



Article scientific



## Economic, ecological and sociocultural sustainability of *Allium sativum* crop in southern Perú

Josué Otoniel Dilas Jiménez <sup>a</sup>, Telmo Fernando Basantes Vizcaino <sup>b</sup>, Fredy Grimaldo Calizaya Llatasi <sup>c</sup>  
and Melvin Roger Pozo Huillca <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú

<sup>b</sup> Universidad Técnica del Norte, Ecuador

<sup>c</sup> Universidad Nacional del Altiplano, Perú

<sup>d</sup> Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

### ITEM INFORMATION

*Item history:*  
Received on June 10, 2024  
Accepted on April 30, 2024

### Keywords:

Economic  
Ecological  
Sociocultural  
Arequipa  
Agroecosystem

### ABSTRACT

El *Allium sativum* conocido en algunos países como "ajo" es un cultivo que tiene predominancia de producción en los países asiáticos, tan sólo la China produce alrededor del 80% del ajo del mundo, así entre la China, Argentina y España representan alrededor del 90% de la producción mundial, por tanto, sólo una cuota mínima se produce en más de 100 países, entre ellos el Perú. Por ello, en este documento se presenta un análisis preliminar de la sustentabilidad del cultivo de ajo en el Perú, centrándose en tres zonas productoras de ajo en la región Arequipa, siendo las más representativas. La sustentabilidad del cultivo se evaluó en base a tres dimensiones: Económico, Ecológico y Sociocultural. Los indicadores analizados debían alcanzar un valor mínimo de 1,9. El análisis realizado reveló que las zonas productoras de Valle de Majes y Camaná tienen sistemas productivos sustentables en las tres dimensiones analizadas. Sin embargo, la zona de La Campiña no alcanzó el valor mínimo de sustentabilidad, especialmente en la dimensión económica.

© 2024 Journal Scientific Research World Economy EconConnections

All rights reserved

### Sustentabilidad económica, ecológica y sociocultural del cultivo del *Allium sativum* en el sur del Perú

### RESUMEN

### Palabras clave:

Económico  
Ecológico  
Sociocultural  
Arequipa  
Agroecosistema

*Allium sativum*, known in some countries as "garlic", is a crop that is predominantly produced in Asian countries; China alone produces about 80% of the world's garlic, and China, Argentina and Spain together account for about 90% of world production; therefore, only a minimal share is produced in more than 100 countries, including Peru. Therefore, this paper presents a preliminary analysis of the sustainability of garlic cultivation in Peru, focusing on three garlic producing areas in the Arequipa region, being the most representative. The sustainability of the crop was evaluated based on three dimensions: Economic, Ecological and Sociocultural. The indicators analyzed had to reach a minimum value of 1.9. The analysis revealed that the production zones of Valle de Majes and Camaná have sustainable production systems in the three dimensions analyzed. However, the La Campiña zone did not reach the minimum sustainability value, especially in the economic dimension.



<https://doi.org/10.47422/econconnections.v2i1.9>

© 2024 Journal Scientific Research World Economy EconConnections

All rights reserved



## INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los países andinos con gran agrobiodiversidad, cada uno de los cuales conlleva al desarrollo de uno o más cultivos agrícolas, muchos de ellos subutilizados (Pastor et al., 2006) aun siendo de gran valor nutricional como la mashua y otros (Dilas-Jiménez, 2020), y/o actividades pecuarias que conforman diversos sistemas -Agroecosistemas. Para entender un agroecosistema primero es importante entender la definición de un sistema.

Para ello (Von Bertalanffy, 1968) precisa que se ha forjado una teoría general de los sistemas ya que los principios derivados de un “sistema” se pueden aplicar a diversas disciplinas del conocimiento, de la industria o de la aplicación que se quisiese analizar, por ello un sistema se conforma por partes individuales pero indivisibles cuando se las observa en un funcionamiento conjunto, conformándose así subsistemas al interior de un sistema, sin embargo, las partes o subsistemas que no tienen relación directa con el sistema como tal deben ser excluidas del análisis (Bertoglio & Johansen, 1982).

Así uno de los agroecosistemas analizados en el presente trabajo es el cultivo de Ajo (*Allium sativum*), centrado en los campos de cultivo en la región Arequipa, como parte de una visita realizada en el marco del desarrollo del curso Agroecosistema del Perú, del Programa de maestría y doctorado en Agricultura Sustentable de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Esto considerando que aunque el Perú es un pequeño actor en el mercado internacional del ajo (FAOSTAT, 2022), para la región Arequipa es uno de los principales cultivos con tradición histórica décadas en el sembrío de este cultivo (MINAGRI, 2020).

Es por ello que, es de importancia tanto académica como para las políticas públicas otros fines, que los agroecosistemas sean analizados desde el punto de vista de su sustentabilidad, para lo cual se establece dimensiones, indicadores y subindicadores (Sarandón, 2002b; Sarandón et al., 2006), que vienen siendo usados en muchos estudios específicos (Althieri & Nicholls, 2002; León & Mora, 2012; Marquez et al., 2016; Marquez & Julca, 2015).

En Arequipa, el ajo que se cultiva principalmente en las zonas del Tambo, Arequipa, la Joya, el Pedregal, Santa

Rita, Majes, Camaná (MINAGRI, 2020), desde donde se va a los mercados de México, Estados Unidos, entre otros (TRADEMAP, 2022). Las variedades sembradas son principalmente: Morado Arequipeño, Napurí, ajo chino (últimamente) (Vásquez, 2018). El ajo de variedad Napurí se destina mayormente para México, Ecuador y Colombia.

Dada la importancia de este cultivo en la región Arequipa, en el presente trabajo se planteó como objetivo realizar un análisis preliminar de la sustentabilidad del agroecosistema del cultivo de ajo en la región Arequipa, puntualizando en 3 zonas de visita: valle de Majes (provincia Caylloma), Camaná (provincia Camaná), la Campiña (Provincia Arequipa).

A continuación, se presenta un desarrollo del trabajo desde la definición de los agroecosistemas, su sustentabilidad hasta el análisis de la sustentabilidad preliminar del cultivo de ajo en 3 zonas específicas de la región Arequipa.

## DESARROLLO

### LOS AGROECOSISTEMAS

#### Definición de agroecosistemas

Siguiendo la lógica de la definición de los sistemas (Von Bertalanffy, 1968), y los arreglos de sus partes o subsistemas (Bertoglio & Johansen, 1982), los agroecosistemas son ecosistemas que recogen parte de los ecosistemas naturales y los ecosistemas urbanos, es decir ecosistemas con intervención humana, los cuales tienen un impacto directo en la vida del hombre y se vinculan a la provisión de alimento, energía, la calidad de vida, entre otros aspectos que derivan del funcionamiento de estos agroecosistemas (Sarandón, 2002a) (Sarandon, 2002b).

Para ello el mismo autor precisa diferencias entre los sistemas naturales y agroecosistemas (Ver Tabla 1).

**Tabla 1***Diferencias y similitudes entre sistemas naturales y agroecosistemas en función a atributos*

<b>Atributos</b>	<b>Ecosistema natural</b>	<b>Agroecosistema</b>
Objetivo	Ninguno	Utilitario
Responsable	Nadie	Agricultor
Fuente de energía	Solar (mareas)	Solar+fósiles (combustibles)
Diversidad genética	Alta	Baja
Diversidad específica	Alta	Baja
Fuerza de selección	Natural (evolución)	Hombre (económica)
Asignación de recursos	Equitativa (no medible)	Económica (medible)
Productividad	Baja (nula)	Alta
Biomasa	Alta	Media
Productividad/Biomasa	Baja	Alta
Ciclo de nutrientes	Cerrado	Abierto
Ocupación de nichos	Alta	Baja
Aprovechamiento de recursos	Alta	Baja
Continuidad espacio temporal	Alta	Baja
Sincronización entre plantas y microorganismos	Alta	Baja
Lixiviación de nutrientes	Baja	Alta
Erosión	Baja	Alta
Estabilidad	Alta	Baja
Resiliencia	Alta	Baja

Nota: Atributos adaptados a partir de lo propuesto por Sarandon (2002)

### **Sustentabilidad de un agroecosistema**

Uno de los aspectos analizados en la sustentabilidad de un agroecosistema es la “biodiversidad”, considerando que al ser ecosistemas modificados (antropogénicos) existen extremos en los cuales estos agroecosistemas se tornan en grandes desiertos verdes de campos hortícolas por ejemplo (Sarandón, 2002a), es decir la instalación de ecosistemas basados exclusivamente en criterios económicos tienen consecuencias ambientales y paisajísticas marcadas (Sans, 2007).

Entonces la sustentabilidad de un agroecosistema se puede medir en función de al menos 3 dimensiones (Sarandón, 2002b; Sarandón et al., 2006):

**Económica:** Autosuficiencia alimentaria (diversificación, autoconsumo), ingreso neto mensual, riesgo económico (diversificación venta, vías de comercialización, dependencia de insumos).

**Ecológica:** Conservación de la vida del suelo (cobertura, rotación de cultivos, diversificación), riesgo de erosión (pendiente, cobertura, orientación de surcos), manejo de biodiversidad (temporal, espacial).

**Sociocultural:** Satisfacción de necesidades básicas (vivienda, educación, salud, servicios, integración), conocimiento y conciencia ecológica.

### **EL CULTIVO DE AJO EN EL MUNDO Y EN EL PERÚ**

#### **Cultivo de ajo en el mundo**

##### *Producción mundial de ajo según países*

Según la FAO, los ajos frescos son originarios del Asia Central, su uso principal es como condimento y también como medicinal. Dado esto el cultivo de ajo se realiza en más de 100 países, en especial en los países del Asia. Sin embargo, también se ha instalado este cultivo en los países del continente americano y se extiende desde los Estados Unidos hasta Chile, pero en menor escala (MINAGRI, 2020).

La principal región productora de ajo en el mundo, de manera histórica, es el Asia quien para el 2020 representó el 91,6% de la producción mundial, donde el principal país producto es la China que representa en promedio cerca del 80% del total producido en el mundo; por su parte América en el 2020 sólo representó el 2,7% de la producción mundial (FAOSTAT, 2022).

Es importante destacar la variedad y calidad de ajo que se cultiva en cada región, el ajo de origen chino (blanco o violeta) es más pequeño y suave, con menor intensidad, a diferencia del ajo rosado, morado, que se produce en el Perú y otras regiones que es más intenso, fragante y se

necesita menor cantidad para poder sazonar un plato; sin embargo la gran diferencia se encuentra en el precio, que por economías de escala y calidad el ajo chino es más

barato, lo cual ha motivado que el ajo chino se haya difundido por el mundo y haya limitado las posibilidades de un crecimiento de las exportaciones.

### Figura 1

Producción mundial y en América del Sur del Ajo, periodo 1994-2020



Nota: Gráficas obtenidas a partir de la información de INFOSTAT (2022)

### Aspectos económicos y de mercado

Según análisis de información del MINAGRI, el comercio mundial de ajos, específicamente en fresco, es poco representativo en la producción mundial con sólo el 8% al 10% de la producción mundial, por ello se considera un comercio de saldos y tiene una enorme volatilidad de precios. Las exportaciones mundiales de ajo en los últimos años tienen un crecimiento fluctuante pero sostenido en el tiempo; cabe precisar que en el año 2016 las exportaciones chinas declinaron en un 13%, lo cual generó una caída en las exportaciones totales, afectando la oferta exportable mundial. En los siguientes años la China ha recuperado y superado incluso sus volúmenes exportables anuales de ajo. Otros países de interés en el mercado de exportaciones de ajo son Argentina y España, estos dos y la China representan el 91% de las exportaciones de ajo en el mundo, el otro 9% la realicen más de 100 países, entre ellos el Perú, en

volúmenes poco significativos y de manera inestable (MINAGRI, 2020).

### Cultivo de ajo en el Perú

#### *Producción de ajo en el Perú según regiones productoras*

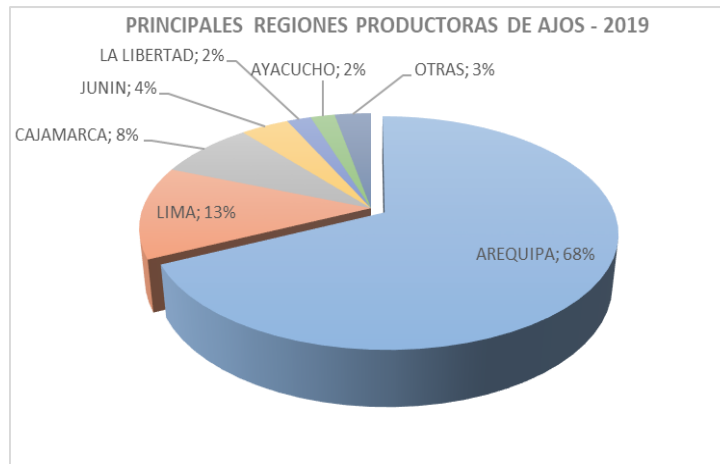
El Perú se encuentra entre los veinte principales países productores de ajo en el mundo, con una producción de 90612 toneladas para el 2020 (FAOSTAT, 2022), siendo un ingrediente principal para la cocina peruana, habiendo sido incorporado como parte de su tradición culinaria y medicinal.

El cultivo de ajo en el Perú, por sus características climáticas y de ubicación territorial, se realiza durante todo el año, en función de la variedad y región donde se produce, siendo Arequipa la región de mayor producción de ajo, además el ajo arequipeño se caracteriza su calidad de producto y el alto rendimiento en campos de cultivo

registrándose productividad entre 10 y 20 toneladas por hectárea en función de la variedad. Otras regiones productoras de ajos de importancia son Lima, Cajamarca, Junín y La Libertad (MINAGRI, 2020).

**Figura 2**

*Regiones productoras de ajo en el Perú*



Nota: Gráfica obtenida a partir de MINAGRI (2020)

Las principales variedades de ajo que se producen en las distintas regiones peruanas son Morado Arequipeño, Napurí, Mossone, Barranquino, Pata de perro y últimamente el ajo chino (MINAGRI, 2020).

**Tabla 2**

*Variedades cultivadas de ajo en el Perú*

CARACTERÍSTICAS	CULTIVAR				
	Morado Arequipeño	Napurí	Mossone	Barranquino	Pata de perro
Color bulbo	Blanquecino	Blanquecino Morado	Blanquecino Morado	Blanquecino	Blanquecino Morado
Color diente	Morado	Blanquecino	Blanquecino	Blanquecino	Blanquecino
P.V. (meses)	6 a 7	5 a 6	7	5,5 a 6	5 a 6
Nº de dientes	10 a 12	8 a 10 15 a 22	12 a 14	10 a 12	8 a 10
Rmto. t/ha	7 a 10	7 a 10	10 a 13	8 a 10	8 a 10
Peso bulbo (g)	25 a 50	20 a 60	40 a 90	30 a 50	20 a 60
Altura de planta	70	70	70	70	70
Índice cosecha	Bulbo duro Cuello duro Amarillento Escapo floral	Bulbo duro Cuello duro Amarillento Bulbillos aéreos	Bulbo duro Cuello duro Amarillento Bulbillos aéreos	Bulbo duro Cuello duro Amarillento Escapo floral	Dureza del bulbo y cuello
Época siembra	Junio-Agosto	2500-3000 msnm Nov-Dic 1500 Ene-marzo 0-100 Mar-Mayo	2500-3000 msnm Nov-Dic 1500 Ene-marzo 0-100 Mar-Mayo	2500-3000 msnm Nov-Dic 1500 Ene-marzo 0-100 Mar-Mayo	Nov (sierra)
Altitud siembra	A más de 2000 msnm	Desde nivel del mar	Desde nivel del mar	Desde nivel del mar	Sierra
Forma de bulbo	Uniforme	Desuniforme	Desuniforme	Desuniforme	Abierto

Nota: Adaptado a partir de datos mostrados por MINAGRI (2020)

Entre los problemas analizados en la producción de ajo en el Perú se encuentran principalmente la mala calidad de semilla que se usa en los campos de producción, estas semillas generalmente son provenientes de sus propios campos o de mercados locales, estos bulbos usados como semilla son transmisores de enfermedades causadas por virus, hongos y nematodos, dado que pasaron por campos infestados (INIA, 2009).

### **Mercados y oportunidades comerciales para el ajo peruano**

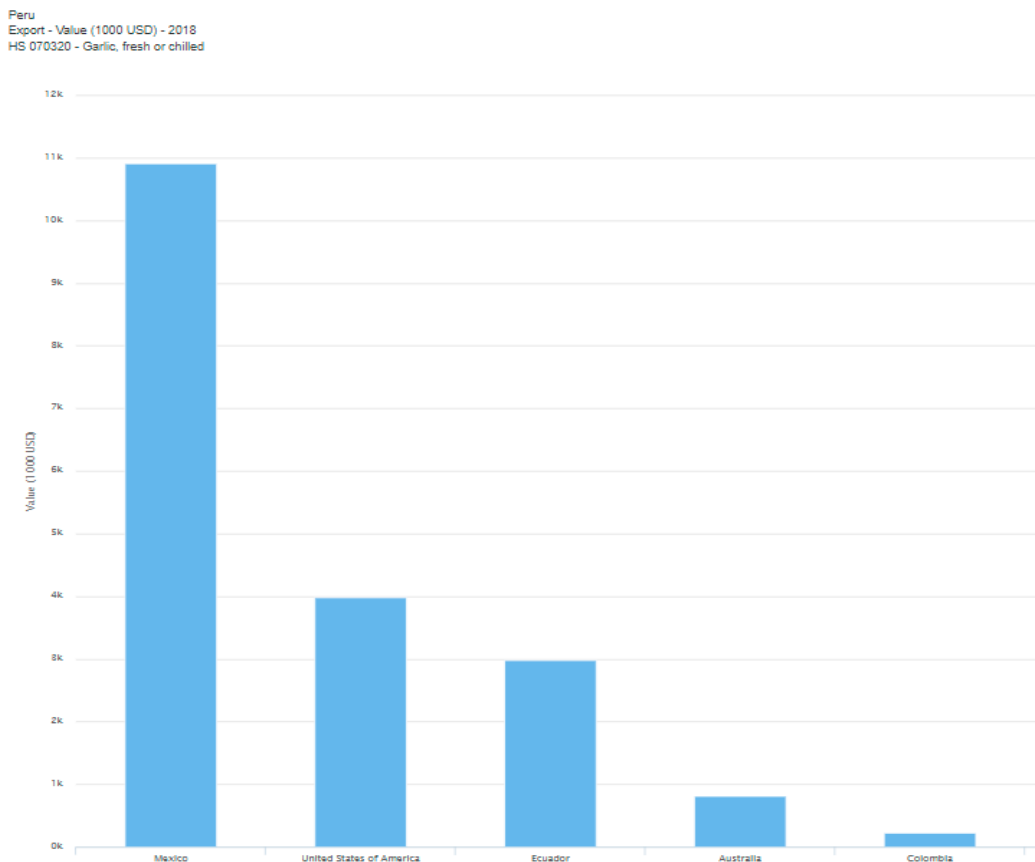
Una de las ventajas que tiene el ajo peruano, como materia prima, es su calidad, en especial el ajo morado, tanto por

su aroma y su sabor, que se diferencia del ajo chino, el español y el argentino. Otra gran fortaleza del cultivo del ajo peruano, es que se puede producir durante todo el año en diferentes regiones del país, aunque con la debilidad de ser volúmenes pequeños, la producción se concentrada entre los meses de septiembre a diciembre, principalmente en la región Arequipa (MINAGRI, 2020).

Una parte de nuestra producción nacional se exporta a varios países principalmente México, también Estados Unidos, Ecuador y otros (TRADEMAP, 2022).

### **Figura 3**

*Principales países destino de la exportación de ajo peruano, 2018*



Nota: Gráfica obtenida a partir de la base de información de TRADEMAP (2022).

Dado el efecto de la pandemia del Covid-19 el ajo chino esté suspendiendo sus exportaciones, lo cual se traduce en una oportunidad para otros países pequeños productores como el Perú, lo cual puede originar precios muy esperados por los productores de ajo, tal como ocurriera

el 2016 cuando la China redujo una importante cuota de ajo exportado (MINAGRI, 2020).

## AGROECOSISTEMA DE CULTIVO DE AJO EN LA REGIÓN AREQUIPA Y SU SUSTENTABILIDAD

Gran parte de la información presentada en este acápite corresponde a información primaria levantada por los

autores en una visita realizada a la región de Arequipa (julio del 2022), a tres zonas productoras de ajo: valle de Majes (provincia Caylloma), Camaná (provincia Camaná), la Campiña (Provincia Arequipa); estas zonas están ubicadas entre las coordenadas en  $16^{\circ}23'56''S$  y  $71^{\circ}32'13''O$ .

### Figura 4

*Localización geográfica de las zonas productoras de ajo visitadas, región Arequipa, Perú*



Nota: Muestra visual de las zonas de estudio a partir de consulta en Google maps

### El cultivo de ajo en Arequipa

Uno de los aspectos de interés para entender mejor el cultivo de ajo en la región Arequipa es la forma de uso de la tierra, esta se lleva a cabo mayormente mediante contratos de arrendamiento, por los que, el propietario del fundo entrega a un tiempo determinado (anual o por campaña) y en cambio recibe en pago una cantidad de dinero, pudiendo el arrendatario disponer libremente de los terrenos, en cuanto a los cultivos y distribución. Asimismo, el arrendatario del fundo contrata los servicios de obreros para la explotación de las tierras, a quienes paga un jornal diario por su trabajo, variando el número de servidores en las épocas de siembra y cosecha y también realiza contrato para el periodo de riego. La medida de superficie usada en Arequipa es el topo que equivale a  $1/3$  de una hectárea, es decir  $3333,33 \text{ m}^2$ , la propiedad está posesionada por pequeños agricultores con

áreas menores de 10 has. Cabe precisar que las zonas visitadas en Arequipa se comunican con la capital de la ciudad por carreteras asfaltadas.

La región Arequipa es la mayor productora de ajo en el Perú, abarcando aproximadamente el 70% de la producción nacional (MINAGRI, 2020). Para el año 2015 Arequipa tuvo su mayor incremento de producción con 66,966 toneladas ya que el consumo de esta hortaliza ha ido aumentando en dicha región debido a que los ciudadanos están en busca de una vida más saludable y el factor climático favorece durante todo el año. Después de esa fecha Arequipa ha intentado incrementar sus volúmenes de producción, pero por el contrario ha tenido una notoria caída en el siguiente año, Las variedades sembradas son principalmente: Morado Arequipeño, Napurí, ajo chino (Vásquez, 2018).

En cuanto a la rotación de cultivos, según (Arenas, 2021) el 87,1 % de los agricultores si cumple rotación de cultivos mientras que un 12,9 % responde que no lo hace, en la opinión de los agricultores afirman que lo hacen para aprovechar mejor la fertilización, sin embargo, se sabe que la rotación de cultivos es una alternativa para hacer mejor manejo de plagas y enfermedades.

La producción de ajo en los valles visitados es bajo condiciones de riego, encontrándose diversas técnicas para ello, desde el riego por gravedad hasta parcelas con riego por goteo. En los valles de majes se ha realizado investigación de uso consultivo del agua con tecnología de riego por goteo, encontrándose un consumo de 8,200 m<sup>3</sup>/ha (Torres, 2018).

El cuidado al agua para la producción del ajo en la región de Arequipa debe ser el principal aporte a preservar dentro

del sistema productivo, objetivo por el cuál originó la habilitación del sistema de riego Majes - Siguan, sin embargo, esto aún no se logra en su totalidad, es decir aún existe un desaprovechamiento de este recurso vital en sistemas implementados por riego por inundación como se observa en el Tabla 3.

De lo mostrado en el Tabla 3, en la zona de los valles de Majes, Arequipa el 49% del total de sistemas dispone de riego por goteo (riego localizado 7798 has.), 45% se maneja por aspersión (7221 has.) y un 6% no dispone de ninguna instalación del sistema de riego (931 has.), es decir es “riego por inundación o gravedad”. Por ello es necesario optimizar el riego mediante una mayor tecnificación en los cultivos para lograr una mayor productividad y sostenibilidad de la agricultura en la zona.

**Tabla 3**

*Características agroproductivas de algunos sistemas sembrados en la región de Majes, Arequipa*

<b>Cultivos</b>	<b>Periodo (días)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>/ha/campaña)</b>	<b>Tipo de riego</b>	<b>Area sembrada (%)</b>
Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> )	365	28,583	Aspersión	48.20
Alcachofa ( <i>Cynara scolymus</i> )	210	12,200	Goteo	3.17
Ajo ( <i>Allium sativum</i> )	175	9,217	Goteo/Aspersión	0.07
Vid ( <i>Vitis sp.</i> )	365	9,043	Goteo	2.80
Paprika ( <i>Capsicum annum</i> )	210	8,544	Goteo	8.57
Kiwicha ( <i>Amarantus caudatus</i> )	135	7,361	Goteo	0.48
Maiz Morado ( <i>Zea mays L.</i> )	154	7,313	Goteo	0.30
Maiz forrajero ( <i>Zea Mays</i> )	135	7,115	Goteo	15.71
Cebolla amarilla ( <i>Allium cepa</i> )	105	5,609	Goteo/Aspersión	4.30
Patata ( <i>Solanum tuberosum</i> )	105	--	Goteo/Aspersión	2.91
Otros	--	--	Goteo/Aspersión	13.49

*Nota: Datos adaptados de Zapana (2018).*

### **Análisis FODA de la producción de ajo en Arequipa**

Producto de los apuntes de la zona productora de ajo visitada, se realizó un análisis FODA, según lo siguiente:

**Fortalezas:** Las capacidades, recursos y posiciones alcanzadas en determinadas áreas sembradas de ajo en la Región Arequipa, además de la posibilidad de sembrar y cosechar todo el año. El ajo en Arequipa goza de una

excelente reputación gracias a la calidad, diversidad de variedades y manejo sustentable de la producción, asimismo posee clima ideal para el secado postcosecha. La región de Arequipa tiene una experiencia histórica en la producción de ajo y cebolla lo que ha permitido desarrollar capacidades propias en los productores para la mejor producción de este cultivo, llegando a producciones que pueden bordear las 20 toneladas por hectárea.

**Oportunidades:** Producto de la pandemia del Covid-19, la china ha reducido su volumen de exportación de ajo, lo cual hace que el mercado internacional requiera el producto desde otras zonas productoras (MINAGRI, 2020) convirtiéndose en oportunidad para la instalación de mayores áreas de cultivo y mejores precios de venta. La región Arequipa en las zonas productoras de ajo cuenta con un clima árido y escasas lluvias en época de cosecha, lo que permite secar el ajo en sus mismos campos, pudiendo tener cosechas durante todo el año, con ello puede atender diversas ventanas comerciales en el mercado nacional e internacional.

**Debilidades:** Se ha podido identificar poco desarrollo tecnológico en el cultivo de ajo, como el manejo de plagas y enfermedades, y principalmente las tecnologías para el riego y fertirriego, pues no se tienen estudios claros sobre la necesidad óptima de agua en diferentes tecnologías de riego que otros países productores se ha encontrado alrededor de los 1900 m<sup>3</sup>/ha (Léllis et al., 2022). De otro lado, la escasa financiación y elevado costo de la misma en la zona básicamente atendido por cajas de ahorro y crédito. Dependencia de la mano de obra que es uno de los mayores de producción, precisándose que, de las visitas realizadas a diversas zonas agrícolas del Perú, se encontró que Arequipa es la que tienen los mayores costos de la mano de obra. Asimismo, las exportaciones con escaso valor agregado pues mayormente se exporta o comercializa como ajo fresco. Limitada asociatividad que debilita el poder de negociación en el proceso de adquisición de insumos y comercialización de la producción. El uso de semillas comunes (de la misma zona productora) no permite incrementar la productividad pues generalmente vienen infestadas a los campos de cultivo (INIA, 2009).

**Amenazas:** En los que se incluyen todas las fuerzas procedentes del entorno, entre estas, en el mercado de exportaciones se depende de la oferta exportable de la

china, cuando este aumenta su oferta reduce los precios de mercado. El cambio climático origina factores adversos que influyen en los niveles de productividad generando aparición de plagas y enfermedades y contaminación de las cosechas debido al exceso uso de agrotóxicos, para el control fitosanitario.

#### Sustentabilidad del cultivo de ajo en la región Arequipa

Gran parte de la información presentada en este acápite corresponde a información primaria levantada por los autores en una visita rápida realizada a la región de Arequipa (julio del 2022), a tres zonas productoras de ajo: valle de Majes (provincia Caylloma), Camaná (provincia Camañá), la Campiña (Provincia Arequipa). Los indicadores y análisis que se muestra en adelante corresponde a estimaciones preliminares producto de la información recabada en la visita. La recopilación de información primaria fue en base a preguntas dirigidas a los productores de ajo visitados (tipo “encuesta por conveniencia”) así como anotaciones de observación directa.

Para analizar la sustentabilidad del agroecosistema del cultivo de ajo (*Allium sativum*) en Arequipa se tiene que tomar en cuenta algunos contextos tales como, la biodiversidad del sistema en su aporte ambiental con el entorno, de los beneficios económicos del productor, así como de los problemas que éste enfrenta en la parte social (Zapana, 2018). La evaluación de la sustentabilidad se ve afectada por problemas inherentes a la propia multidimensionalidad del concepto (económica, social, cultural y temporal); por lo tanto, requiere un abordaje holístico (Andreoli & Tellarini, 2000).

En el análisis realizado se consideró al pequeño productor de la zona, desde los inicios del proyecto de riego Majes - Sigua, y su adaptabilidad que tuvo este al cambiar el sistema pecuario de producción de alfalfa para la alimentación de ganado lechero; a la transición por un sistema agrícola enfocado en cultivos de agroexportación como vid (*Vitis vinifera* L.), palta (*Persea americana*), cítricos (*Citrus* sp.), granada (*Punica granatum*) y entre estos el ajo (*Allium sativum*) que cuenta con alrededor de 3000 hectáreas en esta zona (Majes) y que contribuye un aporte económico de interés en Arequipa. Este sistema de riego representa una alternativa viable y sostenible para reducir los niveles de pobreza, incrementar sustancialmente la producción de alimentos, generar

divisas y lograr un desarrollo agroindustrial sostenido en el sur del Perú (Quevenco, 2015).

Para evaluar la sustentabilidad del sistema productivo del ajo se determinó indicadores mediante la metodología multicriterio ya que permite evaluar los puntos críticos de la sustentabilidad de los agroecosistemas (Sarandón, 2002b; Sarandón et al., 2006). Por tanto, las dimensiones analizadas son: Dimensión Económica (IK), Dimensión Ecológica (IE), Dimensión Sociocultural (ISC). La aplicación de estas dimensiones y sus arreglos específicos de indicadores ha sido y viene siendo usado por diversos autores en estudios específicos (Althieri & Nicholls,

2002; León & Mora, 2012; Marquez et al., 2016; Marquez & Julca, 2015), por lo que servirán de análisis para el presente trabajo.

Se eligieron los indicadores y subindicadores para cada dimensión considerada, que fueran fáciles de obtener, de interpretar y que brindaran la información necesaria para la evaluación (ver Tabla 4). El análisis de indicadores y subindicadores se realizó para comparar la sustentabilidad de las parcelas de ajo en las 3 zonas de cultivo visitadas: Valle de Majes, Camaná, la Campiña. El cálculo de valoraciones para los indicadores se realizó siguiendo la metodología de análisis de (Sarandón et al., 2006).

**Tabla 4**

*Indicadores y subindicadores de las dimensiones analizadas en la sustentabilidad del cultivo de ajo en Arequipa*

<b>DIMENSIÓN ECONÓMICA</b>	<b>DIMENSIÓN ECOLÓGICA</b>	<b>DIMENSIÓN SOCIO-CULTURAL</b>
<p><b>A.- autosuficiencia alimentaria:</b></p> <p>A1.-diversificación de la producción A2.- superficie de producción para el autoconsumo</p> <p><b>B.- ingreso económico neto mensual por familia.</b></p> <p><b>C.- riesgo económico:</b></p> <p>C1.- diversificación para la venta C2.- número de vías de comercialización C3.- dependencia de insumos externos</p>	<p><b>A.- conservación de la vida del suelo:</b></p> <p>A1.- restos orgánicos en el suelo A2.- tiempo de cobertura del suelo con vegetación A3.- diversificación de cultivos</p> <p><b>B.- riesgo de erosión:</b></p> <p>B1.- pendiente predominante B2.- cobertura vegetal B3.- orientación de los surcos</p> <p><b>C.- manejo de la biodiversidad:</b></p> <p>C1.- biodiversidad espacial C2.- biodiversidad temporal</p>	<p><b>A.- satisfacción de las necesidades básicas:</b></p> <p>A1.- acceso a la salud y cobertura sanitaria A2.- acceso a la educación A3.- vivienda A4.- servicios</p> <p><b>B.- aceptabilidad del sistema de producción.</b></p> <p><b>C.- integración social a sistemas organizativos.</b></p> <p><b>D.- conocimiento y conciencia ecológica</b></p>

En lo que corresponde a la escala los valores para valorar los indicadores fue de 0 a 4, de donde, 0 = menos sustentable y 4 = más sustentable, es decir. En cuanto a la ponderación los indicadores no valen por igual, porque algunos poseen mayor peso entonces 1 = menos importante y 2 = más importante, la ponderación se realizó por discusión y consenso entre los integrantes del grupo de trabajo. El detalle de los indicadores, subindicadores y valoración realizada se puede ver en los anexos 1, 2 y 3.

Siguiendo lo recomendado por (Sarandón et al., 2006) para determinar la sustentabilidad de la zona productiva

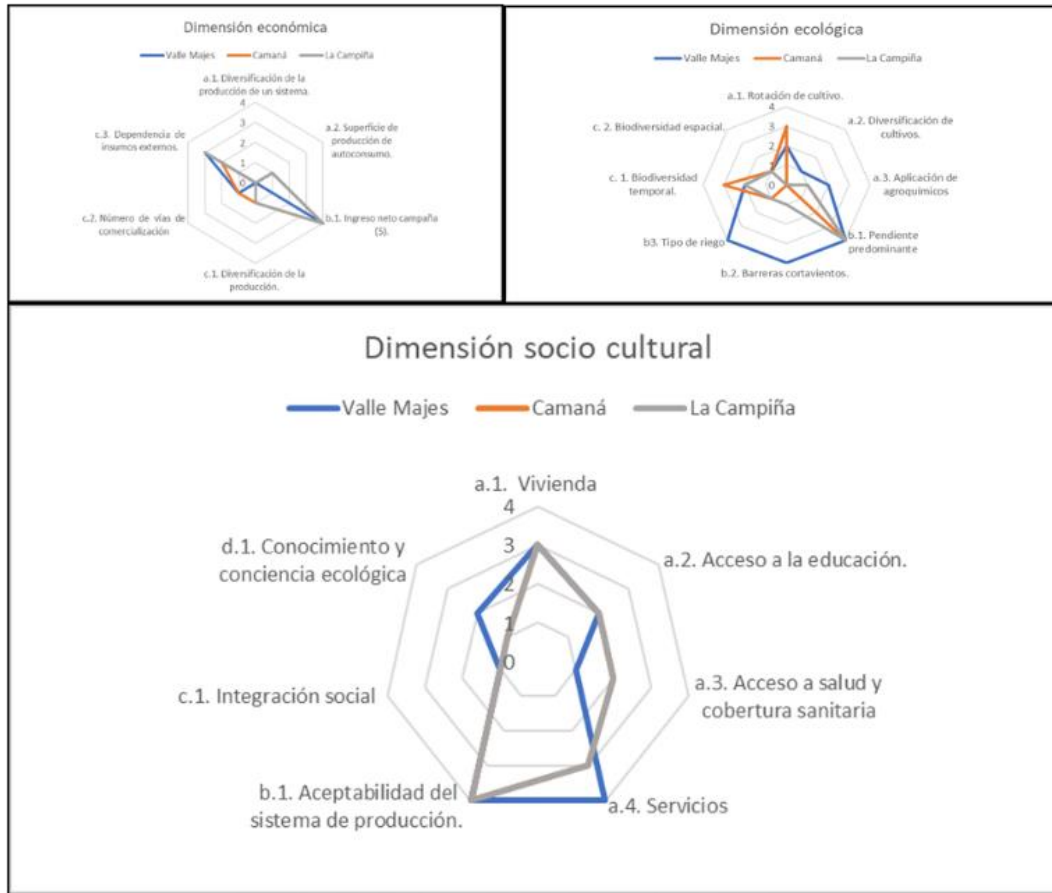
de cada zona analizada se definió un umbral mínimo de 2.00 para el Índice General de Sustentabilidad (ISGen) y además un valor mínimo de 1.90 para los valores promedios de cada dimensión analizada.

#### **Resultados del análisis de la sustentabilidad**

Pese a que los sistemas agro productivos en las tres zonas analizadas fueron similares, la utilización de indicadores permitió la evaluación de la sustentabilidad y encontrar algunos puntos a destacar en las dimensiones económica, ecológica y sociocultural (Ver figura 5)

**Figura 5**

Gráficos de los resultados del análisis de indicadores de sustentabilidad por dimensión y zona productora de ajo en Arequipa



Nota: Gráficas de análisis multidimensional elaboradas a partir de la información colectada en las zonas de estudio

Dos de las zonas analizadas: Valle de Majes y Camaná obtuvieron valores por sobre los umbrales de sustentabilidad tanto en ISGen como en cada uno de las tres dimensiones, precisándose que la zona del Valle de Majes fue la que tuvo mayores valores de sustentabilidad. Por su parte la otra zona “La Campiña” obtuvo un resultado por debajo del umbral para el ISGen y debajo del umbral en la Dimensión Ecológica (Ver Tabla 4).

El empleo de los indicadores permitió observar una alta interdependencia entre las diferentes dimensiones analizadas. En este sentido, la sustentabilidad ecológica de estos sistemas productivos, estuvo claramente condicionada por aspectos económicos y socioculturales. El análisis del diagrama radial (figura 5) mostró una estrecha asociación entre el conocimiento y la conciencia ecológica de los productores (indicador sociocultural) y la

conservación de los recursos (indicador ecológico). Así, en el Valle de Camaná y la Campiña, los menores valores del índice ecológico se corresponden con bajos valores de este indicador sociocultural, dado que en esta dimensión ambas zonas obtuvieron valoraciones muy similares. Esto confirma la fuerte relación que existe entre la racionalidad ecológica de los agricultores y el manejo de sus recursos en la finca (Sarandón et al., 2006). Asimismo, en la Dimensión Sociocultural se ha observado un nivel muy bajo en el subindicador “integración social”, esto debido a la gran debilidad que se tiene en las tres zonas para la “asociatividad”, pues en la visita no se encontró o referenció alguna experiencia organizacional que esté funcionando a nivel de productores de ajo; esto sería una de las limitantes para obtener certificaciones y elevar la competitividad del ajo arequipeño en el mercado internacional (Botello Peñaloza, 2016).

**Tabla 5**

Resumen de los resultados del análisis de sustentabilidad para las 3 zonas productoras de ajo en Arequipa

Dimensión de sustentabilidad	Zona productora analizada		
	Valle Majes	Camaná	La Campiña
IK	1,93	1,93	1,93
IE	2,72	2,11	1,53
ISC	2,53	2,23	2,23
ISGen	2,40	2,09	1,90

De lo observado en la zona cultivo de ajo en Arequipa, representa un rubro de importancia sociocultural y económica productiva, que conlleva a destacar un aspecto fundamental como es el sistema de riego, y algunas peculiaridades analizado a continuación por cada zona:

- **Zona valle de Majes:** La producción de ajo se desarrolla mediante una siembra en surcos, un proceso productivo con alto uso de productos agroquímicos, uso de tecnificación de riego por goteo (Figura 6), favoreciendo la optimización del recurso hídrico mediante un sistema eficiente de regadío (Valdivieso & Carrasco, 2016); por otro lado, esta zona posee disponibilidad de mano de obra para su laboreo agrícola; además el sistema de fertilización química realizado se complementa con aplicación de materia orgánica al suelo previo a la plantación, con guano de ganado vacuno que proviene de la misma zona por lo cual no incrementa su costo y es un valor agregado al tener una producción pecuaria junto a la explotación de ajo.
- **Zona de Camaná:** La siembra del ajo en esta zona es al voleo y su riego por inundación o gravedad lo cual causa un desperdicio del recurso hídrico (Figura 6), y compactación del suelo principal factor que incide

negativamente en la actividad agrícola del cultivo de ajo (Léllis et al., 2022). La producción de ajo en el valle de Camaná conlleva un sistema temporal de invierno como alternativa de rotación del cultivo de arroz en los meses de octubre a diciembre. Su control fitosanitario al igual que en las otras zonas se basa en el uso de agroquímicos, y la fertilización básicamente con fertilizantes sintéticos.

- **Zona La Campiña:** Esta zona productora de ajo tiene un sistema similar al valle de Majes y Camaná en uso de agroquímicos para control fitosanitario, pero difiere en el uso del tipo de riego con Majes ya que su irrigación es por inundación y en melgas (Figura 6); esta zona posee escasa disponibilidad de mano de obra y además prefiere el laboreo femenino por su menor costo (80 - 90 soles/día), tienen una mayor densidad (600 mil bulbos/ha), prevalece el arrendamiento de lotes para incrementar la producción, además en algunos casos complementario a la fertilización química el uso de materia orgánica de guano de vacuno y gallinaza aplicado con el riego. Esta última práctica mencionada estaría configurando un camino que podría permitir en un futuro llegar a la producción agroecológica del ajo en esta y otras zonas (Dilas-Jiménez & Ascurra-Toro, 2020).

**Figura 6***Sistema de producción de ajo (Allium sativum) en la zona de Arequipa*

Nota: Tomas realizadas por los autores durante la visita a la zona de estudio

## CONCLUSIONES

A partir del análisis preliminar realizado y los resultados mostrados para las tres zonas analizadas en la región Arequipa: valle de Majes (provincia Caylloma), Camaná (provincia Camaná), la Campiña (Provincia Arequipa), si bien en la zona de la Campiña obtuvo una valoración que no superó el umbral de sustentabilidad establecido, las 3 zonas tienen una similitud en su gestión, salvo la diferencia o avance que tiene la zona del valle de Majes en cuando a la implementación del riego por goteo. Se esperaría que a futuro este sistema de riego se implemente en las otras zonas productoras de ajo en Arequipa.

Dentro de la dimensión sociocultural si bien se analizaron varios indicadores y subindicadores, se destaca una principal debilidad del agroecosistema de ajo en Arequipa vinculado a la asociatividad de los pequeños agricultores, esto debido a que podría ser una alternativa potencial para enfrentar los desafíos del mercado y consolidar la competitividad del cultivo. De la información primaria recogido esta debilidad estaría también vinculada a otros agroecosistemas en la región Arequipa, lo cual demandaría de estudios específicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Althieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2002). Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, 64, 17–24.
2. Andreoli, M., & Tellarini, V. (2000). Farm sustainability evaluation: methodology and practice. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 77(1–2), 43–52. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(99\)00091-2](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00091-2)
3. Bertoglio, O. J., & Johansen, O. (1982). *Introducción a la teoría general de sistemas*. Editorial Limusa.
4. Botello Peñaloza, H. A. (2016). Las certificaciones de calidad y la internacionalización de las firmas industriales colombianas. *Suma de Negocios*, 7(16), 73–81. <https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2016.02.009>
5. Dilas-Jiménez, J. O. (2020). Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón) cultivo subutilizado con alto potencial para zonas altoandinas en el Perú. *Alpha Centauri Science Journal*, 1(1), 15–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.47422/ac.v1i1.3>
6. Dilas-Jiménez, J. O., & Ascurra-Toro, D. (2020). Agroecología: Una alternativa sostenible para la pequeña agricultura en un escenario post COVID19. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Llamkasun*, 1(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.47797/llamkasun.v1i2.9>
7. FAOSTAT. (2022). Cultivos y productos de ganadería: producción de ajo. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
8. INIA. (2009). Técnica de producción de semilla genética y básica de ajo (*Allium sativum* L.) libre de virus.
9. Léllis, B. C., Martínez-Romero, A., Schwartz, R. C., Pardo, J. J., Tarjuelo, J. M., & Domínguez, A. (2022). Effect of the optimized regulated deficit irrigation methodology on water use in garlic. *Agricultural Water Management*, 260(October 2021). <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107280>
10. León, A., & Mora, J. (2012). Evaluación de la sustentabilidad de cafetales en Caldas. *Agroforerestería Neotropical*, 2, 68–78.
11. Marquez, F., & Julca, A. (2015). Indicadores para evaluar la sustentabilidad de fincas cafetaleras en Quillabamba. *Cusco. Perú. Saber y Hacer*, 2(1), 128–137.
12. Marquez, F., Julca-Otiniano, A., Canto, M., Soplín, H., Vargas, S., & Huerta, P. (2016). Sustentabilidad ambiental en fincas cafetaleras después de un proceso de certificación orgánica en la convención (Cusco, Perú). *Ecología Aplicada*, 15(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21704/rea.v15i2.752>
13. MINAGRI. (2020). El ajo en el contexto mundial y nacional. El covid-19 oportunidades para las exportaciones de ajo en el Perú.
14. Pastor, S., Fuentealba, B., & Ruiz, M. (2006). Cultivos subutilizados en el Perú. Análisis de las políticas públicas relativas a su conservación y uso sostenible.
15. Quevenco, R. (2015). Pequeñas gotas, gran cosecha: riego por goteo para aumentar el rendimiento de los cultivos y conservar el agua.

16. Sans, F. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas*, 16(1), 44–49.
17. Sarandón, S. J. (2002a). El agroecosistema: un sistema natural modificado. In *Curso de Agroecología y Agricultura Sustentable* (p. 14).
18. Sarandón, S. J. (2002b). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. In S. J. Sarandón (Ed.), *La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la agricultura intensiva de la Revolución Verde*. En “Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable” (pp. 393–414). Ediciones Científicas Americanas.
19. Sarandón, S. J., Suluaga, M. S., Cieza, R., Gómez, C., Janjetic, L., & Negrete, E. (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, 1, 19–28.
20. Torres, H. (2018). Determinación del uso consuntivo del ajo variedad Napurí (*Allium sativum* L.) con riego por goteo en la irrigación majes-Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
21. TRADEMAP. (2022). Garlic, fresh or chilled. <https://m.trademap.org/#/graph/070320/604/0/export/country>
22. Valdivieso, A., & Carrasco, A. (2016). Eficiencia del riego por goteo en el crecimiento y producción orgánica de pimentón. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 12(1), 59–67.
23. Vásquez, J. (2018). Exportación y capacidad de producción del ajo en Arequipa en el periodo 2008-2016. Universidad César Vallejo.
24. Von Bertalanffy, L. (1968). *Teoría General de los Sistemas*. Fondo de Cultura Económica.
25. Zapana, L. E. (2018). Respuestas a la crisis hídrica en zonas agrícolas y urbanas: Caso de estudio “Proyecto de Irrigación Majes Siguas I” Arequipa-Perú. *Agua y Territorio/Water and Landscape*, 12, 145–156. <https://doi.org/https://doi.org/10.17561/at.12.3532>