



EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE FINCAS PRODUCTORAS DE PALTA ORGÁNICA EN LA REGIÓN LIMA, PERÚ†

[SUSTAINABILITY ASSESSMENT OF ORGANIC AVOCADO FARMS IN THE LIMA REGION, PERU]

Dori Felles-Leandro^{1,2*}, Catherine Ruíz-Ling¹ and Sady García-Bendezú²

¹Escuela de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Av. Mercedes Indacochea N° 609, Huacho, Perú.

²Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n, Lima, Perú. Email: dfelles@unifsc.edu.pe

*Corresponding author

SUMMARY

Background. The Peruvian coast holds significant potential for expanding organic avocado cultivation, benefiting from optimal climatic conditions and increasing national and international demand for healthy foods produced through sustainable practices. **Objective.** To evaluate the sustainability and identify the critical points of the organic avocado production system in the Lima region, Peru. **Methodology.** Surveys were conducted among all producers with organic certification or in transition, located in four districts of Huaura province and one district of Barranca province—an area with a high concentration of organic avocado production. A multicriteria analysis was applied, incorporating 11 indicators and 25 sub-indicators of sustainability across environmental, economic, and social dimensions. These were standardized on a scale of 0 to 4 and weighted according to their importance. **Results.** All three groups of farms evaluated were sustainable, with average General Sustainability Index (ISGen) scores of 2.7, 3.4, and 3.1 for groups I, II, and III, respectively. However, critical points were identified, especially in Groups I and III, related to the irrigation methods. In Group I, a significant percentage of producers were still transitioning to organic certification and demonstrated low organic matter contributions. **Implications.** The results may contribute to improving the organic avocado production system in the study area, distinguishing it from conventional production through sustainable technologies and addressing critical points to strengthen its sustainability. **Conclusions.** Although all farms proved to be sustainable, critical issues, especially in groups I and III, need to be addressed to improve their future viability. **Key words:** organic agriculture; sustainability indicators; *Persea americana* Mill.; organic producers; organic certification.

RESUMEN

Antecedentes. La costa peruana posee un alto potencial para la expansión del cultivo de palto orgánico, favorecida por sus condiciones climáticas óptimas y la creciente demanda nacional e internacional de alimentos saludables producidos con tecnologías sostenibles. **Objetivo.** Evaluar la sustentabilidad e identificar los puntos críticos del sistema de producción de palto orgánico en la región Lima, Perú. **Metodología.** Se encuestó a todos los productores con certificación orgánica o en transición, ubicados en cuatro distritos de la provincia de Huaura y un distrito de la provincia de Barranca, una zona de alta concentración de producción de palto orgánico. Se aplicó el “análisis multicriterio”, considerando 11 indicadores y 25 subindicadores de sustentabilidad en las dimensiones ambiental, económica y social, estandarizados en una escala de 0 a 4 y ponderados según su importancia. Se incorporaron cinco nuevos subindicadores diseñados específicamente para la producción orgánica de palto. **Resultados.** Los tres grupos de fincas evaluadas fueron sustentables, con un Índice de Sustentabilidad General (ISGen) promedio de 2.7, 3.4 y 3.1 para los grupos I, II y III, respectivamente. Sin embargo, se identificaron puntos críticos, especialmente en los grupos I y III, relacionados con el método de riego. En el Grupo I, un porcentaje considerable de productores aún estaba en proceso de transición a la certificación orgánica y presentaba un bajo aporte de materia orgánica. **Implicaciones.** Los resultados pueden contribuir a mejorar el sistema de producción orgánica de palto en la zona de estudio, diferenciándolo de la producción convencional mediante tecnologías sustentables y abordando los puntos críticos para fortalecer su sostenibilidad. **Conclusiones.** Aunque todas las fincas demostraron ser sustentables, es necesario atender los puntos críticos, especialmente en los grupos I y III, para mejorar su viabilidad a futuro.

† Submitted March 23, 2025 – Accepted July 3, 2025. <http://doi.org/10.56369/tsaes.6255>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = D. Felles-Leandro: <http://orcid.org/0000-0002-1210-5489>; C. Ruíz-Ling: <http://orcid.org/0009-0006-4891-7434>; S. García-Bendezú: <http://orcid.org/0000-0002-2498-3940>

Palabras clave: agricultura orgánica; indicadores de sustentabilidad; *Persea americana* Mill.; productores orgánicos; certificación orgánica.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de palto (*Persea americana* Mill.) en el Perú se ha consolidado como una actividad agrícola de alto valor económico, impulsado por su creciente demanda y rentabilidad. Entre 2013 y 2023, la producción creció a una tasa anual del 12 % (Rabobank, 2023), posicionando al país como el segundo mayor exportador mundial, con un incremento del 5.2 % anual entre 2018 y 2022 (ADEX, 2023). La superficie cultivada pasó de 33,064 hectáreas en 2018 a 60,091 en 2022, reflejando un crecimiento anual de 6,757 hectáreas (Agraria.pe, 2022). Se prevé que el comercio internacional continúe en expansión; sin embargo, el aumento de la competencia demandará mejoras en eficiencia operativa y la adopción de prácticas sostenibles para garantizar la rentabilidad a largo plazo (Rabobank, 2024).

El sector agrícola enfrenta desafíos ambientales, sociales y económicos que impactan la seguridad alimentaria y la conservación ecológica, aspectos fundamentales para el desarrollo sostenible (FAO, 2021). La sustentabilidad es un concepto multidimensional que integra las dimensiones ambiental, económica y social, y requiere el cumplimiento simultáneo de estas para garantizar sistema agroecológicos viables y equitativos (Sarandón, 2002; Sarandón *et al.*, 2006; Sarandón y Flores, 2009). Evaluar la sustentabilidad agrícola es clave para el diseño de políticas y programas efectivos, aunque su complejidad multidimensional representa un desafío (Liu, 2023). Más allá de diagnosticar su estado actual, este análisis permite proyectar mejoras y estrategias hacia un desarrollo sustentable integral (Zulaica *et al.*, 2022). Ante este creciente interés, se han desarrollado diversos marcos de evaluación basados en indicadores (Binder *et al.*, 2010; Astier *et al.*, 2012). En Latinoamérica, una de las metodologías más empleadas es el Análisis Multicriterio, propuesto por Sarandón (Pinedo-Taco *et al.*, 2021), el cual permite identificar puntos críticos de sustentabilidad en agroecosistemas mediante indicadores ecológicos, socioculturales y económicos (Sarandón *et al.*, 2006; Sarandón y Flores, 2009).

La agricultura orgánica se ha consolidado como un pilar del desarrollo sostenible, promoviendo un sistema de producción holístico basado en la salud, ecología, equidad y cuidado ambiental (Pánzaru *et al.*, 2023). Desde el año 2000, ha experimentado un crecimiento significativo en superficie y participación global, alcanzando en 2023 un total de 98.9 millones de hectáreas a nivel mundial (Willer *et al.*, 2025). En Perú, según el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), la superficie

orgánica certificada en 2023 fue de 436,568 hectáreas, con 93,707 productores certificados, de los cuales el 85 % son pequeños agricultores (Agraria.pe, 2024). La palta orgánica destaca como uno de los productos de mayor crecimiento en América Latina, impulsado por su demanda internacional y precio superior respecto a la palta convencional. En Perú, la superficie certificada de palto orgánico alcanzó 1,825 hectáreas en 2020 (Redagícola, 2021), mientras que las exportaciones totalizaron US\$ 20.5 millones en 2024 (ADEX, 2025). La costa peruana posee un alto potencial para expandir este cultivo debido a sus condiciones climáticas favorables y la creciente demanda de productos orgánicos. La producción orgánica de palto en la región Lima representa solo el 11 % del área total cultivada (Felles-Leandro y García-Bendezú, 2022).

En el Perú, no se han realizado estudios que evalúen la sustentabilidad del cultivo de palto bajo régimen orgánico mediante la metodología multicriterio. Aunque este sistema de producción ha demostrado viabilidad económica, con un mercado especializado y precios superiores al cultivo convencional, su impacto social y ambiental aún no ha sido cuantificado. Por ello, resulta esencial analizar la sustentabilidad de las fincas productoras de palto orgánico para identificar los factores que favorecen su sostenibilidad y los puntos críticos que podrían comprometerla. Este análisis proporciona información clave para la evaluación de otros agroecosistemas en la costa, permitiendo la optimización del sistema productivo dentro de un enfoque de agricultura sustentable. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la sustentabilidad de las fincas productoras de palto orgánico e identificar los puntos críticos del sistema de producción en las provincias de Huaura y Barranca, región Lima, Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la región Lima, Perú, abarcando los distritos de Sayán, Santa María, Huaura y Végueta (provincia de Huaura) y Supe (provincia de Barranca) (Figura 1), zonas destacadas por su producción de palto orgánico. Geográficamente, Huaura se ubica en 11°04'12" S y 77°35'58" O, mientras que Barranca se localiza en 10°45'00.0" S y 77°46'00.0" O. La zona presenta un clima desértico semicálido (E(d)B'1), con temperaturas promedio entre 16 °C y 23 °C, y precipitaciones escasas, influenciadas por la corriente peruana (Castro *et al.*, 2021).

Se georreferenciaron 74 fincas productoras de palto orgánico mediante GPS (Figura 2). La evaluación de sustentabilidad se realizó aplicando la

metodología multicriterio de Sarandón *et al.* (2006) y Sarandón y Flores (2009), que analiza tres dimensiones: ambiental, económica y social.

Selección y construcción de indicadores

Los indicadores fueron diseñados y adaptados específicamente para fincas productoras de palto orgánico, tomando como referencia las propuestas metodológicas de Sarandón *et al.* (2006) y Sarandón y Flores (2009). Su validación se llevó a cabo mediante consultas y consensos con expertos en manejo orgánico del cultivo. En este proceso participaron asesores técnicos de EUROFRESH

PERÚ SAC, auditores de las certificadoras CAAE y Kiwa BCS, representantes del SENASA, docentes de la UNJFSC, la Asociación de Productores de Palto y Afines Santa Rosalía (APROPAL SR) y agricultores líderes con experiencia en producción orgánica. Los indicadores seleccionados abarcan las tres dimensiones de sustentabilidad: ambiental (IAM), económica (IK) y social (IS). Además, se incorporaron subindicadores innovadores, como el riesgo de contaminación del agua de riego, áreas de conservación, número de certificaciones, elaboración de insumos y manejo de registros de campo, diferenciándolos de estudios previos sobre el cultivo de palto (Tabla 1).

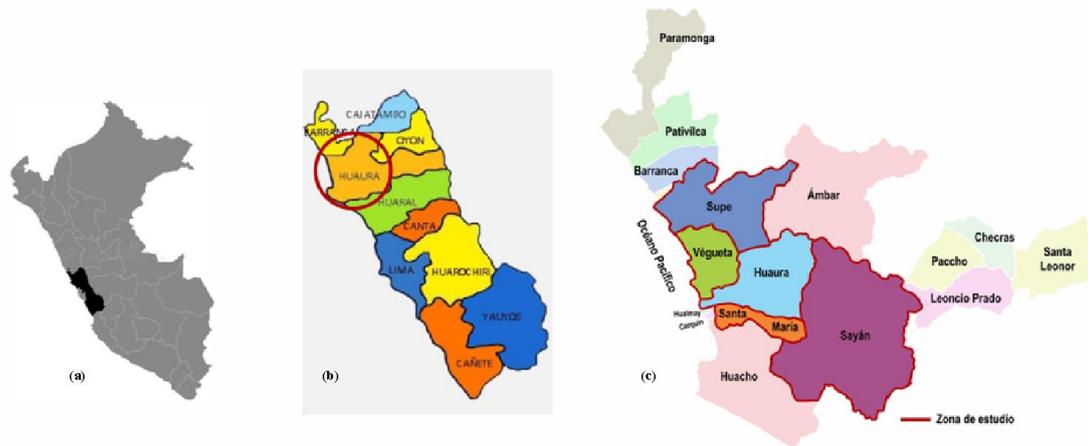


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio: (a) Mapa del Perú con ubicación resaltada de la región Lima, (b) Mapa de la región Lima con sus provincias, destacando la zona de estudio con un círculo rojo y (c) Mapa distrital con delimitación en línea roja de Sayán, Huaura, Santa María, Végueta y Supe. Elaboración propia

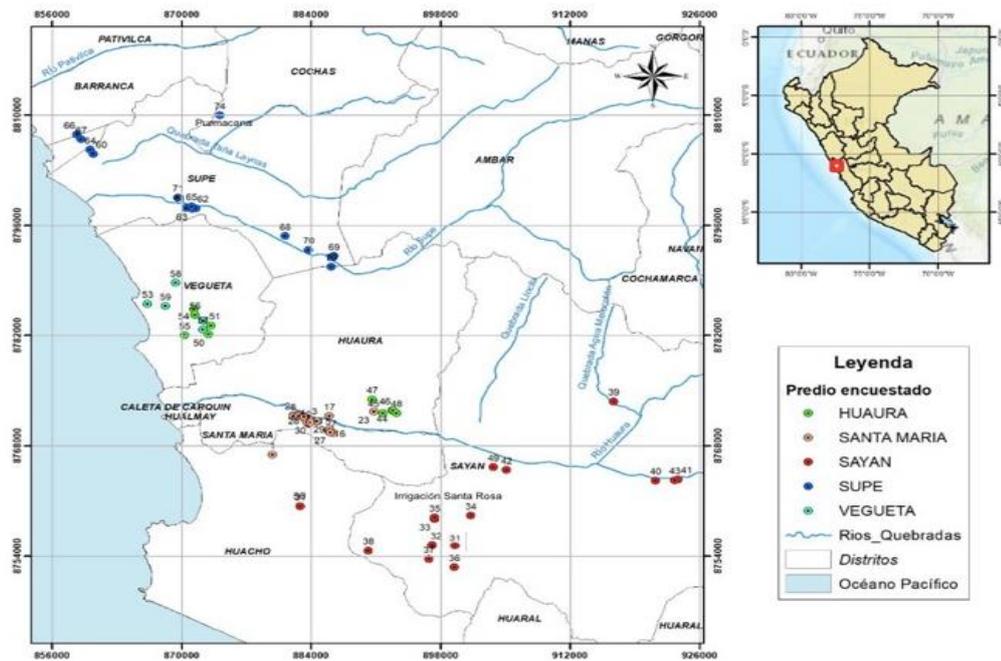


Figura 2. Georreferenciación de las fincas productoras de palta orgánica en la zona de estudio, región Lima, Perú. Elaboración propia

Tabla 1. Subindicadores y valores estandarizados para evaluar sustentabilidad de fincas productoras de palta orgánica en la región Lima, Perú.

	Indicador	Subindicador	Escala de estandarización				
			0	1	2	3	
Dimensión ambiental	A. Conservación de la vida del suelo	A1. Diversidad vegetal	Monocultivo	Baja (2)	Media (3 - 5)	Alta (6 - 10)	Totalmente diversificado (> 10)
		A2. Cobertura vegetal (%)	< 15	15 a 30	30 a 60	60 a 90	> 90
	B. Manejo de la biodiversidad	B1. Diversificación de la producción	1 cultivo	2 cultivos	3 cultivos	4 cultivos	> 4 cultivos
		B2. Área de zonas de conservación (%) (*)	0	1 a 3	3 a 5	5 a 7	> 7
	C. Riesgo de erosión	C1. Uso de materia orgánica (t ha ⁻¹)	< 5	5 a 10	10 a 20	20 a 30	> 30
		C2. Tipo de suelo	Muy inadecuado	Inadecuado	Intermedio	Adecuado	Muy adecuado
		C3. Manejo de la cobertura vegetal (%)	< 15	15 a 30	30 a 60	60 a 90	> 90
	D. Manejo de agua y riesgo de contaminación	D1. Método de riego	Gravedad por surcos	Gravedad por mangas	Localizado por aspersión	Localizado por microaspersión	Localizado por goteo
		D2. Riesgo de contaminación del agua de riego (*)	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	No existe
	Dimensión económica	A. Rentabilidad	A1. Productividad (t ha ⁻¹)	< 3	3 a 6	6 a 10	10 a 15
A2. Calidad de exportación (%)			< 50	50 a 65	65 a 80	80 a 95	> 95
A3. Incidencia de plagas (%)			> 15	12 a 15	9 a 12	5 a 8	< 5
A4. Costos de producción (US\$ ha ⁻¹)			> 10000	8500 a 10000	7500 a 8500	6000 a 7500	< 6000
A5. Número de certificaciones (*)			0	1	2	3	> 4
B. Ingreso neto por campaña (US\$ ha ⁻¹)		B1. Ingreso neto (US\$ ha ⁻¹)	< 1000	1000 a 3500	3500 a 6000	6000 a 8500	> 8500
C. Riesgo económico		C1. Diversificación de productos para venta (Cantidad de productos)	Solo palto	2	3	4	> 4
	C2. Dependencia de insumos externos (%)	100	61 a 80	41 a 60	21 a 40	0 a 20	
Dimensión social	A. Satisfacción de necesidades básicas	A1. Acceso a educación	Sin acceso	Limitada	Primaria	Secundaria	Superior
		A2. Acceso a salud y cobertura sanitaria	> 10 km	5.1 a 10 km	3.1 a 5 km	1.1 a 3 km	< 1 km
		A3. Servicios	Ninguno	Solo 1 servicio	Agua y luz	Casi completos	Completos
B. Integración social	B1. Participación en organizaciones	No participa	Baja	Media	Alta	Muy alta	
C. Conocimiento de buenas prácticas (BPA) y conciencia ecológica	C1. Conocimiento BPA	Ninguno	Baja	Media	Alta	Muy alta	
	C2. Visión y concepto del agroecosistema	Sin conciencia ecológica	Muy poco conocimiento	Parcializada	Conservación	Holística	
D. Autogestión en la finca	D1. Elaboración sus insumos (*)	No elabora	1 insumo	2 insumos	3 insumos	> 3 insumos	
	D2. Maneja registros de campo (*)	No cuenta con registro	actualiza cada 6 meses	actualiza cada 3 meses	actualiza cada mes	registros actualizados	

(*) Nuevo subindicador propuesto para el análisis

Fuente:elaboración propia, adaptado de Sarandón *et al.* (2006) y Sarandón y Flores (2009).**Estandarización y ponderación de los indicadores**

Los indicadores fueron estandarizados en una escala numérica de 0 a 4, donde 0 representa la

menor sustentabilidad y 4 la mayor (Sarandón *et al.*, 2006; Márquez *et al.*, 2016; Collantes y Rodríguez, 2015; Apaza, 2019; Bedoya y Julca, 2021). Se estableció un umbral de 2 como nivel aceptable de sustentabilidad (Sarandón y Flores,

2009). La ponderación se realizó multiplicando el valor obtenido en la escala por un coeficiente determinado según la importancia del subindicador en la sustentabilidad (Sarandón *et al.*, 2006). En este estudio, se otorgó mayor peso a los subindicadores riesgo de erosión, rentabilidad y satisfacción de necesidades básicas, correspondientes a las dimensiones ambiental, económica y social, respectivamente (Ecuaciones 1, 2 y 3).

Aplicación de encuestas

Se aplicó un cuestionario estructurado con preguntas cerradas categorizadas, abarcando las tres dimensiones de la sustentabilidad. La encuesta se realizó a 74 productores, todos con certificación orgánica o en proceso de transición, según datos de las entidades certificadoras. Se incluyó miembros de APROPAL SR, productores independientes y tres empresas exportadoras, que representan la totalidad de productores orgánicos en la zona de estudio. Para validar y complementar la información, se revisaron registros de actividades productivas de cada finca, así como documentos gestionados por la empresa exportadora encargada del seguimiento durante la campaña.

Análisis estadístico y cálculo del índice de sustentabilidad general (ISGen)

La información recopilada fue organizada en Microsoft Excel 2019. Posteriormente, se realizó análisis multivariado de conglomerados jerárquico para identificar grupos homogéneos de fincas productoras de palta orgánica. Se excluyeron variables con un coeficiente de variación <40%, según criterios metodológicos previos (Álvarez-Sánchez *et al.*, 2019). La estructura de agrupamiento se representó mediante un dendrograma. Se utilizó la distancia euclidiana al cuadrado y el método de Ward, recomendado para clasificaciones de cultivos perennes (Miranda y Carranza, 2013). El análisis se realizó con SPSS versión 25.

El Índice de Sustentabilidad General (ISGen) se calculó a partir de los valores obtenidos en las tres dimensiones: ambiental (IAm), económica (IK) y social (IS), asignando el mismo peso relativo a cada una. Una finca se consideró sustentable cuando el valor del ISGen fue superior a 2 y ninguna dimensión presentó un valor inferior a este umbral, conforme al criterio propuesto por Sarandón *et al.* (2006). Las ecuaciones 1, 2, 3 y 4 muestran las fórmulas utilizadas para el cálculo de los indicadores, las cuales se basan en la metodología de Sarandón *et al.* (2006) y Sarandón y Flores (2009), con ajustes específicos para el contexto de

esta investigación. Los resultados obtenidos se ilustran mediante tablas y diagramas de radar.

Los valores A1, A2,... B1, B2, C1, C2, C3 y D1, D2, etc., utilizados en las ecuaciones (1), (2) y (3), corresponden a los subindicadores definidos en la Tabla 1, donde se detallan los componentes de cada dimensión de la sostenibilidad (ambiental, económica y social), junto con sus respectivas escalas de estandarización.

El indicador ambiental (IAm) se obtuvo mediante la Ecuación 1

$$IAm = \frac{\left[\frac{A1+A2}{2}\right] + \left[\frac{B1+B2}{2}\right] + 2\left[\frac{C1+C2+C3}{3}\right] + \left[\frac{D1+D2}{2}\right]}{5} \quad (1)$$

El indicador económico (IK) se determinó con la Ecuación 2.

$$IK = \frac{2\left[\frac{A1+A2+A3+A4+A5}{5}\right] + B + \left[\frac{C1+C2}{2}\right]}{4} \quad (2)$$

El indicador social (IS) se calculó utilizando la Ecuación 3.

$$IS = \frac{2\left[\frac{A1+A2+A3}{3}\right] + B + \left[\frac{C1+C2}{2}\right] + \left[\frac{D1+D2}{2}\right]}{5} \quad (3)$$

Finalmente, el Índice de Sustentabilidad General (ISGen) se calculó aplicando la Ecuación 4:

$$ISGen = \frac{IAm + IK + IS}{3} \quad (4)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Grupos de productores identificados

El análisis de clúster jerárquico identificó tres grupos de fincas (Figura 3). Los datos promedio presentados en la Tabla 2 evidencian diferencias entre estos grupos.

Grupo I: Fincas pequeñas con baja tecnificación.

Representa el 34% de las fincas evaluadas, se caracterizan por su menor tamaño, bajos costos de producción y limitada inversión en insumos y certificaciones. El 44% están en transición a la producción orgánica, utilizan riego por gravedad. Además, el 56% de los productores combinan el cultivo con otras actividades, lo que limita la inversión en tecnología y manejo agronómico, resultando, en menores rendimientos e ingresos netos frente a los Grupos II y III. El rendimiento promedio es inferior (Tabla 2), con una beneficio-costos (B/C) de 3,08. A pesar de sus menores niveles de tecnificación, las fincas del Grupo I muestran una rentabilidad aceptable.

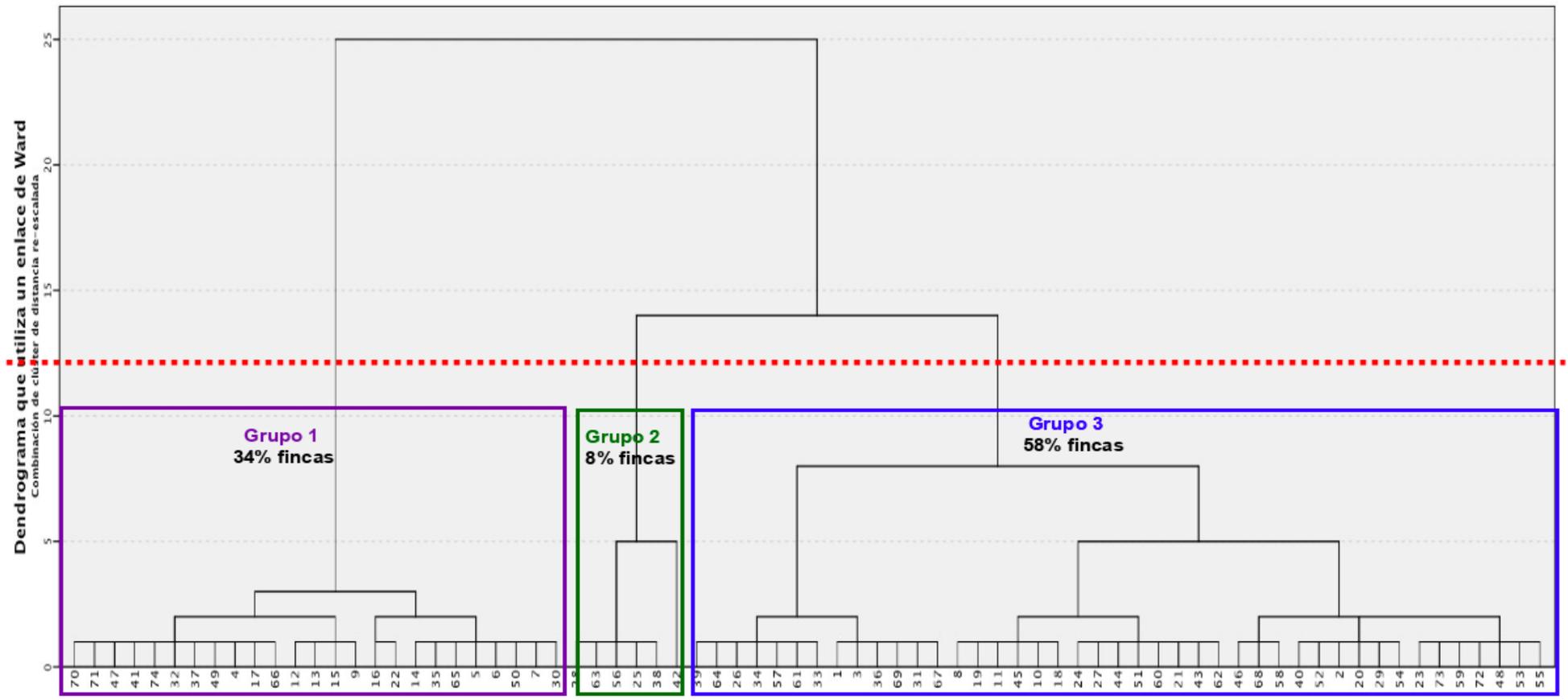


Figura 3. Dendrograma de similitud de las fincas productoras de palta orgánica en la región Lima, Perú.

Grupo II: Fincas grandes y altamente tecnificadas. Representan el 8% del total, destacan por su mayor tamaño, alta tecnificación, uso de riego localizado, optimizando el uso del agua. Realizan una inversión significativa en insumos, labores agronómicas y certificaciones, lo que genera mayores rendimientos, con un promedio de 13 578 kg ha⁻¹ y un ingreso neto promedio de 61 242 S/. ha⁻¹ (Tabla 2). El rendimiento económico se refleja en una relación B/C promedio de 3,46, lo que indica que por cada sol invertido se obtienen 3,46 soles de beneficios brutos. Aunque los costos de producción son elevados, los ingresos justifican la inversión. Estas fincas emplean más jornales, con un caso particular de 437 jornales debido a su ubicación en terrazas y alta densidad de plantación.

Grupo III: Fincas de tamaño medio y tecnificación intermedia (58% del total). Presentan un nivel de tecnificación intermedio y una transición gradual hacia sistemas de riego más eficientes (combinación de gravedad y localizado). Sus rendimientos son inferiores a los del Grupo II, pero superan en ingreso al Grupo I (Tabla 2). Reflejan esfuerzos por mejorar la calidad, la sostenibilidad y acceso a mercados diversificados. El rendimiento económico se refleja en un B/C de 3,40, este valor indica una rentabilidad sólida, asociada a un balance entre costos y nivel tecnológico.

Este análisis muestra que la adopción de tecnologías del Grupo II, especialmente en riego y fertilización, podría mejorar los ingresos de los productores del Grupo I y III.

Los resultados demuestran que la producción orgánica de palto en Perú es realizada principalmente por pequeños productores con superficies menores a cinco hectáreas (Grupos I y III), representando el 92% de las fincas evaluadas

(Tabla 2). A nivel regional, Perú lidera en número de productores orgánicos en América Latina, con 93 167 registrados en 2023, de los cuales el 85% son pequeños agricultores (Willer *et al.*, 2025; Agraria.pe, 2024). Estos hallazgos coinciden con estudios previos que destacan el predominio de la agricultura familiar en la producción orgánica (Fernández-Jeri *et al.*, 2023; Pinedo-Taco *et al.*, 2021).

Estudios sobre el cultivo convencional de palto han clasificado fincas según la región (Apaza *et al.*, 2019; Collantes y Rodríguez, 2015; Bedoya y Julca, 2021), indicando que la estructura productiva varía según las condiciones agroecológicas y socioeconómicas, influyendo en la segmentación de los sistemas de producción y en las estrategias de manejo adoptadas.

Análisis de la sustentabilidad

Sostenibilidad ambiental (IAM)

Los resultados mostraron que todas las fincas evaluadas superaron el umbral de sostenibilidad ambiental, con índices ponderados de 2.6, 3.4 y 2.9 para los conglomerados (grupos) I, II y III, respectivamente (Tabla 3). Los indicadores más relevantes fueron la diversidad y cobertura vegetal, las áreas de conservación y la diversificación de la producción. Estos resultados pueden atribuirse al cumplimiento de normativas internacionales como la Norma de Producción Orgánica para EE.UU. (NOP-USDA, 2021), la normativa de la Unión Europea (Consejo de la Unión Europea, 2018), el Reglamento Técnico para la Producción Orgánica del Perú (RTPO, 2006) y la norma de Suiza (Bio Suisse, 2022), las cuales promueven prácticas como el cultivo intercalado, la conservación del suelo y el fomento de la biodiversidad.

Tabla 2. Principales características que distinguen a los grupos de las fincas productoras de palta orgánica en la región Lima, Perú

VARIABLES	Grupo I	Grupo II	Grupo III
	25 fincas	6 fincas	43 fincas
Sistema de riego	100% Gravedad	100% Localizado	70% gravedad 30% Localizado
Área de palto (ha)	2.32	10.5	3.91
Rendimiento total (kg ha ⁻¹)	4468	13 578	8124
Rendimiento frutos extra (kg ha ⁻¹)	2858	10 466	5512
Costo de producción (S/ ha ⁻¹)	8126	24 600	14 195
Ingreso neto (S/. ha ⁻¹)	16 820	61 242	33 989
Número de certificaciones	1.4	4.2	2.8
Número de jornales	104	264	175
Número de aplicaciones foliares	4	12	7
Densidad de plantación	441	600	461
Dosis de N orgánico (kg ha ⁻¹)	135.1	374.2	212
Dosis de P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	15.6	110	46.7
Dosis de K ₂ O (kg ha ⁻¹)	83.6	240	129.8
Número de deshierbo/campaña	6	3	5

Los costos de producción e ingreso neto están expresados en soles por hectárea (S/ ha⁻¹)

Tabla 3. Indicadores de sostenibilidad ambiental (IAm) por grupo de fincas productoras de palta orgánica en la región Lima, Perú.

Indicador ambiental	Subindicador	Grupo I	Grupo II	Grupo III
A. Conservación de la vida del suelo	A1. Diversidad vegetal	3.0	3.5	3.2
	A2. Cobertura vegetal (%)	3.0	3.2	3.3
B. Manejo de la biodiversidad	B1. Diversificación de la producción	3.0	3.5	3.2
	B2. Áreas de zona de conservación (%)	3.5	4.0	3.9
	C1. Uso de materia orgánica (t ha ⁻¹)	1.7	3.0	2.2
C. Riesgo de erosión	C2. Tipo de suelo	2.9	3.2	3.0
	C3. Cobertura vegetal (%)	3.0	3.2	3.3
D. Manejo de agua y riesgo de contaminación	D1. Método de riego	0.1	4.0	1.2
	D2. Riesgo de contaminación del agua	2.9	3.0	2.9
Índice de sostenibilidad ambiental (IAm)		2.6	3.4	2.9

Nota: Valores estandarizados en escala 0 a 4 según metodología multicriterio de Sarandón. El índice IAm, calculado mediante la Ecuación (1), utiliza la misma escala. El umbral mínimo de sostenibilidad es 2.0; valores < 2.0 indican no sostenibilidad y valores > 2.0, sostenibilidad creciente.

En las fincas estudiadas, los productores orgánicos asocian diversos cultivos entre hileras, principalmente leguminosas, y conservan la vegetación espontánea para incrementar la diversidad y cobertura vegetal. Esta práctica contribuye a la salud del suelo (Koudahe *et al.*, 2022) y está asociada a una mayor riqueza de especies en sistemas orgánicos frente a las convencionales (Stupino *et al.*, 2007). La biodiversidad cultivada y espontánea, al incrementar la cobertura del suelo, es una práctica agrícola sostenible ampliamente documentada (Çerçioğlu *et al.*, 2025).

Otro indicador destacado fue la presencia de zonas de conservación en todas las fincas evaluadas. Estas áreas están destinadas a fomentar la biodiversidad, en concordancia con la normativa Bio Suisse (2022), que exige que al menos el 7% de la superficie total de las fincas certificadas se destine a este fin. Las zonas de conservación han demostrado que son una herramienta eficiente para la conservación de la biodiversidad (Wang *et al.*, 2025), además del flujo de nutrientes y control de la infiltración y escurrimiento de agua.

En contraste, estudios sobre el cultivo convencional de palto en Perú han reportado bajos niveles de sostenibilidad ambiental. En Cañete, solo dos de cinco grupos de fincas superaron el umbral de 2.0, con deficiencias en diversidad, asociación de cultivos y cobertura vegetal (Collantes y Rodríguez, 2015). De manera similar, en la Irrigación Chavimochic, solo siete de 17 fundos evaluados alcanzaron dicho umbral (Apaza *et al.*, 2019). En Moquegua, el 76% de las fincas no fueron ambientalmente sostenibles, por la deficiente conservación del suelo, baja asociación de cultivos y riesgo de erosión (Bedoya y Julca, 2021).

Sostenibilidad económica (IK)

Los resultados mostraron que todas las fincas evaluadas fueron económicamente sostenibles, con

índices ponderados de 2.8, 3.5 y 3.3 para los grupos I, II y III, respectivamente (Sarandón *et al.*, 2006). Los principales indicadores fueron el ingreso neto por hectárea/campaña, la calidad de exportación, las certificaciones, la baja dependencia de insumos externos y los costos de producción (Tabla 4). Estos resultados se relacionan con la orientación exportadora de la producción, que permite acceder a precios con valor agregado, además de una alta calidad del producto y la diversificación de mercados gracias a las certificaciones. La venta directa a empresas exportadoras y los bajos costos de producción también contribuyen a la sostenibilidad económica. Según CIRAD y HAB (2019), los costos de producción en la costa peruana oscilan entre USD 5000 y 7000 por hectárea, favorecidos por la disponibilidad de agua, mano de obra y baja presión fitosanitaria.

La certificación orgánica cumple un rol fundamental, ya que facilita el acceso a precios más altos y a mercados especializados, al tiempo que mejora la confianza del consumidor en productos más saludables. Durham y Mizik (2021) sostienen que la producción orgánica es más rentable por sus menores costos, mayores precios y certificaciones, estimando una rentabilidad entre 20% y 30% superior respecto a la producción convencional. Esta ventaja ha sido impulsada por el incremento del consumo mundial de productos orgánicos, lo cual favoreció las exportaciones peruanas de palta orgánica, que en 2021 alcanzaron 9104 toneladas por un valor de USD 21.7 millones (SEDIR, 2022).

Otro factor relevante es la baja dependencia de insumos externos, ya que los productores emplean tecnologías apropiadas y recursos locales. Esto reduce el uso de agroquímicos, sobre todo en el control de plagas (Durham y Mizik, 2021). A pesar del menor uso de pesticidas y fertilizantes, las fincas orgánicas son menos vulnerables a plagas y eventos climáticos (Cacek y Langner, 1986).

Tabla 4. Indicadores de sostenibilidad económica (IK) por grupo de fincas productoras de palta orgánica en la región Lima, Perú.

Indicador económico	Subindicadores	Grupo I	Grupo II	Grupo III
A. Rentabilidad	A1. Productividad (t ha ⁻¹)	4.47	13.58	8.12
	A.2. Calidad de exportación	89.0	96.5	89.1
	A.3. Incidencia de plagas	7.7	7.3	7.7
	A4. Costos de producción (US\$ ha ⁻¹)	2440.27	7387.39	4262.87
	A5. Número de certificaciones	1.4	4.2	2.8
B. Ingreso neto por campaña	B1. Ingreso neto/ha/campaña (US\$ ha ⁻¹)	5096.95	18558.31	10299.72
C. Riesgo económico	C1. Diversificación de productos de venta	2.7	3.0	2.7
	C2. Dependencia de insumos externos	21.3	36.5	23.4
Índice de sostenibilidad económica (IK)		2.8	3.5	3.3

Nota: Valores promedio originales por grupo de finca, expresados en sus unidades respectivas. El índice IK está en escala de 0 a 4, conforme a la metodología multicriterio. Se considera un umbral mínimo de sostenibilidad de 2.0; valores < 2.0 se interpretan como no sostenibles, mientras que, a mayor valor, mayor nivel de sostenibilidad.

Estudios previos en cultivos orgánicos también reportan buenos resultados económicos, como en café (Márquez *et al.*, 2016) y quinua (Pinedo-Taco *et al.*, 2018). En contraste, en palto convencional, la sostenibilidad económica varía regionalmente: en Cañete solo el grupo III superó el umbral de sostenibilidad (Collantes y Rodríguez, 2015); en Chavimochic todos los fundos fueron sostenibles (Apaza *et al.*, 2019); mientras que, en Moquegua, el 79% de fincas no fueron viables por ingresos bajos, dependencia de insumos externos y limitada comercialización (Bedoya y Julca, 2021).

Sostenibilidad social (IS)

Los tres grupos de fincas evaluadas alcanzaron un IS superior a 2.0 (Tabla 5 y Figura 6), lo que indica que fueron socialmente sostenibles bajo la metodología aplicada. Entre los factores determinantes se destacan el acceso a servicios de salud y educación, la afiliación a organizaciones, el conocimiento en buenas prácticas agrícolas (BPA), la conciencia ecológica y la producción de insumos agrícolas. La cercanía a centros urbanos como Huacho, Huaura, Supe y Barranca favoreció el acceso a servicios educativos y de salud, mientras que las empresas exportadoras proporcionaron

capacitación continua en BPA y en la elaboración de insumos. Además, todos los productores estaban afiliados a alguna organización, lo que fortaleció el capital social. Estudios en sistemas orgánicos de quinua y café también han evidenciado un mayor nivel de organización frente a la producción convencional (Pinedo *et al.*, 2018; Márquez *et al.*, 2016).

En contraste, la sostenibilidad social en fincas de palto convencional presenta variaciones regionales. En Cañete y Chavimochic, todas las fincas y fundos evaluados fueron socialmente sostenibles (Collantes y Rodríguez, 2015; Apaza, 2019), mientras que en Moquegua, el 60% no alcanzó este umbral debido al limitado acceso a servicios, bajo nivel de organización y escasa conciencia ecológica (Bedoya y Julca, 2021).

La dimensión social es clave para la sostenibilidad. Sarandón (2002) afirma que la sostenibilidad sociocultural depende del fortalecimiento del capital social, esencial para gestionar el capital ecológico. En esta línea, la agricultura orgánica mejora la productividad y la calidad de vida de forma ambientalmente responsable (Gamage *et al.*, 2023).

Tabla 5. Indicadores de sostenibilidad social (IS) por grupo de fincas productoras de palta orgánica en la región Lima, Perú.

Indicador social	Subindicadores	Grupo I	Grupo II	Grupo III
A. Satisfacción de necesidades básicas	A1. Acceso a la educación	3.6	3.7	3.7
	A2. Acceso a salud y cobertura sanitaria	2.1	3.2	2.9
	A3. Servicios	2.0	3.3	2.7
B. integración social	B1. Participación en organizaciones	3.0	3.3	2.9
C. Conocimiento de BPA y conciencia ecológica	C1. Conocimiento de BPA	3.2	3.7	3.2
	C2. Visión y concepto del agroecosistema	3.2	3.7	3.1
D. Autogestión en el predio	D1. Elabora sus insumos	2.7	3.2	2.9
	D2. Maneja registros de campo	2.0	3.0	2.2
Índice de sostenibilidad social (IS)		2.7	3.4	3.0

Nota: Valores estandarizados en escala 0 a 4 según metodología multicriterio de Sarandón. El índice IS, calculado mediante la Ecuación (3), utiliza la misma escala. El umbral mínimo de sostenibilidad es 2.0; valores < 2.0 indican no sostenibilidad y valores > 2.0, sostenibilidad creciente.

Sustentabilidad general (ISGen)

El Índice de Sustentabilidad General (ISGen) de las fincas de palta orgánica evaluadas superó el umbral mínimo de 2.0 en las tres dimensiones: ambiental (IAm), económica (IK) y social (IS), con valores de 2.7, 3.4 y 3.1 para los grupos I, II y III, respectivamente. Según la metodología multicriterio aplicada, una finca se considera sustentable si ninguna dimensión presenta un valor inferior a 2.0 (Sarandón *et al.*, 2006; Sarandón, 2002; Sarandón y Flores, 2009).

En el contexto peruano, no existen antecedentes sobre la evaluación de la sustentabilidad en fincas de palta orgánica utilizando estos indicadores. Sin embargo, en sistemas convencionales, se han observado distintos niveles de sustentabilidad. En Chavimochic, Apaza (2019) reportó que solo los fundos de mayor tamaño fueron sustentables, debido a su vínculo con mercados externos y menor uso de pesticidas de alto impacto. En Cañete, solo cuatro fincas convencionales alcanzaron este nivel (Collantes y Rodríguez, 2015), mientras que, en Moquegua, apenas el 27% de las fincas resultaron sustentables (Bedoya y Julca, 2021). En contraste, cultivos orgánicos como café y quinua han mostrado mayor sustentabilidad frente a sus equivalentes convencionales (Maldonado-Vásquez *et al.*, 2023; Rojas-Ruiz *et al.*, 2021; Márquez *et al.*, 2016; Pinedo-Taco *et al.*, 2018), sugiriendo que los agroecosistemas orgánicos tienen una mayor capacidad para mantenerse por encima del umbral mínimo de sustentabilidad.

Este estudio confirma que el cultivo orgánico de palto en la zona de estudio representa una alternativa viable dentro del sector agroexportador. Sin embargo, es necesario reforzar los puntos críticos, especialmente en los grupos I y III, para asegurar su sostenibilidad a largo plazo.

Puntos críticos de sustentabilidad

En la dimensión ambiental, se identificó como principal problema en los Grupos I y III el método de riego (D1). Mientras el 100% del Grupo I usa riego por gravedad, en el Grupo III persiste en 70% de casos (Tabla 3, Figura 4). Esta práctica muestra baja eficiencia (30-70%) frente al riego localizado (95%) (Banco Mundial, 2013), afectando significativamente los rendimientos, las fincas con riego localizado alcanzan hasta 40% mayor producción (Felles-Leandro y García-Bendezú, 2022). El riego por goteo ha sido ampliamente documentado como la técnica más eficiente para mejorar el rendimiento y calidad del cultivo (Moreno-Ortega *et al.*, 2019; Silber *et al.*, 2012), sugiriendo que su implementación mejoraría la sustentabilidad (Hashemi *et al.*, 2024), particularmente ante variaciones estacionales en disponibilidad de agua en la zona de estudio. Otro punto crítico fue la insuficiente aplicación de materia orgánica (C1) en el Grupo I. Dado que el nitrógeno orgánico limitado a fuentes orgánicas influye directamente en el rendimiento (Felles-Leandro y García-Bendezú, 2022), esta problemática también fue reportada en fundos de la Irrigación Chavimochic (Apaza, 2019), resaltando la necesidad de incrementar el aporte de materia orgánica para mejorar la sostenibilidad del cultivo.

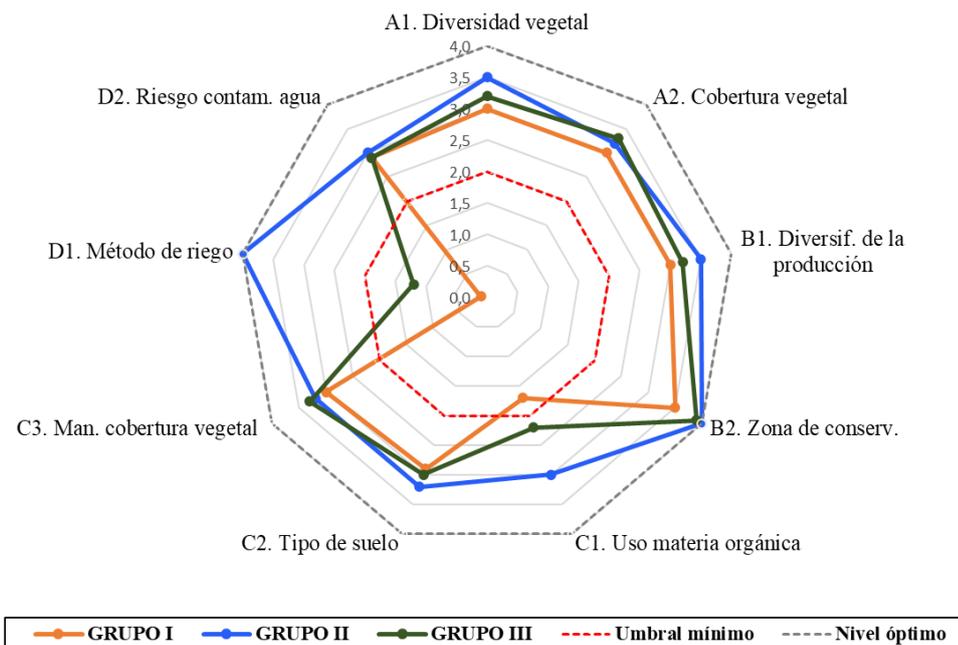


Figura 4. Valores de los indicadores y puntos críticos de la sustentabilidad ambiental (IAM) en los grupos de fincas productoras de palta orgánica en la región Lima, Perú.

En la dimensión económica, el Grupo I presentó baja productividad y limitadas certificaciones (Tabla 4, Figura 5). El 70% de las fincas obtuvo rendimientos de 3 a 6 t/ha, frente a 30% con 6.1 a 10 t/ha, debido a baja inversión en insumos, mano de obra y uso exclusivo de riego por gravedad. Además, los productores combinan el cultivo con otras actividades, reduciendo inversión y afectando rendimientos de palto. El 44% de las fincas de este grupo estaba en transición a orgánico, limitando certificaciones y sostenibilidad temporal. Mejorar la rentabilidad requiere apoyar este proceso, ya que los productores certificados obtienen entre 16 y 22% mayores ingresos (Oya *et al.*, 2018) y precios 20 a 30% superiores (Meemken, 2020). La certificación es clave para sostenibilidad económica, asegurando precios competitivos y alimentos saludables. Otro punto crítico fue la baja diversificación de productos para la venta en todas las fincas, pues, aunque existe una alta diversidad

vegetal, muchos cultivos son destinados al autoconsumo y no se comercializan, una limitante también reportada en estudios previos (Bedoya y Julca, 2021; Collantes y Rodríguez, 2015; Apaza, 2019).

En la dimensión social, aunque ningún indicador presentó valores <2.0 , el manejo de registros (D2) y servicios básicos (A3) en el Grupo I alcanzaron apenas 2.0 (Tabla 5, Figura 6), riesgo para la sustentabilidad. Aunque todos los productores registran actividades, muchos no actualizan, organizan ni usan formatos oficiales adecuadamente. Como estos registros son clave para trazabilidad y normativa orgánica, se requiere fortalecer su uso mediante capacitaciones y seguimiento por empresas asesoras e instituciones, asegurando gestión documental eficiente y una mayor sostenibilidad del sistema productivo.

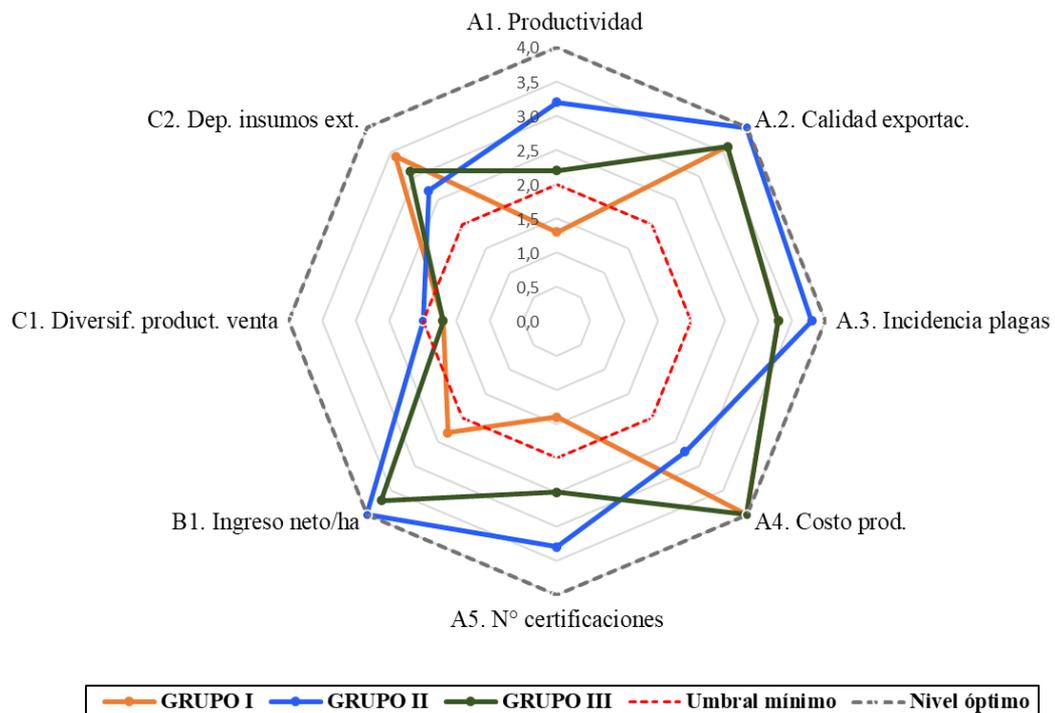


Figura 5. Valores de los indicadores y puntos críticos de la sostenibilidad económico (IK) en los grupos de fincas productoras de palta orgánica en la región Lima, Perú.

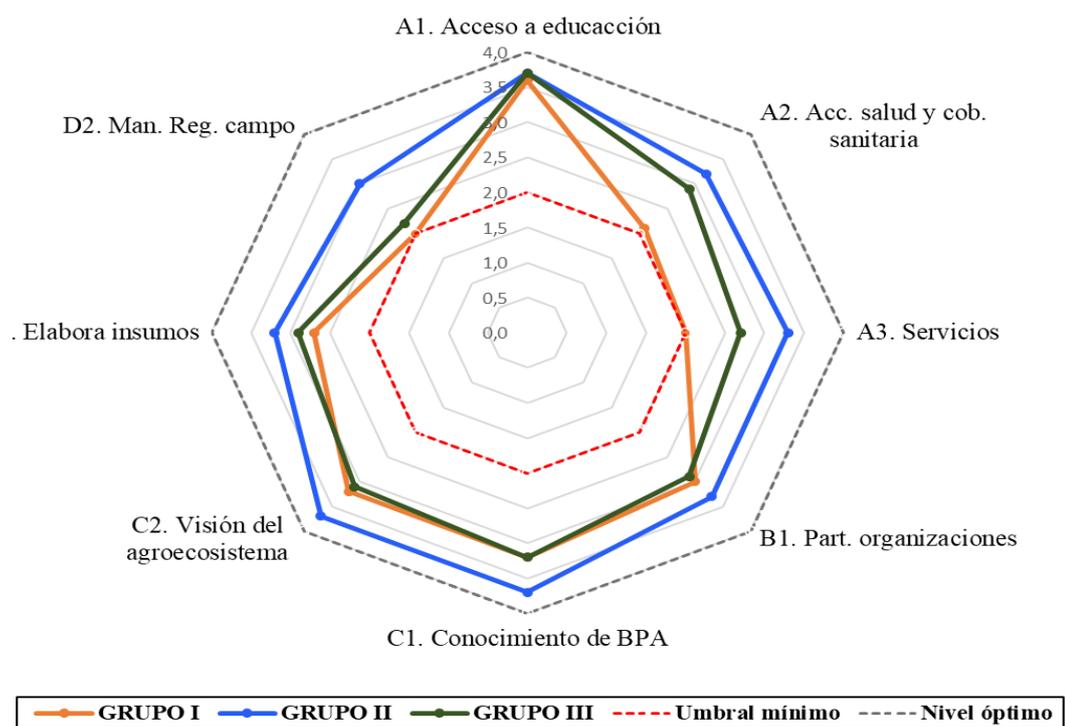


Figura 6. Valores de los indicadores y puntos críticos de la sostenibilidad social (IS) en los grupos de fincas productoras de palta orgánica en la región Lima, Perú.

CONCLUSIONES

Las fincas productoras de palta orgánica mostraron diferentes niveles de sustentabilidad; sin embargo, es necesario fortalecer los puntos críticos identificados. Para ello, se recomienda la implementación de sistemas de riego localizado y el aumento en la incorporación de fuentes orgánicas al suelo, especialmente en las fincas de los grupos I y III. Además, mejorar el acceso a los servicios básicos en las zonas rurales es fundamental para fortalecer la sostenibilidad social. Estas acciones no solo mejorarán la producción, sino que también orientarán futuras investigaciones y estrategias de desarrollo para mejorar la sustentabilidad de las fincas de palta orgánica en la zona de estudio.

Agradecimientos

Se agradece a los productores de palto orgánico de los cinco distritos evaluados por su colaboración en la provisión de información para esta investigación, al equipo técnico de EUROFRESH SAC por su apoyo durante la ejecución del estudio, y a los revisores por sus valiosas observaciones al manuscrito.

Funding. The research costs were funded by the authors.

Conflict of interest statement. There is no conflict of interest.

Compliance with ethical standards. Informed consent was obtained from all persons involved in the research.

Data availability. Data is available from the author for correspondence (Dori Udulia Felles Leandro: dfelles@unjfsc.edu.pe).

Author contribution statement (CRediT). **D. Felles-Leandro** – conceptualization, data curation, formal analysis, funding acquisition, investigation, methodology, resources, supervision, validation, writing original draft, writing, review & editing. **C. Ruiz-Ling** – investigation, supervision, writing, review. **S. García-Bendezú** – conceptualization, data curation, formal analysis, methodology, writing, review.

REFERENCES

- ADEX., 2023. Evolución del mercado mundial y nacional de palta. Asociación de Exportadores (ADEX). Centro de Investigación de Economía y Negocios Globales – CIEN. https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2023/07/CIEN_NSIM1_Julio_2023_Palta_I.pdf
- ADEX., 2025. Reporte de productos agrícolas orgánicos Asociación de Exportadores. Centro de Investigación de Economía y Negocios Globales – CIEN. <https://www.cien.adexperu.org.pe/wp->

- [content/uploads/2025/01/RO_Nov2024_vf.pdf](#)
- Agraria.pe., 2022. ProHass: Actualmente existen 60.091 hectáreas de palta Hass en nuestro país, representando un aumento de 19% frente a 2021. <https://agraria.pe/noticias/prohass-actualmente-existen-60-091-hectareas-de-palta-hass-e-29908>
- Agraria.pe., 2024. Superficie orgánica en Perú alcanzó las 436,568.01 hectáreas en 2023, mostrando una contracción de -17.59%. <https://agraria.pe/noticias/superficie-organica-en-peru-alcanzo-las-436-568-01-hectareas-36642>
- Álvarez-Sánchez, D.E., Gómez-López, E.D., Ordóñez-Jurado, H.R. and Rodríguez Rondón, J.M., 2019. Tipología de fincas productoras de arveja (*Pisum sativum* L.) en la subregión Sur de Nariño, Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(3), pp. 659-677. https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num3_art:1593
- Apaza, W., 2019. Sustentabilidad de los fundos productores de palto y espárrago en la irrigación Chavimochic. Tesis para optar el grado de Doctoris Philosophiae (Ph.D.) en Agricultura Sustentable. Escuela de Posgrado. Doctorado en Agricultura Sustentable. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/8ec15bcc-0af7-466b-8f03-fca741868b28>
- Apaza, W., Quiroz, P. and Julca-Otiniano, A., 2019. Characterisation of Avocado and Asparagus Farms in the Chavimochic Irrigation Project in La Libertad, Peru. *Peruvian Journal of Agronomy*, 3(3), pp. 91-103. <https://doi.org/10.21704/pja.v3i3.1342>
- Astier, M., García-Barrios, L., Galván-Miyoshi, Y., González-Esquivel, C., and Masera, O., 2012. Assessing the Sustainability of Small Farmer Natural Resource Management Systems. A Critical Analysis of the MESMIS Program (1995- 2010). *Ecology and Society*, 17(3), p. 25. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-04910-170325>
- Banco Mundial., 2013. El futuro del riego en el Perú. *Revista de Occidente* 1:63. http://www.psi.gob.pe/docs/%5Cbiblioteca%5Cmanuales%5Cfuturo_riego_peru.pdf. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/907571468265791732/pdf/795270WP0P144500Box037737900PUBLIC0.pdf>
- Bedoya, E., and Julca, A., 2021. Sustentabilidad de las fincas de palto (*Persea americana* Mill.) en la región Moquegua, Perú. *RIVAR* (Santiago), 8(22), pp. 36-50. DOI <https://doi.org/10.35588/rivar.v8i22.4770>
- Binder, C.R., Feola, G., and Steinberger, J.K., 2010. Considering the normative, systemic and procedural dimensions in indicator-based sustainability assessments in agriculture. *Environmental impact assessment review*, 30(2), pp. 71-81. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2009.06.002>
- Bio Suisse., 2022. Standards for the Production, Processing and Trade of "Bud" Products. https://international.bio-suisse.ch/dam/jcr:b10ca578-59ed-45d5-9995-9d16ca144293/Bio_Suisse_Standards_2022_EN.pdf
- Cacek, T., and Langner, L.L., 1986. The economic implications of organic farming. *American Journal of Alternative Agriculture*, 1(1), pp. 25-29. <https://www.jstor.org/stable/44506903>
- Castro, A., Dávila, C., Laura, W., Cubas, F., Ávalos, G., López, C., Vilela, M., Urbiola, J., Trebejo, I., Menis, L. and Marín, D., 2021. Climas del Perú: mapa de clasificación climática nacional. In Climas del Perú: mapa de clasificación climática nacional. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI y Ministerio del Ambiente - MINAM. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>
- Çerçioğlu, M., Udawatta, R. P., and Anderson, S. H., 2025. Use of cover crops for sustainable management of soil condition and health: A review. *Soil Security*, 18, pp. 100177. <https://doi.org/10.1016/j.soisec.2025.100177>
- CIRAD and HAB., 2019. Perú making giant strides. Centre de Cooperation International en Recherche Agronomique pour le Développement y Hass Avocado Board – CIRAD y HAB. <https://hassavocadoboard.com/wp-content/uploads/2019/08/hab-marketers-country-profiles-2019-peru.pdf>
- Collantes, R. and Rodríguez, A., 2015. Sustentabilidad de los agroecosistemas de palto (*Persea americana* Mill.) y

- mandarina (*Citrus* spp) en Cañete, Lima, Perú. *Revista Tecnología y Desarrollo*, 13(1), pp. 27-34. <https://doi.org/10.18050/td.v13i1.750>
- Consejo de la Unión Europea., 2018. Reglamento (UE) 2018/848 del parlamento Europeo y del consejo, de 30 de mayo de 2018, sobre la producción y etiquetado de los productos ecológicos. <https://www.boe.es/doue/2018/150/L00001-00092.pdf>
- Durham, T. C., and Mizik, T., 2021. Comparative economics of conventional, organic, and alternative agricultural production systems. *Economies*, 9(2), pp. 64. <https://doi.org/10.3390/economies9020064>
- FAO., 2021. The State of Food and Agriculture 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Making Agrifood Systems More Resilient to Shocks and Stresses. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/1e61f82a-618c-467a-a37f-545580094a1d/content>
- Felles-Leandro, D. and García-Bendezú, S., 2022. Factores físicos y técnicos que influyen en el rendimiento de palto orgánico (*Persea americana* Mill.), en Perú. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences*, 38(3), pp. 243-258. <https://doi.org/10.29393/CHJAA38-24ARVP10024>
- Fernández-Jeri, A., Mori-Zabarburú, R., Cruzalegui-Fernández, R., Julca-Otiniano, A., and Fernández-Jeri, L. 2023. Sustainability of native cocoa producing farms in the Bagua Province, Peru. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26(2), pp. 1-15. <https://doi.org/10.56369/tsaes.4661>
- Gamage, A., Gangahagedara, R., Gamage, J., Jayasinghe, N., Kodikara, N., Suraweera, P., and Merah, O., 2023. Role of organic farming for achieving sustainability in agriculture. *Farming System*, 1(1), pp. 100005. <https://doi.org/10.1016/j.farsys.2023.100005>
- Hashemi, S. Z., Darzi-Naftchali, A., Karandish, F., Ritzema, H., and Solaimani, K., 2024. Enhancing agricultural sustainability with water and crop management strategies in modern irrigation and drainage networks. *Agricultural Water Management*, 305, pp. 109110. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.109110>
- Koudahe, K., Allen, S.C., and Djaman, K., 2022. Critical review of the impact of cover crops on soil properties. *International Soil and Water Conservation Research*, 10(3), pp. 343-354. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2022.03.003>
- Liu, S., 2023. Towards a sustainable agriculture: Achievements and challenges of Sustainable Development Goal Indicator 2.4.1. *Global Food Security*, 37, pp. 100694. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2023.100694>
- Maldonado-Vásquez, S., García-Bautista, A., Ordóñez-Sánchez, L., Alvarado-Ramírez, J.W., and Arévalo-Gardini, E., 2023. Evaluación de la sostenibilidad socioeconómica y ecológica de los sistemas de producción orgánica y convencional del café en la cuenca del Cumbaza. *Revista Amazónica de Ciencias Ambientales y Ecológicas*, 2(1), pp. e450. <https://doi.org/10.51252/reacae.v2i1.450>
- Márquez, F; Julca, A; Canto, M; Villacorta, H; Vargas, S; and Huerta, P., 2016. Sustentabilidad ambiental en fincas cafetaleras después de un proceso de certificación orgánica en la convención (Cusco, Perú). *Ecología Aplicada*, 15(2), pp. 125-132. <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v15i2.752>
- Meemken, E., 2020. Do smallholder farmers benefit from sustainability standards? A systematic review and meta-analysis. *Global Food Security*, 26: pp. 100373. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100373>
- Miranda, D., and Carranza, C., 2013. Caracterización, Clasificación y Tipificación de los Sistemas Productivos de Caducifolios con énfasis en duraznero, manzano, ciruelo y peral. In D. Miranda, G. Fisher and C. Carranza (Eds): Los frutales caducifolios en Colombia. Situación actual, sistemas de cultivo y plan de desarrollo. *Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas*. Primera Edición. Bogotá. pp. 87-114.
- Moreno-Ortega, G., C. Pliego, D. Sarmiento, A. Barceló, and Martínez-Ferri, E., 2019. Yield and fruit quality of avocado trees under different regimes of water supply in the subtropical coast of Spain. *Agricultural Water Management*, 221(C), pp. 192–201. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.05.010>

- <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.05.001>
- NOP - USDA., 2021. Organic Certification Regulations. National Organic Program (NOP). <https://www.ams.usda.gov/about-ams/programs-offices/national-organic-program>
- Oya, C., Schaefer, F. and Skalidou, D., 2018. The effectiveness of agricultural certification in developing countries: A systematic review. *World Development*, 112, pp. 282-312. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.08.001>
- Pânzaru, R.L., Firoiu, D., Ionescu, G.H., Ciobanu, A., Medelete, D.M., and Pîrvu, R., 2023. Organic Agriculture in the Context of 2030 Agenda Implementation in European Union Countries. *Sustainability*, 15(13), pp. 10582. <https://doi.org/10.3390/su151310582>
- Pinedo, R.; Gómez, L. y Julca, A., 2018. Sostenibilidad de sistemas de producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) *Ecosistemas Recursos Agropecuarios*, 5(15), pp. 339-409. <https://doi.org/10.19136/era.a5n15.1734>
- Pinedo-Taco, R., Borjas-Ventura, R., Alvarado-Huamán, L., Castro-Cepero, V., and Julca-Otiniano, A. M., 2021. Sustentabilidad de los sistemas de producción agrícola: una revisión sistemática de las metodologías empleadas para su evaluación. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24(1), pp. 1-16. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.3292>
- Pinedo-Taco, R.; Gómez-Pando, L. and Julca-Otiniano, A., 2021. Tipología de productores de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en agroecosistemas de valles interandinos de Perú. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24(3), pp. 1-12. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.3658>
- Rabobank., 2023. World Avocado Map 2023: Global Growth Far From Over. RaboResearch, Food & Agribusiness. The food & agribusiness bank. <https://www.rabobank.com/knowledge/q011424941-world-avocado-map-2023-global-growth-far-from-over>
- Rabobank., 2024. Global avocado update 2024. Trade gradually shifting as industry expand. The food & agribusiness bank. RaboResearch Food & Agribusiness. https://redsunhort.com/wp-content/uploads/2024/07/Rabobank_Globa_l_avocado_update_2024_June2024.pdf
- Redagrícola., 2021. Fuerte recuperación de cultivos orgánicos en Perú impacta en precios de exportación. <https://redagricola.com/recuperacion-de-cultivos-organicos-en-peru/>
- Reglamento Técnico para los Productos Orgánicos - RTPO., 2006. Reglamento técnico para los productos orgánicos. Decreto supremo N° 044-2006-AG. Normas legales, diario oficial El Peruano. Disponible www.elperuano.com.pe
- Rojas-Ruiz, R., Alvarado-Huamán, L., Borjas-Ventura, R., Carbonell Torres, E., Castro-Cepero, V. and Julca-Otiniano, A., 2021. Sustentabilidad en fincas productoras de café (*Coffea arabica* L.) convencional y orgánica en el valle del Alto Mayo, región San Martín, Perú. *RIVAR (Santiago)*, 8(23), pp. 1-13. <https://doi.org/10.35588/rivar.v8i23.4916>
- Sarandón, S.J., 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En S. J. Sarandón (Ed.), *Agroecología: El camino para una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas, capítulo 20, pp. 393-414. https://kapixawa.wordpress.com/wp-content/uploads/2009/09/sustentabilidad_sarandon.pdf
- Sarandón, S.J., and Flores, C.C., 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología*, 4, pp. 19-28. <https://revistas.um.es/agroecologia/artic/view/117131/110801>
- Sarandón, S.J., Zuluaga, M.S., Cieza, R., Janjetic, L. and Negrete, E., 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, 1, pp. 19-28. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/14>
- SEDIR., 2022. Áncash es la primera región productora de palta orgánica en Perú. Servicio para el Desarrollo Integral Rural. <https://www.sedir.org.pe/noticia/295/ancash-es-la-primera-region-productora-de-palta-organica-en-peru>
- Silber, A., Y. Israeli, M. Levi, A. Keinan, O. Shapira, G. Chudi, A. Golan, M. Noy, I. Levkovitch, and S. Assouline., 2012.

- Response of 'Hass' avocado trees to irrigation management and root constraint. *Agricultural Water Management*, 104, pp. 95-103.
<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.12.003>
- Stupino, S., Ferreira, A., Frangi, J., and Sarandón, S., 2007. Agrobiodiversidad vegetal en sistemas hortícolas orgánicos y convencionales (La Plata, Argentina). Resumen del II congreso brasilero de agroecología. *Revista Brasileira de Agroecología*, 2(1), pp. 339-342.
<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108186>
- Wang, M., Gan, J., Guo, G., Breuste, J., and Li, Y., 2025. Identifying conservation gap in biodiversity hotspot area: Single flagship species or multi-species? *Journal for Nature Conservation*, 84, pp.126835.
<https://doi.org/10.1016/j.jnc.2025.126835>
- Willer, H., Trávníček, J., and Schlatter, B., 2025. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2025.
<https://www.fibl.org/en/shop-en/1797-organic-world-2025>
- Zulaica, M.L., Molpeceres, M.C., Rouvier, S.M., Cendón, M.L., and Barral, M.P., 2022. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas frutihortícolas con bases agroecológicas: exploraciones en el Sudeste Bonaerense, Argentina. *Revista Geográfica de América Central*, 2(69), pp. 283-311.
<http://dx.doi.org/10.15359/rgac.69-2.10>