A. ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH PAPERS

Volumen 41, Nº 4. Páginas 5-13
IDESIA (Chile) Diciembre, 2023

Sostenibilidad del cultivo de palto *(Persea americana)* en el Centro Poblado Santa Rosalía, Huaura, Lima

Sustainability of avocado crop (*Persea americana*) *at Santa Rosalía Village, Huaura, Lima*

Fátima Juárez-Laguna[1]*, *Luis Abraham Gomero Osorio*[1]

RESUMEN

Los cultivos perennes como el palto (*Persea americana*) garantizan la seguridad alimentaria y mejoran la productividad de la tierra. Se determinó la sostenibilidad en tres fundos agrícolas de diferentes sistemas de producción: un fundo orgánico (FO) y dos fundos convencionales (FC_1 y FC_2) ubicados en el Centro Poblado Santa Rosalía en Huaura, Lima. Se empleó la metodología MESMIS para la caracterización y construcción de cinco indicadores por dimensión ambiental, económica y social con base en puntos críticos representativos. Estos indicadores se midieron mediante una escala del 1 al 4 teniendo en cuenta valores óptimos para cada uno y se elaboraron gráficos radiales por dimensión. El fundo orgánico se destacó en la sostenibilidad ambiental, a diferencia de los fundos convencionales. Los tres fundos alcanzaron un nivel sostenible en las dimensiones económica y social. Existen puntos críticos, sin embargo, con cambios en el manejo de estos, se lograrían mejores resultados.

Palabras clave: *aguacate, convencional, indicadores, MESMIS, orgánico.*

ABSTRACT

Perennial crops such as avocados (*Persea americana*)*, guarantee food security and improve land productivity. Sustainability was determined in two types of production systems: an organic farm (FO) and two conventional farms (FC_1 and FC_2), located in the Santa Rosalía village in Huaura, Lima. The MESMIS methodology was used for characterization and construction of five indicators per dimension: environmental, economic and social, based on representative critical points. These were measured on a scale from 1 to 4, considering optimal values for each one, and radial graphs by dimension were elaborated. The organic farm will stand out in environmental sustainability, unlike conventional farms. The three farms reached the sustainable level in the economic and social dimensions. However, there are critical points that, with changes in their management, better results would be achieved.*

Keywords: *avocado, conventional, indicators, MESMIS, organic.*

Introducción

La agricultura sostenible es aquella que dentro de los límites de funcionamiento de los sistemas, posee un flujo de bienes y servicios que satisfacen las necesidades alimenticias actuales (FAO, 2014). Dicha sostenibilidad analiza la agricultura desde una perspectiva ecológica, social y económica. Tiene como finalidad la producción de sistemas agrícolas con el mínimo impacto en los ecosistemas y un uso limitado de agroquímicos, dándole mayor enfoque a la eficiencia biológica y otras funciones naturales de los agroecosistemas (Altieri, 1999).

Las prácticas que garantizan el proceso de agricultura sostenible se basan en la integración de procesos biológicos, minimización del uso de insumos no renovables, obtención de beneficios económicos, el desarrollo de la autosuficiencia para la mejora de los conocimientos y la capacidad para resolución de problemas (López-Ridaura *et al*., 2002).

Los cultivos perennes como el palto tienen un gran efecto en la seguridad y disponibilidad de los alimentos, minimización de impactos de la agricultura y el fortalecimiento de las familias agrarias (Kahn *et al*., 2013).

[1] Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.
* Autor para correspondencia: fjuarezlaguna@gmail.com

Fecha de recepción: 11 de agosto, 2023.
Fecha de aceptacion: 30 de septiembre, 2023.

Si bien es cierto que el Perú se destaca en producción, no se evalúa a profundidad el manejo y los procesos de los cultivos, o si las técnicas agrícolas empleadas son las más adecuadas y sostenibles en el tiempo. La sostenibilidad del cultivo de palta en el Perú ha sido estudiada a nivel regional en Moquegua y a nivel local en Lima (Barranca y Cañete), la cual es una de las principales regiones en producción de palta (Bedoya y Julca, 2020; Ayora, 2015; Collantes y Rodríguez, 2015).

En la provincia de Huaura (Lima, Perú) la agricultura es la actividad más representativa del valle del río Huaura, destacando el cultivo de palta en la localidad de Santa Rosalía en esta misma provincia.

El objetivo de la investigación fue determinar la sostenibilidad en tres dimensiones (ambiental, económica y social), en tres fundos agrícolas de palto en el Centro Poblado Santa Rosalía.

Materiales y métodos

Zona de estudio

El estudio se realizó en 3 fundos agrícolas de palto: el fundo orgánico (FO) Manuelita, y los fundos convencionales Cabrel (FC_1) y San Alberto (FC_2), integrantes de APROPAL-SR, Asociación de Productores de Paltos y Afines Santa Rosalía. Los fundos fueron seleccionados teniendo en cuenta su sistema de manejo (orgánico o convencional), la cercanía entre los predios y la disposición del productor para realizar la evaluación de su fundo.

Los fundos se encuentran en el Centro Poblado (CP) Santa Rosalía, distrito de Santa María, provincia Huaura, región Lima. El distrito de Santa María, ubicado en las coordenadas 11º5'30" S 77º34'23"O, presenta el tipo de clima E(d)B', de acuerdo con el Mapa Climático del Perú del SENAMHI, el cual se caracteriza por ser árido con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año. Registra una temperatura máxima de hasta 31 ºC y temperatura mínima de 21 ºC aproximadamente durante el año.

Evaluación de la sostenibilidad

Se aplicó la metodología MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sostenibilidad), desarrollada por el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (GIRA). Este método emplea la determinación de indicadores a partir de un análisis preliminar, es decir, que sean construidos en base a puntos críticos identificados específicamente en los sistemas de estudio, ya que cada sistema es único (López-Ridaura *et al.*, 2002).

Es una herramienta adaptable a cada sistema, y su flexibilidad permite determinar la sostenibilidad según las condiciones específicas del sistema en evaluación.

Caracterización de sistemas

Durante los meses de junio y julio del 2021 se recolectaron datos por medio de observación y entrevistas semiestructuradas, con preguntas abiertas y cerradas a los tres productores agrícolas, tomando en cuenta los factores biofísicos, manejo de cultivo y aspectos socioeconómicos.

Además, se tomaron muestras compuestas de suelo en cada fundo y se enviaron al Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la Universidad Nacional Agraria La Molina para realizar un análisis de caracterización: pH, conductividad, fósforo, potasio, $CaCO_3$, % materia orgánica, textura y Capacidad de Intercambio Catiónico-CIC.

Puntos críticos e indicadores

Se determinaron los puntos críticos de cada fundo, es decir, aquellos aspectos que limitan o fortalecen su funcionamiento óptimo. Para ello, se reconocieron los puntos favorables y vulnerables, además de la revisión de fuentes secundarias. Se priorizaron los puntos críticos por medio de un análisis de importancia (Osman *et al.*, 2019). Con base en la caracterización de cada sistema, se identificaron cinco puntos críticos por cada dimensión de sostenibilidad. Para la dimensión ambiental se seleccionó el manejo agronómico, estado actual del suelo, tipo de riego, empleo de energía solar o combustible e insumos para la fertilización y control de plagas. En la dimensión económica se identificó el aprovechamiento del área de producción, cantidad de producción por área de cultivo, beneficios económicos, estabilidad económica frente a cambios y la elevada dependencia externa. Finalmente en la dimensión

económica se determinó la integración familiar al trabajo, asesoría y capacitación, trabajo externo necesario, objetivos del sistema a futuro, así como la mejora en organización y participación en asociación.

Los indicadores se construyeron de acuerdo con los puntos críticos y se determinaron los rangos óptimos para cada uno de ellos a partir de fuentes secundarias, medios oficiales (Ministerio de Agricultura y Riego) y base de datos (FAOSTAT). Se estableció el valor de cada indicador, según el sistema de estudio usando escalas del 1 al 4 y con base en los requerimientos cumplidos. Los resultados de cada fundo se integraron por medio de gráficos radiales en el programa Excel (Figura 3).

En la Tabla 1 se muestran los puntos críticos determinados, los indicadores, así como la metodología de evaluación. Además, se observa la escala de valores por indicador y el rango óptimo determinado. Este proceso selectivo permitió que los indicadores sean los más efectivos, afines y representativos para el análisis de los sistemas.

Resultados y discusión

Caracterización de sistemas

La Tabla 2 presenta un resumen de las principales características de los fundos agrícolas.

Según los datos recolectados en campo, los agricultores señalan que las condiciones climáticas de la zona son las indicadas para el crecimiento del cultivo, con temperaturas cálidas durante todo el año.

Fundo Manuelita (FO): es un sistema orgánico de 1,80 ha, el cual emplea insumos orgánicos para el manejo de plagas y fertilización. El riego se hace cada 8 días en verano y de 20 a 25 días en invierno por método de gravedad con agua de río. La energía es de tipo solar captada por medio de paneles.

Fundo Cabrel (FC_1): sistema convencional de 6 ha, que utiliza mayormente preparados orgánicos para el manejo de plagas y abonamiento. El riego se realiza aproximadamente cada 8 días en verano y 20 días en invierno, por gravedad y canalizado hacia el contorno de las plantaciones para mantener la humedad de manera indirecta. A diferencia de los otros sistemas, no cuenta con energía solar.

Fundo San Alberto (FC_2): posee 4 ha y es un sistema convencional, en el cual se aplican productos orgánicos en el manejo de plagas y fertilización, así como agroquímicos ligeramente peligrosos. El riego por gravedad se realiza cada 8 días en verano y entre 15-20 días en invierno. A diferencia del FC_1, mantiene una perspectiva más integrada de los factores funcionales del sistema.

En la Figura 1 se muestran las entradas necesarias para el funcionamiento del fundo orgánico (FO), insumos como abono natural, preparados artesanales y reguladores de crecimiento, recursos naturales como energía solar. Los fundos del sistema convencional (FC_1 y FC_2) emplean, además, fertilizantes y plaguicidas, y energía tanto solar como combustible, generando emisiones al ambiente, como se observa en la Figura 2.

Para gestionar estos componentes de manera eficiente, los productores de los sistemas reciben una adecuada asesoría de entidades agrícolas del estado y especialistas técnicos productores, además de la capacitación como asociación y de manera independiente. Otro componente necesario es la mano de obra. Como principal producto se obtiene la palta, en sus distintas variedades, y como salidas indirectas se encuentran los residuos orgánicos e inorgánicos y la emisión de gases (Figuras 1 y 2).

Puntos críticos e indicadores

En la Figura 3a se observa, según el análisis realizado, que el FC_1 se halla en un nivel 4 de **salud del suelo**, mientras que los FO y FC_2 se ubican en el nivel 3. Sin embargo, los tres fundos se encuentran dentro de los rangos óptimos, debido a las **prácticas agronómicas** empleadas en el cultivo como el abonamiento, barreras vivas, terreno libre de maleza y cobertura con mulch.

El análisis de suelo indicó una textura franco-arenosa, con el pH ligeramente elevado, al igual que la conductividad en el fundo orgánico, lo cual podría deberse a la aplicación de abonos días previos al muestreo. La CIC es baja en los tres sistemas, al igual que el porcentaje de materia orgánica. Sin embargo, se destaca el fundo orgánico. Los suelos mantienen niveles altos de fósforo y potasio Tabla 3). Los valores mencionados podrían afectar la absorción de nutrientes para las plantaciones, ya que el suelo con baja CIC no puede retener los elementos requeridos. Esto impactaría tanto en el rendimiento como en la salud del cultivo, por lo cual sería necesaria la aplicación de abonos orgánicos y nutrientes que mejoren estas condiciones del suelo

Tabla 1. Puntos críticos e indicadores de sostenibilidad identificados en los agroecosistemas de palto en el CP Santa Rosalía, Huaura, Lima.

Dimensión	Punto crítico	Indicador	Metodología de evaluación	Escala	Rango óptimo (*)
Ambiental	Manejo Agronómico	Nº de prácticas agronómicas	Entrevista y observación	1 = 1-3 prácticas agroecológicas. 2 = 4 prácticas agroecológicas. 3 = 5 prácticas agroecológicas. 4 = Más de 6 prácticas agroecológicas.	2 – 4
	Estado actual del suelo	Salud del suelo	Análisis de suelo y evaluación en conjunto de parámetros	1 = 0% - 25% 2 = 26% - 50% 3 = 51% - 75% 4 = 76% - 100%	3 – 4
	Tipo de riego	Eficiencia de riego	Entrevista y observación	1 = Por inundación mal drenado. 2 = Por inundación con agua de río. 3 = Tecnificado e inundación con agua de pozo. 4 = Tecnificado con agua de pozo.	3 – 4
	Empleo de energía solar y a base de combustibles	Tipo de energía	Entrevista	1 = Combustibles. 2 = Combustibles no frecuente. 3 = Uso de paneles solares + trabajo con combustible. 4 = Paneles solares con trabajo manual.	3 – 4
	Insumos para la fertilización y el control de plagas	Fertilización y manejo de plagas	Entrevista	1 = Usa agroquímicos frecuentemente. 2 = Usa productos químicos y orgánicos. Control químico y biológico. 3 = Usa productos orgánicos frecuentemente y control biológico. 4 = Usa solo productos orgánicos y control biológico.	3 – 4
Economico	Aprovechamiento del área de producción	Área de producción	Entrevista	1 = 1 - 2 hectáreas 2 = 2,1 - 3 hectáreas 3 = 3,1 - 4 hectáreas 4 = Más de 4,1 hectáreas	2 – 4
	Cantidad de producción por área de cultivo	Rendimiento	Entrevista	1 = Menos de 6 t ha^{-1} 2 = 7 - 9 t ha^{-1} 3 = 10 - 12 t ha^{-1} 4 = Más de 13 t ha^{-1}	3 – 4
	Beneficios económicos	Margen de ganancia	Entrevista y análisis	1 = 0% - 25% 2 = 26% - 50% 3 = 51% - 75% 4 = 76% - 100%	3 – 4
	Estabilidad económica frente a cambios	Estabilidad de precios	Entrevista / preguntas cerradas	1 = Mala 2 = Regular 3 = Buena 4 = Muy buena	3 – 4
	Elevada dependencia externa	Independencia externa de insumos	Entrevista y análisis	1 = 0% - 25% 2 = 26% - 50% 3 = 51% - 75% 4 = 76% - 100%	3 – 4
Social	Integración familiar al trabajo	Fuerza de trabajo familiar	Entrevista	1 = Eventual. 2 = Trabajo seguro. 3 = Copropietario. 4 = Copropietario y trabaja.	2 – 4
	Mantener la asesoría y capacitación	Capacitación y asistencia técnica	Entrevista / preguntas cerradas	1 = Mala. 2 = Regular. 3 = Buena. 4 = Muy buena.	3 – 4
	Trabajo externo necesario	Trabajo adicional	Entrevista	1 = Trabajo adicional mayor fuente de ingresos. 2 = Trabajo adicional brinda equilibrio. 3 = Trabajo adicional relacionado. 4 = No es necesario trabajo adicional.	2 – 4
	Objetivos del sistema a futuro	Visión y concepto del sistema	Entrevista y observación	1 = Sin conciencia ecológica. 2 = Limitada. 3 = Conservación. 4 = Integral.	3 – 4
	Mejora en organización y participación en asociación	Participación en asociación	Entrevista	1 = No participa. 2 = Baja. 3 = Media. 4 = Alta.	3 – 4

(*) Fuente: Elaboración propia, metodología adaptada de López-Ridaura *et al.* (2002).

Tabla 2. Características de los fundos agrícolas de palto en el CP Santa Rosalía, Huaura, Lima.

Características	FO	FC_1	FC_2
Clima	Semicálido, 210-260 msnm, precipitación árida 13,7 mm/año		
Variedades	Hass y fuerte	Hass y fuerte	Hass, fuerte y nava
Área de producción	1,8 ha	6 ha	4 ha
Nº árboles	558	1200	1000
Año de inicio	2006	2013	2001
Comercialización	Nacional y exportación		

FO: Fundo Orgánico; FC_1: Fundo Convencional 1; FC_2: Fundo Convencional 2.
Fuente: Elaboración propia.

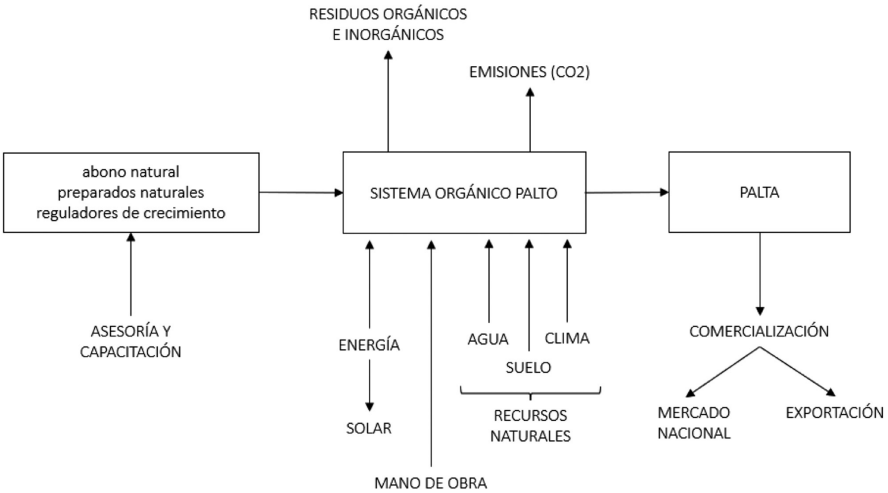


Figura 1. Entradas y salidas de del agroecosistema orgánico (FO) de palto en el C.P. Santa Rosalía, Huaura, Lima.

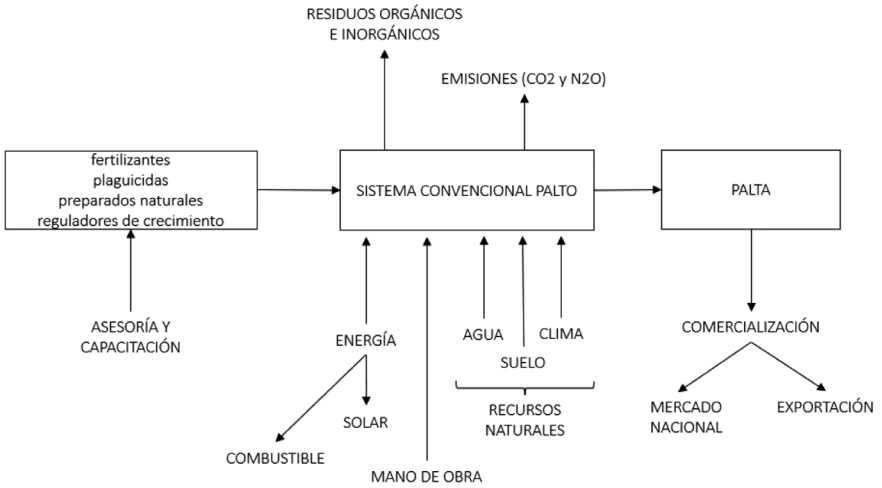


Figura 2. Entradas y salidas de del agroecosistema convencional (FC_1 y FC_2) de palto en el C.P. Santa Rosalía, Huaura, Lima.

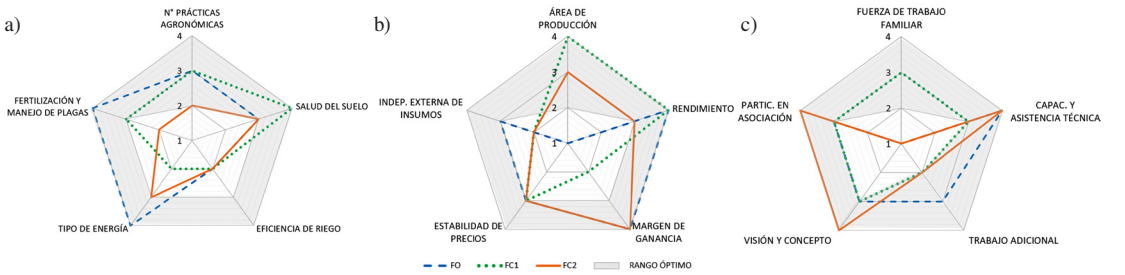


Figura 3. Análisis de indicadores de los agroecosistemas de palto en el CP Santa Rosalía, Huaura, Lima. a) Indicadores Ambientales. b) Indicadores Económicos. c) Indicadores Sociales.

Tabla 3. Parámetros de caracterización del suelo de los fundos agrícolas de palto en el CP Santa Rosalía, Huaura, Lima.

Parámetros	Óptimo (*)	FO	FC_1	FC_2
pH	6,6-7,5	7,84	8,05	8,02
CE (dS/m)	≤2	4,05	2,43	3,28
CaCO3%	11-20	3,82	4,29	3,82
MO (%)	5	2,54	1,24	1,56
P (ppm)	7-14	20,7	20,7	9,4
K (ppm)	100-240	351	241	572
Clase textural	Fr.A.	Fr.A.	Fr.A.	Fr.A.
Relación K/Mg (meq/100g)	0,16 - 0,35	0,19	0,31	0,37
Na^+ (meq/100g)	≤1	0,10	0,10	0,9
$Al^{+3} + H^+$ (meq/100g)	≤2	0	0	0
CIC (meq/100g)	35	10,08	7,52	7,04
% Saturación de bases	≥90	100	100	100

FO: Fundo Orgánico; **FC_1:** Fundo Convencional 1; **FC_2:** Fundo Convencional 2.
CE: conductividad eléctrica; MO: materia orgánica; CIC: capacidad de intercambio catiónico Fr.A.: Franco-arenoso.
(*) Fuente: Elaboración propia con base en Ministerio de Agricultura (2014) y Ministerio de Agricultura (2010).

(Ministerio de Agricultura, 2010; Ataucusi, 2015 y Martínez *et al*., 2014).

La **fertilización** en FO se basa en la aplicación de abono natural y preparados artesanales como macerado de ajo y rocoto empleado como repelente e insecticida para el **manejo de plagas**. Se encuentra en el nivel 4, dentro del rango óptimo. A diferencia de los FC, donde también se aplican fungicidas ligeramente peligrosos como el SULFA PLUS 800 y el principio activo *Bacillus subtilis;* considerando niveles 3 y 2 respectivamente para FC_1 y FC_2. Debido a esto, el nivel de la **independencia externa de insumos** es bajo en los FC, con un valor de 2, mientras que el rango óptimo es de 3-4, ya que estos fundos dependen de la compra y traslado de suministros fuera del límite del sistema local.

Sin embargo, el productor de FC_2 tiene una **visión integral del sistema**, considerando recursos, rendimiento, integración en asociación y opciones de exportación directa al extranjero. FO y FC_1 alcanzan el rango óptimo (3-4) con un nivel 3 de visión de conservación del sistema más ligado a la gestión de recursos y rendimiento. Tener una visión de conservación en la agricultura promueve

la cobertura del suelo con barreras vivas o muertas, así como la mínima perturbación mecánica del suelo y la diversificación de las especies, el uso eficiente del agua y los nutrientes, además de prácticas agronómicas que fomenten la resiliencia ante el cambio climático (FAO, 2022).

El método de riego en los tres fundos es por gravedad, a través de canales provenientes del río Huaura. Por ello, la **eficiencia de riego** alcanzó el nivel 2 en los tres fundos, encontrándose por debajo del rango óptimo de 3-4. El riego por inundación o gravedad es poco eficiente y uno de los métodos más usados. Es una forma antigua y fácil, sin embargo, se pierde gran cantidad de agua, ya que solo se aprovechan aproximadamente 30 litros por cada 100 litros aplicados (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015b).

Otro de los indicadores con valor por debajo del rango óptimo es el **tipo de energía** en FC_1 por el uso de combustibles de manera no frecuente para la maquinaria de aplicación y manejo del suelo, a diferencia de los otros sistemas que cuentan con paneles solares para la vivienda y combustible para los equipos.

Los tres fundos se encuentran por encima del rango óptimo (3-4) de **rendimiento**, destacándose FO con un nivel 4 con 26 t ha^{-1} a pesar de contar con la menor **área de producción** con 1,8 ha. En cambio, FC_2 obtuvo un nivel 3 de área de producción con 4 ha y FC_1 presentó nivel 3 con 6 ha (Figura 3b). El rendimiento promedio nacional de palta en el Perú es de aproximadamente 11 t ha^{-1} (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020). Sin embargo, en el 2020 el rendimiento nacional fue de 13 t ha^{-1} (FAO, 2022c). Por lo tanto, los fundos se encuentran dentro del promedio nacional.

Los tres fundos alcanzaron un nivel 3 dentro del rango óptimo (3-4) en **estabilidad de precios**, ya que, a pesar de problemáticas tanto internas como externas, esta se mantuvo. En 2018, el costo de producción a nivel nacional fue de poco más de 13 mil soles ha^{-1}, lo cual significaba 0,99 soles/kg de palta cosechada, mientras que era vendido a 3,32 soles kg^{-1}. En el año 2020 hubo un aumento a 3,44 soles kg^{-1} (FAO, 2022c). Por lo tanto, se observa que, en la coyuntura de la pandemia, durante el primer año los productores no se vieron afectados por la disminución en el precio por kilogramo.

FC_1 obtuvo un nivel por debajo del rango óptimo de 3-4 en el indicador de **margen de ganancia** debido a que alcanzó el 50%, a diferencia de los otros dos fundos, con niveles de 4, donde se lograron altos porcentajes de hasta el 88%. Según la Encuesta Nacional Agraria del 2018, el mayor costo de producción está representado por los insumos, equipos, herramientas y otros recursos directos necesarios, con el 44%; la mano de obra constituye el 39% y los costos indirectos imprevistos el 17% (Grozo, 2021).

A nivel de Sudamérica, Perú es el país que tiene el menor costo de producción y el menor costo de mano de obra. Esto se debe a que el empleo es eventual por temporadas y el pago del jornal resulta barato, a diferencia de Colombia y Chile, donde la mano de obra representa un mayor porcentaje dentro de los costos de producción (Flores y Guillen, 2020).

En tal sentido, muchos productores buscan obtener una estabilidad económica e ingresos extras por medio de trabajos adicionales. En el sistema orgánico (FO) el productor labora además en una entidad dedicada también a la actividad agrícola y por ello se le otorgó el valor 3. A su vez, en los FC trabajan de manera particular en proyectos personales con impacto social, lo cual les brinda ingresos adicionales, representando el nivel 2 en el indicador. Los tres fundos se encuentran dentro del rango óptimo de 2-4 para el indicador de **trabajo adicional**.

La Figura 3c muestra que en FO y FC_2 la **fuerza de trabajo familiar** en la actividad agrícola es baja, con nivel 1, ya que el personal es externo y eventual por temporadas, a diferencia del FC_1 donde miembros del entorno familiar son copropietarios y hay algunos que laboran permanentemente en dicho sistema. Por ello se otorgó el nivel 3 para este fundo. La agricultura familiar de la costa se caracteriza por una mayor asociación entre productores, así como la dependencia de la producción propia para venta. Con ello satisface las necesidades familiares, sin embargo, tiene dificultades para generar excedentes que le permitan el desarrollo de la unidad productiva, por lo que busca otros ingresos a partir de actividades económicas similares (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015a).

La agricultura familiar en el Perú representa el 93% de la actividad agrícola, pero el 40% de esta emplea mano de obra eventual (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015a).

Los tres fundos alcanzan el rango óptimo de **participación en la asociación**, con valores de

3 o 4, ya que desempeñan algún cargo dentro de ella o de igual manera le brindan soporte. Uno de los beneficios que obtienen al ser parte de esta es la constante **capacitación y asesoría técnica**, la cual es planeada por ellos mismos (alrededor de tres capacitaciones al año). Por lo tanto, en dicho indicador también están dentro del rango óptimo de 3-4.

En la Figura 4 se observan los resultados obtenidos de los promedios por cada dimensión según los fundos en evaluación. El FO fue el único que sobrepasó el valor mínimo óptimo para la dimensión ambiental, a diferencia de las dimensiones económica y social, en las cuales los tres fundos lograron un valor dentro del rango óptimo. Bedoya y Julca (2020) en Moquegua, así como Collantes y Rodríguez (2015) en Cañete, ambas localidades del Perú, obtuvieron resultados similares en fincas de palto. La dimensión social fue la que alcanzó los mejores valores de sostenibilidad, seguida de la económica y finalmente la dimensión ambiental con valores por debajo del nivel sostenible.

Según el manejo del sistema, Guilcamaigua y Chancusing (2016) evaluaron indicadores ambientales en 3 unidades productivas, con sistemas orgánico, tradicional y convencional. Se observó que el sistema orgánico poseía una mejor salud del suelo, al igual que el rendimiento de los cultivos, a diferencia de los otros sistemas.

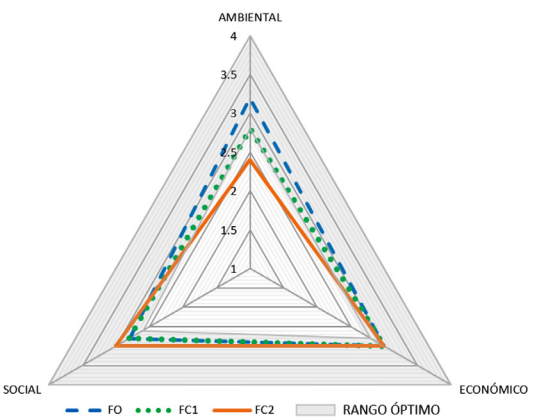


Figura 4. Análisis integrado de las dimensiones ambiental, económica y social en los agroecosistemas de palto en el CP Santa Rosalía, Huaura, Lima.

En un estudio realizado por Barajas (2021) en sistemas convencionales de palto se identificaron como indicadores en nivel crítico, el aumento de enfermedades y plagas, así como las condiciones climáticas, mientras que los recursos como el suelo fértil y la disponibilidad de agua son los indicadores que aportan mayor fortaleza a los sistemas.

El sistema orgánico (FO) es el más sostenible a nivel ambiental, ya que se encuentra dentro del rango óptimo, a diferencia de los sistemas convencionales (FC_1 y FC_2), debido a que estos fundos presentan mayores carencias en esa dimensión. En las dimensiones económica y social, los tres fundos se encuentran en equilibrio. Ambos sistemas presentan deficiencias y fortalezas en cada dimensión, sin embargo, con mayor capacitación, asesoría y tecnología lograrían compensar aquellos indicadores más complejos como el método de riego, energía y área de producción.

Conclusiones

Tanto el sistema orgánico como el convencional se caracterizan por una similitud en el proceso agrícola. Sin embargo, sus principales diferencias se encuentran en el tipo de insumos empleados, el manejo de las prácticas agronómicas y la gestión de los recursos transversales del sistema productivo.

Los puntos críticos e indicadores de sostenibilidad seleccionados fueron representativos para los sistemas agrícolas de palto de Santa Rosalía, ya que ayudaron a evidenciar las fortalezas y deficiencias de cada sistema.

El FO fue el que obtuvo los mejores niveles en los indicadores de la dimensión ambiental, seguido del FC_1 y del FC_2 con ligeros valores inferiores al rango óptimo. Los tres sistemas alcanzaron el rango óptimo de sostenibilidad en las dimensiones económica y social.

Lectura citada

Altieri, M.
1999. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable (Nordan-Comunidad ed.). Montevideo, Uruguay. 338 p.

Ataucusi, S.
2015. Manejo técnico del cultivo del palto (1). Cáritas del Perú - Compañía de Minas Buenaventura. Lima, Perú. 40 p.

Ayora, L.
2015. Determinación de atributos y evaluación de la sustentabilidad de parcelas agrícolas (fincas) en la cuenca media y baja del río Supe, Barranca. *Aporte Santiaguino*, 8(2). DOI: 10.32911/as.2015.v8.n2.228

Barajas, A.
2021. Capacidad de sostenibilidad ambiental, social y económica del cultivo de aguacate en Uruapan, Michoacán, México. *Suelos Ecuatoriales,* 51(1-2). DOI: 10.47864/SE(51)2021p1-12_135

Bedoya, E.; Julca, A.
2020. Caracterización de fincas productoras del cultivo de palto en la región Moquegua, Perú. *Idesia*, 38(3): 59-67

Collantes, R.; Rodríguez, A.
2015. Sustentabilidad de agroecosistemas de palto (*Persea americana Mill.*) y mandarina (*Citrus spp.*) en Cañete, Lima - Perú. *Tecnología y Desarrollo (Trujillo)*, 13(1): 27-34.

FAO.
2014. Building a common vision for sustainable food and agriculture. Principles and Approaches. FAO. Roma, Italia. 50 p.

FAO.
2022. Agricultura de Conservación. Recuperado de https://www.fao.org/publications/card/es/c/CB8350ES/

Flores, G.; Guillen, L.
2020. Análisis de competitividad para cultivo de palta peruana. Periodo 2000 a 2017. *Anales Científicos*, 81(1): 58-70.

Grozo, J.
2021. Costos de producción para actividad: Agricultura, ganadería, caza y silvicultura en base a la Encuesta Nacional Agraria (ENA-2018). Instituto Nacional de Estadística e Informática. 263 p.

Guilcamaigua, D.; Chancusig, E.
2016. Comparación de indicadores ambientales en tres casos de agricultura: tradicional, orgánica y convencional. *Antropología Cuadernos de Investigación,* 17: 71-85.

Kahn, P.; Molnar, T.; Funk, C.; Zhang, G.
2013. Inversión en cultivos perennes para alimentar al mundo de manera sostenible. *Palmas*, 34(4): 11-22.

López-Ridaura, S.; Masera, O.; Astier, M.
2002. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. the MESMIS framework. *Ecological Indicators*, 2: 135-148.

Martínez, J.; Muena, V.; Ruiz, R.
2014. Nutrición y fertilidad en paltos. Boletín INIA 283. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, La Cruz, Chile. 73 p.

Ministerio de Agricultura.
2010. Manual Técnico de Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de Palto (1). AGRORURAL. Lima, Perú. 120 p.

Ministerio de Agricultura.
2014. Nutrición y fertilidad en paltos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA Nº 283. 73 p.

Ministerio de Agricultura y Riego.
2015a. Estrategia Nacional de Agricultura Familiar 2015-2021. Lima, Perú. 123 p.

Ministerio de Agricultura y Riego.
2015b. Manual para el cálculo de eficiencia para sistemas de riego. Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego. Lima, Perú. 53 p.

Ministerio de Agricultura y Riego.
2020. Análisis de mercado 2015-2019 Palta. Sierra y Selva Exportadora. Lima, Perú. 51 p.

Osman, A.; Muena, V. y Ahumada, A.
2019. Manual para la evaluación de la sustentabilidad de predios agrícolas: diagnóstico, análisis y monitoreo. Boletín INIA 413. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. La Cruz, Chile. 80 p.