se muestra valores altos de sostenibilidad que corresponden a (8) indicadores: uso potencial de la tierra (2) muestra un valor de 0.71, abono-fertilizante (4) muestra un valor de 0.79, dependencia de insumos externos (8) muestra un valor de 0.73, equidad en la toma de decisiones (13) muestra un valor de 0.75, tipo de tecnología (18) muestra un valor de 0.79, fuente de ingreso no agrícola (20) muestra un valor de 0.71, potencial de innovación (21) muestra un valor de 0.79 y tipo de riego (25) muestra un valor de 0.71. Los valores medios de sostenibilidad correspondieron a (14) indicadores los cuales son: nivel de ingresos (1) muestra un valor de 0.56, rendimiento del cultivo (3) muestra un valor de 0.56, incidencia de plagas y enfermedades (7) muestra un valor de 0.55, acceso al agua (9) muestra un valor de 0.65, relación beneficio costo (10) muestra un valor de 0.57, costos de producción (11) muestra un valor de 0.58, distribución del ingreso (12) muestra un valor de 0.51, grado de instrucción (14) muestra un valor de 0.51, facilidad de créditos (15) muestra un valor de 0.53, nivel de agrobiodiversidad (16) muestra un valor de 0.62, manejo integrado de plagas y enfermedades MIPE (17) muestra un valor de 0.47, vegetación circundante (19) muestra un valor de 0.47, nivel de participación comunitaria (22) muestra un valor de 0.63, conciencia ecológica (23) muestra un valor de 0.41. Por último, los valores bajos de sostenibilidad corresponden a (3) indicadores los cuales son: mano de obra (5) muestra un valor de 0.37, semilla certificada (6) muestra un valor de 0.35 y asistencia técnica (24) muestra un valor de 0.35.

Asimismo, en la tabla 2 se muestra la perspectiva del Ahora (2022), en la cual se observaron tres diferentes grupos de sostenibilidad (alto, bajo y medio). Los valores altos de sostenibilidad correspondieron a (6) indicadores los cuales son: abono-fertilizante (4) muestra un valor de 0.70, acceso al agua (9) muestra un valor de 0.76, facilidad de créditos (15) muestra un valor de 0.76, manejo integrado de plagas y enfermedades MIPE (17) muestra un valor de 0.76, tipo de tecnología (18) muestra un valor de 0.71 y potencial de innovación (21) muestra un valor de 0.71. Seguidamente, los valores medios de sostenibilidad corresponden a (17) indicadores que son: nivel de ingresos (1) muestra un valor de 0.56, uso potencial de la tierra (2) muestra un valor de 0.58, rendimiento del cultivo (3) muestra un valor de 0.64, incidencia de plagas y enfermedades (7) muestra un

valor de 0.41, dependencia de insumos externos (8) muestra un valor de 0.59, relación beneficio costo (10) muestra un valor de 0.52, costos de producción (11) muestra un valor de 0.63, distribución del ingreso (12) muestra un valor de 0.59, equidad en la toma de decisiones (13) muestra un valor de 0.63, grado de instrucción (14) muestra un valor de 0.47, nivel de agrobiodiversidad (16) muestra un valor de 0.59, vegetación circundante (19) muestra un valor de 0.51, fuente de ingreso no agrícola (20) muestra un valor de 0.59, nivel de participación comunitaria (22) muestra un valor de 0.62, conciencia ecológica (23) muestra un valor de 0.65, asistencia técnica (24) muestra un valor de 0.65 y tipo de riego (25) muestra un valor de 0.59. Por último, los valores bajos de sostenibilidad corresponden a (2) indicadores que son: mano de obra (5) con un valor de 0.36 y semilla certificada (6) con un valor de 0.35.

Adicionalmente, la tabla 2 representa el estado de evolución del índice de sostenibilidad para cada indicador en el sistema. En ese sentido, los indicadores que se mantuvieron los valores fueron: nivel de ingresos (1) muestra un valor de 0.56 y semilla certificada (6) muestra un valor de 0.35.

Así mismo, los indicadores que denotaron un aumento en los valores del índice de sostenibilidad con sus respectivos valores en ascenso, son: rendimiento del cultivo (+0.08), acceso al agua (+0.11), costos de producción (+0.05), distribución del ingreso (+0.08), facilidad de créditos (+0.23), manejo integrado de plagas y enfermedades MIPE (+0.29), vegetación circundante (+0.04), conciencia ecológica (+0.24) y asistencia técnica (+0.3).

Contrariamente, los indicadores que redujeron los valores del índice de sostenibilidad, con su respectivo valor de disminución, fueron: uso potencial de la tierra (-0.13), abono-fertilizantes (-0.09), mano de obra (-0.01), incidencia de plagas y enfermedades (-0.14), dependencia de insumos externos (-0.14), relación beneficio costo (-0.05), equidad en la toma de decisiones (-0.12), grado de instrucción (-0.04), nivel de agrobiodiversidad (-0.03), tipo de tecnología (-0.08), fuente de ingreso no agrícola (-0.12), potencial de innovación (-0.08), nivel de participación comunitaria (-0.01) y tipo de riego (-0.12).

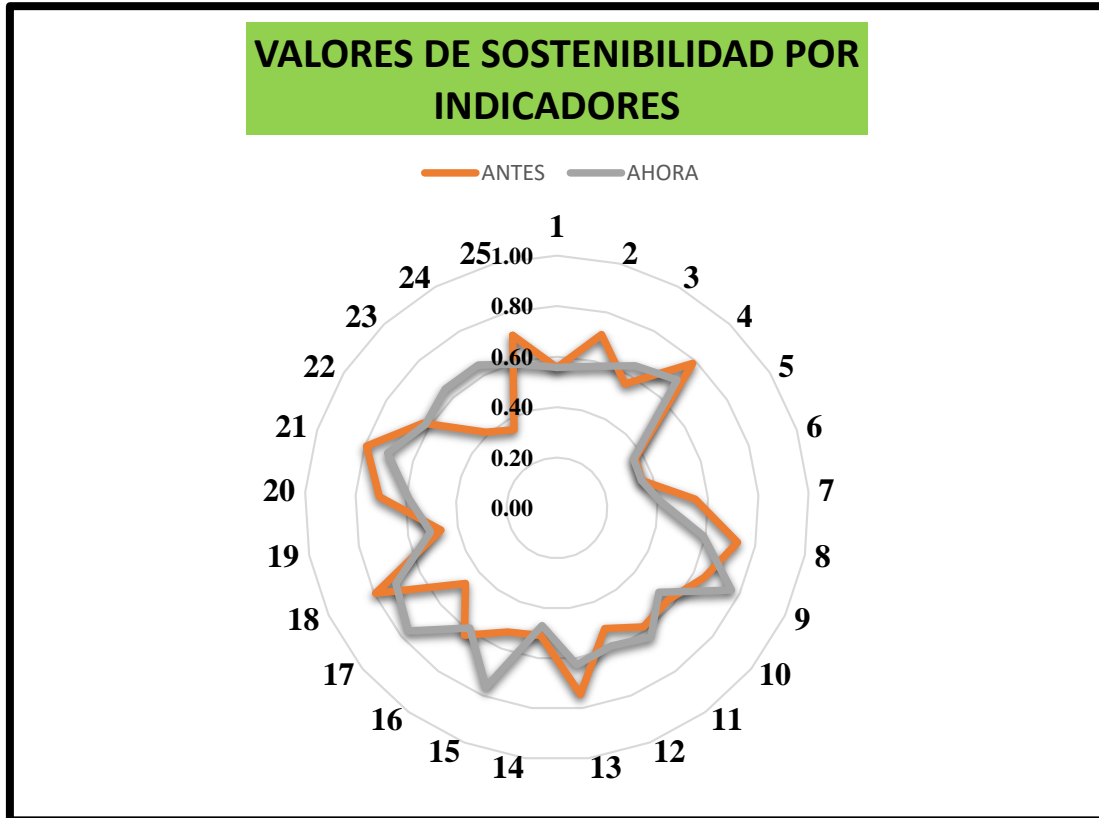
Tabla 2

Índice de sostenibilidad en el proceso de evolución del sistema de producción de pitaya en el Distrito de Churuja (Valores estandarizados).

| N° | INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD | ÍNDICE | |
|-------------------------------|--|---------------|---------------|
| | | ANTES 2015 | AHORA 2022 |
| Atributo Productividad | | | |
| 1 | Nivel de ingresos | 0.56 | 0.56 |
| 2 | Uso potencial de la tierra | 0.71 | 0.58 |
| 3 | Rendimiento del cultivo | 0.56 | 0.64 |
| 4 | Abono-fertilizante | 0.79 | 0.7 |
| 5 | Mano de obra | 0.37 | 0.36 |
| 6 | Semilla certificada (estacas) | 0.35 | 0.35 |
| 7 | Incidencia de plagas y enfermedades | 0.55 | 0.41 |
| Atributo Estabilidad | | | |
| 8 | Dependencia de insumos externos | 0.73 | 0.59 |
| 9 | Acceso al agua | 0.65 | 0.76 |
| 10 | Relación beneficio costo | 0.57 | 0.52 |
| 11 | Costos de producción | 0.58 | 0.63 |
| Atributo Equidad | | | |
| 12 | Distribución del ingreso | 0.51 | 0.59 |
| 13 | Equidad en la toma de decisiones | 0.75 | 0.63 |
| 14 | Grado de instrucción | 0.51 | 0.47 |
| 15 | Facilidad de créditos | 0.53 | 0.76 |
| Atributo Adaptabilidad | | | |
| 16 | Nivel de agrobiodiversidad | 0.62 | 0.59 |
| 17 | Manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) | 0.47 | 0.76 |
| 18 | Tipo de tecnología | 0.79 | 0.71 |
| 19 | Vegetación circundante | 0.47 | 0.51 |
| 20 | Fuente de ingreso no agrícola | 0.71 | 0.59 |
| Atributo Autogestión | | | |
| 21 | Potencial de innovación | 0.79 | 0.71 |
| 22 | Nivel de participación comunitaria | 0.63 | 0.62 |
| 23 | Conciencia ecológica | 0.41 | 0.65 |
| 24 | Asistencia técnica | 0.35 | 0.65 |
| 25 | Tipo de riego | 0.71 | 0.59 |

Figura 2

Representación esquemática para el proceso de evolución para los indicadores de sostenibilidad del sistema de producción de pitaya en el Distrito de Churuja.



- ❖ Los números que se muestran en la figura 2, corresponden a cada indicador según la tabla 2.

3.2 El proceso de evolución a nivel de atributos de sostenibilidad

La tabla 3, figura 3 muestra la evolución de cada atributo respecto al Antes (año 2015) y el Ahora (año 2022) en los sistemas de producción de pitahaya en Churuja. En ese sentido, solamente se presentaron valores para el índice de sostenibilidad en un nivel medio para todos los atributos (producción, estabilidad, equidad, adaptabilidad y autogestión), para la evolución del antes y el después. Es decir, no hay valores bajos ni altos para el índice de sostenibilidad.

Adicionalmente, la tabla 3, se presenta el estado de la evolución para el índice de sostenibilidad de cada atributo. En tal sentido, el atributo que se mantuvo es: estabilidad (0.63). Los atributos que mostraron un aumento en el índice de la sostenibilidad fueron:

equidad (+0.04), adaptabilidad (+0.02) y autogestión (+0.06). No obstante, el atributo que mostro disminución en el índice de sostenibilidad fue: productividad (-0.04).

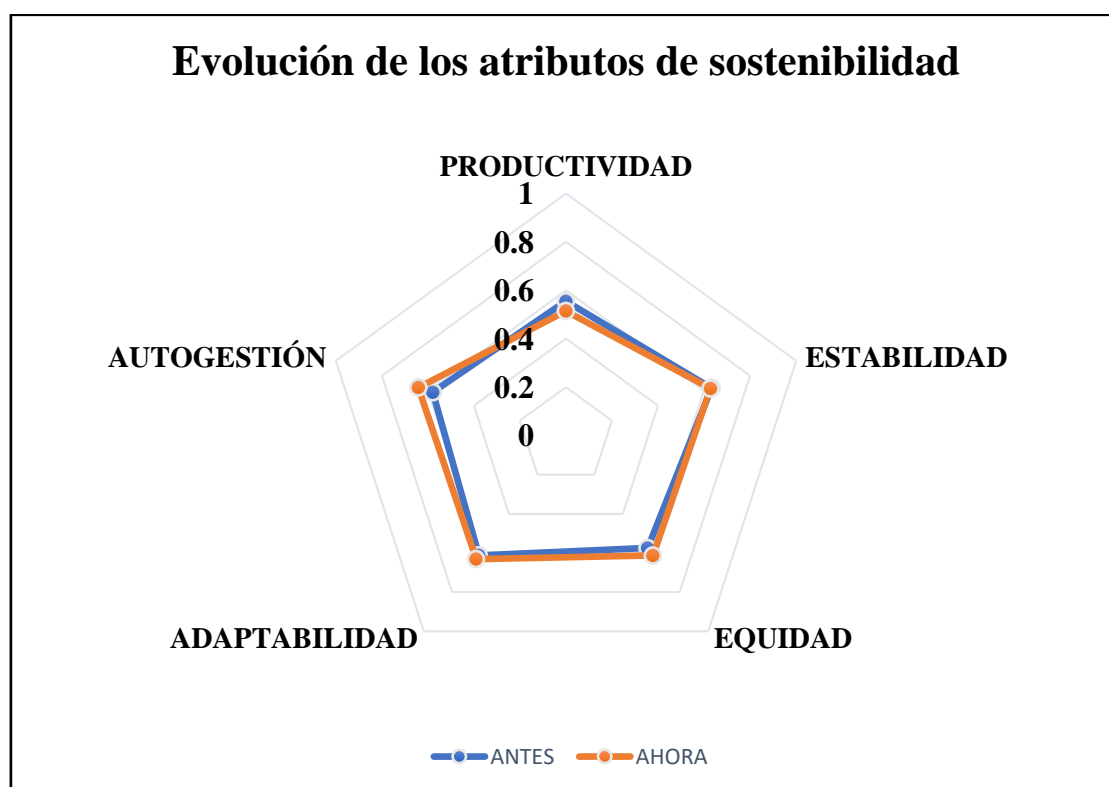
Tabla 3

Valores estandarizados para la evolución de sostenibilidad

| ATRIBUTOS | ANTES | AHORA |
|---------------|-------|-------|
| Productividad | 0.55 | 0.51 |
| Estabilidad | 0.63 | 0.63 |
| Equidad | 0.57 | 0.61 |
| Adaptabilidad | 0.61 | 0.63 |
| Autogestión | 0.58 | 0.64 |

Figura 3

Evolución de los atributos de sostenibilidad en los sistemas de producción de pitahaya.

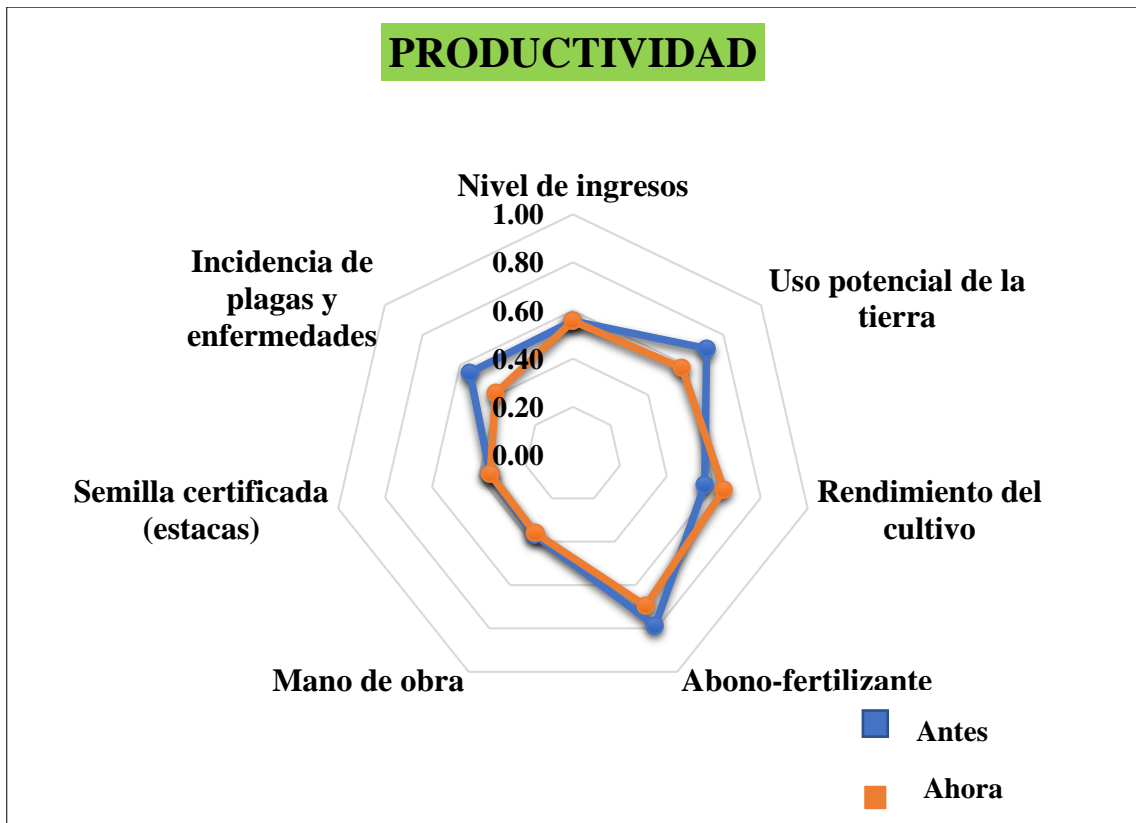


La figura 4 muestra la evolución del atributo productividad, en donde se observa que está compuesta por los siguientes indicadores: nivel de ingresos, uso potencial de la tierra, rendimiento del cultivo, abono-fertilizante, mano de obra, semilla certificada y incidencia de plagas y enfermedades. Donde se muestra que tanto en el antes (azul) como en el ahora

(anaranjado) el indicador que presenta un valor más bajo es semilla certificada (0.35) y el indicador que presenta un valor más alto es abono fertilizante (0.79).

Figura 4

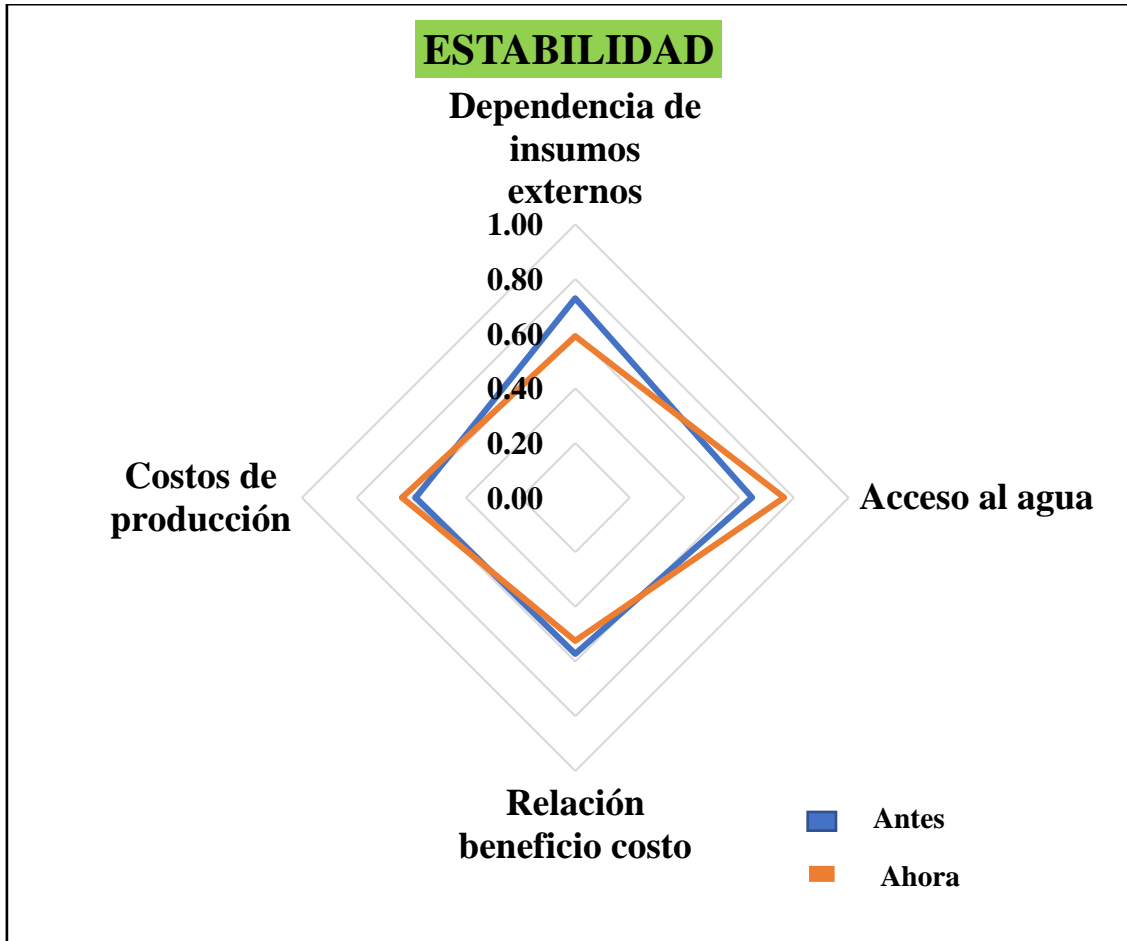
Diagrama radial para la evolución del atributo: Productividad en los sistemas de producción de Pitahaya en el Distrito de Churuja (2015- 2022).



La figura 5 muestra la evolución del atributo estabilidad, en donde se muestra que está conformado por 4 indicadores los cuales son: dependencia de insumos externos, acceso al agua, relación beneficio costo y costos de producción. En donde se muestra que en el antes (azul) el indicador que presenta el valor más bajo es relación beneficio costo (0.57) y el indicador que presenta el valor más alto es dependencia de insumos externos. En el ahora (anaranjado) el indicador que presenta el valor más bajo es relación beneficio costo (0.52) y el indicador que presenta el valor más alto es acceso al agua (0.76).

Figura 5

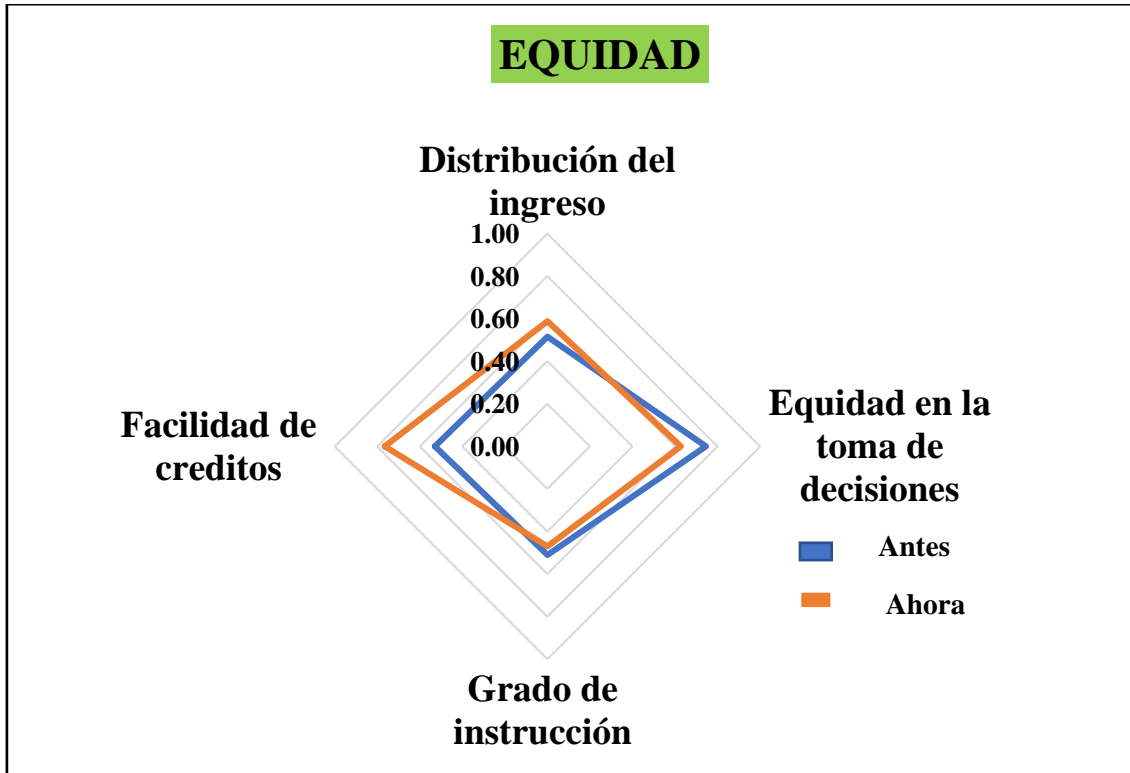
Diagrama radial para la evolución del atributo: Estabilidad en los sistemas de producción de Pitahaya en el Distrito de Churuja (2015- 2022).



En la figura 6 muestra la evolución del atributo equidad, en donde se muestra que está conformado por los siguientes indicadores: distribución del ingreso, equidad en la toma de decisiones, grado de instrucción y facilidad de créditos. En donde se observa que en el antes (azul) el valor más bajo es 0.51 el cual corresponde a dos indicadores distribución del ingreso y grado de instrucción y el valor más alto lo tiene el indicador equidad en la toma de decisiones (0.75). Así mismo en el ahora (anaranjado) el indicador que presenta el valor más bajo es grado de instrucción (0.47) y el indicador que presento el valor más alto es facilidad de créditos (0.76).

Figura 6

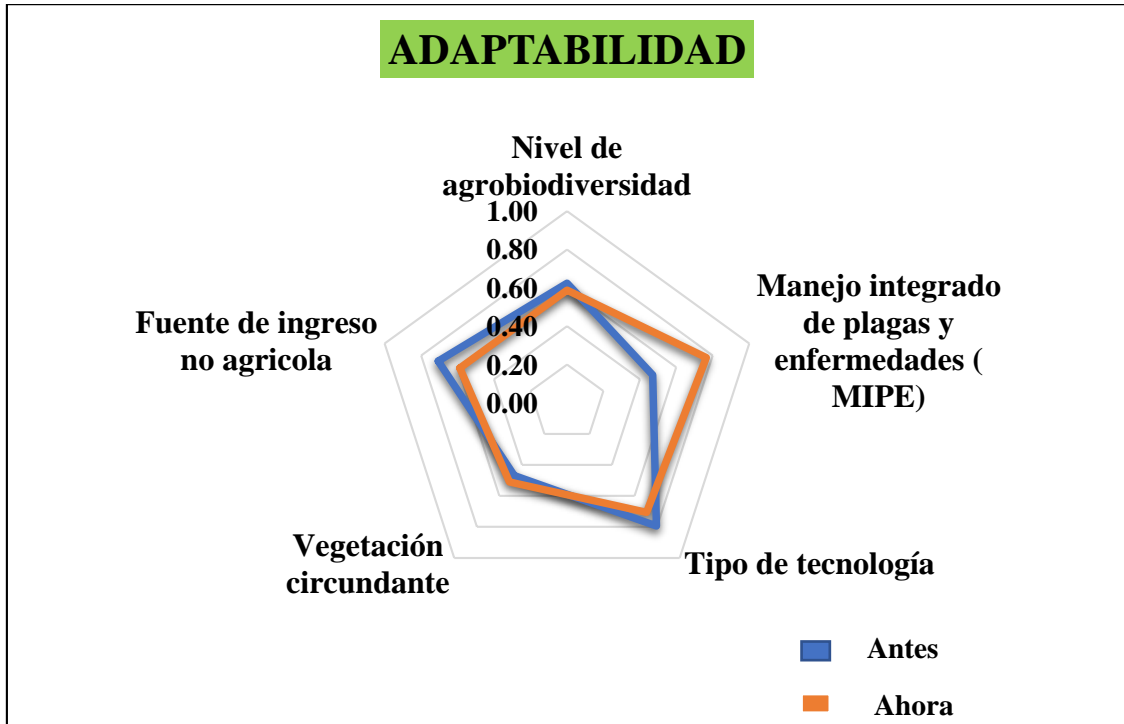
Diagrama radial para la evolución del atributo: Equidad en los sistemas de producción de Pitahaya en el Distrito de Churuja (2015- 2022).



En la figura 7 se muestra la evolución del atributo adaptabilidad, en donde se muestra que está conformada por los siguientes indicadores: nivel de agrobiodiversidad, manejo integrado de plagas y enfermedades MIPE, tipo de tecnología, vegetación circundante y fuente de ingreso no agrícola. En donde se observa que en el antes (azul) el indicador manejo integrado de plagas y enfermedades MIPE y vegetación circundante presenta el valor más bajo 0.47 y el indicador que presenta el valor más alto es tipo de tecnología 0.79. En cambio, en el ahora (anaranjado) el indicador que presenta el valor más bajo es vegetación circundante (0.51) y el indicador que presenta el valor más alto es manejo integrado de plagas y enfermedades MIPE (0.76).

Figura 7

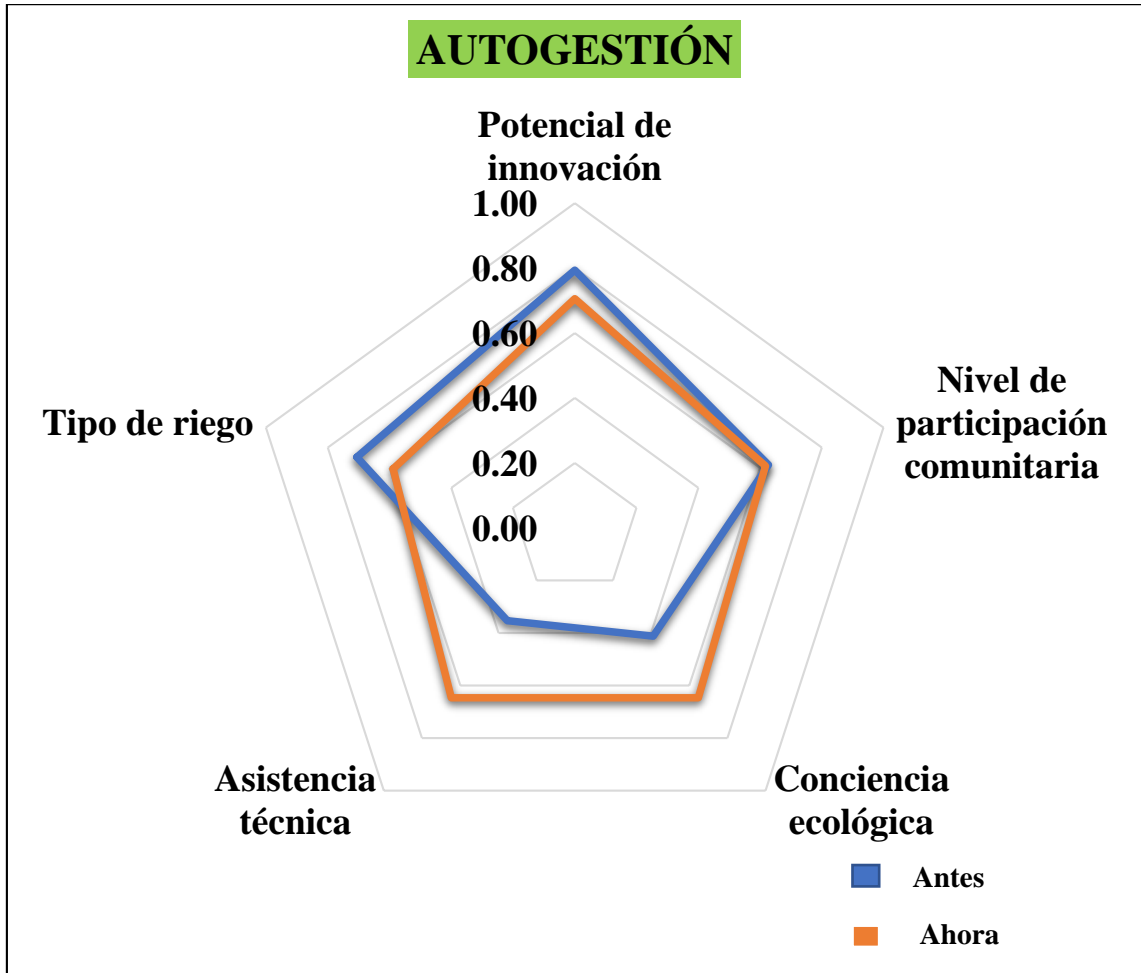
Diagrama radial para la evolución del atributo: Adaptabilidad en los sistemas de producción de Pitahaya en el Distrito de Churuja (2015- 2022).



En la figura 8 se muestra la evolución del atributo autogestión en donde se muestra que esta conformada por los siguientes indicadores: potencial de innovación, nivel de participación comunitaria, conciencia ecológica, asistencia técnica y tipo de riego. En donde se observa que en el antes (azul) el indicador que presenta el valor más bajo es asistencia técnica (0.35) y el indicador que presenta el valor más alto es potencial de innovación (0.79). Por tanto, en el ahora (anaranjado) el indicador que presenta el valor más bajo es tipo de riego y el indicador que presenta el valor más alto es potencial de innovación (0.71).

Figura 8

Diagrama radial para la evolución del atributo: Autogestión en los sistemas de producción de Pitahaya en el Distrito de Churuja (2015- 2022).



IV. DISCUSIÓN

La agroalimentación es uno de los sectores clave en los que hay que actuar para garantizar la transición hacia un modelo de desarrollo más sostenible, como lo es el cultivo de pitahaya y la sostenibilidad del mismo en el Distrito de Churuja. Por tanto, el cultivo de pitahaya forma parte de esta transición en el Perú (Diéguez et al., 2022). Al estar éste cultivo, dentro de áreas rurales en el Perú, han experimentado algunas tendencias macroeconómicas y sectoriales importantes en el siglo XXI, con una importante dimensión regional (Flachsbarth et al., 2018), lo que merece nuestra atención en estudios de sostenibilidad como el presente.

En este sentido, el cultivo de pitahaya, ya presente en países como: México, Venezuela, Colombia, Brasil, Costa Rica y Ecuador Bolivia, Panamá, Curazao, Uruguay, Perú y Vietnam (Verona et al., 2020), recalca la importancia de analizar las características de sostenibilidad, tanto a nivel general en aspecto de sus dimensiones y/o atributos, así como a nivel individual por indicadores. Por ejemplo, el uso potencial del suelo, para determinar el mejor enfoque hacia el proceso de evolución en el marco del desarrollo sostenible del cultivo de pitahaya en el Perú (Márquez et al., 2021). Así, también, países como México presentan investigaciones sobre el uso de productos orgánicos demostró una diferencia significativa entre la producción y tiempo de fructificación y el uso de insumos para que en el primer año, supere ampliamente los resultados de otras producciones de referencia (Mendoza et al., 2021).

En el proceso de evolución a nivel de indicadores, comparar sistemas de producción agrícola (de manera longitudinal y transversal), permite a los agricultores identificar los sistemas más saludables (Glaroudis et al., 2020). La información obtenida del análisis de sostenibilidad, después se traduce a prácticas específicas que optimizan los procesos deseados (Altieri & Nicholls, 2002), tal como se muestran en esta investigación, propuesto como ejemplo el cultivo de pitahaya.

El indicador referido al nivel de ingresos (1), muestra el mismo valor medio 0.56, en el antes y el ahora. Esto debido a que, en el antes, el rendimiento era menor y la inversión inicial es mayor; en tanto que, en el ahora se tiene más rendimiento, pero el precio es menor que antes. Comparándolo con índices respecto a nivel de ingresos, propiedad de tierra del productor, han demostrado ser altos en cultivos

como café orgánico en Chiapas México (Jiménez et al., 2022). Al ser la pitahaya, un cultivo de importancia económica en el Perú (así como café en México), se consideran de relevancia para la sostenibilidad.

En el indicador referido al uso potencial de la tierra (2), se muestra una disminución en el valor del índice (antes: 0.71 y ahora: 0.58), principalmente a que es muy llamativo para el agricultor la presencia del monocultivo, por la importancia económica, lo cual se ve reflejado en el indicador de nivel de agrobiodiversidad, donde se observa que en el antes (0.62) tenía mayor diversidad de cultivos respecto al ahora (0.59).

El aumento de los valores del índice para el indicador: rendimiento del cultivo (3) en el proceso de evolución, favorece al agricultor, y se asume una relación directa con indicadores relacionados con los factores de la producción como es, el acceso al agua, asistencia técnica, uso de fertilizantes, así como la disminución de la dependencia de insumos. Sin embargo, cuando se trata de un proceso de evolución, la fertilización edáfica es clave para no declinar en los niveles de sostenibilidad, por ser rica en elementos principales (Morillo et al., 2022). Tal cual se muestran las tendencias en la presente investigación, que nos muestra altos valores de sostenibilidad para el indicador abonos-fertilizantes.

El aumento de la mano de obra en la presente investigación, se da porque la pitahaya requiere el cuidado de mayores labores agronómicas para el mantenimiento y producción (la poda de formación, entre los tres y seis primeros meses, podas sanitarias) (Arredondo et al., 2022), mismos que en la actualidad, en el Perú, usan mano de obra directa (Galarza & Guillermo, 2015). Sin embargo, el pago que reciben los trabajadores por mano de obra agrícola no es homogéneo en las diferentes regiones, y la remuneración de las horas de trabajo aumenta como reacción a la escasez de mano de obra en las zonas rurales (Flachsbarth et al., 2018), por lo que es objeto de análisis y reflexión. Así por ejemplo, para el caso de Amazonas, está por debajo del promedio en comparación a la región Lima Metropolitana (Chávez, 2021).

Lastimosamente, los presentes estudios muestran los sistemas de producción de pitahaya en la zona, no usan semilla certificada (6), y propagan con semillas que obtienen de su propio cultivo, corriendo el riesgo de transmisión de plagas y enfermedades y disminución futura de los rendimientos. Por tanto, los valores para

la Incidencia de plagas y enfermedades aumentaron, viéndose obligados los agricultores a realizar con el tiempo un mejor manejo integrado de plagas y enfermedades MIPE. Se concatena la información con los registros de asistencias técnicas que han recibido respecto a temáticas de plagas y enfermedades que atacan a su cultivo.

Al ser el cultivo de pitahaya nuevo en la zona (Churuja), la presencia de plagas y enfermedades para este cultivo es muy reciente. Sin embargo, ya en otros sistemas de exportación para este cultivo, se muestran enfermedades con alta incidencia como por ejemplo la pudrición basal (*Fusarium oxysporum*) y la bacteriosis (*Erwinia carotovora*), y las plagas incluían la mosca del botón floral (*Dasiops saltans*) (Morillo et al., 2022). En ese sentido, el cultivo de pitahaya, al estar sembrado como monocultivo está más propenso a plagas y enfermedades por lo que el manejo integrado de plagas y enfermedades (Gupta et al., 2017), ha sido objeto de investigaciones recientes, información que permitirá la sostenibilidad del cultivo. Por ejemplo, el uso de atrayentes de proteína hidrolizadas hechas a base de maíz y soja permite controlar la plaga de la mosca del botón floral (*Dasiops saltans*), esta ocasiona pérdidas en la floración (Verona et al., 2020). También se utiliza plantas repelentes para asegurar la sostenibilidad del cultivo, como el vetiver o también conocida como zacate (*Chrysopogon zizanioides*) para el control de hormiga (*Atta cephalotes*). Una de las enfermedades que se encontraron en la pitahaya de Churuja fue el ojo de pescado (*Dothiorella sp*), que ha demostrado estar presente en otras fincas, y para su control se recomienda eliminar el material vegetal afectado y para las podas utilizar herramientas desinfectadas (Cáliz de Dios et al., 2014).

Aspectos económicos como la relación beneficio costo (10), muestra que los valores del índice del antes (0.0.57) han disminuido respecto al ahora (0.52). Este se da principalmente, por la mayor oferta de pitahaya que se ha presentado en los últimos años esto se debe a que antes se vendía la pitahaya a un mejor precio que ahora. Así mismo, la evolución de valores de costos, toman importancia, respecto a tiempos de recuperación de la inversión de hasta 1 año 4 meses, como en ejemplos de caso presentados en Ecuador (Juan et al., 2021). Sistemas agrícolas de los pueblos indígenas (Hidalgo México), con características similares a esta investigación, muestran en el indicador relación beneficio costo, un índice alto (Leyva et al., 2021), al igual que en el indicador nivel de agrobiodiversidad y de adopción tecnológica.

Los Costos de producción para el cultivo de pitahaya (11), aumentan en el proceso de evolución en esta investigación, debido al alza de precios de los materiales e insumos que se necesitan en el proceso, así también, la lejanía a la capital causa un aumento de los costos. Sin embargo, el indicador referido a la facilidad de créditos (15) en este indicador muestra el valor del índice en el antes (0.53) y el ahora (0.76) donde se observó un aumento, esto debido a que tienen más facilidades y hay más entidades financieras para adquirir un préstamo.

Así mismo, la fuente de ingreso no agrícola (20), muestra que los valores del índice del antes (0.71) y el ahora (0.59) ha disminuido a través del tiempo, principalmente a la búsqueda de mayores ingresos económicos que los agricultores han percibido con el cultivo de pitahaya. La evolución para la fuente de ingreso no agrícola, los porcentajes globales de ingresos no agrícolas, en zonas rurales de Tanzania, por ejemplo, no son inequívocamente superiores a los de las zonas rurales en su conjunto, lo que parece ofrecer una importante vía para salir de la pobreza (Lanjouw et al., 2001). En esta investigación, se encontró además que, no muchos hogares permanecen sin diversificar ya que combinan actividades dentro de los sectores agrícola, comercial, no agrícola calificado y no agrícola poco calificado. Por tanto, a pesar de la alta incidencia de diversificación, la agricultura no está en declive significativo (León et al., 2014). Parte de la sostenibilidad, es tendencia que, las políticas deben estar dirigidas tanto a las actividades agrícolas como a las no agrícola. El enfoque de una oferta de pitahayas orgánicas con mayores precios de venta, ha permitido aumentar en ellos el nivel de Conciencia ecológica (23), ahora se percibe que los agricultores están más informados sobre el cuidado del medio ambiente (Bongo, 2007).

Mientras que, el cultivo de pitahaya en Churuja muestra 8 indicadores altos en sostenibilidad, que permiten marcar una línea base de valores considerados un ejemplo en el sistema de producción; el indicador de toma de decisiones en sistemas agrícolas, sumados al nivel de conocimientos y escolaridad de los encargados de los sistemas de producción, permite conocer las capacidades implícitas en un sistema (Herrera et al., 2016). Así tenemos que, en la actualidad, se emplea la práctica del análisis de big data para resolver diversos problemas, que revelan oportunidades y áreas de uso prometedoras en la agricultura (Tantalaki et al., 2019), que podrían aplicarse con éxito en sistemas como el de la producción de pitahaya. Pese a que sean

sistemas rurales, en la actualidad ya se emplean la práctica del análisis de big data para resolver diversos problemas (Agrawal et al., 2011).

Indicadores dentro del atributo de la productividad (al igual que el resto de atributos), permitieron identificar que, en el proceso de evolución, continúan en un nivel medio. En la presente investigación, la productividad corresponde a la asociación de valores de 8 indicadores, en tanto que, en otros sistemas de producción que han sido evaluados con la metodología MESMIS, en cambio los sistemas de monocultivo de café orgánico en Chiapas México, que mostró una productividad baja (0.35) respecto a sistemas de café que se expandieron en áreas dentro de áreas más boscosas con mayor diversidad (Jiménez et al., 2022). Así mismo, los valores de estabilidad de los sistemas de producción de pitahaya en Churuja, mostraron similares tendencias en su proceso evolutivo. Estos valores, aún no reflejan la tendencia en evolución. Asumimos por el corto tiempo de existencia del sistema, ya que, en monocultivos por lo general, estos valores disminuyen. Por otro lado, en el caso del árbol leguminoso mezquite (*Prosopis laevigata*) de Ixmiquilpan México, que sistemas de monocultivo presentaron un valor bajo para el atributo de estabilidad (Pérez et al., 2021), sugiriéndose que no sólo debe existir una regeneración natural sino además se debe promover la diversidad de cultivos. Cabe mencionar que, la estabilidad, está asociada también a factores externos, asociados al desarrollo social, económico, político, cultural y ambiental, por lo que merece análisis futuros que correlacionen a todos los atributos (Figueroa, 2016).

Conocedores de los resultados de nivel medio para valores del atributo de la equidad en el antes y después, reconocemos la capacidad del sistema para distribuir beneficios y costes intra e intergeneracionales y costes de manera justa (Nicoloso et al., 2019). En tanto que en los sistemas de monocultivo de café orgánico en Chiapas México, que mostró una Equidad baja (0.1) respecto a sistemas de café que se expandieron en áreas dentro de áreas más boscosas con mayor diversidad (Jiménez et al., 2022).

EL proceso de adaptabilidad en Pitahaya en Churuja, está regido por 5 indicadores, demostrándose la capacidad media del sistema de encontrar nuevos niveles de equilibrio, es decir, de continuar siendo productivo ante cambios de largo plazo en el ambiente (Nicoloso et al., 2019). En ese mismo sentido, la autogestión permite

regular y controlar las interacciones externas del sistema (Nicoloso et al., 2019), gracias a sus 6 atributos de sostenibilidad, siendo de los mayores indicadores registrados, respecto a otros sistemas (Aguerre et al., 2015) (Jiménez et al., 2022) (Pérez et al., 2021) (Figueroa, 2016).

V. CONCLUSIONES

Los periodos de evaluación aquí referidos muestran sostenibilidad media en ambos momentos del estudio.

Se identificaron 25 indicadores de sostenibilidad, los mismos que representan la realidad de los 17 socios de la Asociación de productores de pitahaya de Churuja tanto en el antes como en el ahora. Del 100% de los indicadores de sostenibilidad, 28% pertenecen al atributo de productividad, 16% a estabilidad, 16% a equidad, 20% a adaptabilidad y 20% a autogestión.

Del total de los indicadores de sostenibilidad, el 36% de indicadores tuvieron un incremento en el índice de sostenibilidad, el 8% de indicadores lograron mantener su índice de sostenibilidad en ambos momentos de la evaluación. Finalmente, la mayoría de indicadores (56%) tuvieron un índice descendente en el segundo momento de evaluación.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer evaluaciones de evolución de la sostenibilidad en el cultivo de pitahaya periódicamente para así poder saber si la evolución de sostenibilidad mejora, se mantiene o en peor de los casos tiene resultados negativos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrawal, D., Bernstein, P., Bertino, E., Davidson, S., Dayal, U., Franklin, M., Gehrke, J., Haas, L., Halevy, A., & Han, J. (2011). *Challenges and opportunities with Big Data 2011-1*. 1–16. <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=cctech>
- Aguerre, V., Ruggia, A., Scarlato, S., & Albicette, M. (2015). Co - in novation of family farm systems: developing sustainable livestock production systems based on natural grasslands. *Proceeding 5 Th International Symposium for Farm Designs Systems, September*, 345–346.
- Altieri, M., & Nicholls, C. (2002). Un método Agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 64, 17–24. agroeco3@nature.berkeley.edu
- Arredondo, E., Chiamolera, F. M., Casas, M., & Cuevas, J. (2022). Comparing Different Methods for Pruning Pitaya (*Hylocereus undatus*). *Horticulturae*, 8(7). <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070661>
- Astel, A., Chepanova, L., & Simeonov, V. (2011). Soil Contamination Interpretation by the Use of Monitoring Data Analysis. *Water, Air, and Soil Pollution*, 216(1–4), 375–390. <https://doi.org/10.1007/s11270-010-0539-1>
- Ataíde, G., Moura, M., Martins, M., & Souto, M. (2014). *Sustainability assessment of agroecological production units: a comparative study of idea and MESMIS methods. 2004*.
- Attar, Ş., Gündeşli, M., Urün, I., Kafkas, S., Kafkas, N., Ercisli, S., Ge, C., Mlcek, J., & Adamkova, A. (2022). Nutritional Analysis of Red-Purple and White-Fleshed Pitaya (*Hylocereus*) Species. *Molecules*, 27(3). <https://doi.org/10.3390/molecules27030808>
- Bongo, A. (2007). Determinants of Agricultural and Non-agricultural Livelihood Strategies in Rural Communities: Evidence from Eastern Nigeria. *The Journal of Developing Areas*, 40(2), 93–94.

<https://doi.org/10.1353/jda.2007.0012>

- Cachay, D. (2021). Evaluación del desarrollo sostenible de los sistemas de producción agrícola que usan agua de riego del acp tilacancha, en las comunidades de San Isidro del Maino y Levanto. in *Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas*.
- Cáliz de Dios, H., Castillo, R., & Caamal, H. (2014). Caracterización De La Producción De Pitahaya (*Hylocereus Spp.*) En la zona maya de Quintana Roo, México. *Agroecología*, 9, 123–132.
- Cerén, J. (2020). *Distribución, Etnobotánica y cultivo de pithahaya (Selenicereus, Hylocereae, Cactaceae) en el salvador*. 98.
- Cevallos, K. (2022). Caracterización morfológica en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus spp*) en el Ecuador. Autor: *Universidad Técnica de Babahoyo*, 23.
- Chávez, W. (2021). Comparación valorativa del jornal agrícola entre las Regiones Amazonas y Lima Metropolitana, Perú; periodo 2018-2020. *Revista Científica Pakamuros*, 9(4), 83–95. <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v9i4.239>
- Diéguez, K., Sarduy, L., Sablón, N., Bautista, H., & Sánchez, F. (2022). Evaluation of the Circular Economy in a Pitahaya Agri-Food Chain. *Sustainability (Switzerland)*, 14(5), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su14052950>
- Figuroa, O. (2016). Producción de Café en Fincas-Hogar en San José del sector San José, Municipio de Linares-Nariño. *Facultad de Ciencias Economicas y Administrativas. Universidad de Nariño*, XVII(2), 111–125.
- Flachsbarth, I., Schotte, S., Lay, J., & Garrido, A. (2018). Rural structural change, poverty and income distribution: evidence from Peru. *Journal of Economic Inequality*, 16(4), 631–653. <https://doi.org/10.1007/s10888-018-9392-z>
- Fonseca, N., & Narváez, C. (2020). Aplicación de la metodología MESMIS para la evaluación de sustentabilidad en sistemas de producción campesina en Sumapaz, Cundinamarca. *Universidad Cundinamarca*, 31–47.

<https://doi.org/10.36436/24223484.318>

- Gaffney, J., Bing, J., Byrne, P. F., Cassman, K. G., Ciampitti, I., Delmer, D., Habben, J., Lafitte, H. R., Lidstrom, U. E., Porter, D. O., Sawyer, J. E., Schussler, J., Setter, T., Sharp, R. E., Vyn, T. J., & Warner, D. (2019). Science-based intensive agriculture: Sustainability, food security, and the role of technology. *Global Food Security*, 23(June), 236–244. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.08.003>
- Galarza, F., & Guillermo, J. (2015). Productividad total de factores en la agricultura peruana: estimación y determinantes. *Economía*, 38(76), 77–116. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/economia/article/view/14672/15261>
- Gharsallah, O., Gandolfi, C., & Facchi, A. (2021). Methodologies for the Sustainability Assessment of Agricultural Production Systems, with a Focus on Rice: A Review. *Sustainability (Switzerland)*, 13(19). <https://doi.org/10.3390/su131911123>
- Giraldo, R., Nieto, L., & Quiceno, Á. (2015). Evaluación de atributos de sustentabilidad de sistemas de producción campesinos en la vereda El Mesón, municipio de Palmira, Valle del Cauca (Colombia). *Libre Empresa*, 12(1), 111–135. <https://doi.org/10.18041/libemp.v23n1.23106>
- Glaroudis, D., Iossifides, A., & Chatzimisios, P. (2020). Survey, Comparison and Research Challenges of IoT Application Protocols for Smart Farming. *Computer Networks*, 168, 107037. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2019.107037>
- Gonzalez, M. A., & Smith, R. (2003). A Methodology to Evaluate Process Sustainability. *Environmental Progress (V01.22)*, 22(4), 269–276.
- Gupta, N., Debnath, S., Sushma, Sharma, S., Sharma, P., & Jyotika, P. (2017). Agriculturally important microbes for sustainable agriculture. In *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture (Vol. 2, Issue October)*. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-5343-6>
- Herrera, C., Pérez, C. ., & Echeita, G. (2016). Teorías implícitas y prácticas de

enseñanza que promueven la inclusión educativa en la universidad. Instrumentos y antecedentes para la reflexión y discusión. *Formacion Universitaria*, 9(5), 49–64. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062016000500006>

Huachi, L., Yugsi, E., Paredes, F., Coronel, D., Verdugo, K., & Coba, P. (2015). Desarrollo de la pitahaya (Cereus SP.) En Ecuador. *La Granja_ Revista de Ciencias de La Vida*, 22(2), 50–58. <https://doi.org/10.17163/lgr.n22.2015.05>

INIA. (2020). Guía técnica del cultivo de la Pitahaya (Hylocereus megalanthus) en la región Amazonas. *Instituto Nacional de Innovación Agraria*.

Jarvis, A., Touval, J. L., Schmitz, M. C., Sotomayor, L., & Hyman, G. G. (2010). Assessment of threats to ecosystems in South America. *Journal for Nature Conservation*, 18(3), 180–188. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2009.08.003>

Juan, H., Goering, Z., Ximena, C., Hugo, S., & Raúl, G. (2021). Evaluación de la sustentabilidad de fincas de la agricultura familiar, de dos eco tipos de Pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus), y su subproducto Evaluation of the sustainability of family farming farms, of two eco-types of Yellow Pitahaya (Seleni. *Polo Del Conocimiento*, 6(12), 21. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i12.3369>

Krausmann, F., Heinz, K., Gingrich, S., Haberl, H., Bondeau, A., Gaube, V., Lauk, C., Plutzer, C., & Searchinger, T. (2013). Global human appropriation of net primary production doubled in the 20th century. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(25), 10324–10329. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211349110>

Lanjouw, P., Quizon, J., & Sparrow, R. (2001). Non-agricultural earnings in peri-urban areas of Tanzania: Evidence from household survey data. *Food Policy*, 26(4), 385–403. [https://doi.org/10.1016/S0306-9192\(01\)00010-0](https://doi.org/10.1016/S0306-9192(01)00010-0)

León, L., Asunción, D., García, J., Chávez, C., & Peña, J. (2014). Consideraciones para mejorar la competitividad de la región “El Bajío” en la producción nacional de fresa*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5, 673–686.

- Linares, A. (2019). Análisis de la sostenibilidad de proyectos pecuarios con enfoque en seguridad alimentaria y nutricional: la propuesta MESMIS. *Perspectivas Rurales Nueva Época*, 17(33), 85–130. <https://doi.org/10.15359/prne.17-33.4>
- López, S., Masera, O., & Astier, M. (1981). Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. the MESMIS framework. *Archive for Rational Mechanics and Analysis*, 75(2), 103–126. <https://doi.org/10.1007/BF00250474>
- Márquez, D., Hernández, A., Márquez, L., & Casas, M. (2021). *Evolución conceptual y metodológica hacia los objetivos del desarrollo sostenible*. 13, 301–310.
- Masera, O., Astier, M., & Galván, Y. (2008). Las evaluaciones de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. In *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. http://www.agroecologia.net/SEAE/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=18&category_id=10&option=com_virtuemart&Itemid=24
- Mendoza, V., Ramirez, M., Galán, M., Burelo, C., & Campos, M. (2021). Organic cultivation of two species of pitahaya (*selenicereus undatus* and *selenicereus megalanthus*) in the southeast of Mexico. *Horticulture International Journal*, 5(1), 1–5. <https://doi.org/10.15406/hij.2021.05.00192>
- MIDAGRI. (2021). Análisis de Mercado Pitahaya 2015 - 2020. *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego*, 1–50.
- Morillo, A., Manjarres, E., Saenz, Ó., & Morillo, Y. (2022). Morphoagronomic Evaluation of Yellow Pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) in Miraflores, Colombia. *Agronomy*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/agronomy12071582>
- Nicoloso, C., Pires, V., Coelho, R. C., & Ferreira, F. L. (2019). Typology of family livestock production systems in the Pampa biome using the MESMIS method. *Semina: Ciências Agrárias*, 40(6), 3249–3268. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl2p3249>

- Obregón, A., Contreras, E., Elías, C., Muñoz, A., Yuli, R., & Córdor, E. (2022). Nutritional and physicochemical profile of the pitahaya cultivated in the central coast of Peru. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 39(1), 1–6. [https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v39.n1.11](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v39.n1.11)
- Ortiz, A., Soto, J., & Vélez, A. (2017). *Estudio de mercado de la pitahaya amarilla apoyado en MPP de los países en el contexto internacional*. 3–10.
- Ortiz, T., & Takahashi, L. S. A. (2020). Quality of fruits of pitaya (*Hylocereus undatus* [Haworth] Britton & Rose) according to physiological maturity. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 14(1), 63–75. <https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i1.8422>
- Ortiz, Y., Acevedo, M., & Lugo, G. (2021). Las chicanas y pitahayas en la diversificación productiva. ¿Alimentos alternativos complementarios, o defoliadores y trepadoras fuera de control? *La Dimensión Global de Las Regiones y Sus Reconfiguraciones Económicas y Urbanas, II*, 1–18.
- Pérez, D., Cabirol, N., Martínez, C., & Rojas, M. (2021). Mesquite management in the Mezquital Valley: A sustainability assessment based on the view point of the Hñähñú indigenous community. *Environmental and Sustainability Indicators*, 10(March). <https://doi.org/10.1016/j.indic.2021.100113>
- Pretty, J. (1994). Alternative Systems of Inquiry for a Sustainable Agriculture. *IDS Bulletin*, 25(2), 37–49. <https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.1994.mp25002004.x>
- Proaño, S. (2013). Estudio de exportación de la pitahaya ecuatoriana hacia el mercado europeo. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Quinton, J., Govers, G., Van Oost, K., & Bardgett, R. (2010). The impact of agricultural soil erosion on biogeochemical cycling. *Nature Geoscience*, 3(5), 311–314. <https://doi.org/10.1038/ngeo838>
- Ramírez, L., Alvarado, A., Pujol, R., Mchugh, A., & Brenes, L. G. (2008). Indicadores para estimar la sostenibilidad agrícola de la cuenca media del río

- Reventado, Cartago, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 32(2), 93–118.
- Rashmi, I., Trisha, R., Coumar, V., & Kala, S. (2020). Organic and Inorganic Fertilizer Contaminants in Agriculture: Impact on Soil and Water Resources. In *Contaminants in Agriculture: Sources, Impacts and Management*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-41552-5>
- Rodríguez, F. (2006). El diseño de indicadores e índices para evaluar el aporte de las fincas agropecuarias a la sostenibilidad ambiental. Análisis de caso en la Microregión Platanar-La Vieja, cuenca del río San Carlos, Costa Rica. *Pensamiento Actual*, 6(7), 23–39.
- Romero, E. (2019). Sostenibilidad de la agricultura familiar: el caso del cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis* juss) en la provincia de Oxapampa, Pasco, Perú. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 0–33. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4111>
- Ruiz, R., Alvarado, L., Borjas, R., Torres, E., Castro, V., & Julca, A. (2021). Sustainability in conventional and organic coffee farms (*Coffea arabica* L.) in the Valley of Alto Mayo, San Martin, Peru. *Revista Iberoamericana de Viticultura Agroindustria y Ruralidad*, 8(23), 1–13. <https://doi.org/10.35588/rivar.v8i23.4916>
- Saavedra, J. (2018). Provincia de Bongara Municipalidad Distrital de Churuja. *Municipalidad Distrital de Churuja*, 9.
- Seiler, C., & Berendonk, T. (2012). Heavy metal driven co-selection of antibiotic resistance in soil and water bodies impacted by agriculture and aquaculture. *Frontiers in Microbiology*, 3(DEC), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00399>
- Sepúlveda, S., Chavarría, H., Rojas, P., & Brenes, M. de la C. (2008). Biograma: metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios. In *Biograma: metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios*. <http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/chile/Documents/Biograma2008.pdf> <http://repiica.iica.int/docs/B0664e/B0664e.pdf>

- Stockle, C., Papendick, R., Saxton, K., Campbell, G., & Van Evert, F. (1994). A framework for evaluating the sustainability of agricultural production systems. *American Journal of Alternative Agriculture*, 9(1–2), 45–50. <https://doi.org/10.1017/S0889189300005555>
- Tantalaki, N., Souravlas, S., & Roumeliotis, M. (2019). Data-Driven Decision Making in Precision Agriculture: The Rise of Big Data in Agricultural Systems. *Journal of Agricultural and Food Information*, 20(4), 344–380. <https://doi.org/10.1080/10496505.2019.1638264>
- Vargas, I. (2020). Comparación de diferentes concentraciones de bencilaminopurina (BAP) en la fase de multiplicación de pitahaya roja (*hylocereus undatus*), en el laboratorio de cultivo de tejidos In Vitro, FCA-UNASAM, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, Ancash. *Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo,”* 63. http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4411/T033_73489427_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Verona, A., Urcia, J., & Paucar, L. M. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439–453. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>

ANEXOS

Figura 9

Aplicación de encuestas en campo



Figura 10

Tecnología que utilizan los productores



Figura 11

Mano de obra



Figura 12

Abonamiento del cultivo



Figura 13

Áreas sembradas con pitahaya



Tabla 4*Lista de los socios encuestados.*

| N° | Nombre de los socios | DNI |
|-----------|-----------------------------|------------|
| 01 | Francisco Urquía Mendoza | 33725143 |
| 02 | Ender Tunta Urquía | 45086570 |
| 03 | Consuelo Urquía Mendoza | 33724884 |
| 04 | María Jesús Urquía de Vélez | 33431372 |
| 05 | Francisca Chuecha Cuchca | 41548625 |
| 06 | Amilcar Chuecha Cuchca | 33725165 |
| 07 | Fany Flores Matos | 41981549 |
| 08 | Elvis Diego Meza Peralta | 41475819 |
| 09 | Julio Edwin Quintana Reyna | 33738819 |
| 10 | Fortunato Quintana Reyna | 33430576 |
| 11 | Luzmila Díaz de Llanca | 06071616 |
| 12 | Santiago Urquía Mendoza | 33724934 |
| 13 | Filomena Cortegana Zuta | 33815630 |
| 14 | José Rivera Tantalean | 27718622 |
| 15 | Santiago Vargas Tuesta | 37724920 |
| 16 | María Vargas Flores | 33725201 |
| 17 | Dolores Barrera Llaja | 08547001 |

Tabla 5

Modelo de la encuesta aplicada en campo.

| | | | | encuestado 1 |
|---------------|--|------------------------------------|---|-----------------|
| | PRODUCTIVIDAD | UNIDAD DE MEDIDA | Valores | |
| 1 | Nivel de ingresos | Soles/mes | | |
| 2 | Uso potencial de la tierra | has usadas/has totales | | |
| 3 | Rendimiento del cultivo | kh/ha | | |
| 4 | Abono-fertilizante | kg/ha | | |
| 6 | Mano de obra | personas/ha/día | | |
| 7 | Semilla certificada (estacas) | si o no | 1: si 2: no | |
| 8 | Incidencia de plagas y enfermedades | porcentaje | | |
| ESTABILIDAD | | | | |
| 1 | Dependencia de insumos externos | porcentaje | | |
| 2 | Acceso al agua | sí o no | 1: sí 2: no | |
| 3 | Relación beneficio costo | cuánto gasta/en cuánto vende SOLES | | |
| 4 | Costos de producción | soles/ha | | |
| EQUIDAD | | | | |
| 1 | Distribución del ingreso | número | | |
| 2 | Equidad en la toma de decisiones | personas | 1: dueño 2: hermano mayor 3: arrendador 4: encargado | |
| 4 | Grado de instrucción | | 1: sin estudios 2: primaria 3: secundaria 4: superior | |
| 5 | Facilidad de créditos | sí o no | 1:si 2:no | |
| ADAPTABILIDAD | | | | |
| 1 | Nivel de agrobiodiversidad | número | | |
| 2 | Manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE) | si o no | 1:si 2:no | |
| 3 | Tipo de tecnología | número | | |
| 4 | Vegetación circundante | porcentaje | | |
| 5 | Fuente de ingreso no agrícola | | 1: solo agricultura 2: extras aparte de AG | |

| | | | | |
|---|------------------------------------|------------|---|--|
| | AUTOGESTIÓN | | | |
| 1 | Potencial de innovación | | número de nuevas tecnologías que adquirió | |
| 2 | Nivel de participación comunitaria | número | frecuencia x año | |
| 3 | Conciencia ecológica | | 1: si 2: no | |
| 4 | Dependencia de insumos externos | porcentaje | | |
| 5 | Asistencia técnica | si o no | 1: si 2: no | |
| 6 | Tipo de riego | | 1: no tiene 2: aspersión 3: goteo | |