Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Escuela de Posgrado

Sostenibilidad económica, social y ambiental del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca - Perú

Tesis

Para optar el Grado Académico de Maestra en Ecología y Gestión Ambiental

Autora

Sara Marianella Tasayco De La Cruz

Asesor

Dr. Fredesvindo Fernández Herrera



Huacho – Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.

UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**FECHA DE SUSTENTACIÓN**
Sara Marianella Tasayco De La Cruz	41223811	19/05/2026
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**CÓDIGO ORCID**
Fredesvindo Fernández Herrera	40588728	https://orcid.org/0000-0003-2973-7973
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS DE MAESTRÍA:		
NOMBRES Y APELLIDOS	**DNI**	**CÓDIGO ORCID**
Pedro James Vásquez Medina	16562688	https://orcid.org/0000-0001-6241-5525
Roberto Hugo Tirado Malaver	44565193	https://orcid.org/0000-0002-4615-5310
Jhon Herbert Obispo Gavino	15728127	https://orcid.org/0000-0002-0972-2400

SARA MARIANELLA TASAYCO DE LA CRUZ 2026-01...

SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL DEL SISTEMA PRODUCTIVO DEL AJO (Allium Sativum) EN BARRA...

DGI-POSGRADO 2026
Dirección de Gestión de la Investigación-VRI 2026
DIRECCION DE GESTION DE LA INVESTIGACION

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3491170064

Fecha de entrega
25 feb 2026, 1:11 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
25 feb 2026, 1:16 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
Borrador_Sara_Tasayco_corregido-3.pdf

Tamaño del archivo
1.2 MB

94 páginas

18.262 palabras

94.248 caracteres

19% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.° de fuente excluida

Fuentes principales

18% Fuentes de Internet
5% Publicaciones
8% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.° de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL DEL SISTEMA PRODUCTIVO DEL AJO (*ALLIUM SATIVUM*) EN BARRANCA - PERÚ

TASAYCO DE LA CRUZ, SARA MARIANELLA

TESIS DE MAESTRÍA

Asesor: Dr. Fredesvindo Fernández Herrera

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Escuela de Posgrado

Maestro en Ecología y Gestión Ambiental

Huacho – Perú
2026

DEDICATORIA

La presente tesis va dedicada principalmente a Dios por darme la vida, brindarme salud y permitirme culminar mi maestría en ecología y gestión.

A mi querida madre María Gloria De la Cruz que goza del reino de Dios, a mi padre Ángel Otilio Tasayco, quienes con mucho amor y sacrificio me apoyaron con sus sabios consejos, siendo parte de mi vida profesional.

A mis adorados hijos Ignacio, Samuel y Francisco por ser parte de mi vida y haber escrito la historia más bonita, Así mismo a mi esposo Pablo por su afecto y apoyo incondicional.

Sara Marianella Tasayco De la Cruz

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por permitirme realizar mis estudios y esta investigación que forma parte de mi vida profesional y que dicha investigación servirá para futuras investigaciones.

Mi sincero agradecimiento Al Dr. Fredesvindo Fernández Herrera en condición de asesor, por brindarme su amistad y tiempo de manera incondicional para llevar a cabo mi trabajo de investigación.

Sara Marianella Tasayco De la Cruz

ÍNDICE

DEDICATORIA iii

AGRADECIMIENTO vi

RESUMEN x

ABSTRACT xi

INTRODUCCIÓN xii

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.1 Descripción de la realidad problemática 1

1.2 Formulación del problema 2

1.2.1 Problema general 2

1.2.2 Problemas específicos 3

1.3 Objetivos de la investigación 3

1.3.1 Objetivo general 3

1.3.2 Objetivos específicos 3

1.4 Justificación de la Investigación 4

1.4.1 Justificación práctica 4

1.4.2 Justificación Teórica 4

1.4.3 Justificación Metodológica 4

1.5 Delimitaciones del estudio 4

1.5.1 Delimitación espacial 4

1.5.2 Delimitación temporal 5

1.5.3 Delimitación social 5

1.6 Viabilidad del estudio 5

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO 6

2.1 Antecedentes de la investigación 6

2.1.1 Investigaciones internacionales 6

2.1.2 Investigaciones nacionales 8

2.2 Bases teóricas 10

2.3 Bases filosóficas 20

2.4 Definición de términos básicos 20

2.5 Hipótesis de investigación 21

2.5.1 Hipótesis General 21

2.5.2 Hipótesis Específicos 22

2.6 Operacionalización de las variables 22

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA 25

3.1 Diseño metodológico 25
3.2 Población y muestra 25
3.2.1 Población. 25
3.2.2 Muestra 25
3.3 Técnicas de recolección de datos 26
3.3.1 Técnicas a emplear 26
3.3.2 Descripción de los instrumentos 26
3.3.3 Confiabilidad del instrumento 29
3.4 Técnicas para el procedimiento de la información 29
CAPÍTULO IV: RESULTADOS 30
4.1 Índice de la sostenibilidad del sistema productivo de ajo en Barranca 30
4.1.1. Dimensión ambiental del sistema productivo de ajo 30
4.1.2. Dimensión social del sistema productivo de ajo 40
4.2 Índice de sostenibilidad del sistema productivo del ajo en Barranca 62
4.2 Contrastación de hipótesis 63
CAPITULO V: DISCUSIÓN 66
5.1 Discusión de resultados 66
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 70
6.1 Conclusiones 70
6.2 Recomendaciones 71
VII: REFERENCIAS 72
7.1 Fuentes documentales 72
7.2 Fuentes bibliográficas 72
7.3 Fuentes hemerográficas 76
7.4 Fuentes electrónicas 76

RESUMEN

Objetivo: Determinar el índice de sostenibilidad del sistema productivo del ajo en Barranca. **Metodología:** La investigación se realizó desde el mes de julio a septiembre del 2025 y se realizó en el distrito de Barranca del departamento de Lima. Se utilizó la metodología multicriterio de Sarandón. Se construyeron subindicadores de tres dimensiones (ambiental, social, y económica) y se valoraron mediante 5 escalas, siendo el límite de sostenibilidad (3). Se evaluaron: tres dimensiones que se relacionan a la sostenibilidad. **Resultados:** En cuanto a la dimensión ambiental, los resultados demostraron que el sistema productivo de ajo no es ambientalmente sostenible (2,23), dichos análisis identificaron algunos subindicadores que debilitan al sistema tal como la fertilización del cultivo de ajo, incorporación de MO, gestión de los residuos de cosecha, aplicación de plaguicidas químicos, métodos de control de plagas y frecuencia de aplicación de plaguicidas. Con respecto a la dimensión social, los resultados demostraron que el sistema productivo de ajo es socialmente sostenible (3,14), sin embargo, se identificaron subindicadores que debilitan al sistema tal como el nivel de educación, la integración social, la calidad de asistencia técnica y capacitación y conocimiento y manejo de agroquímicos. En cuanto a la dimensión económica, los resultados demostraron que el sistema productivo de ajo no es económicamente sostenible (2,32), el análisis identificó subindicadores que debilitan al sistema tal como la superficie de la finca, la tenencia del terreno, el ingreso neto mensual, ingreso por otras actividades, limitación del sistema productivo y la dependencia de los insumos externos. Por tanto, el sistema productivo de ajo no es sostenible (2,56). **Conclusión:** El sistema productivo del ajo en Barranca no es sostenible, siendo necesario la intervención de estrategias, como los talleres y/o prácticas agroecológicas para fortalecer el sistema del cultivo del ajo y convertirlo en un sistema productivo sostenible.

Palabras clave: agroquímicos, gestión, sistema, sostenibilidad, subindicadores

ABSTRACT

Objective: Determining the sustainability index of the garlic production system in Barranca. **Methodology:** The research was conducted from July to September 2025 in the district of Barranca, Lima Department. The Sarandón multi-criteria methodology was used. Sub-indicators were constructed for three dimensions (environmental, social, and economic) and assessed using five scales, with a sustainability threshold of 3. Three dimensions related to sustainability were evaluated. **Results:** Regarding the environmental dimension, the results showed that the garlic production system is not environmentally sustainable (2,23). The analysis identified several sub-indicators that weaken the system, such as garlic crop fertilization, organic matter incorporation, crop residue management, application of chemical pesticides, pest control methods, and pesticide application frequency. Regarding the social dimension, the results showed that the garlic production system is socially sustainable (3,14). However, sub-indicators that weaken the system were identified, such as the level of education, social integration, the quality of technical assistance and training, and knowledge and handling of agrochemicals. As for the economic dimension, the results showed that the garlic production system is not economically sustainable (2,32). The analysis identified sub-indicators that weaken the system, such as farm size, land tenure, net monthly income, income from other activities, limitations of the production system, and dependence on external inputs. Therefore, the garlic production system is not sustainable (2,56). **Conclusion:** The garlic production system in Barranca is not sustainable, making it necessary to implement strategies such as workshops and/or agroecological practices to strengthen the garlic cultivation system and transform it into a sustainable production system.

Keywords: agrochemicals, management, system, sustainability, sub-indicators.

INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum* L.) es un cultivo altamente utilizado para el consumo humano, siendo uno de los principales ingredientes en la mayoría de los platos que se consumen en todo el mundo, debido a sus características sensoriales, nutricionales, funcionales y benéfico para la salud (Yang et al., 2025), entre sus componentes esenciales, el ajo contiene minerales, vitaminas, compuestos organosulfurado, compuestos fenólicos entre ellos los flavonoides, que tienen alta actividad antioxidante, siendo todos estos compuestos activos que reducen riesgos de enfermedades cardiovaculares y problemas cancerígenos, a pesar de su fuerte olor y sabor picante (Fernández y González, 2024).

Asimismo, el ajo en el Perú, es uno de los principales cultivos de producción y consumo, de acuerdo al MINAGRI (2025), reportaron que el ajo ha producido en la campaña agrícola 2023-2024, alrededor de 96,311.84 toneladas y con un rendimiento promedio de 11,447 t/ha, reportando un aumento de 29,58% de producción en comparación con la campaña 2014-2015.

Sin embargo, la mayoría de los agricultores recurren por un sistema convencional, la cual se caracteriza por el uso excesivo de agroquímicos y otros que ponen en riesgo a las futuras generaciones y provocan impacto negativo al medio ambiente (Martínez *et al.*, 2022).

Ante este problema, es necesario determinar la sostenibilidad del sistema de producción, ya que permite identificar cuáles son los aspectos que debilitan al sistema o que ponen en riesgo, poniendo así que aspecto el gobierno local o incluso el mismo agricultor pueda recurrir por estrategias para reducir y mejorar estos aspectos y con ello, usando prácticas que minimicen el impacto al medio ambiente de esta manera, convertir un sistema de producción convencional en un sistema de producción sostenible, que dicho sistema sea socialmente justa, económicamente viable y con respeto al medio ambiente, permitiendo así una rentabilidad del cultivo sin poner en riesgo a las futuras generaciones (Dilas *et al.*, 2024).

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La producción de ajo en Barranca, según Vergara (2021) el ajo se siembra entre agosto a julio, es uno de los principales cultivos de comercialización en esta provincia, debido a que el suelo y las condiciones climáticas de esta zona son favorables en el crecimiento y desarrollo del cultivo, lo que genera ingresos económicos en los productores ajeros de Barranca. De acuerdo con MINAGRI (2025) el ajo en Barranca ha reportado 3,547 toneladas en la campaña 2023-2024 producidos por alrededor de 138 agricultores dedicados a este cultivo.

El problema surge debido a que la alta demanda de este cultivo, provoca que los agricultores establezcan un sistema de producción, en donde, las entradas para que el ajo tenga rentabilidad, requiera de insumos agroquímicos, además, de la variedad del ajo, ya que este cultivo presenta un ciclo de vida de 8 a 10 meses de ciclo biológico, lo cual es más alto en comparación de otros cultivos transitorios, esto sugiere que el cultivo necesita de insumos químicos para el control de plagas insectiles, manejo de malezas, control de enfermedades (Dilas, 2024).

Además, el sistema productivo de ajo en o cualquier otro cultivo requiere de fertilizantes químicos, fertilizantes foliares y de pesticidas como insecticidas, fungicidas, acaricidas y herbicidas, por lo cual el uso intensivo del cultivo provoca que los productores utilicen dichos insumos agroquímicos y que su uso sea masivo y excesivo para obtener un sistema de producción rentable, en consecuencia, provoca un riesgo alto en la salud del agricultor, impacto negativo en el medio ambiente y aumento de los costos de producción (León, 2024).

Los estudios han reportado que el sistema de producción de un cultivo intensivo, se lleva a través de un sistema convencional en donde, se use insumos agroquímicos sin criterio, lo que provoca que su uso sea masivo e indiscriminado, provocando así, efecto negativo en el suelo, agua y el clima, además, del uso de pesticidas aplicados más frecuente, en altas dosis y con ingredientes activos de etiqueta roja los cuales son dañinos para el humano y ocasionan muerte también de insectos benéficos, todos estos factores producen una inestabilidad en el ecosistema (Nurmalina & Agustian, 2024).

Asimismo, la mayoría de los agricultores recurren por un sistema convencional, ya que es un sistema de producción conocido y fácil de llevar, a pesar que algunos de ellos conocen las consecuencias, aun así, llevan a cabo este sistema en donde el uso de agroquímicos ya sea fertilizantes y de pesticidas se usan de manera excesiva y en muchas veces sin criterio alguno para sus aplicaciones, debido a que obtendrán ingresos económicos, por lo que estos productos reducen el estrés de la planta y aumentan el rendimiento del cultivo, pero en consecuencia va alterando e inestabilizando el agroecosistema, sobre todo los recursos naturales de las cuales se están agotando, poniendo en riesgo a las futuras generaciones y provocando impacto negativo al medio ambiente (Martínez-López *et al.*, 2022).

Es por ello, la necesidad de valuar la sostenibilidad del sistema productivo de ajo, de esta manera podemos conocer cuáles son los indicadores que ponen en riesgo al sistema y poder intervenir en ellos, fortaleciendo al sistema. Es así que necesitamos de realizar el análisis de sostenibilidad económica, social y ambiental del sistema productivo del ajo en Barranca.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el índice de sostenibilidad del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el índice de sostenibilidad de la dimensión ambiental del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca?
- ¿Cuál es el índice de sostenibilidad de la dimensión social del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca?
- ¿Cuál es el índice de sostenibilidad de la dimensión económica del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca?
- ¿Cuáles son los indicadores que ponen en riesgo al sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar el índice de sostenibilidad del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el índice de sostenibilidad de la dimensión ambiental del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca.
- Determinar el índice de sostenibilidad de la dimensión social del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca.
- Evaluar el índice de sostenibilidad de la dimensión económica del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca.
- Identificar los indicadores que ponen en riesgo al sistema productivo del ajo (Allium sativum) en Barranca.

1.4 Justificación de la Investigación

1.4.1 Justificación práctica

El estudio propone la identificación de los indicadores que ponen en riesgo al sistema, de los cuales tienen mayor efecto negativo con el medio ambiente, esto pondrá al agricultor con mayor conciencia ambiental, podrá recurrir así, por productos amigables con el medio ambiente y reutilizar y respetar los recursos naturales.

1.4.2 Justificación Teórica

Los resultados de este estudio permitirán conocer con datos actuales de como manejan el sistema productivo del ajo en Barranca y servirá como antecedentes de investigación para que otros investigadores realicen estudios similares o que puedan realizar manejos o estrategias para reducir los aspectos negativos y fortalecer al sistema productivo para que sea un sistema sostenible. Asimismo, los productores de ajo, conocen si su sistema que vienen llevando es sostenible o no, con ello pueden recurrir por estrategias u otros aspectos para mejorar con su sistema productivo y que su ajo sea más rentable sin poner en riesgo a su salud y a los consumidores de este cultivo.

1.4.3 Justificación Metodológica

El análisis de sostenibilidad se realizó con el desarrollo de indicadores que se relacionan con el sistema de manejo del cultivo de ajo, identificando la tecnología que se usa en la actualidad en Barranca, esto permitirá que los agricultores puedan recurrir por otras tecnologías.

1.5 Delimitaciones del estudio

1.5.1 Delimitación espacial

El estudio se realizó en el distrito de Barranca de la región Lima, ubicada geográficamente en las coordenadas UTM: 18M X: 314155.49014365. Y: 9465568.7615678 y cuenta con 138 agricultores dedicados al cultivo de ajo MINAG (2025).

1.5.2 Delimitación temporal

Este estudio inició en el mes de julio al mes de septiembre del 2025.

1.5.3 Delimitación social

El estudio benefició los productores ajeros de Barranca.

1.6 Viabilidad del estudio

Esta investigación es viable, debido a que el estudio determinó como el sistema productivo de ajo es sostenible o no, al no ser se pudo identificar cuáles son estos indicadores que ponen en riesgo al sistema y para ello se realizaron encuestas que se llevó a cabo por el tesista y colaboradores.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Febrilia *et al.* (2025) en Indonesia, realizaron el análisis de la sostenibilidad ecológicos, económico y social de la producción de ajo en el distrito de Sembalun, Indonesia. Los resultados muestran que, en la dimensión ecológica y social, presentaron sostenibilidad ya que los valores superaron el umbral mínimo, en cambio la dimensión económica fue suficiente, se identificaron indicadores como sistema de riego fue el que pone riesgo en la dimensión ecológica y los indicadores seguro de salud, mano de obra agrícola debilitan la dimensión social, mientras que en la dimensión económica los indicadores fueron comercialización del ajo y los precios de la semilla de ajo son lo que ponen en riesgo a la sostenibilidad económica.

Nurmalina & Agustian (2024) en Indonesia, evaluaron la sostenibilidad en la producción de ajo en Indonesia. Los resultados muestran que el sistema productivo de ajo depende de los insumos agroquímicos, por lo que es necesario minimizar el uso excesivo de estos insumos por la sustitución de productos respetuosas con el medio ambiente, todo ello a través de las Buenas Prácticas Agrícolas, además, indican que el gobierno local debe garantizar y priorizar la penetración del ajo local en el mercado, de la misma forma debe de aplicar restricciones a la importación de ajo, con ello fortalecer la sostenibilidad del ajo en Indonesia.

Puspitasari *et al.* (2023) en Indonesia, evaluaron la sostenibilidad en la producción de ajo en Indonesia para determinar estrategias en el programa de desarrollo sostenible del cultivo de ajo. Los resultados muestran que el ajo como lo manejan los agricultores de Indonesia es menos sostenible en las dimensiones, por lo que es necesario recurrir por prácticas de manejo ecológico para reducir el uso indiscriminado de los pesticidas, además de minimizar el uso de los fertilizantes químicos y cambiarlos con insumos respetuosos con el medio ambiente, tales

como los biofertilizantes, también es necesario reducir la dependencia de las subvenciones y ampliar la interacción de los agricultores con el sistema productivo con manejo sostenible.

Martínez-López *et al.* (2022) en España, en su estudio sobre la mejora de la sostenibilidad y rentabilidad del cultivo de ajo en el agroecosistema mediterráneo con escasez hídrico. Los resultados muestran que el ajo a través del modelo SUPROMED cuyo modelo promueve una gestión eficaz del recurso hídrico, de energía y fertilizante, ya que el uso de transductores de presión y los caudalímetros son importantes y necesarios para controlar la cantidad de agua aplicada al ajo, identifica los problemas de funcionamiento del sistema de riego, por ello la evaluación es periódica, por lo que se registran en las sondas de humedad información sobre las dosis excesivas de riego, como también el balance nutricional del cultivo, mejorando la dosis correcta de los fertilizantes, por lo que este modelo permite que los agricultores mejoren la sostenibilidad de los agroecosistemas semiáridos del ajo.

Zhuang-Mufan *et al.* (2021) en China, en su estudio sobre los impactos ecológicos y socioeconómicos de servicios ecosistémicos en el cultivo de ajo en China. Los resultados muestran que el ajo, enfrenta condiciones de riesgo, debido a que es un cultivo de largo periodo vegetativo por el cual tiene más tiempo en ser evaluado y ser atacado por diferentes plagas, al cosechar, el ajo tiende a presentar situación variable en el precio del ajo en el mercado, pero los agricultores que han implementado la política APM que el modo de plantación alternativo, ha mejorado la sostenibilidad del ajo, con el modelo EPM (modo de plantación ecológico) mejora notablemente los beneficios tanto ecológicos y económicos lo que permite mejorar la sostenibilidad del ajo.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Dilas *et al.* (2024) en Arequipa, estudiaron la sostenibilidad ecológica, económica y social del ajo en La Campiña, Valle de Majes y Camaná. Los resultados encontrados muestran que las zonas de producción de ajo en Perú, es Arequipa, al evaluar la sostenibilidad a través de un conjunto de indicadores, encontraron que en Valle de Majes y Camaná son sostenibles en sus tres dimensiones; es decir la dimensión económica fue de 1,93 en las tres zonas de Arequipa, siendo 1,9 el umbral mínimo de sostenibilidad, en cuanto a la dimensión económica fue de 2,72 y 2,11 en Valle de Majes y Camaná, para la zona Campiña fue de 1,53 y para la dimensión social fue de 2,53 y 2,23 en las tres zonas de Arequipa, sin embargo, en la dimensión social corre riesgo en el indicador asociatividad de los pequeños agricultores, con el fortalecimiento de este indicador permitirá que los productores se asocien y puedan buscar un mayor precio de su producto mejorando el sistema comercial del ajo en Arequipa.

Contreras-Liza *et al.* (2024) en Lima, estudiaron la sostenibilidad ecológica, económica y social de la papa en la región Lima. Los resultados encontrados muestran que el sistema productivo de papa en Barranca, obtuvo un valor de 1,76 por debajo al umbral mínimo por tanto este sistema productivo no presenta sostenibilidad, por lo que se necesita de medidas para fortalecer el sistema productivo, desde la intervención de talleres informativos sobre la conservación de la vida del suelo, criterios y buen manejo de fertilizantes y de manejo integrado de plagas, además, se encontró que el sistema no cuenta con integración social, además, que estos productores tienen bajo nivel de conciencia ambiental, por lo que se busca implementar el uso de microorganismos con actividad antifúngica y biofertilizantes, que permitan reducir el uso de plaguicidas y fertilizantes de esta manera incrementar y obtener sostenibilidad del sistema productivo del cultivo en Barranca.

León (2024) en Arequipa, estudiaron la caracterización ambiental, económica y social de fincas productoras de ajo en el Valle de Tambo. Los resultados encontrados muestran que los agricultores dedicados al ajo so hombres, de 45 a 64 años, cuentan con servicios, pero no tiene cobertura de salud, además, muestran que en la dimensión social, los agricultores no pertenecen a una asociación de agricultores, en la dimensión económica, indican que las fincas productores tienen de 1 a 3 has, comienza con siembra en junio, con riego de gravedad, con rendimiento de 10 a 12 t/ha, costo de producción de 20 000 a 25 00 nuevos soles por ha, en la dimensión ambiental, usan de forma indiscriminada los plaguicidas.

Santos & Gallardo (2024) en Barranca, evaluaron la sostenibilidad ambiental del sistema productivo de maíz en Barranca. Los resultados mostraron que el índice de sostenibilidad en Barranca fue de 2,31 siendo un valor por debajo del umbral mínimo de 3, indicando que el sistema productivo de maíz en Barranca, sobre la aplicación de fertilizantes y pesticidas, ya que la mayoría usa de medida excesiva, por lo que son dependientes de estos insumos lo que produce impacto en el medio ambiente, siendo un sistema no sostenible, siendo necesario la intervención con medidas estratégicas para fortalecer el sistema productivo.

Bravo *et al*. (2020) en Barranca, Pativilca, evaluaron la sostenibilidad del maíz en Pativilca. Los resultados mostraron que el sistema productivo de maíz en la provincia de Barranca, Pativilca, obtuvo una sostenibilidad de 2,54 siendo un valor por debajo del mínimo que es 3, siendo un sistema productivo no sostenible, por tanto, se debe intervenir en el manejo del cultivo de maíz en Barranca, con un manejo con criterio y uso de biofertilizantes para reducir el uso de agroquímicos esta difusión a través de talleres de manejo integrado de plagas, fertilización, uso de agentes biológicos para mejorar la condiciones del suelo, mejorar el sistema de riego, con estas mejoras se puede fortalecer el sistema productivo de este cultivo, produciendo la sostenibilidad en Barranca.

2.2 Bases teóricas

2.1.1 Sistema productivo del ajo

El sistema productivo es un conjunto de factores cuyos elementos que ingresan se interaccionan y se obtiene como salida el producto cosechable (Liu *et al.,* 2024). La alta demanda de este cultivo, provoca que los agricultores establezcan un sistema de producción, en donde, las entradas para que el ajo tenga rentabilidad, requiera de insumos agroquímicos, además, de la variedad del ajo, ya que este cultivo presenta un ciclo de vida de 8 a 10 meses, lo cual es más alto en comparación de otros cultivos transitorios, esto sugiere que el cultivo necesita de insumos químicos para el control de plagas insectiles, manejo de malezas, control de enfermedades (Dilas, 2024), además, requiere de fertilizantes químicos, foliares, por lo cual el uso intensivo del cultivo provoca que los productores utilicen dichos insumos agroquímicos y que su uso sea masivo y excesivo para obtener un sistema de producción rentable, en consecuencia provoca un riesgo alto en la salud del agricultor, impacto negativo en el medio ambiente y aumento de los costos de producción (León, 2024).

2.1.1.1 Generalidades del ajo

El ajo (*Allium sativum* L.) es un cultivo altamente utilizado para el consumo humano, siendo uno de los principales ingredientes en la mayoría de los platos que se consumen en todo el mundo, debido a sus características sensoriales, nutricionales, funcionales y benéfico para la salud (Yang et al., 2025), entre sus componentes esenciales, el ajo contiene minerales, vitaminas, compuestos organosulfurado, compuestos fenólicos entre ellos los flavonoides, que tienen alta actividad antioxidante, siendo todos estos compuestos activos que reducen riesgos de enfermedades cardiovaculares y problemas cancerígenos, a pesar de su fuerte olor y sabor picante, sus compuestos le convierten en un cultivo altamente producido y consumido (Fernández y González, 2024).

2.1.1.2 Producción del ajo en el Perú

En el Perú el ajo, es uno de los principales cultivos de producción y consumo, de acuerdo al MINAGRI (2025), reportaron que esta hortaliza ha producido durante la campaña agrícola 2023-2024, alrededor de 96,311.84 toneladas, con un rendimiento promedio de 11,447 t/ha, reportando un aumento de 29,58% de producción en comparación con la campaña 2014-2015, este aumento indica que el crecimiento poblacional es proporcional con la producción de ajo, ya que es un ingrediente necesario en la alimentación peruana y usada por sus propiedades medicinales, además, de su uso como condimento y aromatizantes (Acosta, 2022).

La producción de ajo en Barranca, según Vergara (2021) el ajo se siembra entre agosto a julio, es uno de los principales cultivos de comercialización en esta provincia, debido a que el suelo y las condiciones climáticas de esta zona son favorables en el crecimiento y desarrollo del cultivo, lo que genera ingresos económicos en los productores ajeros de Barranca. De acuerdo con MINAGRI (2025) el ajo en Barranca ha reportado 3,547 toneladas en la campaña 2023-2024 producidos por alrededor de 138 agricultores dedicados a este cultivo.

2.1.1.3 Origen del ajo

El ajo es un cultivo que se domesticó en Asia, específicamente su origen fue el noroeste de la India, Punjan y Afganistán, así también se encontró restos de esta hortaliza en el Mediterránea, por lo cual se considera que el ajo se domesticó siendo su centro de origen en elsur oeste de Asia y de Europa, donde lo usaban como medicina, por sus proipiedades (Fersini, 1976 citado por Acosta, 2022).

2.1.1.4 Aspectos botánicos

Taxonomía

Según Vavilov (1951) citado por Nicho & Cóndor (2012) clasifica taxonómicamente al ajo de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Liliales

Familia: Aliaceae

Género: *Allium*

Especie: *sativum*

Nombre Científico: *Allium sativum*

Nombre común: Ajo

Descripción Botánica del ajo

De acuerdo a Nicho & Cóndor (2012) el ajo describe botánicamente al ajo con las siguientes características morfológicas.

a). Hoja: La hoja son largas, alternas y comprimidas, se forman como túnicas que protegen a los bulbos.

b). Tallo: El tallo es hueco, rollizo, aparece por el centro de las hojas, tiene una altura de 40 60cm.

c). Raíz: La raíz en conjunto se encuentra a 40cm del suelo. La raíz es bulbosa, contiene de seis a doce bulbillos, estos son los conocidos como dientes de ajo, protegidos por una delgada capa o túnica blanca formando la cabeza de ajo

d). Flor: Son numerosas y pequeñas, se agrupan en umbelas.

2.1.1.5 Requerimiento de clima

El ajo cuya domesticación fue Asia, es un cultivo que requiere de un clima frío, donde la temperatura que esta planta presenta buen desarrollo es de 5 a 30°C, presentando un rango óptimo de temperatura de 15 a 28°C, sobre todo de 14 a 16°C este rango es requerido para inducir bulbificación, y para la maduración de los bulbos requiere de clima más cálido que coincida con la primavera o inicio de verano y que dicha temperatura se encuentre entre 18 a 24°C. Asimismo, la nubosidad provoca que la planta presente mayor contaminación por hongos patógenos, además, el bulbo presenta mal formación, por lo que la planta necesita de 60 a 70% de humedad relativa y días luminosos, en esta vegetativo la planta necesita de 10 horas luz y para bulbificación de 12 horas luz (INIA, 2009 citado por Atencio & Calixto, 2024).

2.1.1.6 Requerimiento de suelo

El ajo a presentar un crecimiento radicular de 40cm requiere de un buen manejo del suelo, para darle condiciones de aireación, ya que puede adaptarse a cualquier textura de suelo, el pH del suelo debe ser de 6 a 6,5 (Vergara, 2021).

2.1.1.7 Fenología del ajo

El ciclo fenológico del ajo, el primer estado es el estado vegetativo donde aparecen las primeras hojas, el crecimiento de estas hojas brotan del diente de ajo que se sembró anteriormente, el segundo estado es la formación de bulbos, donde los carbohidratos de la hoja se traslocan hacia el bulbo, el tercer estado fenológico es la maduración inicial, en donde las hojas tienden a doblarse y se van amarillando, hasta que por fin, el cuarto estado donde la planta ya amarillenta se llega a la maduración en donde la planta ya relativamente seca se observa que el bulbo ha madurado y esta para su cosecha (MINAGRI, 2011 citado por Atencio & Calixto, 2024).

2.1.1.8 Variedades de ajo en el Perú

El ajo en el Perú es uno de los principales cultivos y debido a las diferentes condiciones climáticas que tiene, existen diferentes variedades adaptadas para cada condición climática del Perú, entre los más usado son seis, ellos son: var. Morado, var. Arequipeño, var. Napuri, var. Massone, siendo estas variedades más usadas en el Perú, var. Chaarreño, var. Chino y la var. Pata de perro, teniendo en cuenta que las variedades más producidas en la costa central son: la var. Napuri, var. Blanco huaralino, var. Barranquino y la var. Concomesino (Nicho & Cóndor, 2012).

En el presente estudio, la localidad que se buscó el análisis de sostenibilidad del sistema productivo de ajo, se realizó en Barranca, en donde los agricultores usan mayor ente la variedad Barranquino y de acuerdo con Nicho & Cosme (2005) que esta variedad presenta un ciclo fenológico de cinco a seis meses, notablemente menor al estado fenológico en otras regiones que es de 8 a 10 meses, por tanto, bajo las condiciones climáticas de Barranca permite que esta variedad se adapta bien y sea más precoz, entre las características que tiene esta variedad es:

- Crecimiento inicial de coloración verde azulada
- Es susceptible a los hongos de suelo, especialmente el *Fusarium oxysporum* spp. Allí y en el área foliar por la *Stemphyllium botryosum*.
- En la maduración del bulbo se emite la pseudo escapo esto indica que no hay formación de bulbillos en el pseudotallo.
- Si el agriultor prolonga el riego, en el quinto mes, se observa el ramaleo termino que se usa para indicar la formación de más de un pseudotallo por planta, la cual es un aspecto negativo.
- Presenta buena formación de la cabeza de ajo de color blanco y buenas características sensoriales.
-

2.1.2 Sostenibilidad agrícola

En la actualidad el mundo está en un riesgo, debido al alto consumo recursos naturales y de energía, que es usada por la agricultura, a medida que la población mundial crece también la demanda de alimentos es mayor y si los agricultores dependen más de los insumos agroquímicos, se presenta un impacto negativo en el medio ambiente, por ello, la alternativa es crear concientización y desarrollo de una agricultura sostenible, que permite satisface la seguridad alimentaria en la población, siendo este un caso notable ya que en países donde han desarrollado agricultura sostenible, han encontrado resultados significativos en el avance e innovación de la agricultura satisfaciendo las necesidades alimenticias, nutricionales y funcionales en dichas naciones, por lo cual debe ser un caso para el cual se debe seguir, para que todo las naciones promuevan prácticas, y políticas de una agricultura sostenible (Liu *et al*, 2024).

2.1.2.1 Métodos del desarrollo de la agricultura sostenible

La alimentación es el principal pilar de cada nación, siendo el principal objetivo desarrollar una agricultura sostenible que permita obtener un rendimiento estable de los cultivos sin provocar alteraciones o gastar recursos naturales sin estrategias de renovación de estos, de esta manera la agricultura sostenible, puedan asegurar a las generaciones futuras de los recursos naturales y mantener la seguridad alimentaria de las poblaciones en el mundo (Wang *et al.*, 2022).

Teniendo en cuenta que la mayoría de los agricultores recurren por un sistema convencional, ya que es un sistema de producción conocido y fácil de llevar, a pesar que algunos de ellos conocen las consecuencias, aun así, llevan a cabo este sistema, debido a que obtendrán ingresos económicos, pero alterando e inestabilizando el agroecosistema, sobre todo los recursos naturales se están agotando, poniendo en riesgo a las futuras generaciones y provocando impacto negativo al medio ambiente (Martínez-López *et al.*, 2022).

Ante este problema, es necesario conocer el índice de sostenibilidad del sistema de producción, ya que con este estudio podemos identificar cuáles son los aspectos que debilitan al sistema o que ponen en riesgo al sistema, poniendo así que aspecto el gobierno local o incluso el mismo agricultor pueda recurrir por estrategias para reducir y mejorar estos aspectos y con ello, usando prácticas que minimicen el impacto al medio ambiente de esta manera, convertir un sistema de producción convencional en un sistema de producción sostenible, que dicho sistema sea socialmente justa, económicamente viable y con respeto al medio ambiente, permitiendo así una rentabilidad del cultivo sin poner en riesgo a las futuras generaciones (Dilas *et al.*, 2024).

De acuerdo con Wang *et al.* (2022) los métodos para el desarrollo de la sostenibilidad agrícola, debe cumplir con modelos de integración, tales como el conjunto difuso, Delphi y la teoría de Grey, las cuales permiten calcular la relación entre diversos factores en la gestión agrícola, tomando en cuenta la cadena de suministro de los productos amigables con el medio ambiente o también considerado como insumos verdes, con ello se puede promover la sostenibilidad agrícola, así también, es necesario incorporar tecnología digital para mejorar la agricultura, con adaptación de nuevas técnicas como el uso de drones y teledetección para encontrar a tiempo plagas o detectar si las plantas están presentando estrés todo ello a través de tecnología digital, mejorar los sistemas de riego e integrar tierras que presentan situaciones no favorables para la planta, promover la calidad de vida de los agricultores.

Por lo cual, el desarrollo de una agricultura sostenible, permite garantizar alimentos nutricionales y funcionales, ya que hoy en día no solo se necesita de alimentos para nutrir, sino que estos alimentos tengan calidad sensorial, calidad funcional es decir que mejore la salud de los humanos, además, de estrategias para revitalizar las áreas rurales con ello mejorar la economía circular agrícola, protección ecológica, social y la modernización de las zonas rurales (Liu *et al.,* 2024).

2.1.2.2 Experiencia práctica del desarrollo de la sostenibilidad agrícola

El desarrollo sostenible en la agricultura, no solo es remplazar los insumos agroquímicos por agentes biológicos u orgánicos, sino también de incorporar prácticas innovadoras y con tecnología de la cual no se tenga un gasto de recursos naturales al contrario debería ser dicha práctica con regeneración y reutilización de los recursos naturales. Por ejemplo, la degradación del acolchado plástico biodegradable en diferentes tipos de suelo, la cual permite mejorar las condiciones del cultivo, el uso de variedades mejoradas cuyos recursos genéticos se hayan usado con variedades silvestres o nativas, así también, cultivo intercalado, labranza cero, cultivo de arroz cocultivados con peces, entre otras prácticas agrícolas innovadores que permiten aumentar el rendimiento sin usar demasiados insumos agroquímicos y además, permiten mejorar la diversidad genética animal y vegetal, promoviendo la sostenibilidad agrícola (Liu *et al*, 2024; Moreno *et al.* 2022; Mogale *et al.* 2022).

2.1.2.3 Agricultura sostenible y la resiliencia climática

El cambio climático hace décadas ya se ha pronosticado, y a través del tiempo se ha observado sus consecuencias en la agricultura mundial, entre las causantes de este efecto, va desde las fábricas industriales, contaminación por residuos sólidos, gases de efecto invernadero provocados por los automóviles, así también de la agricultura con el uso indiscriminado de agroquímicos, entre otros son lo que provocan cada vez más este cambio climático, por lo que es considerado como cambio climático antropogénico, siendo necesario la intervención y muchas naciones ya han puesto en marcha sus estrategias de solución a estos factores de daño, por lo que la dependencia a los insumos agroquímicos es necesario de reemplazarlos por el uso de insumos que respeten al medio ambiente o que sean amigables con el medio ambiente (El Chami & El Moujabber, 2024).

2.1.3 Dimensiones de la sostenibilidad

La sustentabilidad de un sistema agrícola debe contar con tres dimensiones equivalentes, es decir que si alguna dimensión no presenta sostenibilidad el sistema agrícola no es sostenible, por ello es necesario determinar cada uno de las dimensiones para encontrar si dicho sistema productivo es sostenible (Cadena *et al*, 2021).

2.1.3.1 Dimensión ambiental

La sostenibilidad ambiental está relacionada con los componentes del medio ambiente siendo principalmente los recursos naturales los de mayor, entre otros como los agentes biológicos o microorganismos benéficos, suelo, agua entre otros componentes, dichos componentes deben asegurar si el ecosistema es estable y equilibrado, por tanto, si el sistema productivo en un cultivo es sostenible indica que tiene buen manejo de los recursos naturales que equilibran el sistema, ya que la mayoría de veces las empresas relacionadas a la agricultura y los agricultores ocasionan riesgos y un mal manejo de los recursos naturales en consecuencia en la vulnerabilidad del sistema, provocando riesgo en las generaciones futuras, perdiendo el ecosistema natural (Pinedo *et al.,* 2022).

En la agricultura, la mayoría de ocasiones durante el manejo el agricultor recurre por plaguicidas de alto espectro es decir altamente tóxicos debido a que la plaga es demasiado ocasional y debido al clima favorable tiende a desarrollarse más e infectar al cultivo, es así que los agricultores recurren por estos plaguicidas, debido a que son más fáciles de obtener y sus precios son menores a comparación de otros plaguicidas de mejor efectividad y menos tóxicos, por ello, que ponen en riesgo y ocasionan impacto negativo al medio ambiente, sumado también, el uso de fertilizantes químicos, por lo cual para que el sistema sea sostenible es necesario de talleres con capacitadores para reducir los daños al medio uso de biofertilizantes entre otras estrategias para reducir la contaminación ambiental y manejar los recursos naturales (Cadena *et al*, 2021).

2.1.3.2 Dimensión social

La sostenibilidad social de un sistema productivo en un cultivo específico, debe constituir indicadores con un enfoque de organización entre los agricultores, para que les facilite así una mejor comercialización del producto cosechable, además, el agricultor presenta todas las condiciones de servicios básicos familiares, especialmente servicios como: el acceso a la educación, salud, agua y desagüe, electricidad y vivienda, para mejorar la calidad de vida del agricultor que se dedica al cultivo en específico, asimismo, hacer charlas con capacitadores, presentar responsabilidad social, mejorar sus condiciones de vida, entre otros componentes sociales, con ello conoceremos si el sistema es socialmente justa (Mejía *et al*., 2020).

2.1.3.3 Dimensión económica

La sostenibilidad económica de un sistema agrícola es un pilar muy difícil de asegurar, ya que es difícil que el precio del producto cosechable se mantenga estable o que aumente su precio, ya que teniendo en cuenta que esta dimensión analiza si los indicadores económicos son viables, para que los agricultores mantengan a su familia con condiciones económicas que mejoren su vida pero sin poner en riesgo a los recursos naturales y a las futras generaciones, sin embargo, el uso de plaguicidas químicos tienen tan altos precios ya que varía con la producción y comercialización del petróleo siendo un factor de riesgo, lo que puede ocasionar aumento de los costos de producción, de esta manera el producto cosechable sino tiene el precio requerido, el agricultor tiende a presentar perdidas económicas, por tanto, riesgo a su familia, es así que todo sistema debe de contar con más de recurso o fuente de ingresos (Cadena *et al*, 2021).

Por lo que establecer el cambio de un sistema convencional por un sistema sostenible permitiendo el uso de productos orgánico y biológicos, combinados con los químicos facilitando así un buen manejo agrícola y mejores ganancias (Mejía *et al*., 2020).

2.3 Bases filosóficas

- **Teoría del sistema sostenible**

El medio ambiente como filosofía es un enfoque que agrupa tres dimensiones y estos interacciones de manera equitativa, llegando a alcanzar un desarrollo sostenido en el tiempo, con el objetivo de mantener un equilibrio del ecosistema y cuidando de la naturaleza, usando y regenerando los recursos naturales, que permitan que el sistema sostenible sea estable y no ponga en riesgo a las poblaciones futuras por tanto, se debe manejar con ética, cabe resaltar que el estudio del medio ambiente forma parte de la ecología la cual es una ciencia, que analiza y encuentra las posibles, por lo que esta teoría permite garantizar y satisfacer las necesidades alimenticias y económicas de la población actual pero sin comprometer a las futuras generaciones, para ello se debe mantener las tres dimensiones (económica, social y ambiental) de la sostenibilidad (El Chami & El Moujabber, 2024).

- **Teoría del desarrollo sostenible**

Esta teoría se enfoca en que el sistema productivo presente un desarrollo sostenible, por lo cual esta teoría fue propuesta por Brundtland en 1987, poniendo como teoría, que el desarrollo sostenible es todo un proceso que satisface las necesidades de los pobladores, pero sin que se llegue a comprometer a las futuras generaciones, por lo cual existe un equilibrio con un crecimiento económico, bienestar social y el cuidado del medio ambiente, por tanto, debe existir para un desarrollo un equilibrio entre los tres dimensiones del sistema (Liu *et al.,* 2024).

2.4 Definición de términos básicos

Agricultura

Se llama así a la actividad de producir un cultivo con el uso de diversos componentes, manejos para llegar a la cosecha del producto alimenticio, formando así un sistema (Mejía *et al*., 2020).

Ambiente

El ambiente es un sistema que está constituido por componentes tales como agua, suelo, atmósfera (Bravo *et al*., 2020).

Indicador

El indicador es una herramienta que se usa para medir o cuantificar la dimensión en donde se toman diferentes subindicadores que están estandarizadas y dan como resultado el índice de una dimensión (Sarandón, 2002).

Plaguicidas

El plaguicida es un producto químico que es derivado del petróleo, y es altamente tóxico, según su ingrediente activo, siendo usada para controlar las plagas y enfermedades o para eliminar las malezas, sin embargo, su mal uso trae consigo un impacto negativo del medio ambiente (Lozano y Sovero, 2020).

Recursos naturales

Son parte dela naturaleza y que son usadas por los seres humanos, para satisfacer sus necesidades, sin embargo, si se utilizan de manera indiscriminada se pueden eliminar llegan a producir inestabilidad en el ecosistema (Mejía *et al*., 2020).

Sistema

El sistema productivo es un conjunto de factores cuyos elementos de estos factores que ingresan se interaccionan y se obtiene como salida el producto cosechable (Liu *et al.,* 2024).

2.5 Hipótesis de investigación

2.5.1 Hipótesis General

H_0: El sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca no presenta sostenibilidad general.

H_1: El sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca presenta sostenibilidad general.

2.5.2 Hipótesis Específicos

H_0: No existe una sostenibilidad de la dimensión ambiental del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca.

H_1: Existe una alta sostenibilidad de la dimensión ambiental del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca.

H_0: No existe una sostenibilidad de la dimensión social del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca.

H_2: Existe una alta sostenibilidad de la dimensión social del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca.

H_0: No existe una sostenibilidad de la dimensión económica del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca.

H_3: Existe una alta sostenibilidad de la dimensión económica del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca.

2.6 Operacionalización de las variables

- **Variable independiente**

  Sostenibilidad

- **Variable dependiente**

  Sistema productivo del ajo

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE (S)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	SUBINDICADOR	ESCALA
Variables independiente:						
				A. Conservación de la vida de suelo	A1.- Rotación de cultivos	(5) Siembra ajo y descansa el terreno; (4)Siembra ajo y una campaña de maíz; (3) Siembra ajo, maíz y ajo; (2) Siembra ajo dos campañas seguidas; (1) Siembra ajo tres campañas seguidas.
					A2.- Fertilización del cultivo de ajo.	(5) Materia orgánica (MO) y biofertilizantes; (4) MO y biofertilizantes; (3) Fertilizantes químicos y alta incorporación de MO; (2) Fertilizantes químicos y baja incorporación de MO (1) Solo fertilizantes químicos.
					A3.- Incorporación de materia orgánica.	(5)> a 10,1 t ha^{-1} (4) de 7,1 a 10 t ha–1 (3) de 5,1 a 7 t ha^{-1}; (2) de 3,1 a 5 t ha^{-1}; (1) Menor a 3 t ha^{-1}.
					A4.- Gestión residuos de cosecha de ajo	(5) Incorpora al suelo (4) Procesa compost (3) Forraje (2) lo bota o vende (1) quema.
			Ambiental	B. Gestión de plagas y enfermedades.	B1.- Aplicación de plaguicidas.	(5) Utiliza 100% de biopesticidas; (4) Utiliza 80% de biopesticidas y 20% de plaguicidas químicos; (3) Utiliza 50% de biopesticidas y 50% de plaguicidas químicos; (2) Utiliza 80% de plaguicidas químicos y 20% de biopesticidas (1) Utiliza 100% de plaguicidas químicos.
					B2.- Método de control de plagas.	(5) MIP (4) Labores culturales y bioplaguicidas; (3) Químico, labor cultural y bioplaguicidas; (2) Químico y algunas labores culturales; (1) Químico.
					B3.- Frecuencia de aplicaciones de plaguicidas.	5) de 1 a 3 aplicaciones; 4) de 4 a 6 aplicaciones; 3) de 7 a 9 aplicaciones; 2) de 10 a 12 aplicaciones; 1) más de 12 aplicaciones.
				C. Manejo del recurso hídrico	C1.- Sistema de riego.	(5) Fertirriego; (4) Riego por goteo (3) Riego por gravedad con regantes expertos; (2) Riego por gravedad con regantes semiexpertos (1) Riego por gravedad con regantes inexpertos.
					C2.- Calidad del agua	5) muy buena; 4) buena; 3) regular); 2) mala; 1; muy mala.
Sostenibilidad	La sostenibilidad agrícola evalúa el sistema productivo sea económicamente viable, socialmente justa y ambientalmente amigable (Sarandón, 2002).	Cuantificar el índice de sostenibilidad y sus dimensiones: a) ambiental, b) social y c) Económico. A través de un cuestionario con escala de Likert estandarizado, para determinar el nivel bajo, medio y alto.	Social-cultural	Necesidades básicas	A1. Nivel de educación	(5) Universitario; (4) Técnico; (3) Secundaria; (2) Primaria; (1) Ninguna
					A2. Vivienda	(5) Material noble, muy buena; (4) Material noble, buena; (3) Material adobe, buena; (2)Material adobe regular ; (1) Material adobe mala
					A3. Servicios básicos de la vivienda	(5) Servicios de agua, desagüe, luz e internet; (4): Servicios de agua, desagüe, luz sin internet ; (3) Servicios de agua, ni desagüe ni luz; (2) Agua, sin desagüe y sin luz; (1) Sin ningún servicio básico
					A4. Calidad de servicios de salud	(5) Muy buena, equipamiento y servicios eficientes; (4) Buena, equipado, servicios adecuados, (3) Regular, equipado pero con servicios inadecuados; (2) Mala, muy mala, equipos obsoletos, mala calidad de servicios; (1) Muy mal: sin equipos, solo servicios de atención primaria.
					A5. Calidad de vías de acceso a su finca	(5) Muy buenas condiciones; (4); Buena; (3); Regular; (2) Mala; (1); Muy malas condiciones
					A6. Disponibilidad/estado de movilidad	5) Propia en buen estado, 4) propia regular estado; 3) propia deteriorada; 2) alquiler 1) no tiene ni alquila
				B. Aceptabilidad del sistema de producción	B1. Nivel de satisfacción del productor	(5): Muy satisfecho; (4): satisfecho; (3): Medianamente satisfecho; (2): Muy poco satisfecho; (1): insatisfecho.
					B2. Lugar de residencia	(5) Parcela o fundo; (4) Centro poblado muy cercano a su parcela; (3) Centro poblado alejado de su parcela; (2) Ciudad muy cercana a su parcela; (1) Ciudad muy lejos de su parcela.

				B3. Integración social	(5) Excelente (4) Muy buena; (3) Buena; (2) Regular; (1) Nula.
			C. Asistencia técnica/ capacitación	C1. Calidad de asistencia técnica y capacitación	(5) Excelente; (4) Muy buena; (3) Buena; (2) Regular; (1) Nula, no le sirve.
				C2. Oferta tecnológica	(5)Muy buena, variedades/tecnologías de manejo de ajo; (4) Buena, variedades insumos; (3) Regular poca oferta de variedades y métodos de producción; (2) Mala, falta semillas de calidad, escasos métodos de producción; (1) Muy mala, poca oferta tecnológica.
				C3. Conocimiento y conciencia ecológica	(5): Muy buena, manejo excelente de uso efectividad y nivel de toxicidad (tiene estudios); (4) Buena: conoce muy bien su efectividad y nivel de toxicidad; (3): Regular, conoce bien o adecuadamente los productos (2): Mala, conoce regularmente los productos; (1) Muy mal: Conoce muy poco usa por indicaciones del técnico, asesor o vecino.
		Económico	A: Rentabilidad	A1. Superficie de la finca productora de ajo (hectáreas)	(5) Más de 5 ha ; (4) entre 3 a 5 ha; (3) entre 1 a 3 ha; (2) entre 0,5 a 1 ha; (1) menos de 0,5 ha
				A2. Rendimiento	(5) Más de 18 t/ha; (4) entre 15 y 18 t/ha; (3) entre 12 y 15 t/ha; (2) entre 9 y 12 t/ha; (1) menos de 9 t/ha
				A3. Tenencia de tierras	(5) Propietario con título; (4) Propietario sin título; (3) Posesionario; (2) Contrato de anticresis; (1) Arrendatario
			B: Ingreso económico	B1. Ingreso Neto Mensual en nuevos sokes (PEN)	(5): > PEN 3946; (4): de 2941-3945 PEN; (3): de 1936-2940; (2): de 931 a 1935; (1): < o igual a 930.
				B2. Ingreso por otras actividades en nuevos soles (PEN)	(5): > PEN 1764; (4): de 1226 a 1763 PEN; (3): de 689-1225 PEN; (2): de 151 a 688 PEN; (1): < o igual a 150 PEN.
			C: Riesgo económico	C1. Limitaciones del sistema productivo de ajo	(5) Sin limitaciones; (4) Enfermedades y plagas; (3)) Enfermedades y plagas, precios de insumos (2)) Enfermedades y plagas, precios de insumos, precio de venta, suelo.; (1) Enfermedades y plagas, precios de insumos, precio de venta, suelo, malezas, sequía.
				C2. Número de vías de comercialización	(5) Mercado local, Mercado de Barranca, intermediario, mercado mayorista de Lima y exportación; (4) Mercado local, Mercado de Barranca, intermediario y mercado mayorista de Lima; (3) Mercado local, intermediario y mercado mayorista de Lima; (2) Mercado local e intermediario (1) Mercado local.
				C3. Dependencia de insumos externos	(5) No depende de los insumos externos; (4) Depende del 25% de los insumos externos; (3) Depende del 50% de los insumos externos; (2) Depende del 75% de los insumos externos (1) Depende del 100% de los insumos externos.
Variables dependiente: Sistema productivo del ajo	Conjunto de factores que se interaccionan entre sí, obteniendo un producto alimenticio				

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

El índice sostenibilidad es una investigación básica, debido a que el enfoque permite conocer el sistema productivo del ajo.

Además, el enfoque es mixto, por lo cual es un estudio cuantitativo y cualitativo, por lo que se proporcionó la fiabilidad de los resultados que se encontraran en las encuestas.

El diseño es no experimental, por lo que el investigador no manipula de forma directa las variables ya que no se debe alterar la realidad.

Asimismo, las recopilaciones de datos serán observacional y el nivel de la investigación será descriptiva y correlacional, ya que se relacionó las variables y el corte transversal según Mayta & Salazar (2020).

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población.

La población fue de 138 agricultores dedicados al cultivo de ajo en el distrito de Barranca (MIDAGRI, 2024).

3.2.2 Muestra

La muestra es irrestricta aleatoria y según la fórmula propuesta por Sheafe (1987) la muestra fue de 45 agricultores.

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2 (n-1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

Z = probabilidad para una confianza del 95 % en la distribución de 2 colas de Z.

p = q = variables dicotómicas con varianza igual a p x q.

N= Población = 138

e = error de muestreo estimado (1% o 0,1).

$$n = \frac{(138)(1.96^2)(0,5)(0,5)}{(0,10^2)(138-1\ ) + (1.96^2)(0,5)(0,5)} = 45$$

3.3 Técnicas de recolección de datos

El estudio se llevó a cabo en los campos agrícolas de los agricultores del distrito de Barranca, por lo que la recolección de datos, se usó como instrumento de investigación la encuesta (ver en Anexo 1), los cuales estuvieron constituidos por preguntas que se relacionan con su indicador y subindicadores como se observa en la Tabla 1. El estudio usó como metodología el "multicriterio" cual es propuesto por Sarandón y Flores (2009) y ha sido respaldado por diversos investigadores (Pinedo *et al.,* 2020).

3.3.1 Técnicas a emplear

Estandarización y ponderación de los subindicadores

El instrumento que se usóes la encuesta, por lo cual se estandarizan los subindicadores de las tres dimensiones de la sostenibilidad: ambiental, social y económica, estas tres dimensiones cuentan con nueve indicadores y de ellas se obtuvieron 29 subindicadores que se estandarizaron de acuerdo a la propuesta de Sarandón (2002), por lo cual serán escalas que van de 1 a 5, siendo el valor 1 como valor crítico y el valor 3 será el umbral mínimo que llegaría ser sostenible.

3.3.2 Descripción de los instrumentos

Una vez estandarizados los subindicadores, se llegaron a ponderar multiplicando el valor de la escala por un coeficiente de acuerdo a la importancia relativa por cada variable (Pinedo *et al*., 2020).

La dimensión Ambiental (DA) del sistema de ajo en Barranca, usando tres indicadores y subindicadores. El indicador (A) descrito por la conservación de la vida del suelo, conformado por tres subindicadores:

- Rotación de cultivos (A1)
- Fertilización del cultivo de ajo (A2)
- Incorporación de materia orgánica (A3)
- Gestión de residuos de cosecha (A4)

El indicador B por:

Aplicación de plaguicidas (B1)

Método de control de plagas (B2)

Frecuencia de aplicaciones de plaguicidas (B3)

El indicador C registró por el ataque de plagas y enfermedades en el cultivo o en el sistema, con dos subindicadores:

- C1 (Sistema de riego)
- C2 (Calidad del riego).

Estos valores fueron calculados con la fórmula siguiente:

$$\boldsymbol{DA} = \frac{\left(\frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}{4}\right) + \left(\frac{B_1 + B_2 + B_3}{3}\right) + \left(\frac{C_1 + C_2}{2}\right)}{3}$$

La dimensión social (DS) constituido por cuatro indicadores y subindicadores. El indicador (A) conformada por la satisfacción de las necesidades básicas:

- Vivienda (A1)
- Acceso a educación (A2)
- Acceso a salud y cobertura sanitaria (A3)
- Servicios (A4).

El indicador B constituido por la aceptabilidad del sistema de producción (B1). El indicador C designada por la integración social (C1). El indicador D está constituida por el conocimiento y conciencia ecológica (D1).

Estos valores fueron calculados con la fórmula siguiente:

$$\boldsymbol{DS} = \frac{\left(\frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}{4}\right) + (B1) + (C1) + (D1)}{4}$$

.

La dimensión económica (DE). El indicador (A) constituida por la autosuficiencia alimentaria y dos subindicadores:

- Superficie del cultivo (A1)
- Rendimiento (A2).
- Tenencia de tierras (A3)
- El indicador B constituida por:
- Ingreso neto mensual (B1).
- Ingreso por otras actividades (B2).

El indicador C constituida por el riesgo económico,

- C1 (limitaciones del sistema productivo del ajo)
- C2 (número de vías de comercialización),
- C3 (dependencia de insumos externos)

$$\boldsymbol{DE} = \frac{\left(\frac{A_1 + A_2 + A_3}{3}\right) + \left(\frac{B_1 + B_2}{2}\right) + \left(\frac{C_1 + C_2 + C_3}{3}\right)}{3}$$

Índice de sostenibilidad general (ISG)

Según Sarandón & Flores (2002) se suman los valores de las dimensiones y se dividirán entre tres, el umbral mínimo de sostenibilidad es 3.

$$\boldsymbol{DE} = \frac{(DA) + (DS) + (DE)}{3}$$

3.3.3 Confiabilidad del instrumento

Contrastación de hipótesis

Los datos de las encuestas pasaron por un proceso estadístico para confirma su fiabilidad realizadas a través del contraste de hipótesis con la prueba de Chi cuadrado al 5% de significancia para poder rechazar o aceptar la hipótesis nula (H_0) o la de hipótesis de investigación (H_1).

3.4 Técnicas para el procedimiento de la información

El estudio de la sostenibilidad del sistema agrícola se realizó usando encuestas las cuales se procesaron usando el análisis estadístico a través del software SPSSv22, los resultados se pondrán en tabla de frecuencia siendo el porcentaje de respuesta con la hoja de cálculo de Excel.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Índice de la sostenibilidad del sistema productivo de ajo en Barranca

4.1.1. Dimensión ambiental del sistema productivo de ajo

Tabla 2

Indicadores y subindicadores de la dimensión ambiental

Indicadores	Subindicadores	Valor de sostenibilidad
A. Conservación de la vida del suelo	A1.- Rotación de cultivos	3,31
	A2.- Fertilización del cultivo de ajo.	1,96
	A3.- Incorporación de materia orgánica.	1,71
	A4.- Gestión residuos de cosecha	2,31
B. Gestión de plagas y enfermedades	B1.- Aplicación de plaguicidas.	1,04
	B2.- Método de control de plagas.	1,98
	B3.- Frecuencia de aplicaciones de plaguicidas.	1,11
C Gestión del agua de riego	C1.- Sistema de riego.	2,96
	C2.- Calidad del agua	3,02
Índice Ambiental		2,23

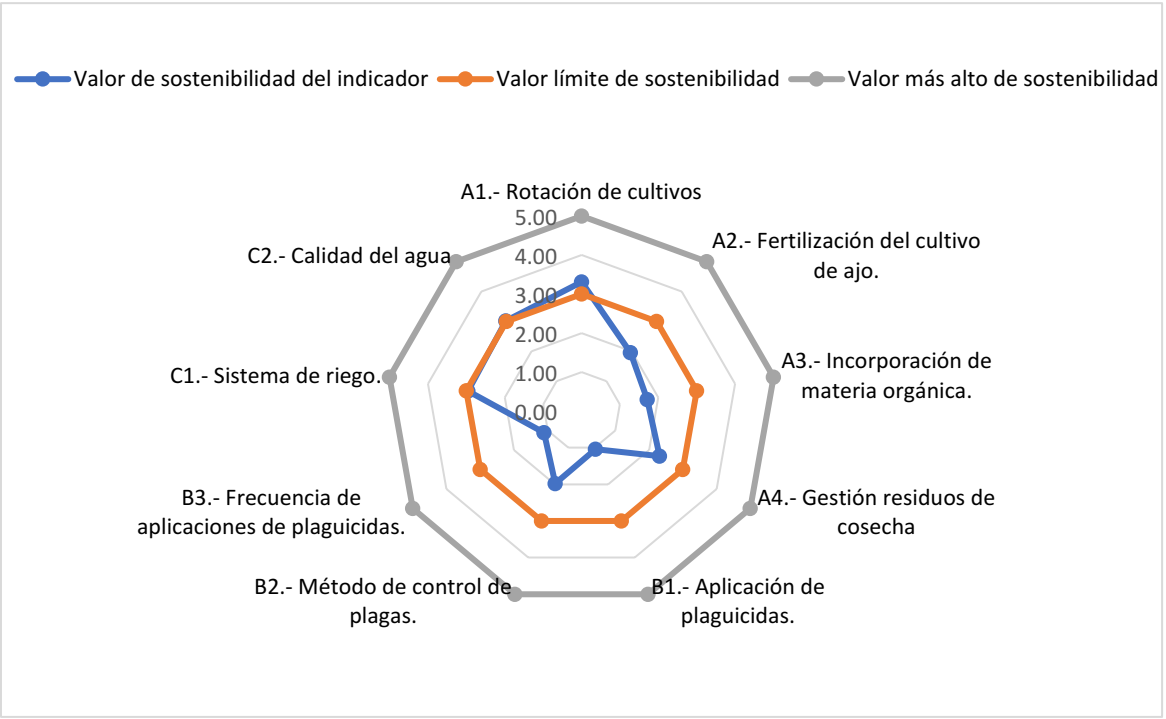


Figura 1. Valores de los subindicadores de la dimensión ambiental del sistema de ajo

En la Tabla 2 y Figura 1 se visualiza el índice de sostenibilidad ambiental del sistema productivo de ajo en Barranca, con un valor de 2,23 dicho valor se encuentra por debajo del límite de sostenibilidad (3), por lo cual se considera como un sistema ambientalmente no sostenible. En cuanto a los indicadores se muestra que, para conservación de la vida de suelo, los subindicadores con valores sostenibles solo fue el A1, mientras que, para la gestión de plagas y enfermedades, todos sus subindicadores no alcanzaron el límite de sostenibilidad en cambio, para el indicador gestión de agua de riego, ambos subindicadores (C1 y C2) fueron sostenibles.

Subindicadores de la dimensión ambiental del sistema productivo del ajo en Barranca

Rotación

Tabla 3

Rotación

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
A1.- Rotación	(5) Siembra ajo y descansa el terreno	0	0
	(4) Siembra ajo y una campaña de maíz	16	35,6
	(3) Siembra ajo, maíz y ajo	27	60,0
	(2) Siembra ajo dos campañas seguidas	2	4,4
	(1) Siembra ajo tres campañas seguidas	0	0

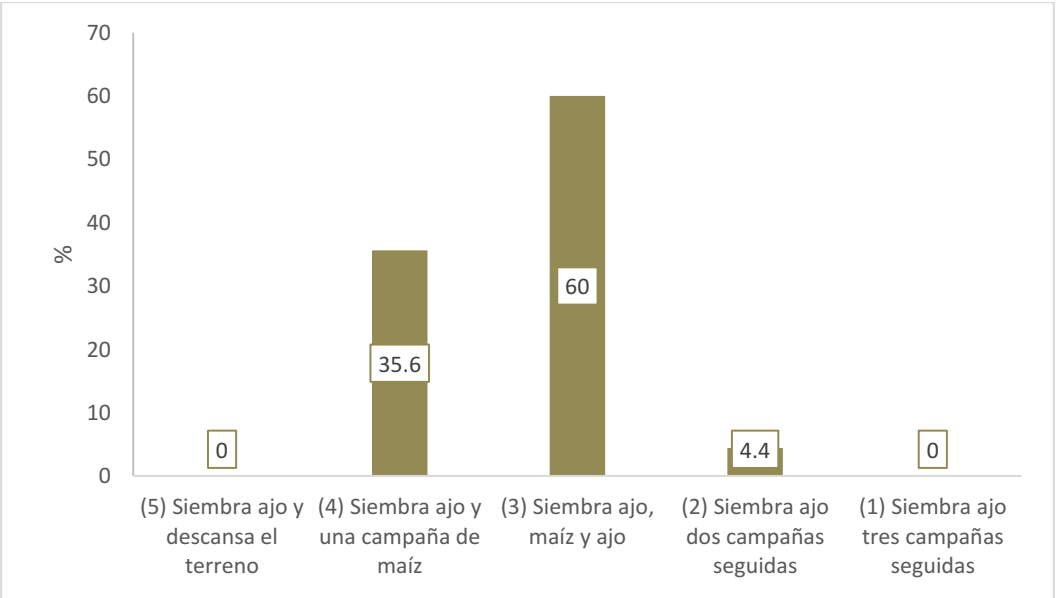


Figura 2. Rotación

En la Tabla 3 y Figura 2 muestra la rotación del sistema productivo de ajo, reporta que la mayoría de los agricultores de ajo (60%) siembra ajo, maíz y ajo, con solo 4,4% de los agricultores siembran ajo dos campañas seguidas.

Fertilización del cultivo de ajo

Tabla 4

Fertilización del cultivo de ajo

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
A2.- Fertilización del cultivo de ajo	(5) Materia orgánica (MO) y biofertilizantes	0	0
	(4) MO y biofertilizantes	0	0
	(3) Fertilizantes químicos y alta incorporación de MO	10	22,2
	(2) Fertilizantes químicos y baja incorporación de MO	23	51,1
	(1) Solo fertilizantes químicos	12	26,7

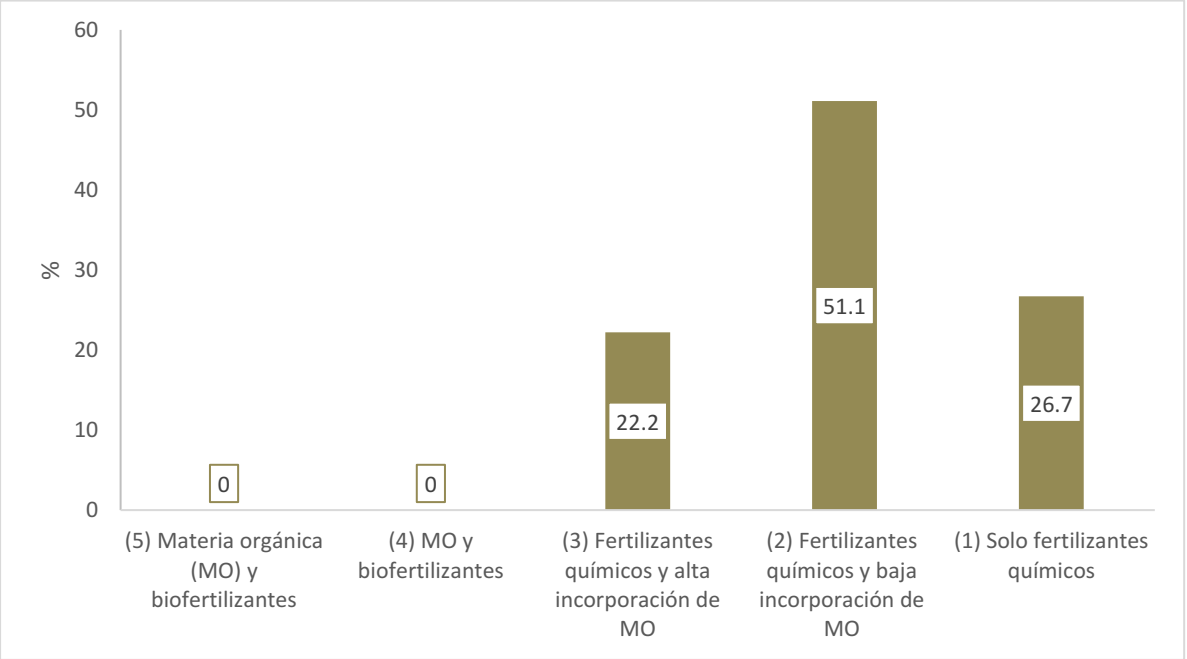


Figura 3. Fertilización del cultivo de ajo

En la Tabla 4 y Figura 3, reporta que el 51,1% de los agricultores de ajo usan fertilizantes químicos con baja incorporación de MO, seguido de un 26,7% usan solo fertilizantes químicos y 22,2% usan fertilizantes químicos con alta incorporación de MO en el cultivo de ajo.

Incorporación de MO

Tabla 5

Incorporación de MO

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
A3.- Incorporación de materia orgánica.	(5) Más de 11 t/ha	0	0
	(4) de 8 a 11 t/ha	3	6,7
	(3) de 5 a 8 t/ha	6	13,3
	(2) de 2 a 5 t/ha	22	48,9
	(1) Menos de 2 t/ha	3	6,7

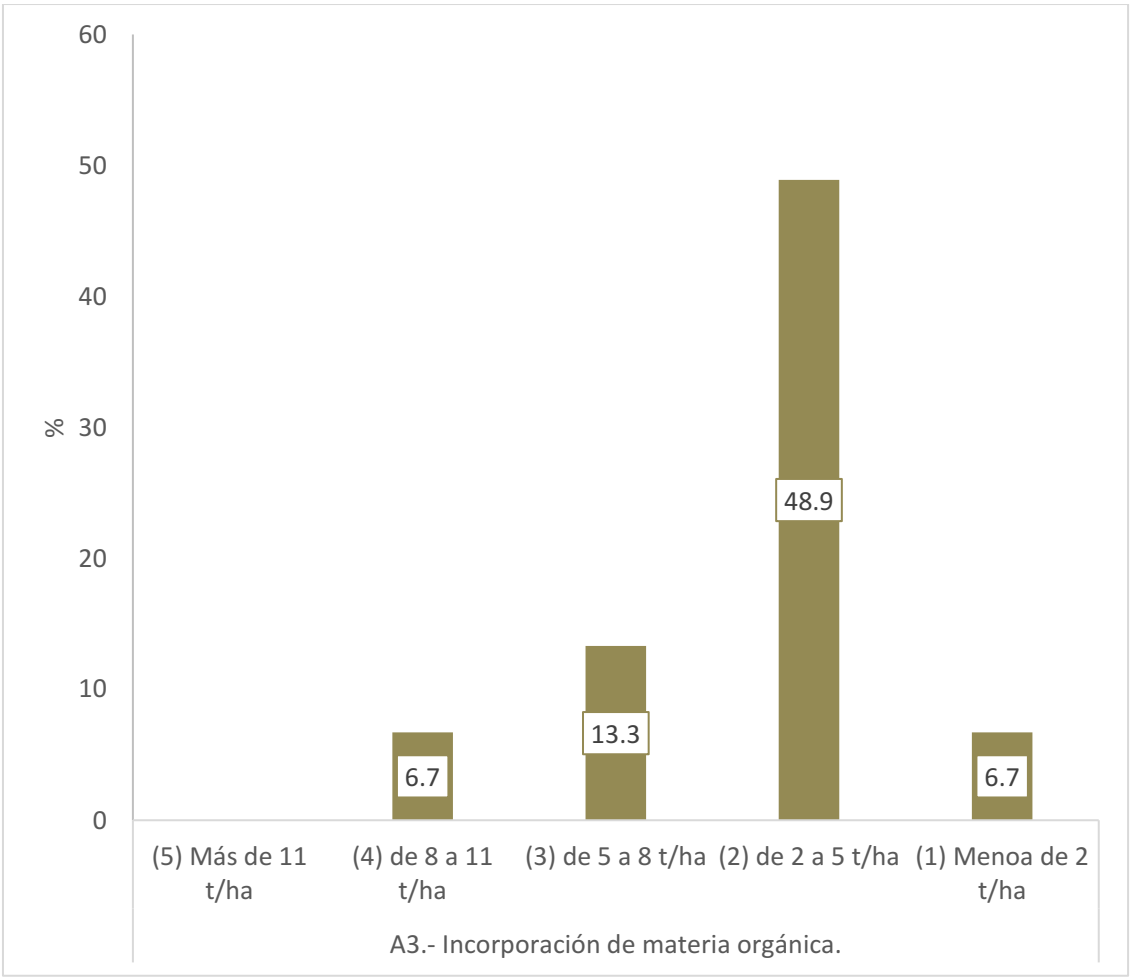


Figura 4. Incorporación de MO

En la Tabla 5 y Figura 4 indican que el 48,9% de los agricultores usan entre 2 a 5 t/ha de MO, seguido de 13,3% usan de 5 a 8 t/ha y de 6,7% usan entre 8 a 11 t/ha de MO.

Gestión residuos de cosecha

Tabla 6

Gestión residuos de cosecha de ajo

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
A4.- Gestión residuos de cosecha	(5) Incorpora al suelo	0	0
	(4) Procesa compost	0	0
	(3) Forraje	14	31,1
	(2) Lo bota o vende	31	68,9
	(1) Quema	0	0

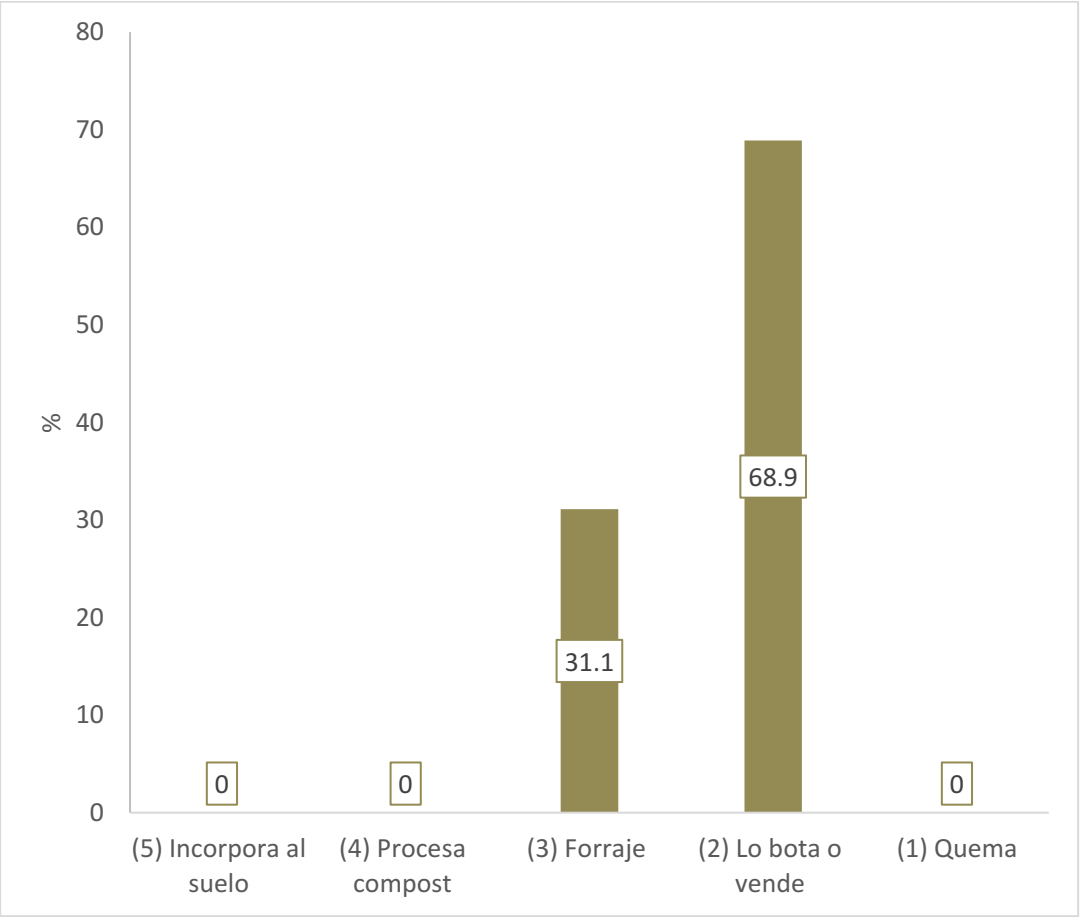


Figura 5. Gestión residuos de cosecha

En la Tabla 6 y Figura 5, reporta que el 68,9% de los agricultores bota o vende los residuos de cosecha y solo 31,1% lo usa como forraje.

Aplicación de plaguicidas

Tabla 7

Barreras vivas

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
B1.- Aplicación de plaguicidas.	(5) Utiliza 100% de biopesticidas	0	0
	(4) Utiliza 80% de biopesticidas y 20% de plaguicidas químicos	0	0
	(3) Utiliza 50% de biopesticidas y 50% de plaguicidas químicos	0	0
	(2) Utiliza 80% de plaguicidas químicos y 20% de biopesticidas	2	4,4
	(1) Utiliza 100% de plaguicidas químicos	43	95,6

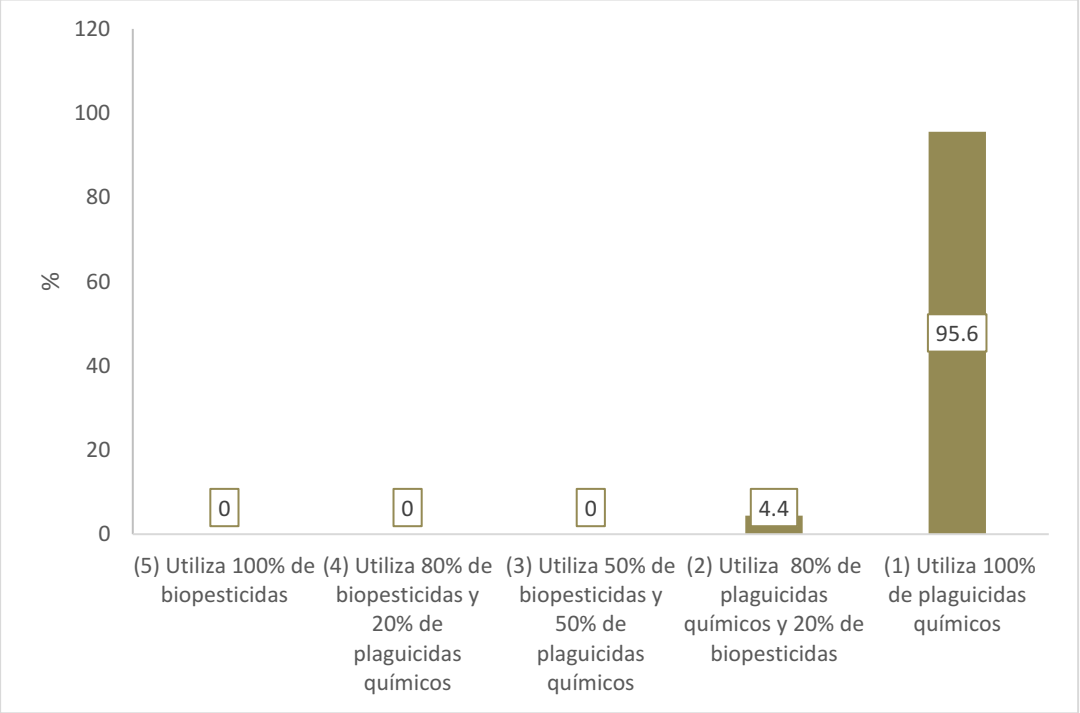


Figura 6. Aplicación de plaguicidas

En la Tabla 7 y Figura 6, reporta que el 95,6% de los agricultores utiliza el 100% de plaguicidas químicos y solo el 4,4 % utiliza el 80% de plaguicidas químicos y 20% de biopesticidas para el sistema productivo del cultivo de ajo.

Método de control de plagas

Tabla 8

Método de control de plagas

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
B2.- Método de control de plagas.	(5) Manejo integrado de plagas	0	0
	(4) Labores culturales y bioplaguicidas	2	4,4
	(3) Químico, labor cultural y bioplaguicidas	0	0
	(2) Químico y algunas labores culturales	38	84,4
	(1) Químico.	5	11,1

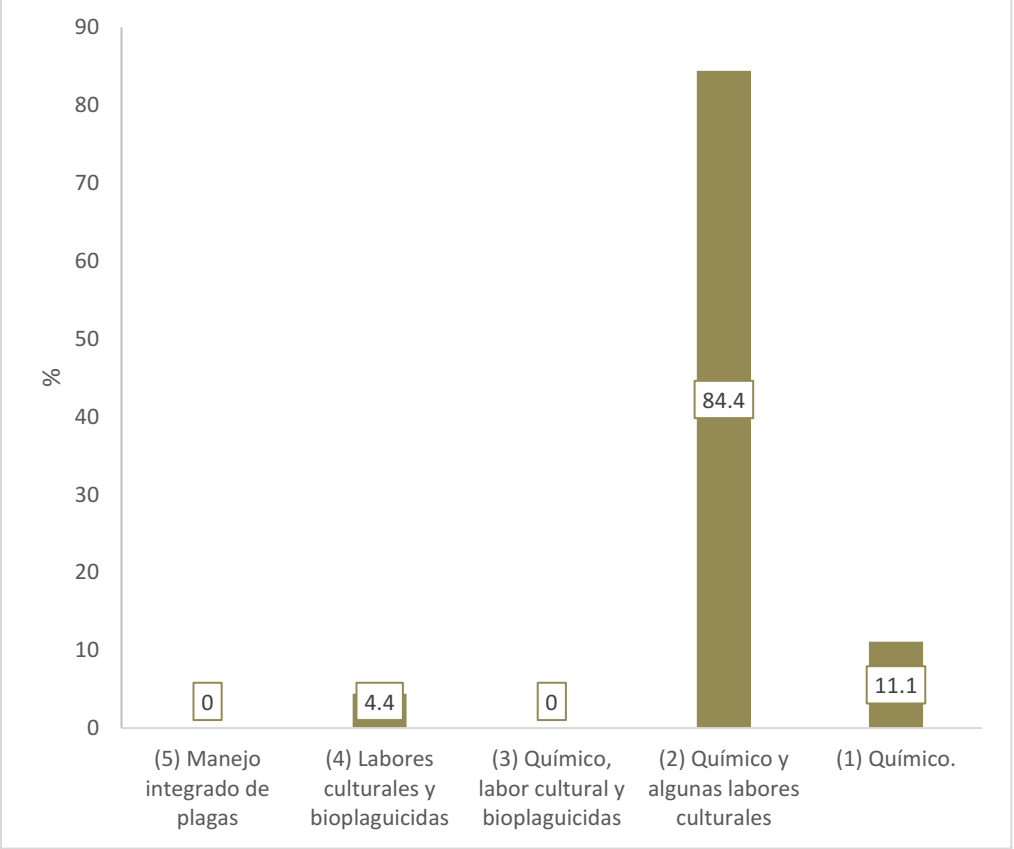


Figura 7. Método de control de plagas en el sistema de ajo

En la Tabla 8 y Figura 7, reporta que el 84,4% de los agricultores utiliza el control químico y algunas labores culturales, seguido de 11,1% usan el control químico como método y un 4,4% usan labores culturales y bioplaguicidas.

Método de control de plagas

Tabla 9

Frecuencia de aplicaciones de plaguicidas

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
B3.- Frecuencia de aplicaciones de plaguicidas.	5) de 1 a 3 aplicaciones	0	0
	4) de 4 a 6 aplicaciones	0	0
	3) de 7 a 9 aplicaciones	0	0
	2) de 10 a 12 aplicaciones	5	11,1
	1) más de 13 aplicaciones.	40	88,9

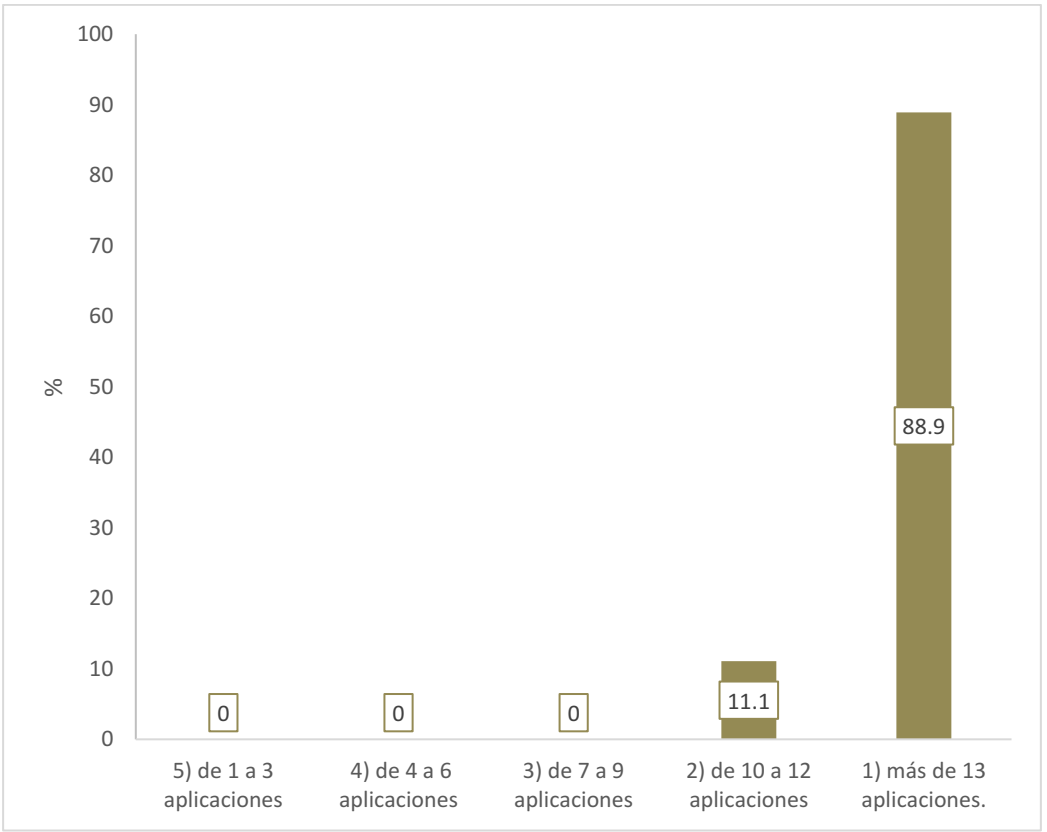


Figura 9. Frecuencia de aplicaciones de plaguicidas en el sistema de producción ajo

En la Tabla 9 y Figura 8, reporta que el 88,9% de los agricultores realizan más de 13 aplicaciones para controlar las plagas y enfermedades, seguido de un 11,1% quienes aplican entre 10 a 12 plaguicidas el control de toda plaga en el cultivo de ajo.

Sistema de agua de riego

Tabla 11

Sistema de agua de riego

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
C1.- Sistema de riego	(5) Fertirriego	0	0
	(4) Riego por goteo	0	0
	(3) Riego por gravedad con regantes expertos	43	95,6
	(2) Riego por gravedad con regantes semiexpertos	2	4,4
	(1) Riego por gravedad con regantes inexpertos.	0	0

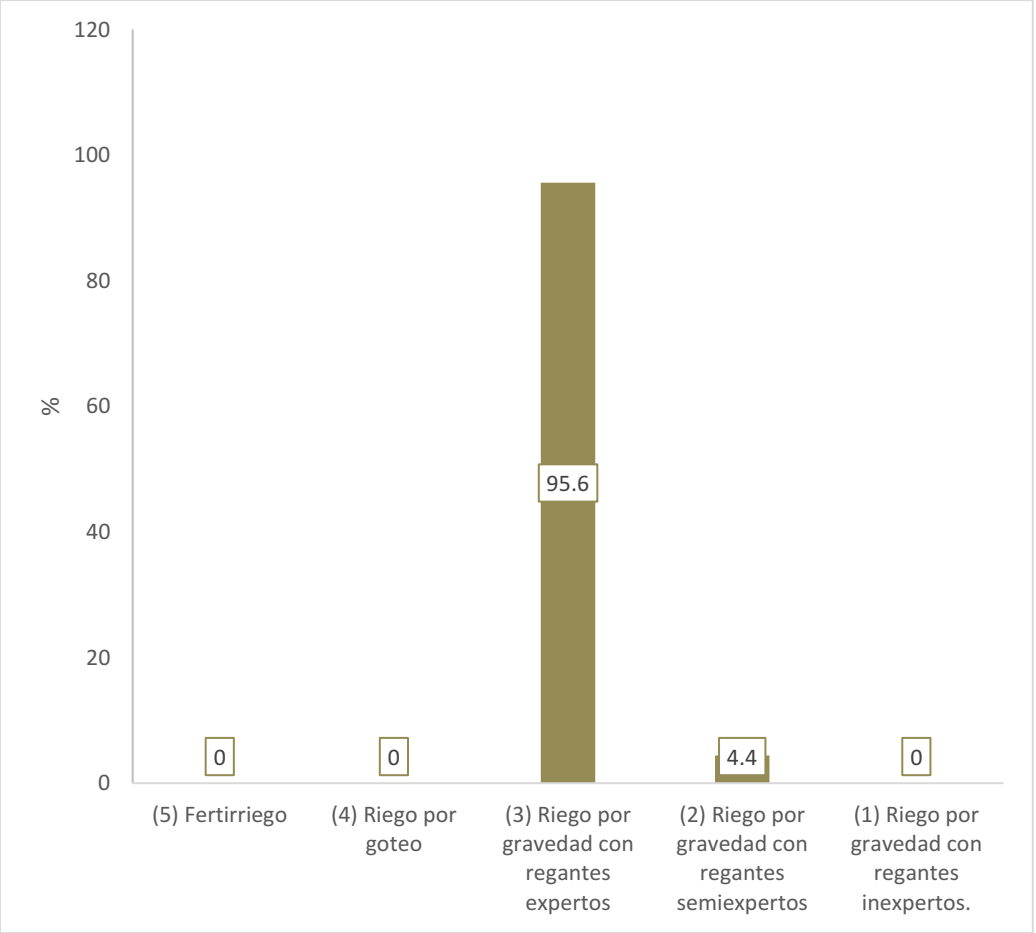


Figura 10. Sistema de riego en el cultivo de ajo

En la Tabla 10 y Figura 9, reporta que el 95,6% de los agricultores utilizan el riego por gravedad en el cultivo de ajo.

Calidad del agua de riego

Tabla 11

Subindicadores de la calidad de agua

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
C2.- Calidad del agua	5) Muy buena	0	0
	4) Buena	1	2,2
	3) Regular	44	97,8
	2) Mala	0	0
	1) Muy mala	0	0

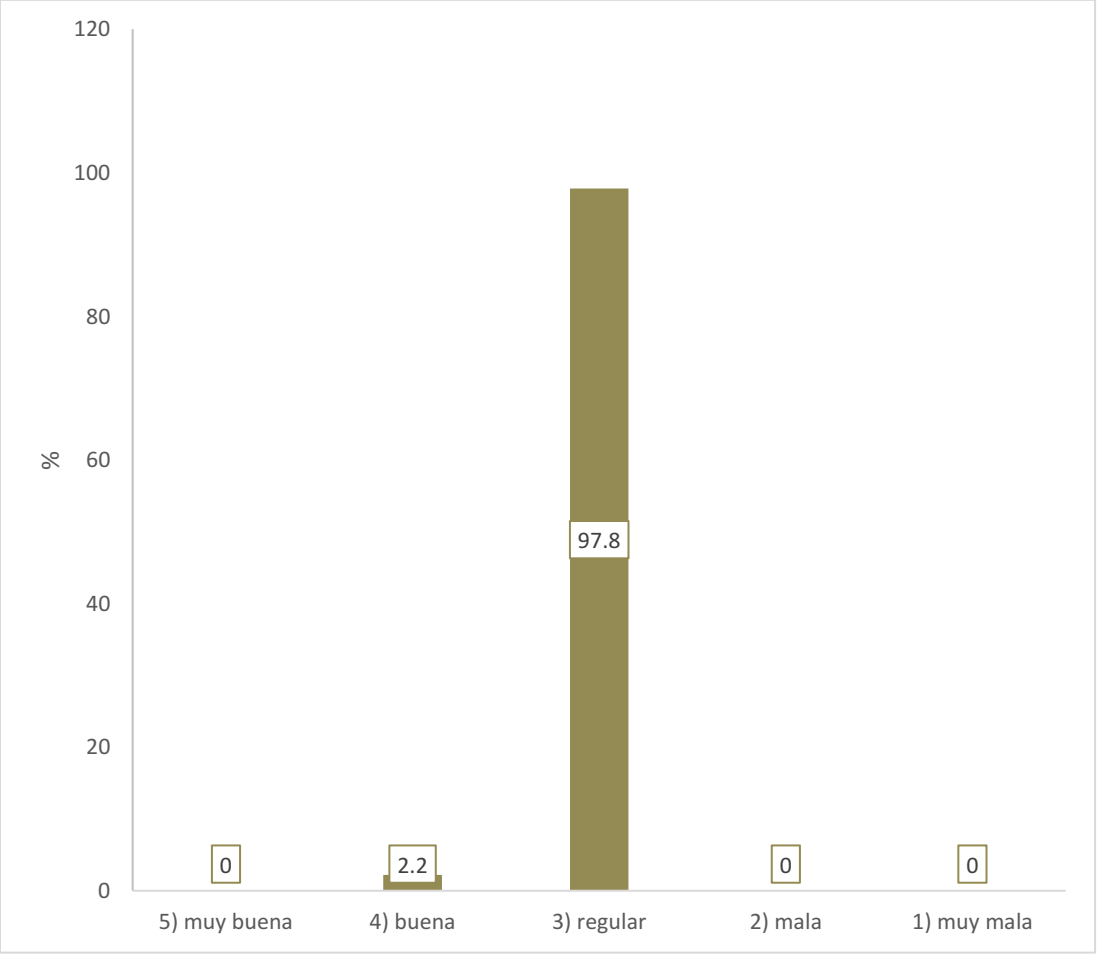


Figura 10. Calidad del agua de riego

En la Tabla 11 y Figura 10, reporta que el 97,8% de los agricultores indican que el agua del riego es regular.

4.1.2. Dimensión social del sistema productivo de ajo

Tabla 12

Indicadores y subindicadores de la dimensión social

Indicadores	Sub indicadores	Valor de sostenibilidad
A. Necesidades básicas	A1. Nivel de educación	2,80
	A2. Vivienda	3,76
	A3. Servicios básicos de la vivienda	5,00
	A4. Calidad de servicios de salud	3,04
	A5. Calidad de vías de acceso a su finca	3,82
	A6. Disponibilidad/estado de movilidad	3,96
B. Nivel de satisfacción e integración social	B1. Nivel de satisfacción del productor	3,98
	B2. Lugar de residencia	3,42
	B3. Integración social	2,09
C. Asistencia técnica/ capacitación	C1. Calidad de asistencia técnica y capacitación	1,22
	C2. Oferta tecnológica	4,20
	C3. Conocimiento y manejo de agroquímicos	2,20
Índice		3,14

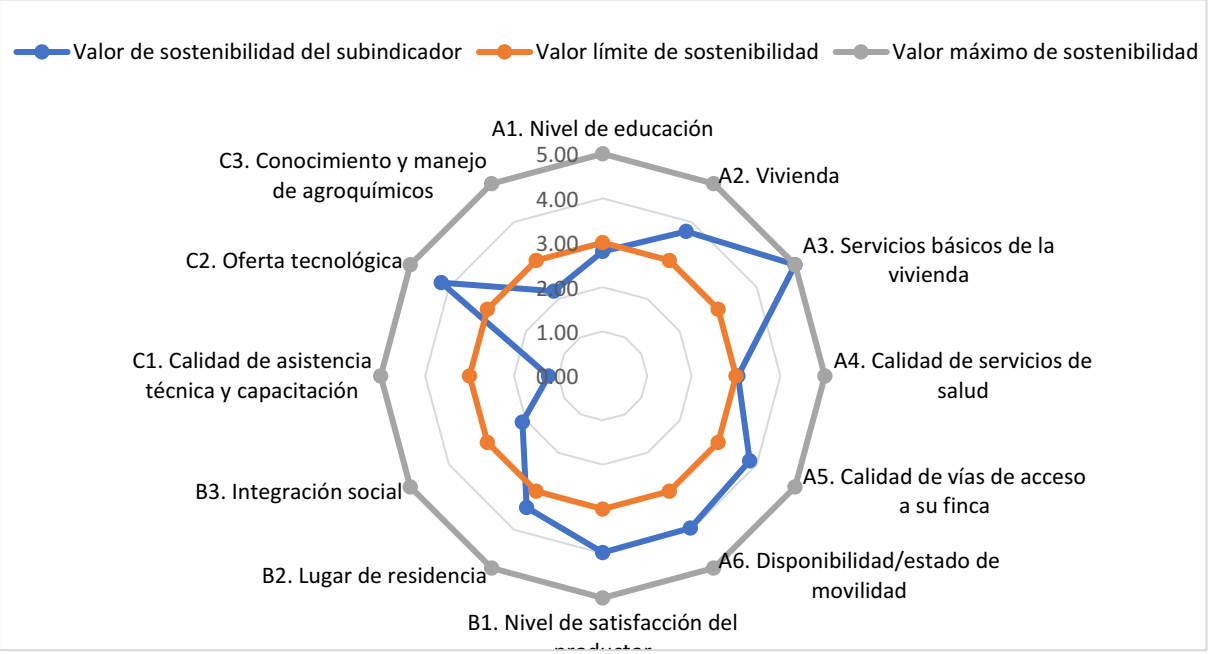


Figura 11. Valores de los subindicadores de la dimensión social del sistema de ajo

En la Tabla 12 y Figura 11 se visualiza el índice de sostenibilidad social del sistema productivo de ajo en Barranca, con un valor de 3,14 dicho valor indica que el sistema productivo de ajo es socialmente sostenible. Sin embargo, los indicadores "nivel de satisfacción e integración social" en donde los subindicadores con valores no sostenibles fue la B3 con 2,09 y para el indicador "asistencia técnica y capacitación", muestra que el subindicadores C1 obtuvo 1,22 y el C3 fue de 2,2 los cuales no alcanzaron el límite de sostenibilidad (3) en el cultivo de ajo.

Subindicadores de la dimensión social del sistema productivo del ajo en Barranca

Nivel de educación

Tabla 13

Nivel de educación

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
A1. Nivel de educación	(5) Universitario;	0	0
	(4) Técnico;	0	0
	(3) Secundaria;	36	80
	(2) Primaria;	9	20
	(1) Ninguna	0	0

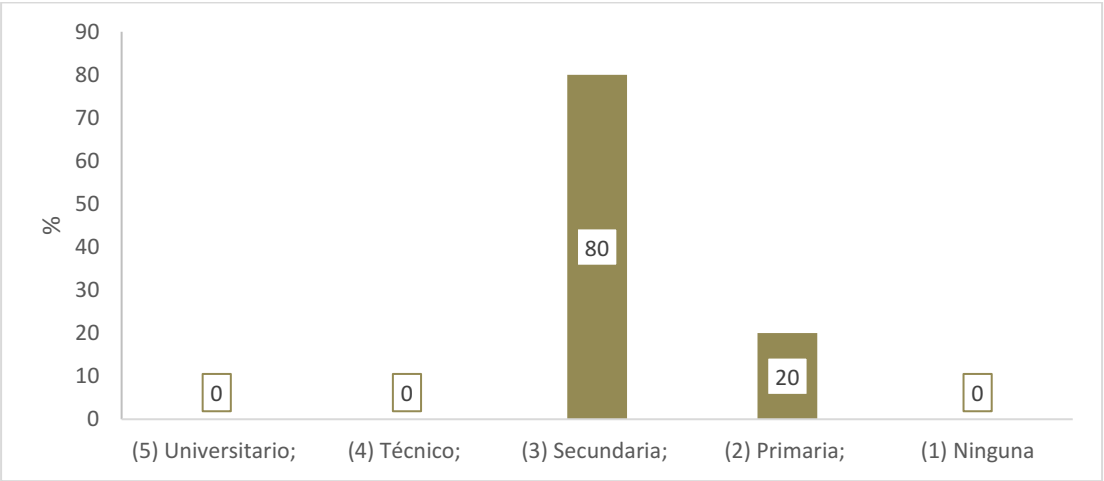


Figura 12. Nivel de educación

En la Tabla 13 y Figura 12 reporta que el 80% de los agricultores tienen secundaria y 20% cuentan con primaria.

Vivienda

Tabla 14

Vivienda

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
A2. Vivienda	(5) Material noble, muy buena;	0	0
	(4) Material noble, buena;	34	75,6
	(3) Material adobe, buena;	11	24,4
	(2)Material adobe regular ;	0	0
	(1) Material adobe mala	0	0

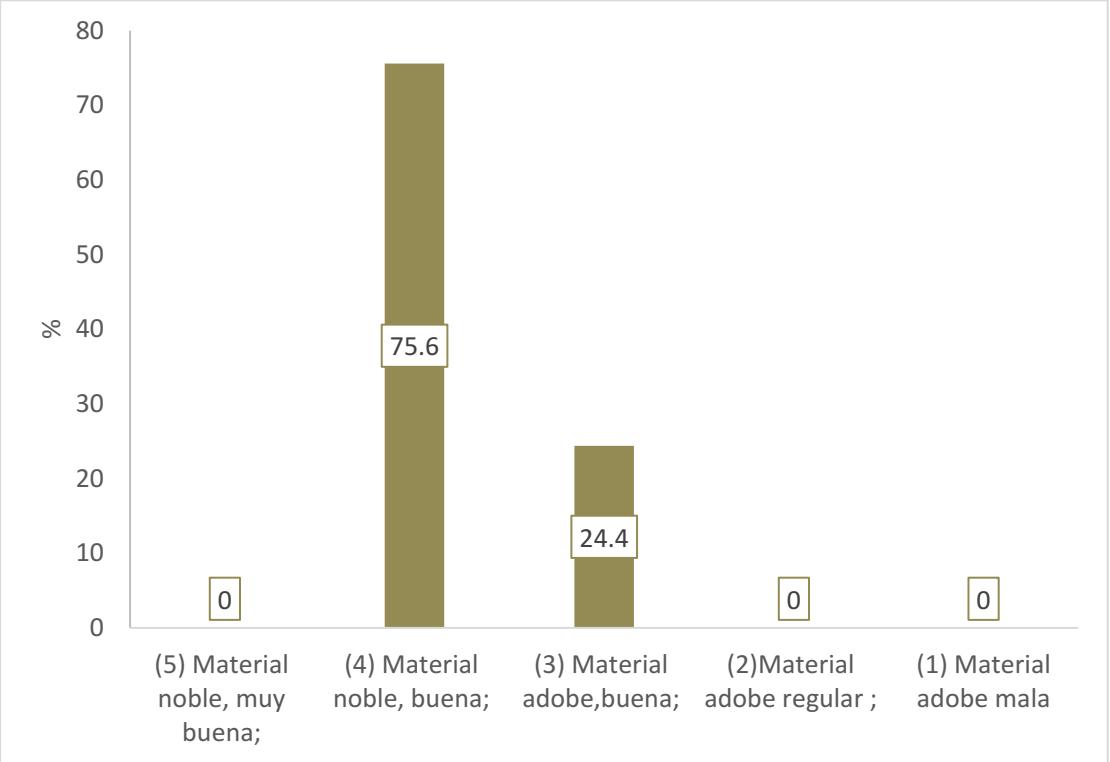


Figura 13. Vivienda

En la Tabla 14 y Figura 13, reporta que el 75,6% de los agricultores indican que tienen vivienda con material noble en buenas condiciones, seguida del 24,4% de ellos indican que tienen una vivienda con material de adobe en buenas condiciones.

Servicios básicos de la vivienda

Tabla 15

Servicios básicos de la vivienda

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
A3. Servicios básicos de la vivienda	(5) Servicios de agua, desagüe, luz e internet;	45	100
	(4): Servicios de agua, desagüe, luz sin internet ;	0	0
	(3) Servicios de agua, ni desagüe ni luz;	0	0
	(2) Agua, sin desagüe y sin luz;	0	0
	(1) Sin ningún servicio básico	0	0

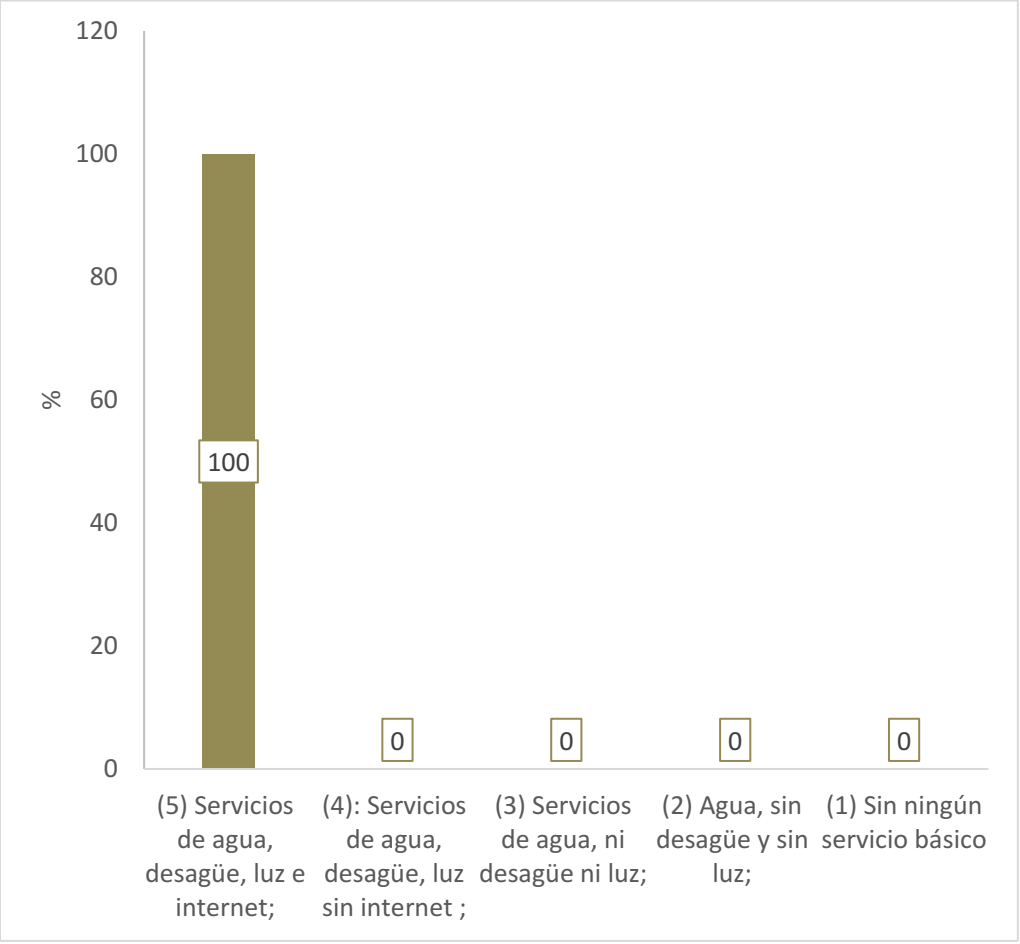


Figura 14. Servicios básicos de la vivienda

En la Tabla 15 y Figura 14, reporta que el 100% de los agricultores indican que tienen todos los servicios básicos en su vivienda.

Calidad de servicios de salud

Tabla 16

Calidad de servicios de salud

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
A4. Calidad de servicios de salud	(5) Muy buena, equipamiento y servicios eficientes;	0	0
	(4) Buena, equipado, servicios adecuados,	2	4,4
	(3) Regular, equipado pero con servicios inadecuados;	43	95,6
	(2) Mala, muy mala, equipos obsoletos, mala calidad de servicios;	0	0
	(1) Muy mal: sin equipos, solo servicios de atención primaria.	0	0

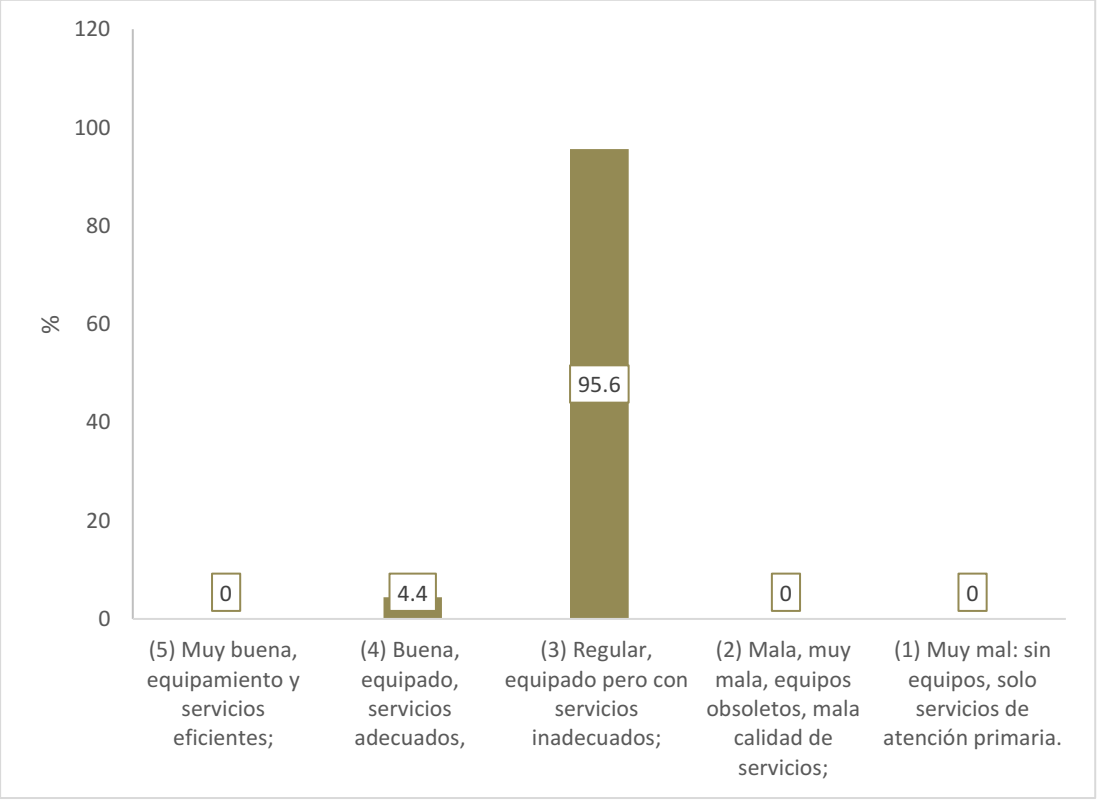


Figura 16. Calidad de servicios de salud

En la Tabla 16 y Figura 15, reporta que el 95,6% de los agricultores indican que tienen los servicios de salud es regular con equipos, pero el servicio es inadecuado y un 4,4% indican los servicios son adecuados.

Calidad de vías de acceso a su finca

Tabla 17

Calidad de vías de acceso a su finca

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
A5. Calidad de vías de acceso a su finca	(5) Muy buenas condiciones;	0	0
	(4); Buena;	37	82,2
	(3); Regular;	8	17,8
	(2) Mala	0	0
	(1); Muy malas condiciones	0	0

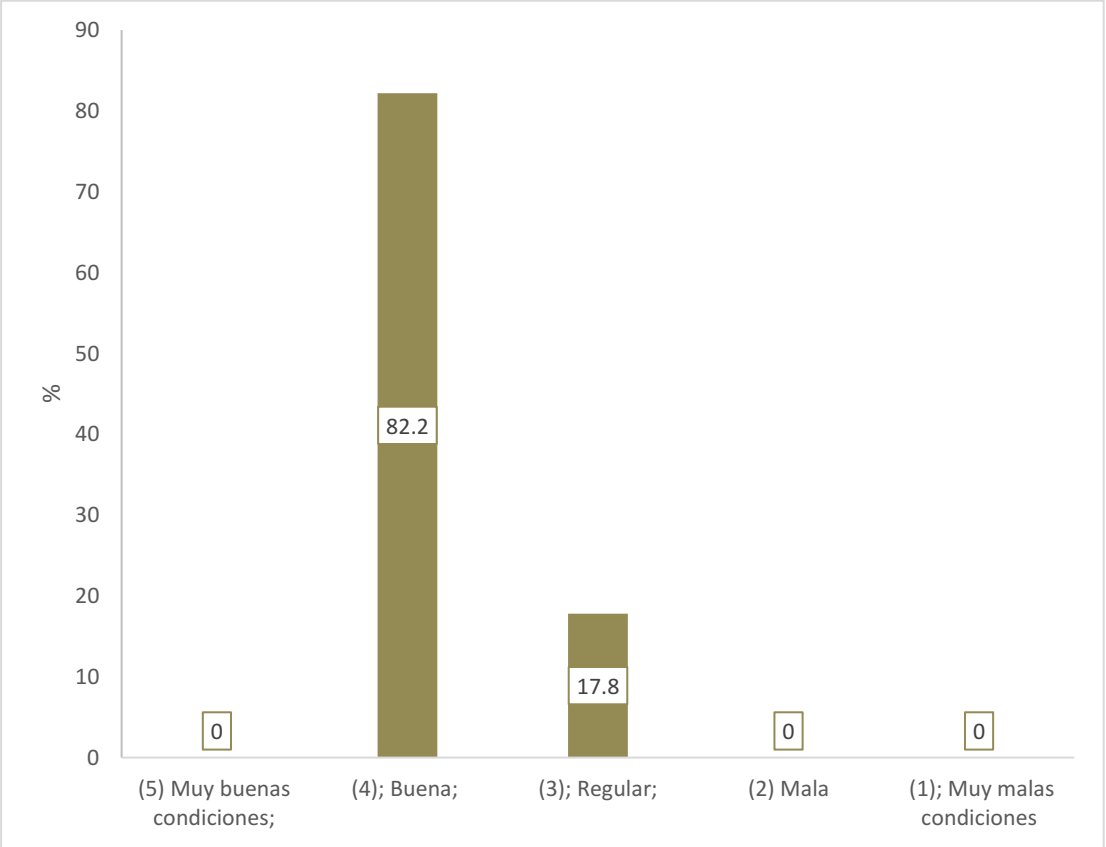


Figura 16. Calidad de vías de acceso a su finca

En la Tabla 17 y Figura 16, reporta que el 82,2% de los agricultores indican que tienen buena calidad de vías de acceso a la finca productiva, seguido del 17,8% tienen regular calidad de acceso a su finca de ajo.

Disponibilidad/estado de movilidad

Tabla 18

Disponibilidad/estado de movilidad

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
A6. Disponibilidad/estado de movilidad	5) Propia en buen estado,	0	0
	4) propia regular estado;	43	95,6
	3) propia deteriorada;	2	4,4
	2) alquiler	0	0
	1) no tiene ni alquila	0	0

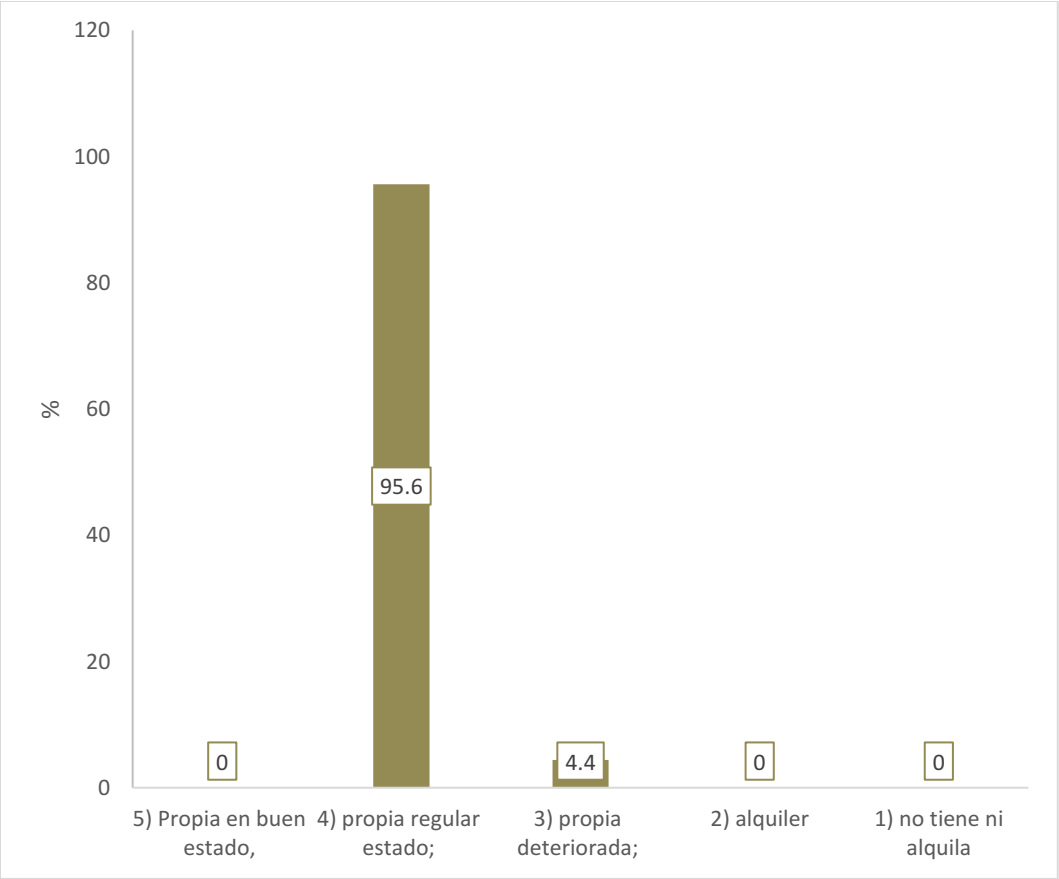


Figura 17. Disponibilidad/estado de movilidad

En la Tabla 18 y Figura 17, reporta que el 95,6% de los agricultores indican que tienen movilidad disponible y propia, con el vehículo con regular estado.

Nivel de satisfacción del productor de ajo

Tabla 19

Nivel de satisfacción del productor

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
B1. Nivel de satisfacción del productor	(5): Muy satisfecho;	0	0
	(4): satisfecho;	44	97,8
	(3): Medianamente satisfecho;	1	2,2
	(2): Muy poco satisfecho;	0	0
	(1): insatisfecho.	0	0

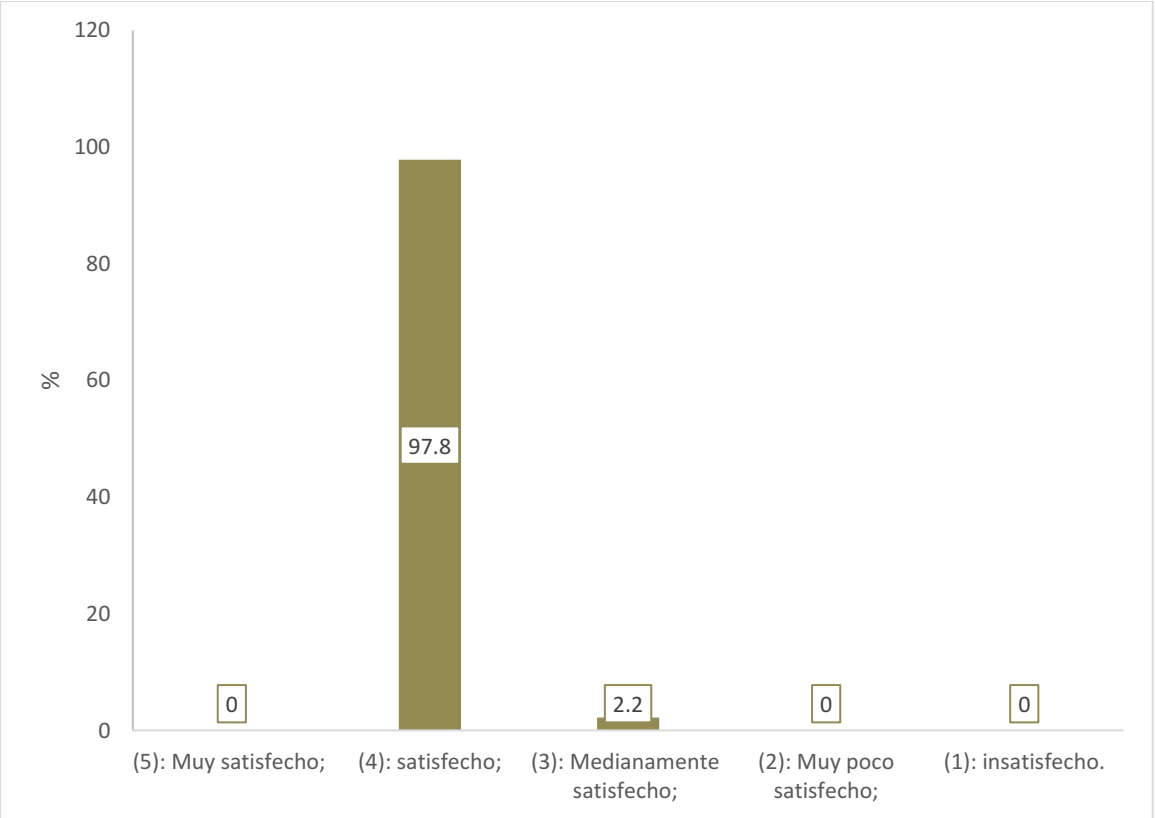


Figura 18. Nivel de satisfacción del productor

En la Tabla 19 y Figura 18, reporta que el 97,8% de los agricultores indican que están satisfechos y un 2,2% son medianamente satisfechos con el sistema productivo de ajo en Barranca.

Lugar de residencia

Tabla 20

Lugar de residencia

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
B2. Lugar de residencia	(5) Parcela o fundo	0	0
	(4) Centro poblado muy cercano a su parcela	29	64,4
	(3) Centro poblado alejado de su parcela	6	13,3
	(2) Ciudad muy cercana a su parcela	10	22,2
	(1) Ciudad muy lejos de su parcela	0	0

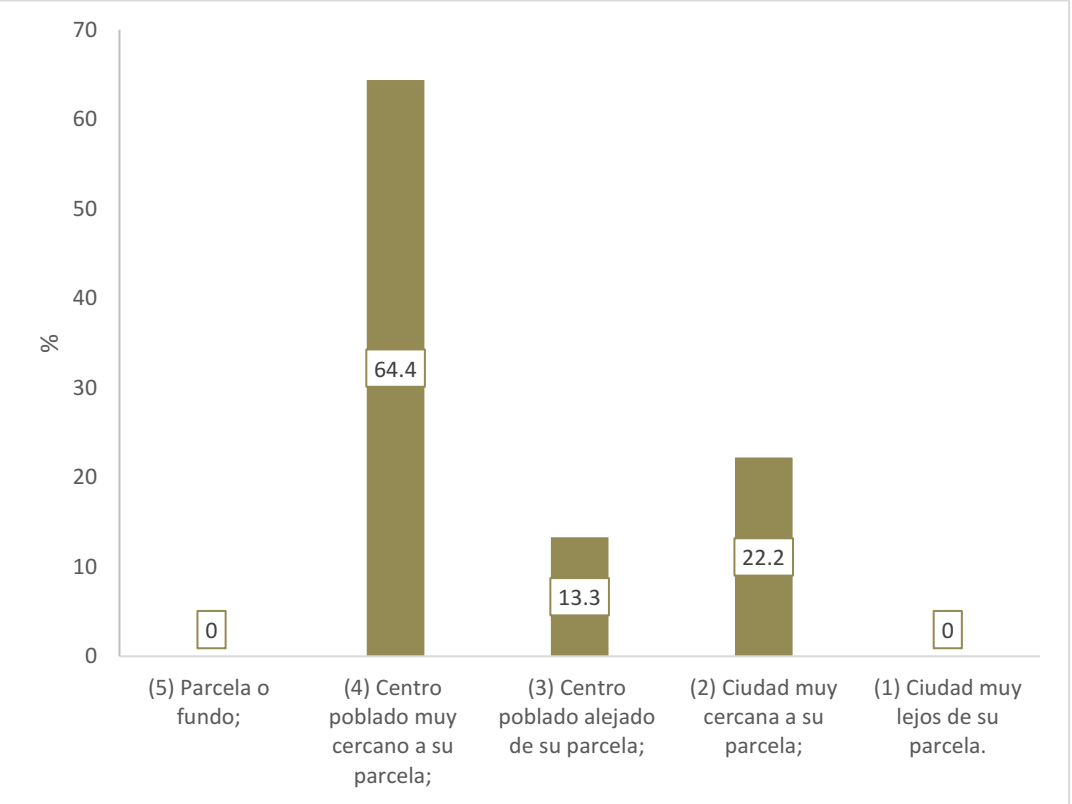


Figura 19. Lugar de residencia

En la Tabla 20 y Figura 19, reporta que el 64,4% de los agricultores indican que viven en el centro poblado que está cerca de su finca, seguido de 22,2% viven en la ciudad muy cercana a su parcela de ajo y un 13,3% viven en el centro poblado, pero está alejado de su finca de ajo en Barranca.

Integración social

Tabla 21

Integración social

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
B3. Integración social	(5) Excelente	0	0
	(4) Muy buena;	0	0
	(3) Buena;	5	11,1
	(2) Regular;	39	86,7
	(1) Nula.	1	2,2

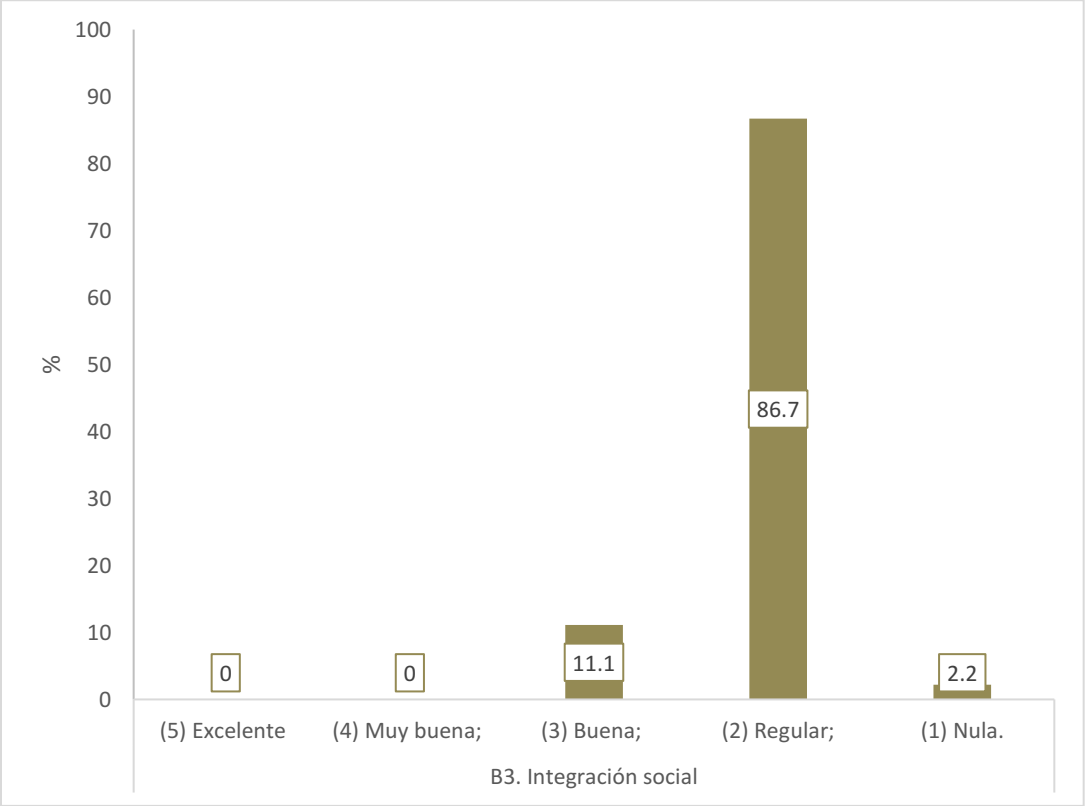


Figura 20. Integración social

En la Tabla 21 y Figura 20, reporta que el 86,7% de los agricultores indican que tiene integración social regular y 11,1% tienen una integración social buena en el sistema productivo de ajo.

Calidad de asistencia técnica y capacitación

Tabla 22

Calidad de asistencia técnica y capacitación

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
C1. Calidad de asistencia técnica y capacitación	(5) Excelente	0	0
	(4) Muy buena	0	0
	(3) Buena	2	4,4
	(2) Regular	6	13,3
	(1) Nula, no le sirve.	37	82,2

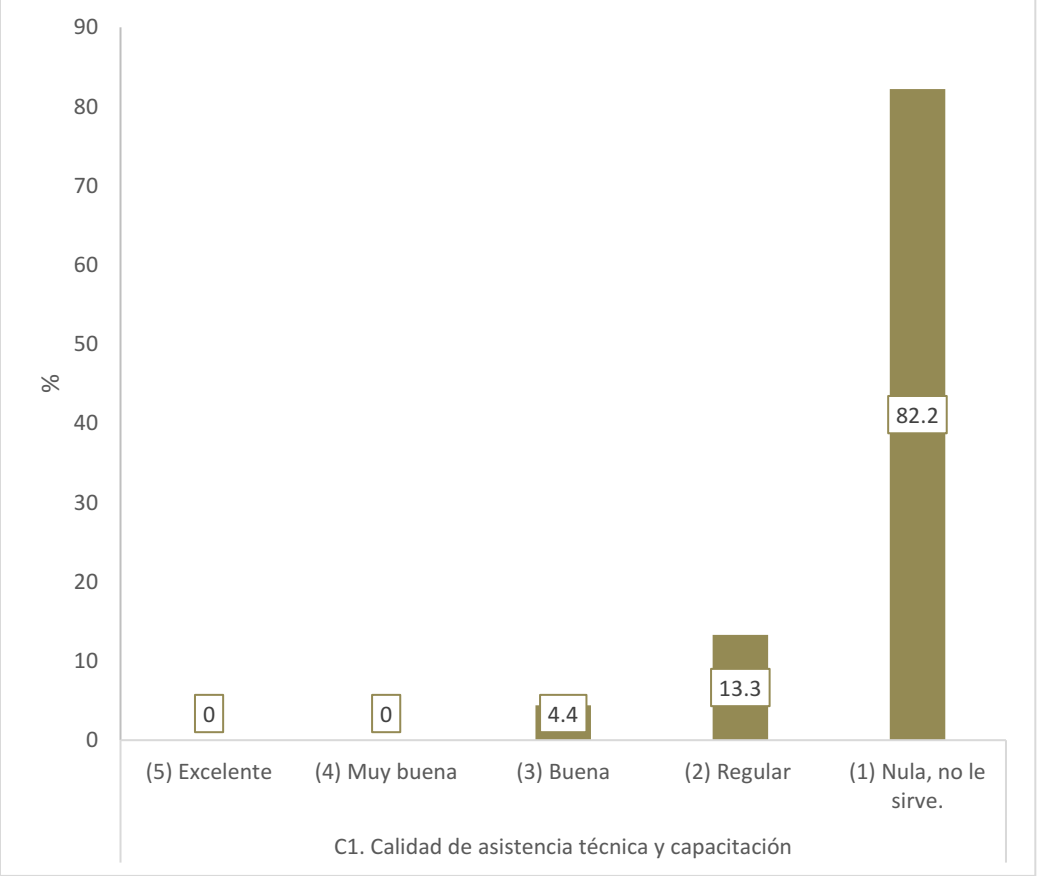


Figura 21. Calidad de asistencia técnica y capacitación

En la Tabla 22 y Figura 21, reporta que el 86,7% de los agricultores indican que tiene integración social regular y 11,1% tienen una integración social buena en el sistema productivo de ajo.

Oferta tecnológica

Tabla 23

Oferta tecnológica

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
C2. Oferta tecnológica	(5)Muy buena, variedades/tecnologías de manejo del ajo	11	24,4
	(4) Buena, variedades insumos	32	71,1
	(3) Regular poca oferta de variedades y métodos de producción;	2	4,4
	(2) Mala, falta semillas de calidad, escasos métodos de producción;	0	0
	(1) Muy mala, poca oferta tecnológica.	0	0

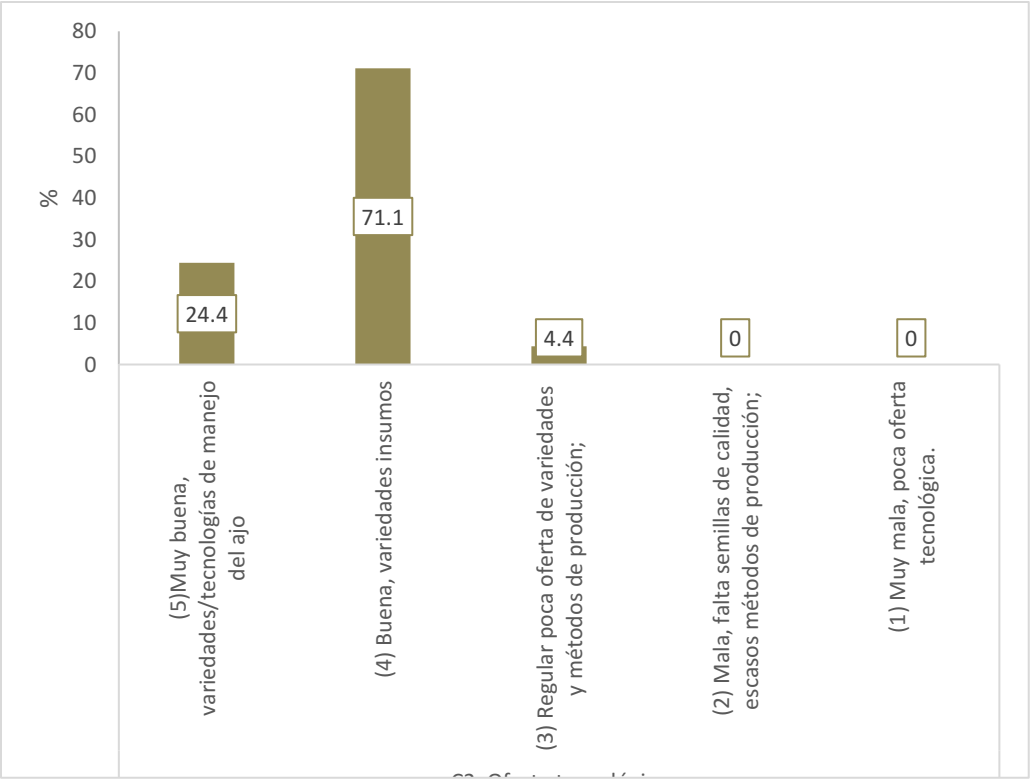


Figura 22. Oferta tecnológica

En la Tabla 23 y Figura 22, reporta que el 71,1% de los agricultores indican que tienen oferta tecnológica buena, entre ellas variedades mejoradas e insumos, seguido de 24.4% tienen oferta tecnológica muy buena y de 4,4% es regular.

Conocimiento y manejo de agroquímicos

Tabla 24

Conocimiento y manejo de agroquímicos

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
C3. Conocimiento y manejo de agroquímicos	(5): Muy buena, manejo excelente de uso efectividad y nivel de toxicidad (tiene estudios)	0	0
	(4) Buena: conoce muy bien su efectividad y nivel de toxicidad;	0	0
	(3): Regular, conoce bien o adecuadamente los productos	14	31,1
	(2): Mala, conoce regularmente los productos;	26	57,8
	(1) Muy mal: Conoce muy poco usa por indicaciones del técnico, asesor o vecino.	5	11,1

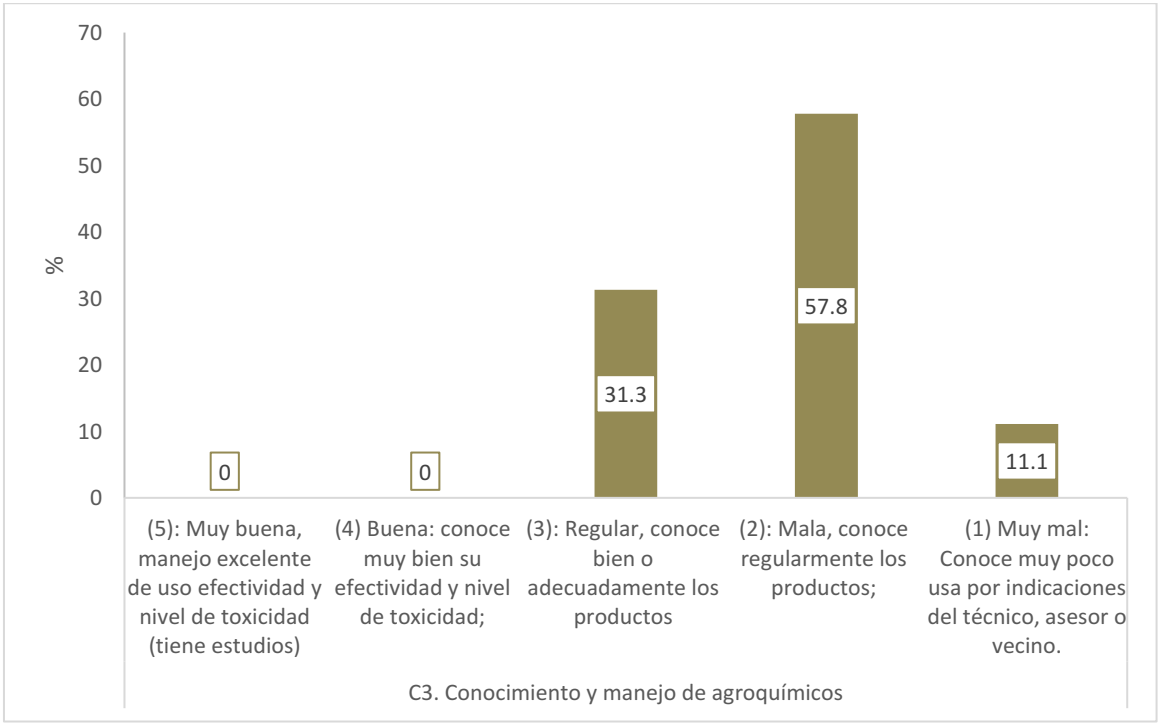


Figura 23. Conocimiento y manejo de agroquímicos

En la Tabla 24 y Figura 23, reporta que el 57,8% de los agricultores indican que tienen bajo conocimiento y manejo de agroquímicos y conoce regularmente los productos que usa y el 31,1% tienen un conocimiento regular, conoce bien y de forma adecuada los agroquímicos.

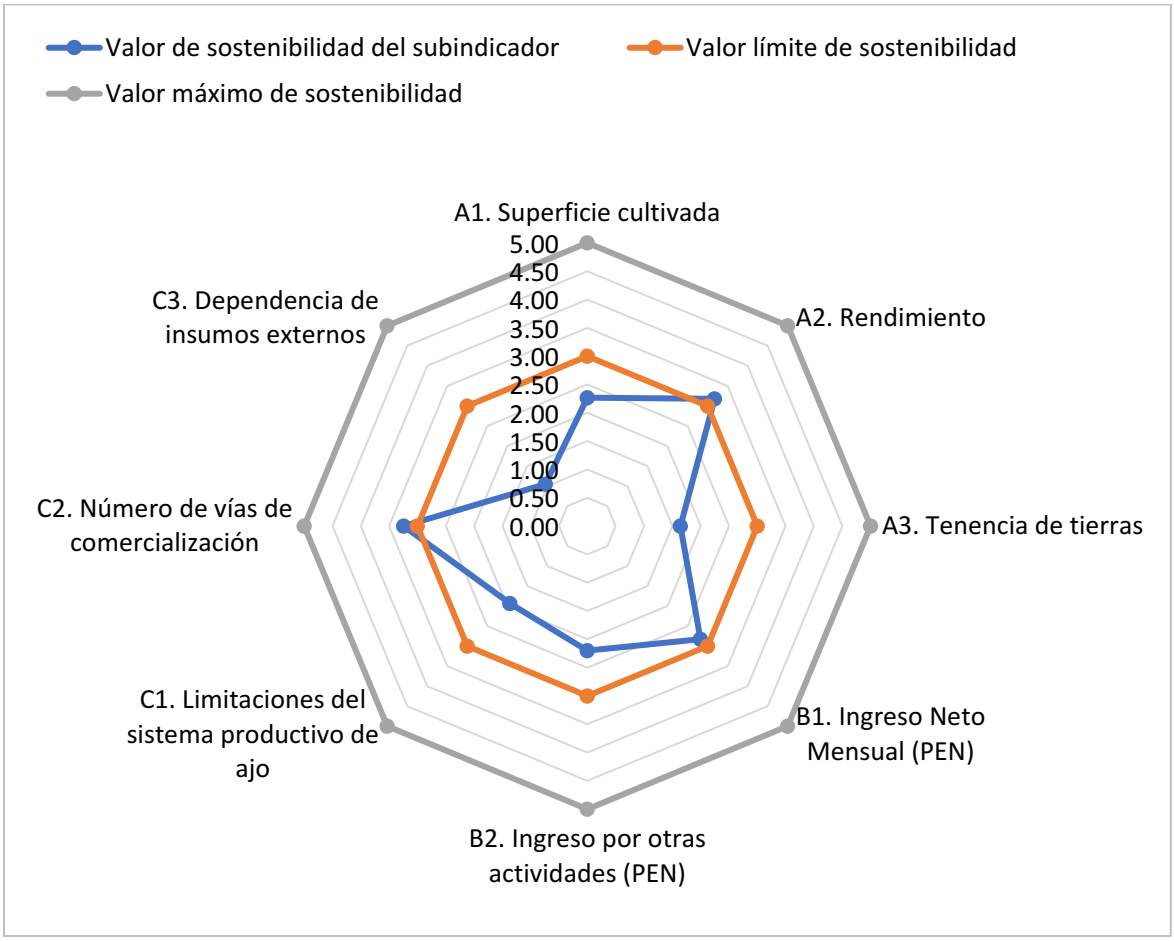
4.1.3. Dimensión económica del sistema productivo de ajo

Tabla 25

Indicadores y subindicadores de la dimensión económica

Indicadores	Subindicadores	Valor de sustentabilidad
Rentabilidad	A1. Superficie cultivada	2,27
	A2. Rendimiento	3,18
	A3. Tenencia de tierras	1,64
Ingreso económico	B1. Ingreso Neto Mensual (PEN)	2,82
	B2. Ingreso por otras actividades (PEN)	2,20
Riesgo económico	C1. Limitaciones del sistema productivo de ajo	1,93
	C2. Número de vías de comercialización	3,24
	C3. Dependencia de insumos externos	1.04
Índice		2,32

Figura 24. Valores de los subindicadores de la dimensión económica del sistema de ajo



En la Tabla 25 y Figura 24 se visualiza el índice de sostenibilidad económica del sistema productivo de ajo en Barranca, la cual obtuvo un valor de 2,32 dicho valor indica que el sistema productivo de ajo no es económicamente sostenible. Los indicadores como la rentabilidad presentaron subindicadores con valores por debajo del límite (A1 y A3) y solo el rendimiento fue sostenible (3,18), en cuanto al indicador ingreso económico no presentaron valores sostenibles, mientras que el indicador riesgo económico no presentaron valores no sostenibles como el C1 y C3 con 1,93 y 1,04 respectivamente y C2 con 3,24.

Subindicadores de la dimensión económica del sistema productivo del ajo en Barranca

Superficie de la finca productora de ajo

Tabla 26

Superficie de la finca productora de ajo

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
A1. Superficie de la finca productora de ajo (hectáreas)	(5) Más de 5 ha	0	0
	(4) Entre 3 a 5 ha	0	0
	(3) Entre 1 a 3 ha	22	48,9
	(2) Entre 0,5 a 1 ha	13	28,9
	(1) Menos de 0,5 ha	10	22,2

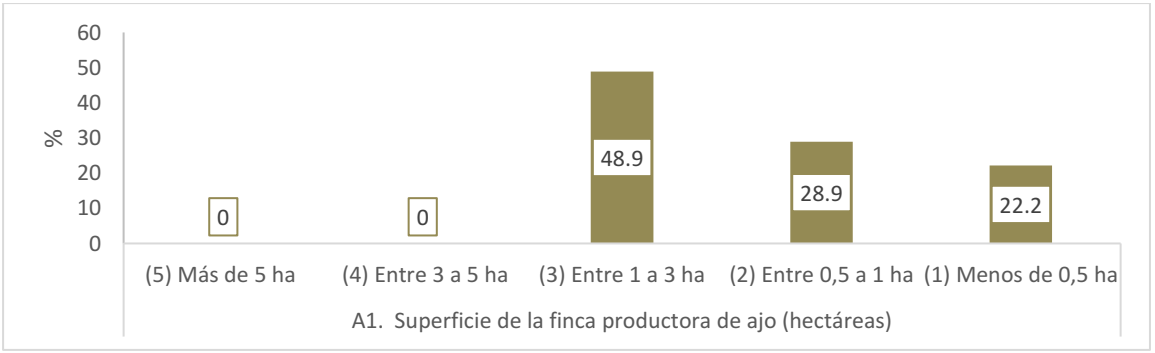


Figura 25. Superficie de la finca productora de ajo

En la Tabla 26 y Figura 25 reporta que el 48,9% de los agricultores tienen una finca entre 1 a 3 ha cuentan, seguido de un 28,9% que tienen fincas de 0,5 a 1 ha y de un 22,2% tienen menos de 0,5 ha.

Rendimiento

Tabla 27

Rendimiento de ajo

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
A2. Rendimiento	(5) Más de 18 t/ha	0	0
	(4) entre 15 y 18 t/ha	21	46,7
	(3) entre 12 y 15 t/ha	11	24,4
	(2) entre 9 y 12 t/ha	13	28,9
	(1) menos de 9 t/ha	0	0

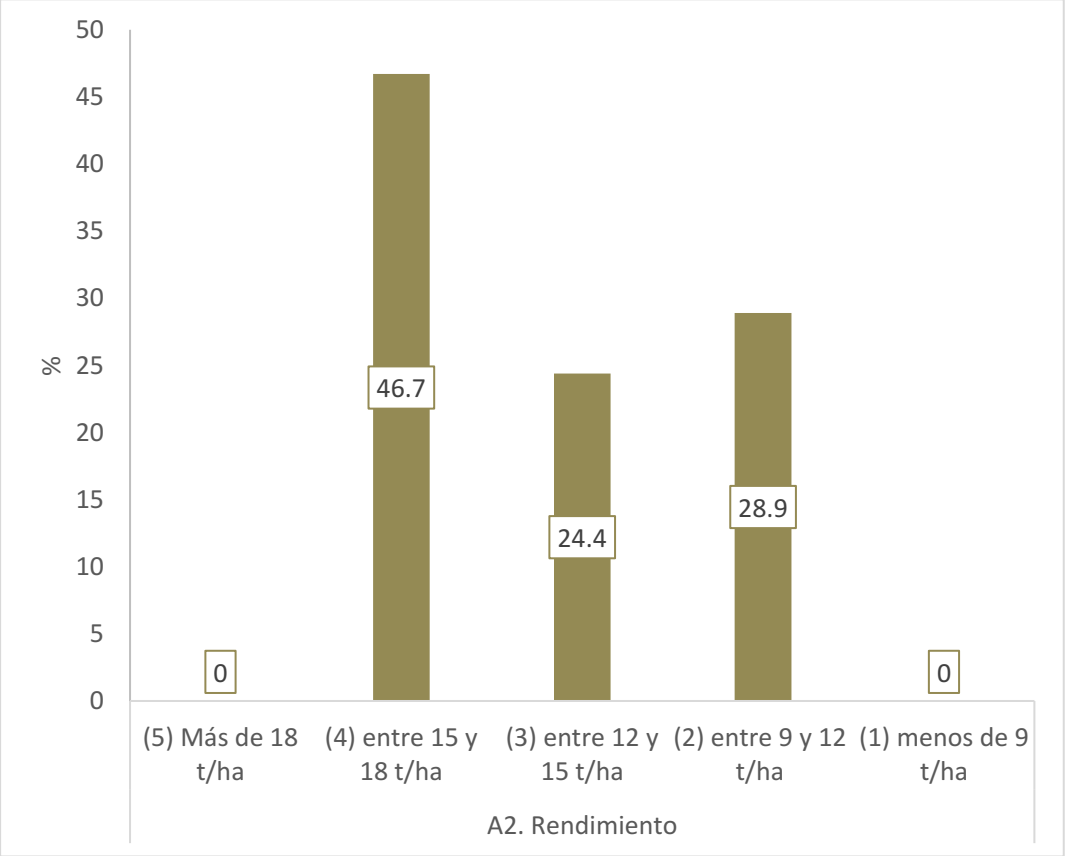


Figura 26. Rendimiento de ajo

En la Tabla 27 y Figura 26 reporta que el 46,7% de los agricultores obtienen rendimiento de ajo entre 15 a 18 t/ha, seguido de un 28,9% quienes producen entre 9 a 12 t/ha y de 24,4% obtienen rendimientos entre 12 a 15 t/ha de ajo.

Tenencia de tierras

Tabla 28

Tenencia de tierras

gSubindicador	Escala	Frecuencia	%
A3. Tenencia de tierras	(5) Propietario con título	0	0
	(4) Propietario sin título	0	0
	(3) Posesionario	0	0
	(2) Contrato	29	64,4
	(1) Arrendatario	16	35,6

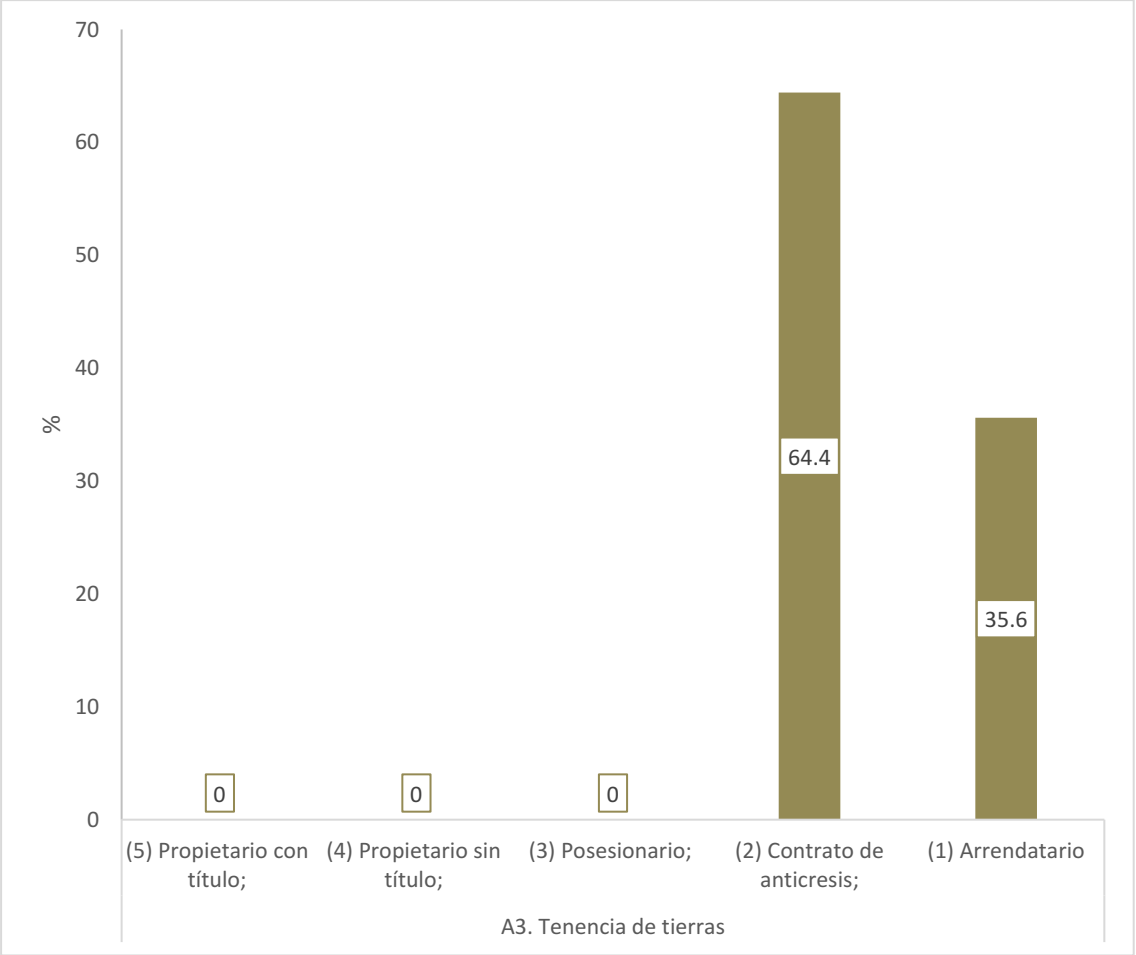


Figura 27. Tenencia de tierras

En la Tabla 28 y Figura 27 reporta que el 64,4% de los agricultores realizan un contrato para producir ajo en Barranca y el 35,6% arriendan para sembrar ajo.

Ingreso Neto Mensual

Tabla 29

Ingreso Neto Mensual

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
B1. Ingreso Neto Mensual (PEN-soles)	(5): > PEN 3500	0	0
	(4): de 2500-3500 PEN	0	0
	(3): de 1500-2500 PEN	37	82,2
	(2): de 1000 a 1500 PEN	8	17,8
	(1): Menor de 1000 PEN	0	0

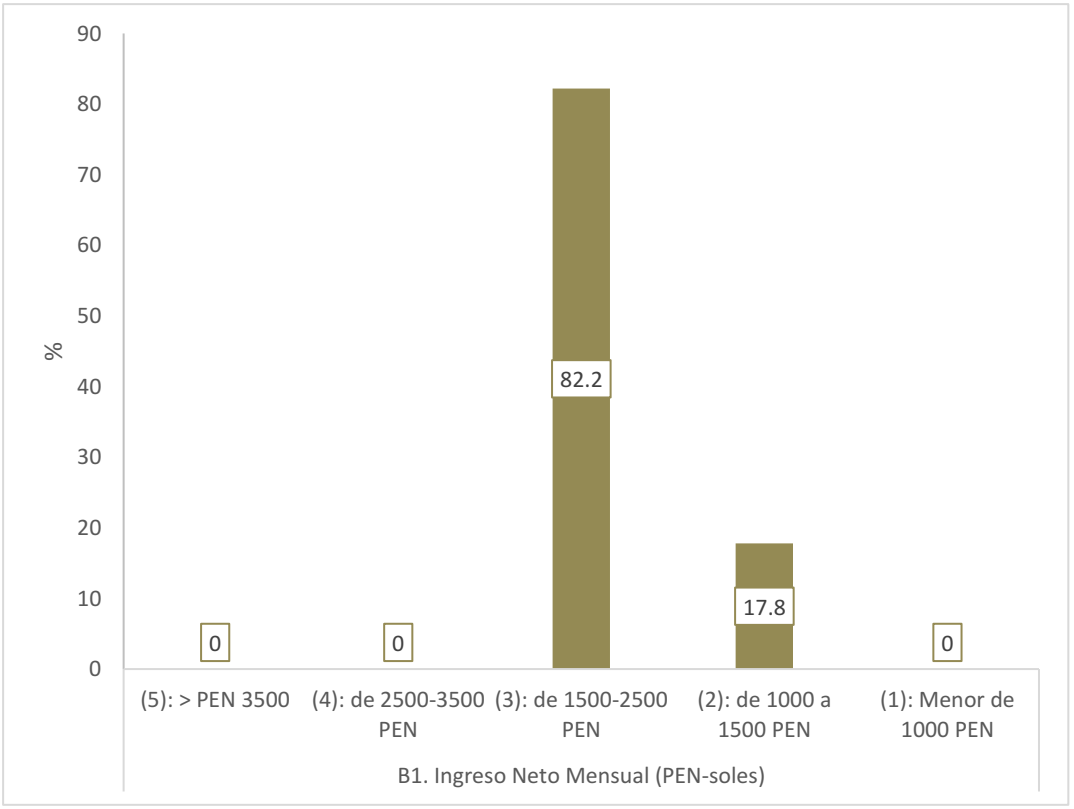


Figura 28. Ingreso Neto Mensual

En la Tabla 29 y Figura 28 reporta que el 82,2% de los agricultores tienen un ingreso de 1500-2500 nuevos soles y de 17,8% indican que sus ingresos están entre 1000 a 1500 nuevos soles.

Ingreso por otras actividades

Tabla 30

Ingreso por otras actividades

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
B2. Ingreso por otras actividades (PEN-soles)	(5): > PEN 1764;	0	0
	(4): de 1226 a 1763 PEN;	0	0
	(3): de 689-1225 PEN;	9	20
	(2): de 151 a 688 PEN;	36	80
	(1): < o igual a 150 PEN.	0	0

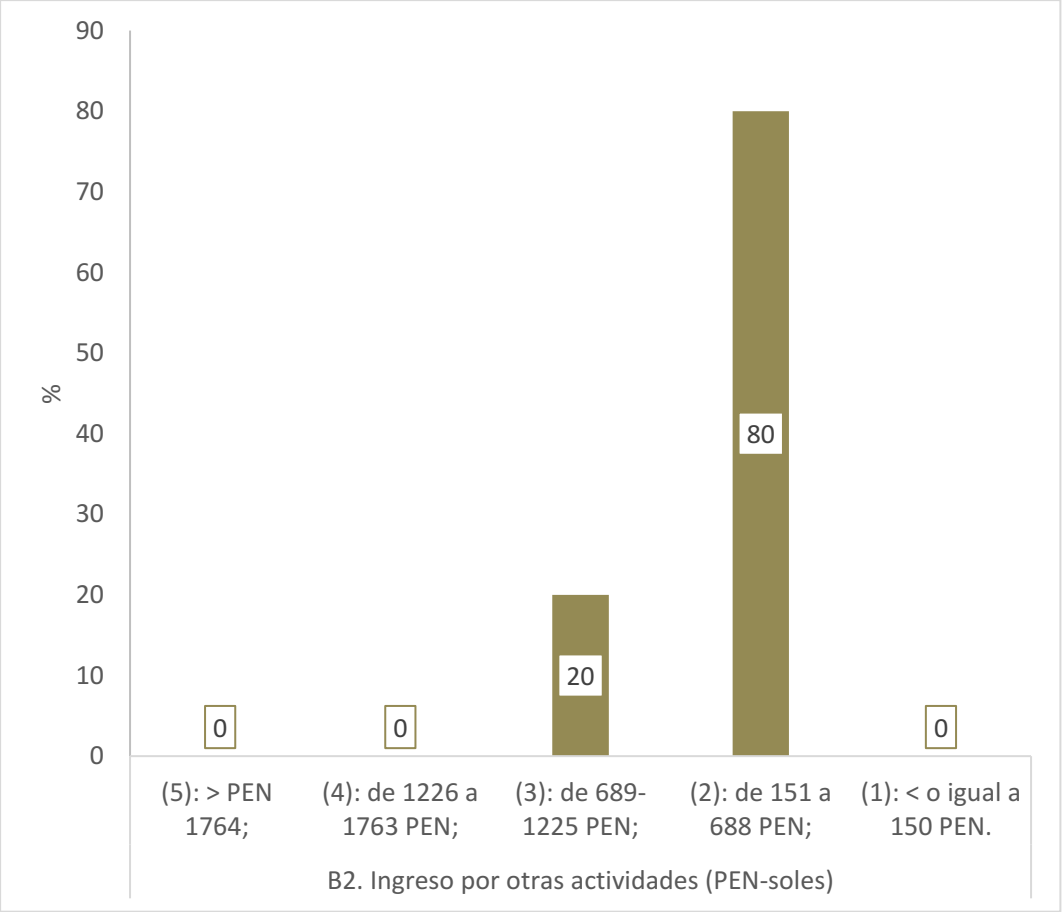


Figura 29. Ingreso por otras actividades

En la Tabla 30 y Figura 29 reporta que el 80% de los agricultores tienen ingresos de 151.00 a 688.00 nuevos soles y de 20% tienen ingreso por otras actividades de 689.00 a 1225.00 nuevos soles.

Limitaciones del sistema productivo de ajo

Tabla 31

Canal de comercialización

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
C1. Limitaciones del sistema productivo de ajo	(5) Sin limitaciones	0	0
	(4) Enfermedades y plagas	0	0
	(3) Enfermedades y plagas, precios de insumos	9	20
	(2) Enfermedades y plagas, precios de insumos, precio de venta, suelo	24	53,3
	(1) Enfermedades y plagas, precios de insumos, precio de venta, suelo, malezas, sequía.	12	26,7

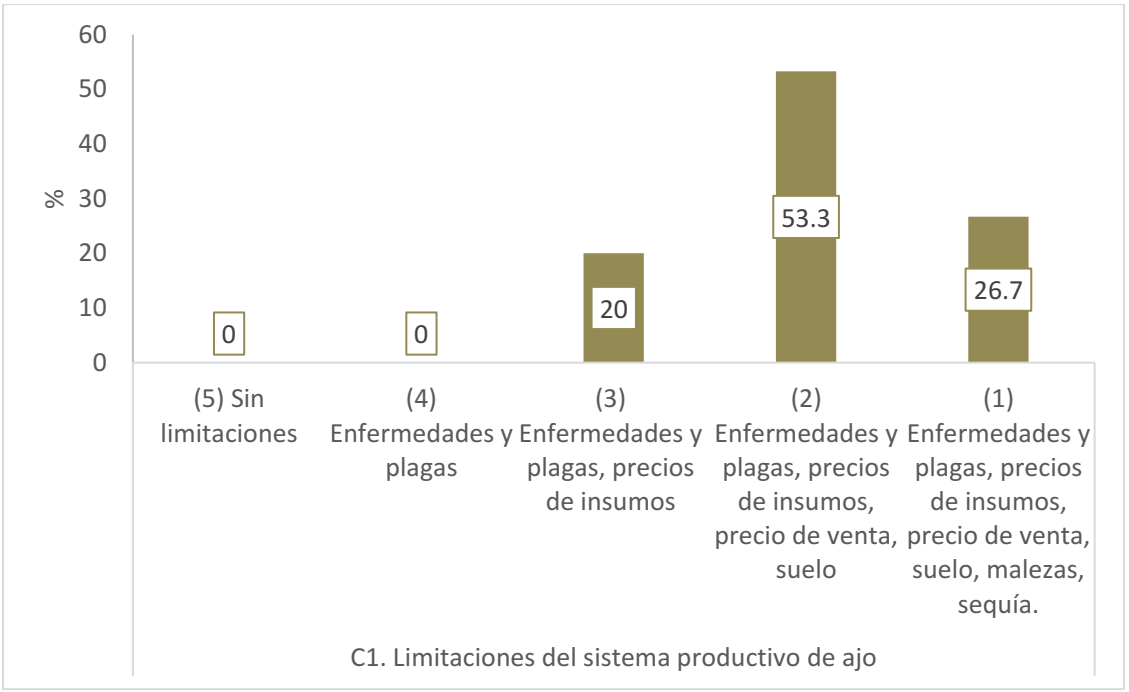


Figura 30. Limitaciones del sistema productivo de ajo

En la Tabla 31 y Figura 30 reporta que el 53,3% de los agricultores tienen limitaciones en el sistema productivo de ajo como enfermedades y plagas, precios de insumos, precio de venta, suelo, seguido del 26,7% presentan limitaciones como enfermedades y plagas, precios de insumos, precio de venta, suelo, malezas, sequía y de un 20% presentan limitaciones como enfermedades y plagas, precios de insumos.

Número de vías de comercialización

Tabla 32

Número de vías de comercialización

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
C2. Número de vías de comercialización	(5) Mercado local, Mercado de Barranca, intermediario, mercado mayorista de Lima y exportación	0	0
	(4) Mercado local, Mercado de Barranca, intermediario y mercado mayorista de Lima	13	28,9
	(3) Mercado local, intermediario y mercado mayorista de Lima	30	66,7
	(2) Mercado local e intermediario	2	4,4
	(1) Mercado local	0	0

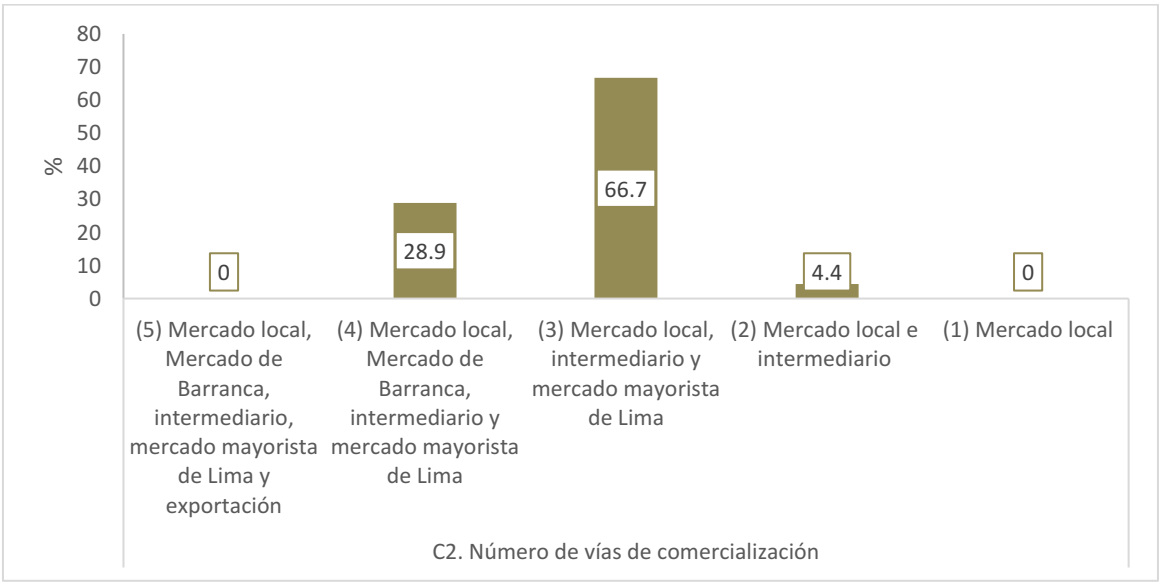


Figura 31. Número de vías de comercialización

En la Tabla 32 y Figura 31 reporta que el 66,7% de los agricultores tienen como vías de comercialización: el mercado local, intermediario y mercado mayorista de Lima, seguido de un 28,9% indican que el ajo lo comercializan en mercado local, Mercado de Barranca, intermediario y mercado mayorista de Lima y de un 4,4% de los agricultores comercializan al mercado local e intermediario.

Dependencia de insumos externos

Tabla 33

Dependencia de insumos externos

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
C3. Dependencia de insumos externos	(5) No depende de los insumos externos	0	0
	(4) Depende del 25% de los insumos externos	0	0
	(3) Depende del 50% de los insumos externos	0	0
	(2) Depende del 75% de los insumos externos	2	4,4
	(1) Depende del 100% de los insumos externos	43	95,6

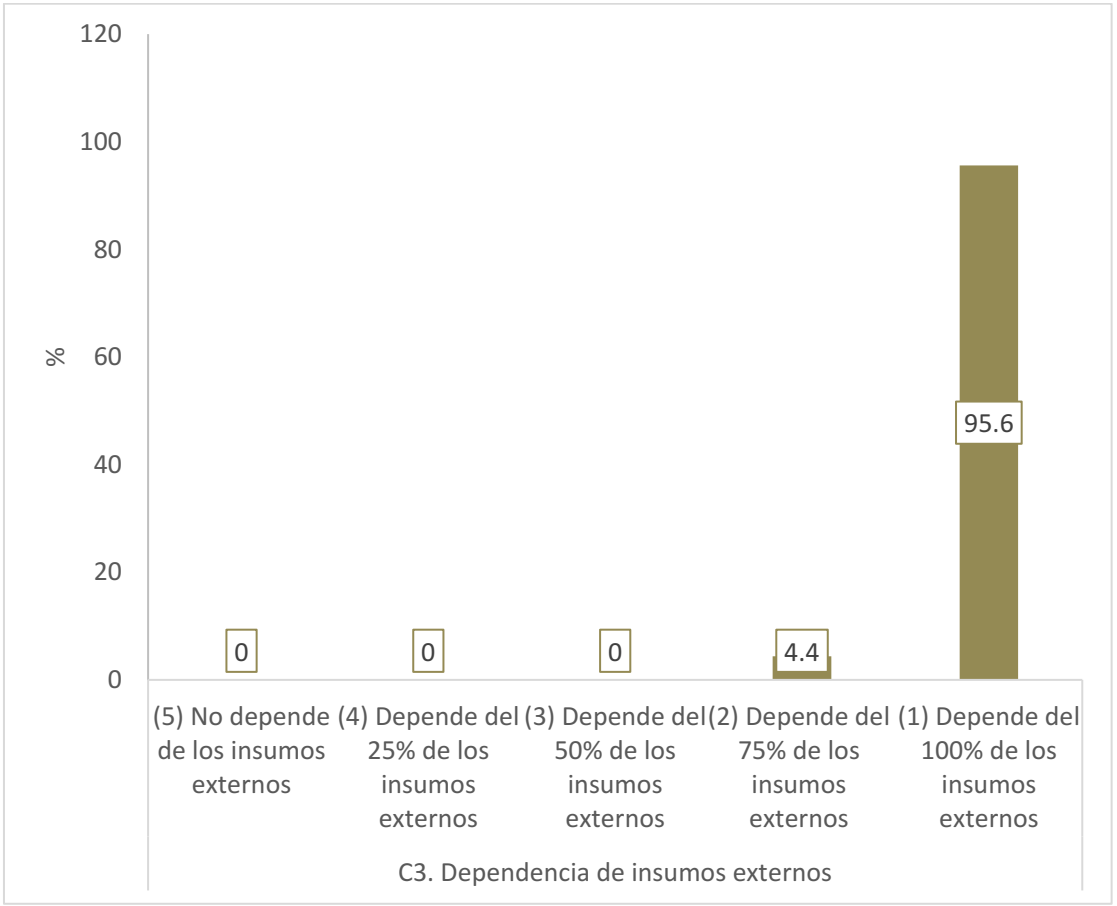


Figura 32. Dependencia de insumos externos

En la Tabla 33 y Figura 32 reporta que el 95,6% de los agricultores dependen del 100% de los insumos externos y solo un 4,4% dependen del 75% de los insumos externos para el sistema productivo de ajo.

4.2 Índice de sostenibilidad del sistema productivo del ajo en Barranca

Tabla 34

Índice de s*ostenibilidad del sistema productivo del cultivo de ajo*

Dimensiones	Índice de sustentabilidad General (ISG)	Clasificación
Índice ambiental (IA)	2,32	No sostenible
Índice social (IS)	3,14	Sostenible
Índice económico (IK)	2,23	No sostenible
Índice general	2,56	No sostenible

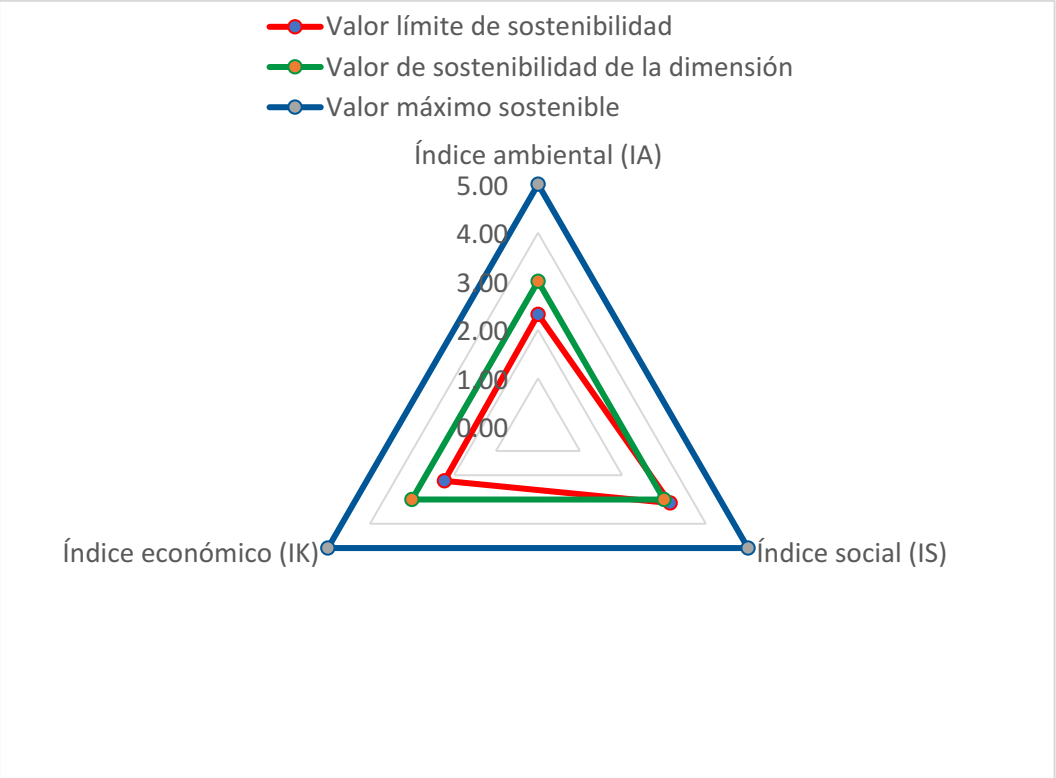


Figura 33. Índice de *sostenibilidad del sistema productivo del cultivo de ajo*

En la Tabla 34 y Figura 33 se observa que el sistema productivo de ajo no presenta un índice sostenible ambiental y económico ya que los resultados mostraron valores de 2,32 y 2,23 respectivamente, en cambio el sistema si presenta un índice socialmente sostenible (3,14), que califica al sistema como un sistema productivo no sostenible al obtener un índice de 2,56.

4.2 Contrastación de hipótesis

4.2.1 Prueba estadística para la dimensión ambiental

Hipótesis de investigación

H_0: Los niveles de sostenibilidad es alta para el índice de la dimensión ambiental del sistema productivo de ajo.

H_1: Los niveles de sostenibilidad es baja para el índice de la dimensión ambiental del sistema productivo de ajo.

Prueba estadística

Tabla 35

Prueba de chi cuadrado para la dimensión ambiental

Detalle	Valor
Chi-cuadrado	62,433
GL	3
p-valor	0,000**

**= altamente significativo (p<0,01)

Interpretación

En la Tabla 35 la prueba de prueba Chi cuadrado muestra que es altamente significativo, es así se acepta la hipótesis de investigación (H_1) indicando que el nivel de sostenibilidad ambiental es bajo.

4.2.2 Prueba estadística para la dimensión social

Hipótesis de investigación

H_0: Los niveles de sostenibilidad es alta para el índice de la dimensión social del sistema productivo de ajo.

H_1: Los niveles de sostenibilidad es baja para el índice de la dimensión social del sistema productivo de ajo.

Prueba estadística

Tabla 35

Prueba de chi cuadrado para la dimensión social en el cultivo de ajo

Detalle	Valor
Chi-cuadrado	62,433
GL	3
p-valor	0,000**

**= altamente significativo (p<0,01)

Interpretación

En la Tabla 35 la prueba de prueba Chi cuadrado muestra que es altamente significativo, es así se acepta la hipótesis de investigación (H_1) indicando que el nivel de sostenibilidad social es bajo.

4.2.3 Prueba estadística para la dimensión económica

Hipótesis de investigación

H_0: Los niveles de sostenibilidad es alta para el índice de la dimensión económica del sistema productivo de ajo.

H_1: Los niveles de sostenibilidad es baja para el índice de la dimensión económica del sistema productivo de ajo.

Prueba estadística

Tabla 35

Prueba de chi cuadrado para la dimensión económica

Detalle	Valor
Chi-cuadrado	62,433
GL	3
p-valor	0,000**

**= altamente significativo (p<0,01)

Interpretación

En la Tabla 35 la prueba de prueba Chi cuadrado muestra que es altamente significativo, es así se acepta la hipótesis de investigación (H_1) indicando que el nivel de sostenibilidad económica es bajo.

CAPITULO V: DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

Los resultados de la evaluación de la sostenibilidad del sistema productivo del ajo registraron que el índice general del sistema no es sostenible, debido a que el valor obtenido estuvo por debajo del límite de la sostenibilidad (3), siendo necesario la intervención de estrategias, como los talleres y/o prácticas agroecológicas para fortalecer el sistema del cultivo del ajo y convertirlo en un sistema productivo sostenible. Los resultados se aproximan a lo obtenido por Nurmalina & Agustian (2024) que al evaluar la sostenibilidad del cultivo ajo encontraron que el sistema productivo de ajo no es sostenible e indican que el gobierno local debe garantizar y priorizar la penetración del ajo local en el mercado, de la misma forma debe de aplicar restricciones a la importación de ajo, con ello fortalecer la sostenibilidad del ajo en Indonesia.

En cuanto a la dimensión ambiental, los resultados demostraron que el sistema productivo de ajo no es ambientalmente sostenible, dichos análisis identificaron algunos subindicadores que debilitan al sistema tal como la fertilización del cultivo de ajo, ya que la mayoría de los agricultores utilizan solo fertilizantes químicos y baja aplicación de fuentes orgánica, confirmando la respuesta del subindicador incorporación de MO la cual obtuvo un valor por debajo del límite de sostenibilidad, ya que muchos de los agricultores si aplican MO es en bajo contenido y en cuanto a la gestión de los residuos de cosecha los agricultores lo queman y lo botan, esos resultados confirman que el indicador de conservación de la vida del suelo es baja, siendo necesario alternativas para mejorar. Los resultados se asemejan a Puspitasari *et al.* (2023) quienes encontraron que el ajo como lo manejan los agricultores de Indonesia es menos sostenible, por lo que es necesario recurrir por prácticas de manejo ecológico para reducir el uso indiscriminado de los pesticidas.

Asimismo, Puspitasari *et al.* (2023) indican que es necesario minimizar el uso de los fertilizantes químicos y cambiarlos con insumos respetuosos con el medio ambiente, tales como los biofertilizantes, también es necesario reducir la dependencia de las subvenciones y ampliar la interacción de los agricultores con el sistema productivo con manejo sostenible.

En cuanto al indicador de manejo de plagas, los subindicadores que debilitan al sistema, es la aplicación de plaguicidas químicos, el método de control que la mayoría usa el control químico para combatir plagas y enfermedades y la frecuencia de aplicación de plaguicidas en donde la mayoría de los agricultores indican que aplican más de 12 veces, por lo que es necesario realizar talleres y capacitaciones sobre el uso de alternativas del control químico, con el uso de bioplaguicidas y métodos de manejo integrado de plagas. Al solucionar estos subindicadores podemos mejorar el sistema y convertirlo en un sistema productivo de ajo ambientalmente sostenible en Barranca. Estos resultados se asemejan a los encontrado por Nurmalina & Agustian (2024) quienes encontraron que el sistema productivo de ajo depende de los insumos agroquímicos, por lo que es necesario minimizar el uso excesivo de estos insumos por la sustitución de productos respetuosas con el medio ambiente, todo ello a través de las Buenas Prácticas Agrícolas.

Con respecto a la dimensión social, los resultados demostraron que el sistema productivo de ajo es socialmente sostenible, dichos análisis identificaron subindicadores que debilitan al sistema tal como el nivel de educación, la integración social, la calidad de asistencia técnica y capacitación sobre temas agrícolas para el buen manejo agronómico del ajo, ya que muchos de los agricultores mencionan que la mayoría de los capacitadores técnicos son trabajadores de las firmas comerciales de plaguicidas, hecho por el cual los agricultores tienden a usar agroquímicos como media para la fertilización y el control de plagas y enfermedades, lo cual produce un alto riesgo en el medio ambiente y en la salud de los agricultores y consumidores

Siendo necesario optar por nuevas alternativas que sean amistosas con el ambiente, así también, el subindicacor conocimiento y manejo de agroquímicos, debilita al sistema, por lo que es necesario la participación de los agricultores en talleres sobre la gestión de los recursos naturales y el riesgo que corre por su desgaste al usar los agroquímicos y como estos producen un impacto negativo al medio ambiente, además de cómo se puede usar nuevas alternativas ecológicas. Los resultados se aproximan a lo obtenido por Dilas *et al.* (2024) quienes encontraron que la dimensión social corre riesgo en el indicador asociatividad de los pequeños agricultores, con el fortalecimiento de este indicador permitirá que los productores se asocien y puedan buscar un mayor precio de su producto mejorando el sistema comercial del ajo en Arequipa.

En cuanto a la dimensión económica, los resultados demostraron que el sistema productivo de ajo no es económicamente sostenible, dichos análisis identificaron algunos subindicadores que debilitan al sistema tal como la superficie de la finca, ya que la mayoría de los agricultores tienen terreno de 1 a 3 ha y un alto porcentaje de menos de 1 ha, ya que la inversión en este cultivo es alto y puede producir un riesgo si se siembra en altas extensiones, la tenencia del terreno ya que la mayoría realizan un contrato de arriendo por varios años, el ingreso neto mensual y el ingreso por otras actividades, dificultan el sistema, por lo que es necesario reducir los costos de producción y aquello se puede realizar mejorando la gestión del uso de los agroquímicos y de los recursos naturales. Asimismo, subindicador que debilita el sistema es la limitación del sistema productivo, ya que el cultivo de ajo está sujeto a los diferentes factores de estrés abiótico y bióticos, siendo necesario enfocarse por una gestión de prácticas agroecológicas y de uso de productos amigables con el medio ambiente para reducir el estrés de la planta.

Asimismo, los agricultores dependen mucho de los insumos externos siendo necesario la realización de talleres y capacitaciones en campo de nuevas prácticas agroecológicas y preparación de productos amigables con el medio ambientes elaborados con los propios recursos renovables de la finca. Estos resultados se asemejan a los encontrado por Resultados semejantes a lo encontrado por Zhuang-Mufan *et al.* (2021) quienes identificaron los subndicadores que debilitan la dimensión económica debido a que es un cultivo de largo periodo vegetativo por el cual tiene más tiempo en ser evaluado y ser atacado por diferentes plagas, al cosechar, el ajo tiende a presentar situación variable en el precio del ajo en el mercado, pero los agricultores que han implementado la política APM que el modo de plantación alternativo, ha mejorado la sostenibilidad del ajo, con el modelo EPM (modo de plantación ecológico) mejora notablemente los beneficios tanto ecológicos y económicos lo que permite mejorar la sostenibilidad del ajo. En cambio, para Febrilia *et al.* (2025) identificaron a la comercialización del ajo y los precios de la semilla de ajo son los que ponen en riesgo a la sostenibilidad económica.

Por lo tanto, se debe intervenir en el manejo del cultivo de maíz en Barranca, con un manejo con criterio y uso de biofertilizantes para reducir el uso de agroquímicos esta difusión a través de talleres de manejo integrado de plagas, fertilización, uso de agentes biológicos para mejorar las condiciones del suelo, mejorar el sistema de riego, con estas mejoras se puede fortalecer el sistema productivo de este cultivo, produciendo la sostenibilidad en Barranca (Bravo *et al*., 2020).

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Los resultados de la investigación demostraron que el sistema productivo del ajo en Barranca no es sostenible, debido a que el índice estuvo por debajo del límite de la sostenibilidad (3), siendo necesario la intervención de estrategias, como los talleres y/o prácticas agroecológicas para fortalecer el sistema del cultivo del ajo y convertirlo en un sistema productivo sostenible.

En cuanto a la dimensión ambiental, los resultados demostraron que el sistema productivo de ajo no es ambientalmente sostenible, dichos análisis identificaron algunos subindicadores que debilitan al sistema tal como la fertilización del cultivo de ajo, incorporación de MO, gestión de los residuos de cosecha, aplicación de plaguicidas químicos, métodos de control de plagas y frecuencia de aplicación de plaguicidas.

Con respecto a la dimensión social, los resultados demostraron que el sistema productivo de ajo es socialmente sostenible, sin embargo, se identificaron subindicadores que debilitan al sistema tal como el nivel de educación, la integración social, la calidad de asistencia técnica y capacitación y conocimiento y manejo de agroquímicos.

En cuanto a la dimensión económica, los resultados demostraron que el sistema productivo de ajo no es económicamente sostenible, el análisis identificó subindicadores que debilitan al sistema tal como la superficie de la finca, la tenencia del terreno, el ingreso neto mensual, ingreso por otras actividades, limitación del sistema productivo y la dependencia de los insumos externos.

6.2 Recomendaciones

Los resultados encontraron subindicadores que debilitan el sistema productivo de ajo y lo vuelve convencional, siendo un sistema que provoca un riesgo al medio ambiente, debido al uso excesivo de agroquímicos que degradan los recursos naturales, por lo que es necesario realizar una intervención de los subindicadores que presentan riesgo y fortalecerlos a través de talleres o con prácticas agroecológicas y convertirlo en un sistema sostenible,

Se recomienda realizar nuevamente la investigación luego de haber reforzado los subindicadores antes dicho, para medir nuevamente la sostenibilidad y determinar los nuevos resultados

Se podría incluir nuevos subindicadores o utilizar otra metodología como la MESMIS que analiza también la sostenibilidad de un sistema productivo.

VII: REFERENCIAS

7.1 Fuentes documentales

Nicho, P., Loayza, J., Cahuas, J., Cosme, R. (2005). *Descripción agronómica de cultivares de ajo (Allium sativum L. ssp. Vulgare) bajo condiciones del valle de Huaral*. Boletín técnico Nº 01-05- Donoso-Huaral. Lima, Perú. 52

Nicho, P. & Cóndor, J. (2012). *Tecnología de Producción de Ajo*. Boletín INIA. Lima, Perú. Recuperado de file:///C:/Users/SkyNett/Downloads/NichoTecnolog%C3%ADa_producci%C3%B3n_Ajo%20(2).pdf.

Sarandón, S. (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas, Capitulo 20: 393-414.

7.2 Fuentes bibliográficas

Acosta, D. (2020). *Caracterización y Evaluación Morfoagronómica en 09 Cultivares de Ajos (Allium sativum L.) Precoces en la Estación Experimental Agraria Donoso – Huaral* [Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú]. Repositorio de la UNJFSC. https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/4259/ACOSTA%20PRADA%20DIANA%20MARIELA.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Atencio, S. & Calixto, M. (2024). *Densidad de plantas en el rendimiento del cultivo de ajo (Allium sativum L) variedad Chaulán en condiciones edafoclimáticas de Huariaca, Pasco 2023* [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Huaraz, Perú]. Repositorio de la UNDAC. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/4816/1/T026_75735219_T.pdf

Bravo, F. (2020). Índice de sustentabilidad ambiental de unidades de producción de maíz amarillo en sistemas agrícolas del valle de Pativilca, Lima, Perú. *IDESIA, 38*(4), 117-125. https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v38n4/0718

Bravo, F. (2022). Sustentabilidad económica del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en el valle de Pativilca, Perú. *IDESIA, 40*(2), 95-101. https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v40n2/0718-3429-idesia-40-02-95.pdf

Cadena, D., Helfgott, S., Drouet, J., Cadena, L. & Montecé, F. (2021). Sustentabilidad de los sistemas de producción de arroz situados dentro del sistema de riego y drenaje Babahoyo, Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE, 8* (2), 84-94. DOI: 10.26423/rctu.v8i2.522.

Contreras, S., Valenzuela, A. & Baldeos, L. (2024). Sustainability of potato farms in the Lima region. *Journal of Law and Sustainable development, 12*(10), 1-21. https://doi.org/10.55908/sdgs.v12i10.3994

Dilas, J., Basantes, T., Caliraya, F. & Pozo, M. (2024). Economic, ecological and sociocultural sustainability of Allium sativum crop in southern Perú. *Journal Scientific Research World Economy EconConnections, 2*(1), 12-25. https://doi.org/10.47422/econconnections.v2i1.9

El Chami, D., & El Moujabber, M. (2024). Sustainable Agriculture and Climate Resilience. *Sustainability*, *16*(1), 113. https://doi.org/10.3390/su16010113

Febrilia, B. R. A., Usman, A., Hidayati, A., Hidayanti, A. A., Septiadi, D., Danasari, I. F., & Maulana, S. M. (2025). Sustainability Analysis of Garlic Production in Sembalun District on Ecological, Economic and Social Dimensions. *International Journal of*

Multidisciplinary Approach Research and Science, 3(01), 59–70. https://doi.org/10.59653/ijmars.v3i01.1207

Fernandez, S. P., & González, R. E. (2024). Nutritional Quality, Bioactive Compounds, and Antioxidant Activity of Nine Clones of Fresh Garlic and Its Black Garlic Derivative: A Comparative Study. *Biology and Life Sciences Forum*, *40*(1), 29. https://doi.org/10.3390/blsf2024040029

Martínez-López, J. A., López-Urrea, R., Martínez-Romero, Á., Pardo, J. J., Montoya, F., & Domínguez, A. (2022). Improving the Sustainability and Profitability of Oat and Garlic Crops in a Mediterranean Agro-Ecosystem under Water-Scarce Conditions. *Agronomy*, *12*(8), 1950. https://doi.org/10.3390/agronomy12081950

Mejía, R., Gómez-Pando L, Pinedo-Taco, R. (2020). Sostenibilidad de las unidades de producción del cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 7*(2), e2483. DOI: 10.19136/era.a7n2.2483

Mogale, TE, Ayisi, KK, Munjonji, L. y Kifle, YG (2022). Respuestas al rendimiento de sorgo y caupí en cultivos binarios y de monocultivo bajo labranza cero en la provincia de Limpopo. *Agriculture*, *12* (5), 733. https://doi.org/10.3390/agriculture12050733

Nurmalina R, and Agustian A (2024) Systems thinking in sustainable agriculture development: a case study of garlic production in Indonesia. Front. Sustain. *Food Syst. 8*, 1349024. doi: 10.3389/fsufs.2024.1349024

León, N. (2024). *Caracterización y tipificación de fincas productoras de ajo (Allium sativum) en el Valle de Tambo, Arequipa, Perú* [Universidad Nacional de San Agustín

de Arequipa, Arequipa, Perú]. Repositorio de la UNSA. https://repositorio.unsa.edu.pe/items/2fd6ccaa-7f61-4c48-8832-3cc7d6254ce7

Liu, M., Chen, X., & Jiao, Y. (2024). Sustainable Agriculture: Theories, Methods, Practices and Policies. *Agriculture*, *14*(3), 473. https://doi.org/10.3390/agriculture14030473

Pinedo, R., Gómez, L. y Julca, A. (2020). Sostenibilidad ambiental de la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los valles interandinos del Perú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 21*(3), e1309. DOI: https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1309

Puspitasari, N., Nurmalina, R., Hariyadi, H. & Agustian, A. (2023), Assessing the sustainability of garlic production for determining strategies in Garlic Sustainable Development Program. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science ,1266*, 012040. doi:10.1088/1755-1315/1266/1/012040

Sarandón, S. & Flores, C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en Agroecosistemas: Una propuesta metodológica. Agroecología 4: 19-28. Uzcanga, N., Chanatásig, C. & Cano, A. (2020). Sustentabilidad socioeconómica y ambiental de los sistemas de producción de maíz de temporal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 11* (5), 993- 1004. https://doi.org/10.29312/remexca.v11i5.2117

Vergara, L. (2021). *Efecto de diferentes dosis de wuxal fósforo para obtener el buen rendimiento en el cultivo de ajo (Allium sativum L.), en el distrito de Barranca, provincia de Barranca, Lima, 2017* [tesis de pregrado, Universidad Nacional "Santiago Antúnez De Mayolo", Huaráz, Perú]. Repositorio institucional de la UNASAM. https://repositorio.unasam.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/fd297d9b-43f0-4eef-8976-5b22a858404b/content

Wang, M., & Zhang, K. (2022). Improving Agricultural Green Supply Chain Management by a Novel Integrated Fuzzy-Delphi and Grey-WINGS Model. *Agriculture*, *12*(10), 1512. https://doi.org/10.3390/agriculture12101512

Yang, H.-J., Shin, J.-S., Oh, S.-M., Bae, J.-E., Ye, S.-J., Choi, H.-W., & Baik, M.-Y. (2025). Enhancing Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Garlic by Puffing. *Molecules*, *30*(9), 2022. https://doi.org/10.3390/molecules30092022

Zhuang, M., Geng, Y., Pan, H., Wu, F. & Wu, D. (2021). Ecological and socioeconomic impacts of payments for ecosystem services – A Chinese garlic farm case. J. *Clean. Prod., 285*, 124866. 10.1016/j.jclepro.2020.124866

7.3 Fuentes hemerográficas

7.4 Fuentes electrónicas

MIDAGRI, 2024. *Perfil del cultivo de ajo*. Disponible en: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiYjYwYTk5MDgtM2M0MS00NDMyLTgzNDEtMjNhNjEzYWQyOTNlIiwidCI6IjdmMDg0NjI3LTdmNDAtNDg3OS04OTE3LTk0Yjg2ZmQzNWYzZiJ9

ANEXOS

ANEXO N°1

CUESTIONARIO DE ENCUESTA

I. **Aspectos Generales**

Nombre del Encuestado: _____Encuesta N°_____Fecha:_____Distrito:_____

1. DIMENSIÓN AMBIENTAL

A1.- Rotación de cultivos

(5) Siembra MAD y descansa el terreno; (4) Siembra MAD y 1 campaña páprika;

(3) Siembra MAD, paprika y MAD; (2) Siembra MAD dos campañas; (1) Siembra MAD tres campañas

A2.- Niveles y tipos de fertilización.

(5) Orgánico procesado; (4) Orgánico sin procesar; (3) químico y alta incorporación de MO;

(2) Químico y baja incorporación de MO; (1) Solo químico.

A3.- Incorporación de materia orgánica.

(5)> a 10,1 t ha^{-1} (4) de 7,1 a 10 t ha–1 (3) de 5,1 a 7 t ha^{-1}; (2) de 3,1 a 5 t ha^{-1}; (1) Menor a 3 t ha^{-1}.

B1.- Barreras vivas.

(5) Tiene cercos, barreras y cultivos refugio; (4) Tiene barreras y zonas de refugio en un solo lado;

(3) Siembra de barreras vivas como cortavientos; (2) Solo cuenta con cercos vivos

(1) No aplica esta práctica por desconocimiento.

B2.- Método de control de plagas.

(5) MIP (4) Labores culturales y bioplaguicidas; (3) Químico, labor cultural y bioplaguicidas;

(2) Químico y algunas labores culturales; (1) Químico.

B3.- Frecuencia de aplicaciones de plaguicidas

5) 1 a 2 aplicaciones; 4) de 3 a 4 aplicaciones; 3) 5 a 6 aplicaciones; 2) 7 a 8 aplicaciones; 1) >8 aplicaciones

C1.- Sistema de riego.

(5) Fertirriego; (4) Riego por goteo (3) Riego por gravedad con regantes expertos;

(2) Riego por gravedad con regantes semiexpertos (1) Riego por gravedad con regantes inexpertos.

C2.- Calidad del agua

5) muy buena; 4) buena; 3) regular); 2) mala; 1; muy mala.

2. DIMENSIÓN SOCIAL

A1. Nivel de educación

(5) Universitario; (4) Técnico; (3) Secundaria; (2) Primaria; (1) Ninguna

A2. Vivienda

(5) Material noble, muy buena; 4) Material noble, buena; (3) Material adobe; (2) Material adobe regular;

(1) Material adobe mala

A3. Servicios básicos de la vivienda

(5) Servicios de agua, desagüe, luz e internet; (4): Servicios de agua, desagüe, luz sin internet;

(3) Servicios de agua, ni desagüe ni luz; (2) Agua, sin desagüe y sin luz; (1) Sin ningún servicio básico

A4. Calidad de servicios de salud

(5) Muy buena, equipamiento y servicios eficientes; (4) Buena, equipado, servicios adecuados,

(3) Regular, equipado pero con servicios inadecuados; (2) Mala, equipos obsoletos, mala calidad de servicios;

(1) Muy mal: sin equipos, solo servicios de atención primaria.

A5. Calidad de vías de acceso a su finca

(5) Muy buenas condiciones; (4); Buena; (3); Regular; (2) Mala; (1); Muy malas condiciones

A4. Calidad de servicios de salud

(5) Muy buena, equipamiento y servicios eficientes; (4) Buena, equipado, servicios adecuados,

(3) Regular, equipado pero con servicios inadecuados; (2) Mala, equipos obsoletos, mala calidad de servicios;

(1) Muy mal: sin equipos, solo servicios de atención primaria.

A5. Calidad de vías de acceso a su finca

(5) Muy buenas condiciones; (4); Buena; (3); Regular; (2) Mala; (1); Muy malas condiciones

A6. Disponibilidad/estado de movilidad

5) Propia en buen estado, 4) propia regular estado; 3) propia deteriorada; 2) alquiler; 1) no tiene ni alquila

B1. Nivel de satisfacción del productor

(5): Muy satisfecho; (4): satisfecho; (3): Medianamente satisfecho; (2): Muy poco satisfecho;(1): insatisfecho.

B2. Lugar de residencia

(5) Parcela o fundo; (4) Centro poblado muy cercano a su parcela; (3) Centro poblado alejado de su parcela;

(2) Ciudad muy cercana a su parcela; (1) Ciudad muy lejos de su parcela.

B3. Integración social

(5) Excelente (4) Muy buena; (3) Buena; (2) Regular; (1) Nula.

C1. Calidad de asistencia técnica y capacitación

(5) Excelente; (4) Muy buena; (3) Buena; (2) Regular; (1) Nula, no le sirve.

C2. Oferta tecnológica

(5)Muy buena, variedades/tecnologías de manejo de MAD; (4) Buena, variedades insumos;

(3) Regular poca oferta de variedades y métodos de producción;

(2) Mala, falta semillas de calidad, escasos métodos de producción; (1) Muy mala, poca oferta tecnológica.

C3. Conocimiento y manejo de agroquímicos

(5): Muy buena, manejo excelente de uso efectividad y nivel de toxicidad (tiene estudios);

(4) Buena: conoce muy bien su efectividad y nivel de toxicidad;

(3): Regular, conoce bien o adecuadamente los productos; (2): Mala, conoce regularmente los productos;

(1) Muy mal: Conoce muy poco usa por indicaciones del técnico, asesor o vecino.

3. Dimensión Económica

A1. Nivel de educación

(5) 7.01 ha a más; (4) 5.01 a 7 ha; (3) 3.01a 5 ha; (2) de 1,01 a 3 ha; (1) < o igual a 1 ha

A2. Rendimiento

(5) 12751 kg/ha a más; (4) 11501 a 12750 kg/ha; (3) de 10251 a 11500 kg/ha; (2) de 9001 a 10250 kg/ha;

(1) < o igual a 9000 kg/ha

A3. Tenencia de tierras

(5) Propietario con título; (4) Propietario sin título; (3) Posesionario; (2) Contrato de anticresis;(1) Arrendatario

B1. Ingreso Neto Mensual (PEN-soles)

(5): > PEN 3946; (4): de 2941-3945 PEN; (3): de 1936-2940; (2): de 931 a 1935; (1): < o igual a 930.

B2. Ingreso por otras actividades (PEN-soles)

(5): >PEN 1764; (4): 1226 a 1763 PEN; (3): 689-1225 PEN; (2): de 151 a 688 PEN; (1): < o igual a 150 PEN.

C1. Canal de comercialización

(5) 5 o más productos; (4) 4 productos; (3) 3 productos; (2) 2 productos; (1) 1 producto.

Anexo 2.
Datos

	Ambiental									
ENCUESTA NUMERO	A1.- Rotación de cultivos	A2.- Aplicación de fertilización.	A3.- Incorporación de materia	A4.- Gestión residuos de	B1.- Aplicación de plaguicidas.	B2.- Método de control de plagas.	B3.- Frecuencia de aplicaciones	C1.- Sistema de riego.	C2.- Calidad del agua	Prom
	(5) Siembra ajo y descansa el terreno; (4)Siembra ajo y una campaña de maíz; (3) Siembra ajo, maíz y ajo; (2) Siembra ajo dos campañas seguidas; (1) Siembra ajo tres campañas seguidas	(5) Materia orgánica (MO) y biofertilizantes; (4) Materia orgánica y biofertilizantes; (3) Fertilizantes químicos y alta incorporación de MO; (2) Fertilizantes químicos y baja incorporación de Fuentes	(5)> a 10,1 t ha^{-1} (4) de 7,1 a 10 t ha–1 (3) de 5,1 a 7 t ha^{-1}; (2) de 3,1 a 5 t ha^{-1}; (1) Menor a 3 t ha^{-1}.	(5) Lo incorpora al suelo (4) Procesa compost (3) Forraje (2) lo bota o vende (1) quema.	(5) Utiliza 100% de biopesticidas; (4) Utiliza 80% de biopesticidas y 20% de plaguicidas químicos; (3) Utiliza 50% de biopesticidas y 50% de plaguicidas químicos; (2) Utiliza 80% de plaguicidas químicos y 20% de biopesticidas (1) Utiliza 100% de plaguicidas	(5) MIP (4) Labores culturales y bioplaguicidas; (3) Químico, labor cultural y bioplaguicidas; (2) Químico y algunas labores culturales; (1) Químico.	5) de 1 a 3 aplicaciones; 4) de 4 a 6 aplicaciones; 3) de 7 a 9 aplicaciones; 2) de 10 a 12 aplicaciones; 1) más de 12 aplicaciones.	(5) Fertirriego; (4) Riego por goteo (3) Riego por gravedad con regantes expertos; (2) Riego por gravedad con regantes semiexpertos (1) Riego por	5) muy buena; 4) buena; 3) regular); 2) mala; 1; muy mala	
1	3	2	2	2	1	2	1	3	3	2
2	3	1	0	2	1	1	1	3	3	2
3	4	2	2	3	1	2	1	3	3	2
4	4	3	4	2	1	2	1	3	3	3
5	4	2	2	3	1	2	1	3	3	2
6	3	3	4	2	1	2	1	3	3	2
7	3	2	2	3	1	1	1	3	3	2
8	4	2	1	3	1	2	1	3	3	2
9	4	3	4	2	1	2	1	3	3	3
10	4	1	0	3	1	2	1	3	3	2
11	3	2	2	2	1	2	1	3	3	2
12	4	3	3	2	2	4	2	3	3	3
13	3	2	3	3	1	2	1	3	3	2
14	3	1	0	2	1	2	1	3	3	2

Social												
A1. Nivel de educación	A2. Vivienda	A3. Servicios básicos de la vivienda	A4. Calidad de servicios de salud	A5. Calidad de vías de	A6. Disponibilidad/ estado de movilidad	B1. Nivel de satisfacción del productor	B2. Lugar de residencia	B3. Integración social	C1. Calidad de asistencia técnica y capacitación	C2. Oferta tecnológica	C3. Conocimiento y manejo de agroquímicos	Prom
(5) Universitario; (4) Técnico; (3) Secundaria; (2) Primaria; (1) Ninguna	(5) Material noble, muy buena; (4) Material noble, buena; (3) Material adobe, buena; (2)Material adobe regular ; (1) Material adobe mala	(5) Servicios de agua, desagüe, luz e internet; (4): Servicios de agua, desagüe, luz sin internet ; (3) Servicios de agua, ni desagüe ni luz; (2) Agua, sin desagüe y sin luz- (1)	(5) Muy buena, equipamiento y servicios eficientes; (4) Buena, equipado, servicios adecuados, (3) Regular, equipado pero con servicios inadecuados; (2) Mala, muy mala, equipos obsoletos, mala calidad de servicios; (1) Muy mal: sin equipos, solo servicios de	(5) Muy buenas condiciones; (4); Buena; (3); Regular; (2) Mala; (1); Muy malas condiciones	5) Propia en buen estado, 4) propia regular estado; 3) propia deteriorada; 2) alquiler 1) no tiene ni alquila	(5): Muy satisfecho; (4): satisfecho; (3): Medianamente satisfecho; (2): Muy poco satisfecho; (1): insatisfecho.	(5) Parcela o fundo; (4) Centro poblado muy cercano a su parcela; (3) Centro poblado alejado de su parcela; (2) Ciudad muy cercana a su parcela; (1) Ciudad muy lejos de su parcela.	(5) Excelente (4) Muy buena; (3) Buena; (2) Regular; (1) Nula.	(5) Excelente; (4) Muy buena; (3) Buena; (2) Regular; (1) Nula, no le sirve.	(5)Muy buena, variedades/tecnologías de manejo de ajo (4) Buena, variedades insumos; (3) Regular poca oferta de variedades y métodos de producción; (2) Mala, falta semillas de calidad, escasos métodos de producción; (1) Muy mala, poca oferta	(5): Muy buena, manejo excelente de uso efectividad y nivel de toxicidad (tiene estudios); (4) Buena: conoce muy bien su efectividad y nivel de toxicidad; (3): Regular, conoce bien o adecuadamente los productos (2): Mala, conoce regularmente los productos; (1) Muy mal: Conoce muy poco usa por indicaciones del técnico asesor o	
3	4	5	3	4	4	4	2	2	1	4	3	3
3	4	5	3	3	4	4	4	2	1	4	2	3
3	4	5	3	4	4	4	4	2	1	3	2	3
3	3	5	3	4	4	4	3	2	1	4	3	3
3	3	5	3	4	4	4	4	2	1	4	2	3
2	4	5	3	4	4	3	4	2	1	4	3	3
3	4	5	4	4	4	4	2	3	1	4	2	3
3	4	5	3	3	4	4	4	2	1	5	2	3
3	4	5	3	4	4	4	4	2	2	4	2	3
3	4	5	3	4	4	4	4	2	1	4	2	3
2	4	5	3	4	4	4	2	2	1	4	1	3
3	3	5	3	4	4	4	3	2	1	5	2	3
3	4	5	3	4	4	4	4	2	3	4	3	4
3	4	5	3	4	4	4	4	2	1	3	3	3

ECONÓMICO								
A1. Superficie de la finca productora de ajo (hectáreas)	A2. Rendimiento	A3. Tenencia de tierras	B1. Ingreso Neto Mensual	B2. Ingreso por otras actividade	C1. Limitaciones del sistema productivo de	C2. Número de vías de comercializac ión	C3. Dependencia de insumos externos	Prom
(5) más de 5 ha ; (4) entre 3 a 5; (3) entre 1 a 3 ha; (2) entre 0,5 a 1 ha; (1) menos de 0,5 ha	(5) Más de 18 t/ha; (4) entre 15 y 18 t/ha; (3) entre 12 y 15 t/ha; (2) entre 9 y 12 t/ha; (1) menos de 9 t/ha	(5) Propietario con título; (4) Propietario sin título; (3) Posesionario ; (2) Contrato de anticresis; (1) Arrendatario	(5): > PEN 3946; (4): de 2941-3945 PEN; (3): de 1936-2940; (2): de 931 a 1935; (1): < o igual a 930.	(5): > PEN 1764; (4): de 1226 a 1763 PEN; (3): de 689-1225 PEN; (2): de 151 a 688 PEN; (1): < o igual a 150 PEN.	(5) Sin limitaciones; (4) Enfermedades y plagas; (3)) Enfermedades y plagas, precios de insumos (2)) Enfermedades y plagas, precios de insumos, precio de venta, suelo.; (1) Enfermedades y plagas	(5) Mercado local, Mercado de Barranca, intermediario, mercado mayorista de Lima y exportación; (4) Mercado local, Mercado de Barranca, intermediario y mercado mayorista de Lima; (3) Mercado	(5) No depende de los insumos externos; (4) Depende del 25% de los insumos externos; (3) Depende del 50% de los insumos externos; (2) Depende del 75% de los insumos externos (1) Depende del 100% de los insumos externos.	
3	4	2	3	2	3	3	1	3
3	4	2	3	2	2	3	1	3
1	4	2	3	2	2	4	1	2
2	4	1	3	2	1	3	1	2
3	3	2	3	2	3	3	1	3
1	2	2	3	2	2	2	1	2
2	4	2	3	2	2	3	2	3
1	3	1	3	2	1	4	1	2
3	4	1	3	3	2	4	1	3
2	2	2	2	2	3	3	1	2
3	2	2	3	2	2	3	1	2
1	4	1	3	2	2	4	1	2
3	3	2	3	3	2	4	1	3
3	4	2	3	2	3	3	1	3

ANEXO N°02 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla

Sostenibilidad económica, social y ambiental del sistema productivo del ajo (Allium sativum) en Barranca - Perú

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MÉTODO
¿Cuál es el índice de sostenibilidad del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca? **Problemas específicos** ¿Cuál es el índice de sostenibilidad de la dimensión ambiental del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca? ¿Cuál es el índice de sostenibilidad de la dimensión social del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca? ¿Cuál es el índice de sostenibilidad de la dimensión económica del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca? ¿Cuáles son los indicadores que ponen en riesgo al sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca?	Determinar el índice de sostenibilidad del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca. **Objetivos específicos** Determinar el índice de sostenibilidad de la dimensión ambiental del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca. Determinar el índice de sostenibilidad de la dimensión social del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca. Evaluar el índice de sostenibilidad de la dimensión económica del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca. Identificar los indicadores que ponen en riesgo al sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca.	H_0: El sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca no presenta sostenibilidad general. H_1: El sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca presenta sostenibilidad general. **Hipótesis especificas** H_0: No existe una sostenibilidad de la dimensión ambiental del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca. H_1: Existe una alta sostenibilidad de la dimensión ambiental del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca. H_0: No existe una sostenibilidad de la dimensión social del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca. H_2: Existe una alta sostenibilidad de la dimensión social del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca. H_0: No existe una sostenibilidad de la dimensión económica del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca. H_3: Existe una alta sostenibilidad de la dimensión económica del sistema productivo del ajo (*Allium sativum*) en Barranca.	**Variable** - Cálculo de los indicadores de la dimensión ambiental, social y económica. - Índice general de la sostenibilidad del sistema productivo de ajo.	La investigación será aplicada, no experimental y de corte transversal, de esta manera se determinará el impacto ambiental por uso de plaguicidas y la sostenibilidad del sistema productivo de ajo en Barranca



Dr. FREDESVINDO FERNÁNDEZ HERRERA
ASESOR



Dr. PEDRO JAMES VÁSQUEZ MEDINA
PRESIDENTE



Dr. ROBERTO HUGO TIRADO MALAVER
SECRETARIO



Mtro. JHON HERBERT OBISPO GAVINO
VOCAL