



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Evaluación de la sustentabilidad ambiental de sistema de producción de maíz (*Zea mays* L.) en Barranca

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores

Yhorman Fisher Santos Aponte
Cristhian Jossymar Gallardo Quispe

Asesor

Roberto Hugo Tirado Malaver

Huacho – Perú

2024



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)

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Yhorman Fisher Santos Aponte	75920224	09/09/2024
Cristhian Jossymar Gallardo Quispe	73645240	09/09/2024
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Roberto Hugo Tirado Malaver	44565193	0000-0001-7064-3501
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Fredesvindo Fernandez Herrera	40588728	0000-0003-2973-7973
Maria del Rosario Grados Olivera	15736587	0000-0002-3004-0252
Hellen Yahaira Huertas Pomasoncco	46741141	0000-0002- 4204-7320

Evaluación de la sustentabilidad ambiental de sistemas de producción de maíz (Zea mays L.) en Barranca

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	2%
2	repositorio.iica.int Fuente de Internet	1%
3	orcid.org Fuente de Internet	1%
4	repositorio.espam.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	www.revista.ccba.uady.mx Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	revistas.utb.edu.ec Fuente de Internet	1%
8	repositorio.una.edu.ni Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

Con gratitud hacia aquellos que han iluminado mi camino, esta tesis es un testimonio de perseverancia, aprendizaje y dedicación. A mi familia, pareja, gracias por su apoyo inquebrantable. A cada paso, su guía ha sido invaluable. Que este trabajo contribuya modestamente al vasto conocimiento humano.

***Atte. Gallardo Quispe, Cristhian
Jossymar.***

Dedico este trabajo a mis padres, quienes me han brindado amor, apoyo y sacrificio incondicional a lo largo de mi vida. También dedico este logro a la vida misma, por sus desafíos que me han fortalecido y sus momentos de alegría que me han inspirado. Que este trabajo sea un tributo a su amor y al constante fluir de la vida, a la que me comprometo a proteger y preservar a través de mi labor como ingeniero ambiental.

Atte. Santos Aponte, Yhorman Fisher.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres, cuyo amor inquebrantable y apoyo constante han sido mi mayor inspiración en este trayecto hacia la culminación de mi carrera como Ingeniero Ambiental. Asimismo, agradezco a todos aquellos que han contribuido de diversas formas a este logro, ya sea brindando su orientación experta, compartiendo su conocimiento o simplemente ofreciendo palabras de aliento en los momentos más desafiantes. También reconozco y agradezco a la vida misma por cada experiencia vivida y cada lección aprendida, que han enriquecido este camino de descubrimiento y crecimiento. ¡Mi más sincero agradecimiento a todos!

***Atte. Gallardo Quispe, Cristhian
Jossymar.***

Quiero Agradezco profundamente a mis padres, cuyo amor incondicional y constante apoyo han sido mi mayor fortaleza en este viaje hacia la culminación de mi carrera como Ingeniero Ambiental. También expreso mi gratitud a todos aquellos que han contribuido de alguna manera a este logro, ya sea con su orientación, conocimientos o ánimo. A la vida misma, por cada lección aprendida y cada experiencia vivida que ha enriquecido este camino.

¡Gracias!

Atte. Santos Aponte, Yhorman Fisher.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO 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	2
1.3 Objetivos de la Investigación	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
1.4 Justificación de la Investigación	3
1.4.1 Justificación teórica	3
1.4.2 Justificación práctica	3
1.4.3 Justificación social	3
1.5 Delimitación del estudio	4
1.5.1 Delimitación espacial	4
1.5.2 Delimitación temporal	4
1.5.3 Delimitación social	4
1.6 Viabilidad del estudio	4
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes de la investigación	5
2.1.1 Antecedentes internacionales	5
2.1.2 Antecedentes a nivel Nacional	7
2.2 Bases teóricos	8
2.3 Definición de términos básicos	12
2.4 Hipótesis de investigación	13

2.4.1	Hipótesis general	13
2.4.2	Hipótesis específicas	13
2.5	Operacionalización de las variables	14
CAPITULO III. METODOLOGIA		15
3.1	Diseño metodológico	15
3.2	Población y muestra.....	15
3.2.1	Población.....	15
3.2.2	Muestra	15
3.3	Técnicas de recolección de datos	16
3.4	Técnicas para el procedimiento de la información	18
CAPITULO IV. RESULTADOS		19
4.1	Impacto ambiental del uso de pesticidas en campo	19
4.2	Sustentabilidad ambiental de MAD en Barranca	22
4.3	Indicadores de la sustentabilidad ambiental de MAD en Barranca	23
4.3.1	Conservación de la vida de suelo del sistema de producción del MAD.....	23
4.3.2	Gestión de plagas y enfermedades del sistema de producción del MAD ...	27
4.3.3	Gestión de agua usada para el sistema de producción del MAD	30
4.3.4	Manejo de la biodiversidad del sistema de producción del MAD.....	32
4.4	Contraste de hipótesis de la sustentabilidad ambiental de MAD en Barranca	34
4.4.1	Conservación de la vida de suelo	34
4.4.2	Gestión de plagas y enfermedades	35
4.4.3	Gestión de agua.....	36
4.4.4	Manejo de la Biodiversidad	37
4.4.5	Índice de sustentabilidad ambiental del sistema de producción de MAD .	38
6.1	Conclusiones	41
CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables e indicadores	13
Tabla 2. Valor de impacto ambiental (EI) de MAD	20
Tabla 3. Valor de impacto ambiental (EI) de MAD	21
Tabla 4. Índice de sustentabilidad ambiental del sistema productivo de MAD	22
Tabla 5. Rotación de cultivos de las unidades productoras de MAD	23
Tabla 6. Niveles y tipos de fertilización en productores de MAD	24
Tabla 7. Incorporación de materia orgánica	25
Tabla 8. Gestión residuos de cosecha de MAD	26
Tabla 9. Subindicadores de las barreras vivas del MAD	27
Tabla 10. Subindicadores del método de control de plagas para el MAD	28
Tabla 11. Subindicadores de la frecuencia de aplicaciones de plaguicidas para el MAD	29
Tabla 12. Subindicadores del sistema de agua para el MAD	30
Tabla 13. Subindicadores de la calidad de agua para el MAD	31
Tabla 14. Subindicadores de la biodiversidad vegetal del MAD	32
Tabla 15. Subindicadores del área de zonas de conservación para el MAD	33
Tabla 11. Prueba estadística para la conservación de la vida del suelo	34
Tabla 12. Prueba estadística para la gestión de plagas y enfermedades	35
Tabla 13. Prueba estadística para la gestión de agua	36
Tabla 14. Prueba estadística para el manejo de la biodiversidad	37
Tabla 15. Prueba estadística para el índice de sustentabilidad ambiental del sistema de producción del MAD en Barranca	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Valor de IE de los pesticidas usados en campo de MAD	21
Figura 2. Índice de sostenibilidad ambiental de MAD	22
Figura 3. Rotación de cultivos del maíz amarillo duro (MAD)	23
Figura 4. Niveles y tipos de fertilización en productores de MAD	24
Figura 5. Incorporación de materia orgánica.	25
Figura 6. Gestión residuos de cosecha de MAD	26
Figura 7. Subindicadores de las barreras vivas del MAD	27
Figura 8. Subindicadores del método de control de plagas para el MAD	28
Figura 9. Subindicadores de la frecuencia de aplicaciones de plaguicidas para el MAD	29
Figura 10. Subindicadores del sistema de agua para el MAD	30
Figura 11. Subindicadores de la calidad del agua para el MAD	31
Figura 12. Subindicadores de la biodiversidad vegetal del MAD	32
Figura 13. Subindicadores del área de zonas de conservación para el MAD	33

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el índice de sustentabilidad ambiental de las unidades de producción familiar que cultivan maíz en Barranca. **Metodología:** La investigación se llevó a cabo en Barranca, inició en noviembre del 2023 y culminó en marzo del 2024. El método no experimental, correlacional y transversal, con una muestra de 73 encuestados. Se evaluó el impacto ambiental en campo ($IE\ ha^{-1}$) generado por plaguicidas y el índice de sustentabilidad ambiental, para el contraste de hipótesis se usó la prueba no paramétrica Chi-cuadrado. **Resultados:** El indicador del impacto ambiental ($IE\ ha^{-1}$) fue de 133,11 valor que indica que el sistema productivo de maíz presenta un bajo impacto ambiental, que conlleva un alto riesgo a la contaminación del humano y del medio ambiente debido al alto uso de pesticidas y alta frecuencia de aplicación para el control de plagas en maíz. En cuanto al índice de sostenibilidad ambiental fue de 2,31 (< 3) valor que indica que las unidades de producción familiar que cultivan maíz en Barranca no son ambientalmente sustentables. Se identificaron los siguientes subindicadores como puntos críticos de la sustentabilidad ambiental de los sistemas fue: niveles y tipos de fertilización química (2,14), incorporación de materia orgánica (2,45), gestión residuos de cosecha (1,29), barreras vivas (1,38), método de control de plagas (1,9), frecuencia de aplicaciones de plaguicidas (1), sistema de riego (2,88). **Conclusión:** El sistema de producción del maíz en Barranca no es sustentable.

Palabras clave: contaminación, hipótesis, impacto ambiental, sistema, plaguicidas.

ABSTRACT

Objective: Evaluate the environmental sustainability index of family production units that grow corn in Barranca. **Methodology:** The research was carried out in Barranca, beginning in November 2023 and ending in March 2024. The method was non-experimental, correlational and cross-sectional, with a sample of 73 respondents. The environmental impact in the field (EI ha^{-1}) generated by pesticides and the environmental sustainability index were evaluated; the non-parametric Chi-squared test was used to contrast hypotheses. **Results:** The environmental impact indicator (EI ha^{-1}) was 133.11, a value that indicates that the corn production system has a low environmental impact, which carries a high risk of human and environmental contamination due to the high use of pesticides and high frequency of application for pest control in corn. The environmental sustainability index was 2.31 (< 3), which indicates that the family production units that grow corn in Barranca are not environmentally sustainable. The following sub-indicators were identified as critical points of the environmental sustainability of the systems: levels and types of chemical fertilization (2.14), incorporation of organic matter (2.45), crop residue management (1.29), living barriers (1.38), pest control method (1.9), frequency of pesticide applications (1), irrigation system (2.88). **Conclusion:** The maize production system in Barranca is not sustainable.

Key words: Ac contamination, hypothesis, environmental impact, system, pesticides.

INTRODUCCIÓN

Se evalúa la importancia de conocer el sistema productivo de maíz , debido a que algunos factores que influye en ello es la falta de información del productor de maíz por el conocimiento del manejo agronómico y el impacto negativo al medio ambiente, por lo cual se realiza el presente tema de investigación “ Evaluación de la sustentabilidad ambiental de sistema de producción de maíz (*Zea mays* L.) en Barranca” , permitiéndonos conocer los diversos problemas que limitan su producción y el equilibrio de su ecosistema, entre ellas; la deficiente gestión en el control de plagas y enfermedades, la fertilización química, mal uso del agua y su bajo uso de alternativas orgánicas.

Para la presente investigación se aplicará el método no experimental, correlacional y transversal, con una muestra de 73 encuestados, que permitirá evaluar el impacto ambiental en campo generado por plaguicidas y el índice de sustentabilidad ambiental.

El resultado de la encuesta nos permitirá conocer los diversos problemas que limitan su producción y el equilibrio de su ecosistema, entre ellas; la deficiente gestión en el control de plagas y enfermedades, la fertilización química, mal uso del agua y su bajo uso de alternativas orgánicas, posterior a ello conllevará a plantear cambios en el modelo agrícola y mejorar el sistema productivo del cultivo en mención. Es por ello que la presente investigación analizará la sustentabilidad ambiental de sistemas de producción de maíz en Barranca.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El sistema productivo de maíz (*Zea mays* L.) es de suma importancia en términos económicos, sociales y ambientales a nivel mundial, debido a que tanto su grano y su forraje se utiliza como alimento para la industria avícola y como materia prima en diferentes productos industriales e incluido para la producción de bioetanol (Meza et al., 2023). En el Perú este cereal es el de mayor superficie sembrada, siendo el maíz amarillo duro el más cultivo cuya producción es destinada como alimento avícola y el maíz amiláceo en la alimentación humana (Medina et al., 2020).

Sin embargo, el sistema productivo de maíz presenta diversos problemas que limitan su producción y el equilibrio de su ecosistema, entre ellas; la deficiente gestión en el control de plagas y enfermedades, la fertilización química, mal uso del agua y su bajo uso de alternativas orgánicas, la falta de información del productor de maíz por el conocimiento del manejo agronómico y el impacto negativo al medio ambiente (Álvarez, 2019). No obstante, el maíz es altamente exigente de nutrientes y es atacada por plagas insectiles como el cogollero por el cual los agricultores realizan aplicaciones de forma indiscriminada tanto de pesticidas y de fertilización química e incluida el precio de la semilla lo que provoca aumento en los costos de producción, además, del monocultivo y la escasa biodiversidad de la finca agrícola, todo lo mencionado provoca una crisis ecológica (Fernández et al., 2023).

Ante tal situación es necesario la evaluación de la sustentabilidad ambiental de las unidades de producción familiar que cultivan maíz o de fincas cuya actividad principal es el maíz en Barranca, ya que este estudio a través de la cuantificación de sus indicadores identificará los puntos críticos del sistema para que se pueda realizar la intervención y así mejorar el sistema productivo convirtiéndola en ambientalmente sustentable (Martínez, 2020).

Según Meniz (2021) diversos estudios han confirmado que el análisis de sustentabilidad a través de un análisis multicriterio sobre los indicadores relacionados al ambiente permite identificar los puntos críticos, y este conocimiento conlleva a plantear cambios en el modelo agrícola y mejorar el sistema productivo del cultivo en mención. Es por ello que la presente investigación analizará la sustentabilidad ambiental de sistemas de producción de maíz en Barranca.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el índice de sustentabilidad ambiental de las unidades de producción familiar que cultivan maíz en Barranca?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuál es el nivel de coeficiente de impacto ambiental en el sistema de producción de maíz en Barranca?

¿Cuál es el nivel de los indicadores de sustentabilidad ambiental de las unidades de producción familiar que cultivan maíz en Barranca?

¿Cuál son los puntos críticos de la sustentabilidad ambiental de sistemas de producción de maíz en Barranca?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el índice de sustentabilidad ambiental de las unidades de producción familiar que cultivan maíz en Barranca.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar el nivel de coeficiente de impacto ambiental en el sistema de producción de maíz en Barranca.

Determinar los indicadores de sustentabilidad ambiental de las unidades de producción familiar que cultivan maíz en Barranca.

Identificar los puntos críticos de la sustentabilidad ambiental de sistemas de producción de maíz en Barranca.

1.4 Justificación de la Investigación

La presente investigación se justifica por presentar la realidad actual del sistema productivo de maíz en Barranca, mediante el análisis de multicriterio sobre los indicadores relacionados a la sustentabilidad ambiental, de esta manera implica la identificación de los puntos críticos del sistema de producción evitando el impacto negativo del medio ambiente que son más significativos en una agricultura no sustentable o insostenible, para plantear cambios en el modelo agrícola y mejorar el sistema productivo del maíz en Barranca.

1.4.1 Justificación teórica

La justificación teórica de este estudio permitirá el aporte evidencias sobre el índice de sustentabilidad y del coeficiente de impacto ambiental del sistema de producción de maíz, para que se pueda realizar por otros investigadores en sistemas de producción de otros cultivos y otras zonas.

1.4.2 Justificación práctica

La justificación práctica reportará la preservación y potencialización de la biodiversidad del ecosistema y evitar la crisis ecológica, a través de la selección y determinación de indicadores para el índice de sustentabilidad ambiental del sistema productivo de maíz en Barranca.

1.4.3 Justificación social

Los resultados de esta investigación permitirán conocer los puntos críticos del sistema productivo de maíz en Barranca, a través del análisis de la sustentabilidad ambiental tal como el monocultivo, altamente dependiente de los insumos externos como los fertilizantes químicos y plaguicidas también del impacto negativo ambiental debido a estas causas, adicionalmente, el aumento del costo de producción, menor biodiversidad, recurso hídrico y la contaminación ambiental entre otros los cuales estarán ejecutados como indicadores a través de su estandarización y ponderación de estos y al identificar los puntos críticos del sistema de producción a través de un conjunto de indicadores relacionados a la sustentabilidad ambiental para replantear cambios en el modelo agrícola y mejorar el sistema productivo del maíz en Barranca.

1.5 Delimitación del estudio

1.5.1 Delimitación espacial

El presente estudio se realizará en la provincia de Barranca, la cual está ubicada en a coordenadas geográficas de 10°45'08.82"S, 77°46'36.58"O.

1.5.2 Delimitación temporal

La investigación sobre la sustentabilidad se iniciará en el mes de noviembre del 2023 y culminará en marzo del 2024.

1.5.3 Delimitación social

El estudio beneficiará a la población de Barranca ya que se conocerá la sustentabilidad ambiental de la zona maicera de la región Lima.

1.6 Viabilidad del estudio

El efecto de este proyecto de investigación es viable ya que proporcionará la sustentabilidad ambiental de Barranca la zona maicera de la región Lima.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Arias (2022) en una investigación sobre la sustentabilidad de unidades de producción que cultivan maíces en Chiapas, México. El investigador indica que para este estudio utilizó una encuesta para 80 unidades productivas en 20 comunidades de Chiapas. Los resultados sobre la sustentabilidad ambiental indica que existe alta dependencia de insumos químicos, como los pesticidas y los fertilizantes químicos que son muy usados para obtener rendimientos altos, la agro diversidad a través de la conservación de variedades indica que un incremento llega disminuir los genotipos locales y que este sistema existe predominancia del monocultivo de maíz y un bajo nivel de autosuficiencia alimentaria.

Hasang et al. (2021) en la investigación sobre la sustentabilidad del sistema de producción del maíz en Los Ríos, Ecuador. Este estudio se realizó con 165 encuestas de productores de maíz relacionados a la dimensión ambiental, económica y social. Los resultados muestran que el aumento del rendimiento y mejora del sistema de producción permitirá incremento en la calidad de vida de los maiceros de esta zona. Además, el estudio encontró que el índice de sustentabilidad ambiental fue menos al umbral mínimo de 2 debido a la dependencia de agroquímicos y que solo dependen del maíz, baja manejo de cobertura falta de criterios de fertilización y baja biodiversidad espacial y temporal.

Urbano et al. (2018) en la investigación sobre la sustentabilidad del sistema de producción del cultivo de maíz en Acambay, México. Este estudio se realizó encuestas con preguntas relacionadas al aspecto ambiental. Los resultados muestran que la unidad productiva del productor de maíz cuenta con un promedio de 1,6 ha que de todos los encuestados el 80% cultivan principalmente maíz amiláceo y el resto cultivan maíz amarillo duro y de otros colores, además encontraron que el índice de sustentabilidad fue de 38% indicando que el sistema de producción de maíz no es ambientalmente sustentable por lo que es necesario intervenir en los puntos críticos como cultivos intercalados, cobertura, zonas de regulación ecológica, uso de variedades locales.

Amador y García (2020) en la investigación sobre la sustentabilidad ambiental de la producción del maíz. Los resultados muestran que los puntos críticos de este estudio fueron el balance de nutrientes y carbono, se encontró una sustentabilidad media ya que existen técnicas depredadoras del medio ambiente. No obstante, la actividad ganadera tiende a poner en riesgo a la sustentabilidad ambiental, asimismo, la falta de diversidad biológica, rotación y el uso excesivo de agroquímicos también son puntos críticos, siendo necesario la búsqueda de técnicas amigables para reducir el efecto del medio ambiente por el uso de agroquímicos sin criterios y que la mayoría de maiceros son pequeños productores y tienen dificultad por el acceso de servicios técnicos para aumentar el rendimiento y por el uso de estrategias para reducir el uso indiscriminado de agroquímicos, combinar fertilizantes orgánicos con fertilizantes químicos e incluso aplicar biofertilizantes para recuperar la fertilidad del suelo y es amigable con el medio ambiente.

Martínez (2020) en la investigación sobre la sustentabilidad del sistema de producción de maíz en Frailesca, México. Para este estudio el investigador realizó un muestreo de 300 productores donde se aplicaron encuesta relacionada al aspecto social, ambiental y económico. Los resultados muestran que el índice de sustentabilidad ambiental es baja ya que el agroecosistema de maíz por el pastoreo de ganado, el uso excesivo de maquinaria agrícola que provoca degradación del suelo sin contar que no tiene cobertura ya que todo el rastrojo se utiliza como alimento del ganado. A pesar de que en esta zona de estudio se maneja el maíz de forma convencional, agroecológica y mixta tienden a depender de la energía fósil para el uso de maquinaria e insumos agrícolas convirtiéndola en dependiente de estos insumos peligrando a futuro el medio ambiente.

Meza et al. (2023) en la investigación sobre la sustentabilidad de pequeñas fincas que cultivan maíz en Ecuador. Para este estudio el investigador tomó 27 productores. Los resultados muestran que la sustentabilidad ambiental fue de 2,6 pero cabe resaltar que las fincas no cumplieron con todos los indicadores, como la agrobiodiversidad para fines de autosuficiencia alimentaria, existe alta dependencia de insumos externos, nivel medio de aplicación de materia orgánica y que los productores tienen conocimiento sobre el cultivo intercalado, sin labranza, campos en barbecho y falta del manejo de conservación de suelos en el área de estudio, además, es necesario utilizar estrategias con el uso de prácticas agroecológicas y que incluyan insumos amigables o respetuosas con el medio ambiente e incluso biofertilizantes.

2.1.2 Antecedentes a nivel Nacional

Meniz (2021) en la investigación sobre la evaluación de sustentabilidad del sistema productivo de maíz en trigo, Junín. Los resultados indican que la sustentabilidad ambiental fue de 1,87 siendo insostenible, siendo los puntos críticos como bajo uso de abonos orgánicos, consumo de fertilizantes, baja cobertura de suelo, mal manejo de biodiversidad espacial y temporal, bajo métodos de control de plagas y el tipo de riego.

Pinedo et al. (2020) en su investigación sobre el estudio de sustentabilidad ambiental en sistema de producción de quinua en Ayacucho, encontró que el índice de sustentabilidad ambiental fue de 49,43 % referido como bajo, ya que existen puntos críticos que reducen la sustentabilidad ambiental siendo entre ellas el riesgo de erosión, el bajo manejo de biodiversidad y la conservación de la vida del suelo por lo que los sistemas de producción es insostenible requiriendo de intervención inmediata como las prácticas de rotación de suelos con uso de leguminosas aplicación de materia orgánica, uso de maquinaria agrícola y la diversificación de cultivos.

Bravo et al. (2020) en su investigación sobre la sustentabilidad ambiental del cultivo de maíz en Pativilca, Barranca. Este estudio los investigadores usaron encuestas con preguntas relacionadas a la dimensión ambiental a 191 maiceros. Los resultados indican que el EIQ y el IE de 12 pesticidas mostrando un impacto negativo en la población y el medio ambiente ya que no se realizaron prácticas de un buen manejo de agroquímicos, el índice de sustentabilidad ambiental fue de 2,54 la cual está debajo del umbral mínimo por lo que no es sustentablemente ambiental, siendo los puntos críticos como baja conservación de suelos, mal gestión de plagas del uso del agua.

Briceño et al. (2022) en la investigación sobre la sustentabilidad del sistema de agricultura familiar en San Francisco de Cayrán, Huánuco. Para este estudio el investigador tomó 45 agricultores como muestra y se realizaron la aplicación de encuesta relacionada al aspecto social, ambiental y económico. Los resultados muestran que 13 predios son ambientalmente sustentables y 12 no lo son, existen puntos críticos que reducen la sustentabilidad en el estudio siendo la alta dependencia a la siembra del maíz, uso de pesticidas, sistemas de riego, baja cobertura del suelo y la presencia de insectos benéficos, la venta de animales como un ingreso adicional, el débil o falta de acceso a la tecnología.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Sistema de producción de maíz

El sistema es un conjunto de elementos que están interactuando entre sí bajo un factor principal en donde existen tanto entradas como salidas (Meza et al., 2023). Un sistema de cultivo indica los elementos que interactúan en el manejo agronómico del cultivo en este caso del maíz, los cuales integran elementos como agua, suelo, clima, animales, es decir todo el agroecosistema que pertenece en el cultivo del maíz y existen entradas como fertilizantes, pesticidas, semilla y las salidas es la cosecha de grano como también del forraje (Amador y García, 2020).

Sin embargo, en todo sistema presenta debilidades tales como los puntos críticos que debilitan al sistema de producción del maíz, tales como el pastoreo de ganado, cultivos intercalados, cobertura, zonas de regulación ecológica, uso de variedades locales el uso excesivo de maquinaria agrícola que provoca degradación del suelo sin contar que no tiene cobertura ya que todo el rastrojo se utiliza como alimento del ganado, el manejo forma convencional, agroecológica y mixta o uso excesivo de agroquímicos tienden a depender de la energía fósil para el uso de maquinaria agrícola e insumos agrícolas convirtiéndola en dependiente de estos insumos peligrando a futuro el medio ambiente (Martínez, 2020).

Además, la agro diversidad a través de la conservación de variedades indica que un incremento llega disminuir los genotipos locales y que el sistema de maíz existe predominancia del monocultivo y un bajo nivel de autosuficiencia alimentaria lo que provoca una debilidad en el sistema, por lo que es necesario de su intervención para mejorar tales puntos y reforzar el sistema (Arias, 2022).

2.2.2 El cultivo de maíz amarillo duro

El cultivo maíz (*Zea mays* L.) es el prime cereal más importante a nivel mundial y el primero en el Perú, debido a que como materia prima es usada para la alimentación avícola u otros tipos de ganadería, siendo necesario su producción. En el Perú este cereal es el mayor producido debido a uso en la alimentación de animales y su manejo es tan complicado debido al alto número de ataque de plagas y enfermedades, entre ellos el gusano cogollero es la plaga más difícil del cultivo (Narro et al., 2022).

2.2.2.1 Impacto ambiental de los pesticidas

El sistema de producción de maíz es uno de los cultivos que más contaminan al medio ambiente debido al alto uso de pesticidas para el control de patógenos por lo que en consecuencia se usan un gran número de pesticidas para dicho control, sobre todo estos pesticidas usados tienen un nivel alto de toxicidad, ya se suelen aplicar para control pesticidas de etiqueta roja de uso en campo para obtener el valor de impacto ambiental en campo (Rodríguez, 2022).

2.2.2.2 Coeficiente de impacto ambiental (EIQ)

Al realizar las aplicaciones de los pesticidas se cuenta con la información de la concentración del pesticida multiplicado con las dosis empleadas y la frecuencia de aplicaciones se calculará la proporción de uso en campo para obtener el valor de impacto ambiental en campo (Rodríguez, 2022). Este coeficiente fue propuesto por el científico Kovach et al. (1992) del Programa de Manejo Integrado de Plagas de la Universidad de Cornell, indicando que mide el efecto que tiene las aplicaciones de los pesticidas sobre el medio ambiente, dicho resultado mide el riesgo que provocan en los agricultores consumidores y el agroecosistema (Kniss y Coburn 2015).

Cabe resaltar que la mayoría de los pesticidas ya se estimó su valor del coeficiente EIQ y que se utiliza este coeficiente para determinar el impacto ambiental (EI) de los pesticidas en campo agrícola (Ortiz y Pradel 2009).

2.2.2.3 Impacto ambiental (EI)

Se le refiere al valor del EI según el IICA (2017) el EI del MIP analiza el uso de los pesticidas que se usan en campo que tienen su implicancia con el medio ambiente y describe e indica el potencial de impacto ambiental. Se mide, con información del tipo de pesticida, las dosis empleadas, la frecuencia de aplicaciones y el coeficiente EIQ. Este resultado indica el riesgo potencial resultante del uso de los pesticidas en cultivo de maíz. Siendo necesario medir el nivel de nocividad del compuesto activo, ya que el contacto con estos productos sea restringido porque puede producir en el hombre o en el animal envenenamiento, así también al dejar los envases vacíos sin cerrar y su eliminación correcta debido a ello puede provocar riesgos en la salud por toxicidad (Rodríguez, 2022).

2.2.2.4 Sustentabilidad

La sustentabilidad busca el equilibrio entre tres dimensiones del sistema de producción que este sea amigable con el ambiente, económicamente viable y socialmente justa (Meza et al., 2023). Según Sarandón (2002) el análisis de sustentabilidad se da a través de indicadores que se construyen base a tos los puntos que forma parte de un sistema productivo del cultivo que mayormente siembra una familia. Una vez obtenida los puntos débiles del sistema se construyen los indicadores y de ellos los subindicadores a través de escalas que van desde 1 a 5 donde 1 indica que tal subindicador es bajo y es crítico en cambio con el valor 5 indica que es mejor de acuerdo con el tipo de subindicador.

Seguido de estandarizar los indicadores se realiza la ponderación y esto se va dependiendo del sistema y cómo influye este indicador en todo el sistema, luego de ellos se obtiene un índice el cual se verifica de acuerdo al escala que van desde 1 a 5m donde 1 indica que es baja la sustentabilidad 3 es el umbral mínimo de sustentabilidad y el valor 5 que es el máximo valor de sustentabilidad que se puede tener del sistema de producción, para luego proponer alternativas de solución para mejorar y reforzar el sistema de producción (Sarandón y Flores, 2014).

2.2.3 Sustentabilidad ambiental

La sustentabilidad ambiental abarca los indicadores que influyen en los agroecosistemas del cultivo, por lo que se toma dicho indicadores permiten preservar y desarrollar el agroecosistema brindando mejora en los recursos naturales, existen diversos indicadores que analizan este índice, los cuales tenemos la conservación de la vida del suelo lo cual a través de subindicadores se analiza como los agricultores tienen a conservar su suelo ya que un mal uso de este recurso puede implicar pérdida de fertilidad y contaminación del suelo (Bravo et al., 2022).

Asimismo, encontramos tres indicadores más que la mayoría de los investigadores lo utilizan para el análisis de sustentabilidad como es el caso de la gestión del manejo de plagas y enfermedades, gestión del agua y manejo de la biodiversidad, por lo que es necesario la pronta intervención de los puntos críticos para mejorar la sustentabilidad del maíz (Campos, 2021).

2.2.4 Indicadores de la sustentabilidad ambiental

2.2.4.1 Conservación de la vida del suelo

El suelo es un recurso de mucha importancia ya que es la que sirve para crecer, nutrir a las plantas y está constituida por tres propiedades como es la física, química y biológica, las cuales deben estar en equilibrio para que el suelo mantenga su fertilidad por mucho tiempo y pueda proporcionar los nutrientes a la planta, sin embargo, las constantes aplicaciones de pesticidas y de fertilizantes químicos llegan a desequilibrar las condiciones del suelo e incluso se pierde la fertilidad o se produce erosión del suelo por el mal manejo o el uso indiscriminado de los insumos químicos, siendo necesario activar la biología del suelo con aplicaciones biofertilizantes para mantener la fertilidad del suelo (Tirado et al., 2024).

2.2.4.2 Gestión de plagas y enfermedades

El uso de plaguicidas es temas importantes ya que es una fuente principal de toxicidad para los humanos y provoca daños al medio ambiente, mayormente lo agricultores al usar los plaguicidas no cuentan con un buen manejo y aplican altas dosis y muy frecuente el uso de estos lo que provoca contaminación siendo necesario capacitaciones del manejo y la eliminación de los envases de pesticidas para los productores (Beyer et al., 2017).

2.2.4.3 Gestión de agua

El riego es necesario para la producción, sin embargo, depende de la fuente hídrica que proviene para el riego, mayormente los agricultores usan riego por gravedad es donde mayormente no cuentan con un manejo de este recurso lo que el agua se pierde por evapotranspiración para ello es necesario mejorar los sistemas de riegos y usar reguladores para que el agua sea de mejorar calidad (Pinedo et al., 2020).

2.2.4.4 Manejo de la biodiversidad

El manejo de la biodiversidad es necesario ya que este permite mantener la diversidad de plantas nativas que son importantes en los programas de mejoramiento para ser utilizadas para obtener nuevas variedades mejoradas con tolerancia a los estreses ambientales (Pinedo et al., 2020).

2.3 Definición de términos básicos

Ambiente

El ambiente es un conjunto de factores que integran el clima, suelo, agua y factores bióticos y que están en un equilibrio (Meniz, 2021).

Coefficiente de impacto ambiental (EIQ)

Se utilizará la información del tipo de pesticida, las dosis empleadas y la frecuencia de aplicaciones y el ingrediente activo de cada pesticida, se calculará la proporción de uso en campo para obtener el valor de impacto ambiental en campo (Bravo et al., 2020).

Impacto ambiental (IE)

Se le refiere al valor del EI, indica el potencial de impacto ambiental, se mide, con información del tipo de pesticida, las dosis empleadas y la frecuencia de aplicaciones. El impacto ambiental indica el riesgo potencial resultante del uso de los pesticidas en cultivo de maíz (Bravo et al., 2020).

Finca

La finca es la unidad productiva familiar donde el agricultor realiza sus diferentes actividades de producción (Martínez, 2020).

Insumos agrícolas

Se refiere a los plaguicidas, fertilizantes químicos que están elaborados de forma sintética y que necesitan de energía fósil para su elaboración (Meza et al., 2023).

Sistema

El sistema es un conjunto de elementos que están interactuando entre sí donde existen tanto entradas como salidas (Meza et al., 2023).

Sustentabilidad

La sustentabilidad busca el equilibrio entre tres dimensiones del sistema de producción que este sea amigable con el ambiente, económicamente viable y socialmente justa (Meza et al., 2023).

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

Las unidades de producción familiar que cultivan maíz en Barranca presentan sustentabilidad ambiental.

2.4.2 Hipótesis específicas

Existe un nivel de coeficiente de impacto ambiental en el sistema de producción de maíz en Barranca.

Existe sustentabilidad ambiental de las unidades de producción familiar que cultivan maíz en Barranca.

Existen puntos críticos de la sustentabilidad ambiental de sistemas de producción de maíz en Barranca.

2.5 Operacionalización de las variables

Tabla 1
Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Subindicadores	Escala
1. Sustentabilidad ambiental	La sustentabilidad busca el equilibrio entre tres dimensiones del sistema de producción que este sea amigable con el ambiente, económicamente viable y socialmente justa (Bravo et al., 2022).	Estima los indicadores relacionados a la sustentabilidad ambiental.	1.1 Conservación de la vida de suelo	A1.- Rotación de cultivos	(5) Siembra MAD y descansa el terreno; (4) Siembra MAD y 1 campaña páprika; (3) Siembra MAD, páprika y MAD; (2) Siembra MAD dos campanas; (1) Siembra MAD tres campanas
			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 .	
			A4.- gestión residuos de cosecha	(5) Deja en parcela como cobertura (4) Procesa compost (3) Recoge para alimento de ganado (2) lo vende (1) quema.	
			1.2 gestión de plagas y enfermedades	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.	
			1.3 gestión de agua	B3.- Frecuencia de aplicaciones de plaguicidas.	5) de 1 a 2 aplicaciones; 4) de 3 a 4 aplicaciones; 3) de 5 a 6 aplicaciones; 2) de 7 a 8 aplicaciones; 1) más de 8 aplicaciones.
			1.4 Manejo de la Biodiversidad	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.	
			D1.- Biodiversidad vegetal.	(5) Establecimiento totalmente diversificado, con asociaciones entre ellos y con bastante vegetación natural que cubre los suelos; (4) Alta diversificación de especies, con asociación media entre ellos, alta presencia de hierbas benéficas sobre los suelos; (3) Diversificación media, con muy bajo nivel de asociación entre ellos, escasa diversidad de hierbas sobre suelos; (2) Poca diversificación de especies, sin asociaciones, presencia de dos o tres hierbas sobre suelos; (1) Sin diversidad en especies y presencia de malezas de efecto negativo sobre suelos.	
			D2.- rea de zonas de conservación	área de zonas de conservación. Las zonas de conservación incluyen bosques, pastizales, pantanos, orillas de ríos y riachuelos, zonas de amortiguamiento, donde no se realice labores agrícolas y por el contrario están adecuadamente delimitadas y conservadas. (5) mayor de 2,1 ha; (4) de 1 a 2 ha; (3) de 0,51 a 1 ha; (2) de 0,1 a 0,5 ha; (1): No tiene ningún área de conservación.	

CAPITULO III. METODOLOGIA

3.1 Diseño metodológico

La presente investigación es descriptiva, aplicada y no experimental, además, de transversal, debido a que las variables independientes que serán usados en este estudio no se han manipulado y se llevará a cabo bajo la aplicación de la encuesta abierta. Asimismo, el nivel de investigación es correlacional ya que se cuantificó los indicadores y se encontró el índice de sustentabilidad ambiental. Cabe resaltar que el tipo de investigación presentó un enfoque mixto ya que se cuantificó las variables de tipo cualitativa y cuantitativa.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población de la provincia de Barranca cuenta con 360 productores de maíz de acuerdo a MIDAGRI (2024).

3.2.2 Muestra

La muestra es irrestricta aleatoria y se obtiene a partir de la fórmula que se muestra a continuación:

$$n = \frac{N \cdot z^2 \cdot p \cdot q}{E^2 \cdot (N - 1) + z^2 \cdot p \cdot q}$$

En donde:

Marco muestra	N	=	360 habitantes.
Alfa (máximo error tipo I)	α	=	0,05
Nivel de confianza	$1 - \alpha/2$	=	0,975
Valor de Z a $(1 - \alpha/2)$	Z	=	1,96
Frecuencia de casos	p	=	0,50
Complemento de p	q	=	0,50
Precisión	E	=	0,10

$$n = \frac{(360)(1.96^2)(0,5)(0,5)}{(0,10^2)(360 - 1) + (1.96^2)(0,5)(0,5)} = 73$$

3.3 Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos para esta investigación se realizó en dos etapas, la primera se obtuvo el análisis del coeficiente de impacto ambiental la cual se procedió con información recogida de los productores y la segunda etapa fue sobre la evaluación de la sustentabilidad ambiental la cual fue a través del instrumento “encuesta” el cual está constituido por un cuestionario de preguntas relacionadas a la sustentabilidad ambiental. A continuación, se describe cada una de las etapas de manera más específica.

Coefficiente de impacto ambiental (EIQ)

El EIQ se midió utilizando información relacionado al uso de pesticidas, dosis de aplicación y la frecuencia de aplicación de acuerdo a lo establecido por la metodología propuesta por la Universidad de Cornell (Kovach et al. 1992), citado por Ortiz y Pradel (2009) quienes indican que se obtiene un valor de potencial de riesgo que causa el pesticida sobre el medio ambiente y a los agricultores aplicadores, por lo cual a través de la información de los maiceros y de la ponderación de 15 tipos de pesticidas que se usan para controlar a las 5 principales plagas en su campo es suficiente para encontrar dicho coeficiente la cual se realiza través de la siguiente formula hecha por la Universidad de Cornell.

$$\text{EIQ} = (C [(DT * 5) + (DT * P)] + (C \times [(S + P) / 2] * SY) + (L) + (F * R) + (D * [(S + P) / 2] * 3) + (Z * P * 3) + (B * P * 5)) / 3.$$

Donde

C = Toxicidad crónica;

DT = Toxicidad dermal;

P = Vida media de residuos en superficie de planta;

S = Vida media de residuos en el suelo;

SY = Sistemática;

L = Potencial de lixiviación;

F = Toxicidad en peces;

R = Potencial de escorrentía;

D = Toxicidad en aves;

Z = Toxicidad en abejas;

B = Toxicidad en artrópodos benéficos.

Al obtener el EIQ de los ingredientes activos de cada pesticida que se usaron los productores en la campaña agrícola 2023, se calculó la proporción en campo lo cual podemos encontrar el impacto ambiental tal como lo propone Kniss y Coburn (2015) cuyo valor se realiza de la siguiente manera.

$$\text{EIQ de Campo} = \text{EIQ del pesticida} \times \% \text{ concentración del IA} \times \text{Dosis del P (L ha}^{-1}\text{)}.$$

Donde:

EIQ= Coeficiente de impacto ambiental

IA= Ingrediente activo del producto comercial

P= Pesticida

Establecido el EIQ de campo se obtuvo el EI ha^{-1} , el cual se obtuvo calculando el EIQ del campo por el número de aplicaciones, tal como se muestra en la siguiente ecuación propuesta por Ortiz y Pradel (2009).

$$\text{EI t ha}^{-1} = \text{EIQ} \times \text{NAP}.$$

Donde:

EI= Impacto ambiental en campo

NAP= número de aplicaciones del pesticida

Teniendo en cuenta que si el resultado del EI es alto indicará mayor impacto negativo en el ambiente.

Lo siguiente fue la determinación del índice de sustentabilidad ambiental del sistema de producción de maíz. Para dicho análisis se utilizó la metodología “tipo multicriterio” propuesto por Sarandón (2022) y confirmado por Bravo et al. (2020) y Sarandón y Flores (2014), los cuales se incluyen cuatro indicadores, como la conservación de la vida del suelo (A) con cuatro subindicadores, la gestión de plagas y enfermedades (B) con tres subindicadores, la gestión del agua (C) con dos subindicadores y el manejo de la biodiversidad (C) con dos subindicadores. De estos indicadores se construyeron los subindicadores y sus respectivas escalas los cuales se detallan en la Tabla 1.

Estandarización y ponderación de los subindicadores

La estandarización de los subindicadores, el instrumento que se usó fue la encuesta como se mencionó líneas atrás, la cual también se visualiza en el Anexo 1. Esta estandarización se realizó por preguntas relacionadas a los subindicadores y las respuestas se presentaron en escalas de 1 a 5, luego de su estandarización el valor 1 es considerado como valor crítico sin sustentabilidad del sistema, en cuanto al valor 3 indica que es el umbral mínimo de sustentabilidad y el valor 5 es el máximo de la sustentabilidad.

Luego de estandarizar se ponderaron las escalas multiplicando el valor por un coeficiente de acuerdo con la importancia que tiene el indicador en el estudio de acuerdo con Pinedo *et al.* (2020).

Por tanto, los subindicadores de cada indicador serán ponderados y estandarizados para encontrar la sustentabilidad ambiental (SA):

$$SA = \frac{\left(\frac{A_1 + A_2 + A_3}{3}\right) + \left(\frac{B_1 + B_2 + B_3}{3}\right) + \left(\frac{C_1 + C_2}{2}\right) \left(\frac{D_1 + D_2}{2}\right)}{4}$$

Contrastación de hipótesis

Con el fin de mostrar el resultado con evidencias estadísticas se utilizó el contraste de hipótesis, teniendo en cuenta que los valores presentan escalas del 1 a 5 por tanto no existe distribución normal ante ello se usarán pruebas no paramétricas a través de la prueba de Chi cuadrado con significancia del 5% cuyo valor determinará si rechazamos o aceptamos la hipótesis nula (H_0) o la de hipótesis de investigación (H_1)

3.4 Técnicas para el procedimiento de la información

Toda la información recopilada de los maiceros de Barranca, se usaron el Microsoft Excel para determinar los valores de sustentabilidad y el EQA y para el contraste de hipótesis se procesó a través del programa estadístico SPSS v25 para el análisis del Chi cuadrado los resultados que se obtendrán se expresaron en tablas y figuras.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Impacto ambiental del uso de pesticidas en campo

En la Tabla 2 se muestra los resultados del impacto ambiental en campo ($IE\ ha^{-1}$) el cual fue 133,11 cuyo valor indica que existe un impacto negativo en el ambiente del sistema de producción del MAD en Barranca el cual también asegura un riesgo alto en los agricultores que aplican los pesticidas.

Asimismo, se muestra que los 12 plaguicidas que mayormente se usan para controlar las cinco principales plagas tanto de insectos como de enfermedades que se presenta muy frecuente en el sistema productivo de MAD y si no se realiza control preventivo o curativo aumenta el ataque. En tanto, entre las plagas insectiles con mayor ataque en el MAD fue el gusano cogollero con un total de cinco ingredientes activos (insecticidas) utilizados como el Benzoato de emamectin, Chlorpyrifos, Metomil, Spinetoram y Fipronil, los cuales se usaron una dosis de 0,5, 0,5, 0,5, 0,25 y 0,4 $kg\ L^{-1}$ de cada insecticida respectivamente, aplicados por cilindro de 400 L de agua, el número de aplicaciones fue de 4, 3, 2, 4 y 2 veces por campaña en el control de la principal plaga del maíz, asimismo, se observa un total de EIQ de campo de 17,65, con un total de EI de 43,89 $t\ ha^{-1}$.

En cuanto a las cuatro principales plagas insectiles fueron el gusano de tierra, el chinche y mazorquero se usaron siete ingredientes activos los cuales algunos de ellos coincidieron con el del gusano cogollero, en cuanto a las cantidades de aplicación de los insecticidas fueron de 0,25 a 0,65 $kg\ L^{-1}$ aplicados por cilindro de 400 L de agua y de 1 a 4 aplicaciones por cada pesticida durante la campaña agrícola de MAD, con un total de EIQ de campo de 38,13 y con un total de EI de 76,33 $t\ ha^{-1}$.

Con respecto, a las enfermedades dentro de las cinco principales plagas, la mancha de asfalto fue la más representativa entre las enfermedades, esto no quiere decir que fue la única, sin embargo, la mancha de asfalto se observa en la Tabla 2 que se utilizaron tres ingredientes activos Azoxystrobin, Difeconazole y Tebuconazole cuyas dosis fue de 0,25, 0,25 y 0,3 $kg\ L^{-1}$ de cada fungicida respectivamente, aplicados por cilindro de 400 L de agua, el número de aplicaciones fue de 2, 3 y 1 veces por campaña para su control en el maíz, asimismo, se observa un total de EIQ de campo de 6,36 , con un total de EI de 12,89 $t\ ha^{-1}$.

Tabla 2

Valor de impacto ambiental (EI) de MAD

Problema fitosanitario	Tipo de pesticida	Ingrediente activo (IA)	Concentración del IA del P	% de concentración del IA del P	Dosis kg/L del P	Número de aplicaciones	EIQ	EIQ de campo	EI t ha-1
Insecto plaga									
Gusano de tierra	Insecticida	Chlorpyrifos	480 g/L EC	0,48	0,5	2	26.85	6.44	12.89
		Metomil	200 g/L EC	0,2	0,25	2	30.70	1.54	3.07
		Metamidofos	600 g/L SC	0,6	0,65	1	36.80	14.35	14.35
Gusano cogollero	Insecticida	Benzoato de emamectina	50 g/kg WG, SG	0,05	0,5	4	26.28	0.66	2.63
		Chlorpyrifos	480 g/L EC	0,48	0,5	3	26.85	6.44	19.33
		Metomil	200 g/L EC	0,2	0,5	2	30.70	3.07	6.14
		Spinoteram	60 g/L SC	0,06	0,25	4	27.78	0.42	1.67
		Fipronil	200 g/L SC	0,2	0,4	2	88.25	7.06	14.12
Chinche	Insecticida	Fentoato	500 g/L EC	0,5	0,5	3	26,85	6.71	20.14
		Benzoato de emamectina	50 g/kg WG, SG	0,05	0,5	3	26,28	0.66	1.97
Mazorquero	Insecticida	Cypermctrina	200 g/L EC	0,2		2	27,3	1.37	2.73
		Fipronil	200 g/L SC	0,2	0,4	3	88,25	7.06	21.18
Enfermedades									
Mancha de asfalto	Fungicida	Azoxystrobin	200 g/L SC	0,2	0,25	2	26,92	1.35	2.69
		Difeconazole	250 g/L EC	0,25	0,25	3	41,5	2.59	7.78
		Tebuconazole	200 g/L SC	0,2	0,3	1	40,33	2.42	2.42
Total						37	62.13	133,11	

P=pesticida, EIQ=Impacto ambiental.

En la Tabla 3 y Figura 1 se observa el valor del impacto ambiental de los pesticidas que se usaron, en cuanto a los fungicidas se sumó dos enfermedades que atacan seguido de la mancha del asfalto se usaron dos moléculas más llegando en total a 28,65 de EI t ha⁻¹, así también se usó herbicidas para eliminar malezas usando un ingrediente activo como el glifosato a dosis de 2 L ha⁻¹ en una ocasión que llegó a un valor de EI de 14,72 t ha⁻¹, asimismo, el número de aplicaciones totales fueron de 42, donde la aplicación de insecticidas fue el obtuvo mayor porcentaje de aplicaciones con 74,81%, seguido de 21,43% de aplicaciones por fungicidas, en cuanto al número de moléculas la mayor concentración fue de insecticidas con 66,67% seguido de 27,78% de fungicidas. En cuanto al valor de impacto ambiental el 72,33% fue reportado por los insecticidas seguido del 18,28% fue por los fungicidas y solo el 9,39% se reportó por herbicidas.

Tabla 3

Valor de impacto ambiental (EI) de MAD

Tipo de plaguicida	Nº de IA	%	Valor de EI	%	Nº de aplicaciones	% de aplicaciones
Fungicida	5	27,78	28,65	18,28	9	21,43
Herbicida	1	5,56	14,72	9,39	2	4,76
Insecticida	12	66,67	113,35	72,33	31	73,81
Total	18	100	156,72	100	42	100

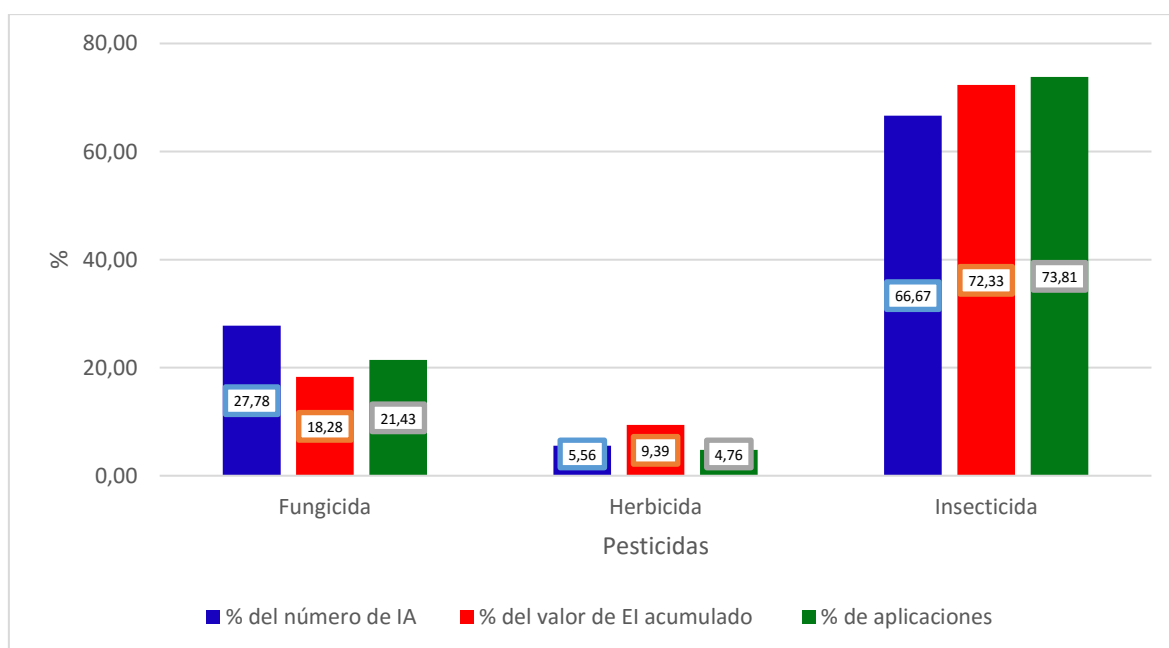


Figura 1. Valor de EI de los pesticidas usados en campo de MAD

4.2 Sustentabilidad ambiental de MAD en Barranca

En la Tabla 4 y Figura 2 se visualiza el índice de sostenibilidad ambiental del sistema de producción de MAD en Barranca el cual fue de 2,24 cuyo valor está por debajo del umbral mínimo de sustentabilidad ($2,24 < 3$). A continuación, se analiza cada indicador.

Tabla 4

Índice de sustentabilidad ambiental del sistema productivo de MAD

indicadores	Subindicadores	Valor	Índice por indicador
A. Conservación de la vida de suelo	A1.- Rotación de cultivos	3,36	2,31
	A2.- Niveles y tipos de fertilización.	2,14	
	A3.- Incorporación de MO	2,45	
	A4.- Gestión residuos de cosecha	1,29	
B. Gestión de plagas y enfermedades	B1.- Barreras vivas.	1,38	1,38
	B2.- Método de control de plagas.	1,90	
	B3.- Frecuencia de aplicaciones de plaguicidas	1,00	
C. Gestión de agua	C1.- Sistema de riego.	2,88	3,34
	C2.- Calidad del agua	3,79	
D. Manejo de la Biodiversidad	D1.- Biodiversidad vegetal.	2,00	1,87
	D2.- Área de zonas de conservación	1,74	
Índice de sustentabilidad			2,24

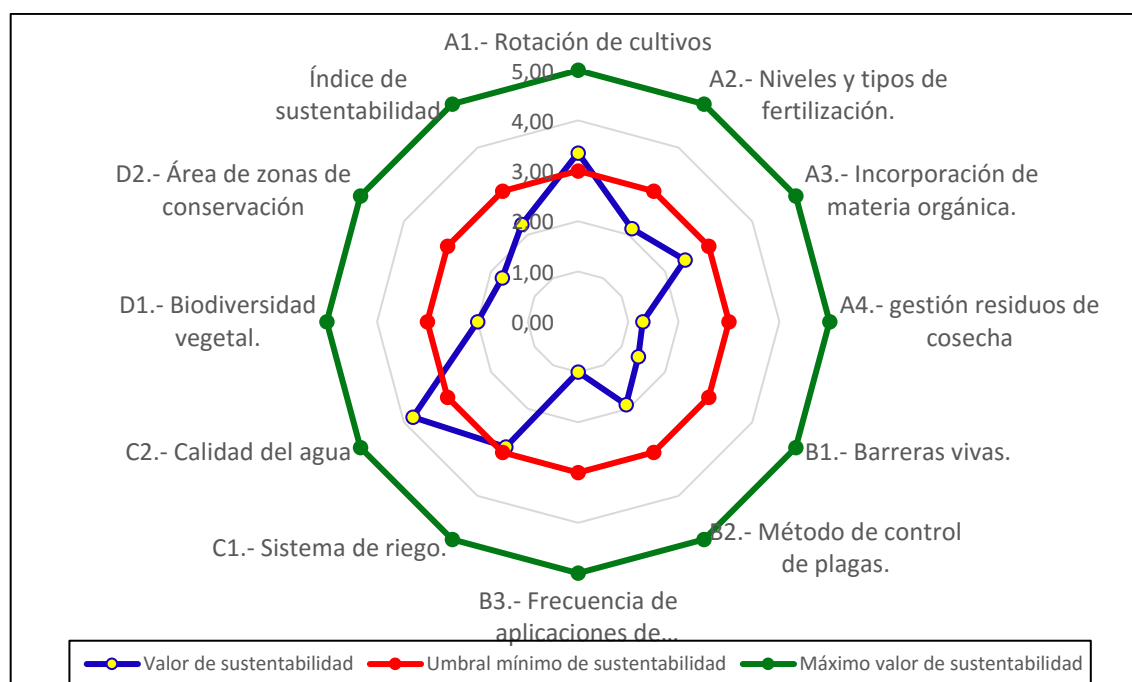


Figura 2. Índice de sostenibilidad ambiental de MAD

4.3 Indicadores de la sustentabilidad ambiental de MAD en Barranca

4.3.1 Conservación de la vida de suelo del sistema de producción del MAD

El indicador “*conservación de la vida del suelo*” se visualiza en la Tabla 4 con un valor de 2,31, en cuanto al subindicador “*rotación de cultivos*” del sistema de producción del MAD, la Tabla 5 y Figura 3 muestra que la mayoría de los productores siembran maíz amarillo duro y 1 campaña de páprika con un 52,1%, seguido por la siembra MAD, páprika y MAD con 29,4% del total de los encuestados.

Tabla 5

Rotación de cultivos de las unidades productoras de MAD

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
A1.- Rotación de cultivos	(5) Siembra MAD y descansa el terreno	0	0
	(4) Siembra MAD y 1 campaña páprika	38	52,1
	(3) Siembra MAD, paprika y MAD	23	31,5
	(2) Siembra MAD dos campañas	12	16,4
	(1) Siembra MAD tres campañas	0	0

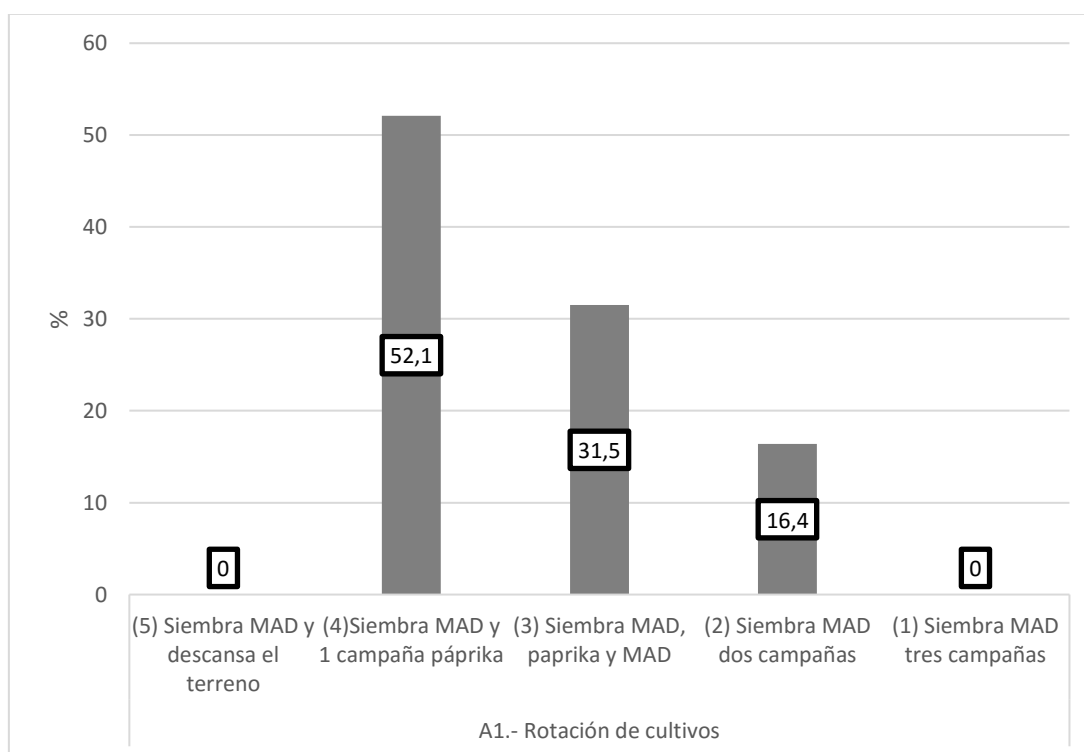


Figura 3. Rotación de cultivos del maíz amarillo duro (MAD)

Con respecto al subindicador “niveles y tipos de fertilización” en la Tabla 6 y Figura 4 se muestra que el 56,2% de los productores utilizan la fertilización química con baja incorporación de MO para la conducción del MAD, seguido por un 28,8% los productores de maíz en Barranca utilizan la fertilización química con alta incorporación de MO, aunque existe un 15,1% de los productores que usan solo fertilización química.

Tabla 6

Niveles y tipos de fertilización en productores de MAD

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
A2.- Niveles y tipos de fertilización	(5) Orgánico procesado	0	0
	(4) Orgánico sin procesar	0	0
	(3) químico y alta incorporación de MO	21	28,8
	(2) Químico y baja incorporación de MO	41	56,2
	(1) Solo químico.	11	15,1

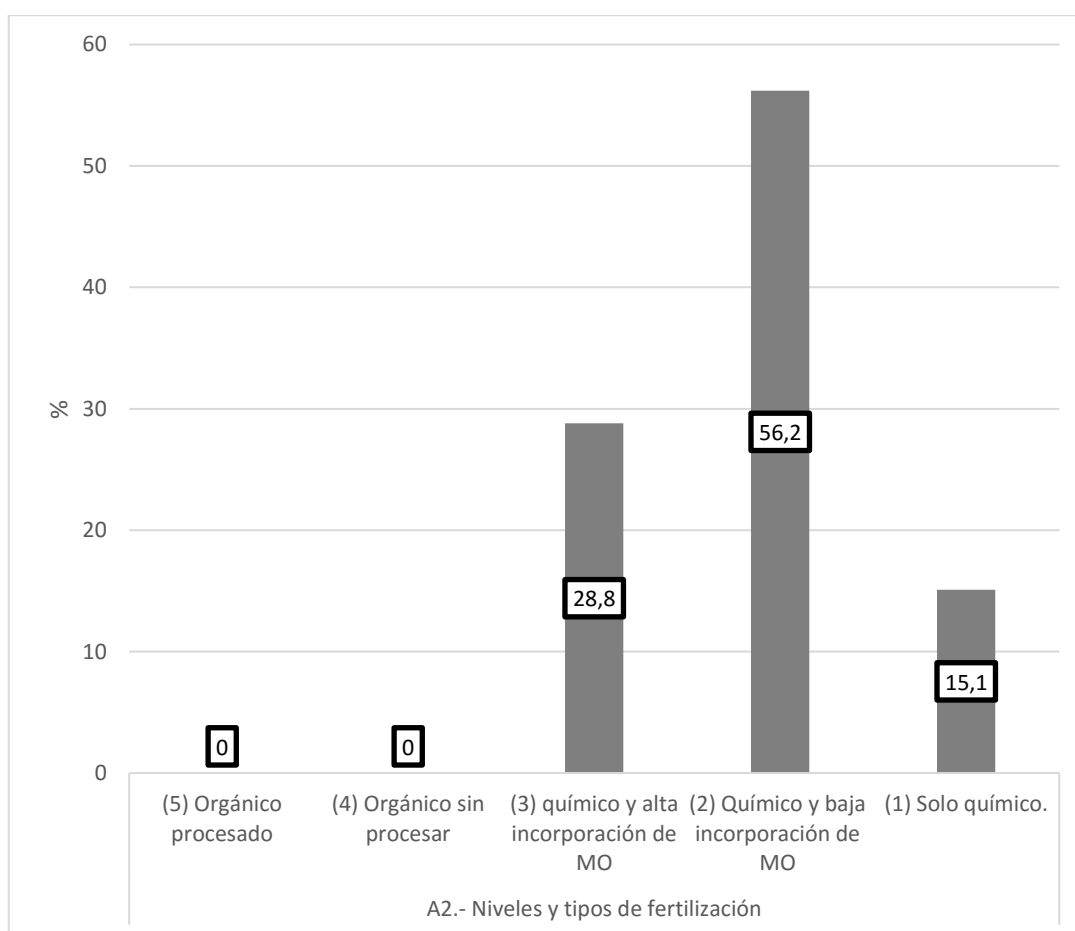


Figura 4. Niveles y tipos de fertilización en productores de MAD

En la Tabla 7 y Figura 5 se muestran al subindicador “*incorporación de materia orgánica*” donde la mayoría de los productores maiceros eligieron que la incorporación es de 5,1 a 7 t ha⁻¹ de MO antes de la siembra los cuales representan el 68,5% del total, luego les sigue a los que utilizan menos de 3 t ha⁻¹ de MO para su incorporación al campo.

Tabla 7

Incorporación de materia orgánica.

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
A3.- Incorporación de materia orgánica	(5) > a 10,1 t ha ⁻¹	0	0
	(4) de 7,1 a 10 t ha ⁻¹	1	1,4
	(3) de 5,1 a 7 t ha ⁻¹	50	68,5
	(2) de 3,1 a 5 t ha ⁻¹	2	4,1
	(1) Menor a 3 t ha ⁻¹	19	26,0

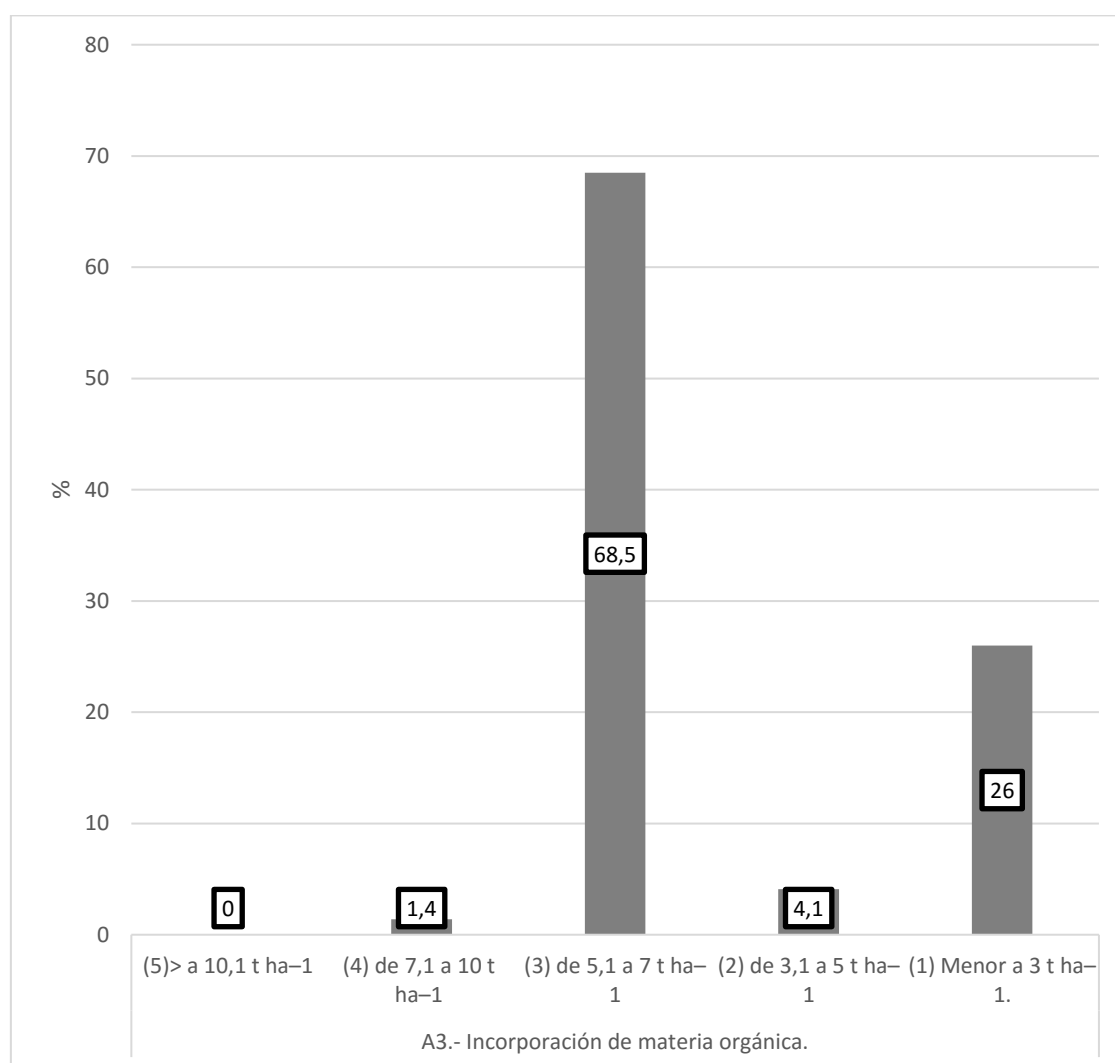


Figura 5. Incorporación de materia orgánica.

Con respecto al subindicador “*gestión de residuos de cosecha*” en la Tabla 8 y Figura 6 se muestra que la mayoría de los productores queman los residuos los cuales representan el 71,2% y el 28,8% de los productores de maíz en Barranca lo venden como los residuos de cosecha como chala a los productores pecuarios.

Tabla 8

Gestión residuos de cosecha de MAD

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
A4.- gestión residuos de cosecha	(5) Deja en parcela como cobertura	0	0,0
	(4) Procesa compost	0	0,0
	(3) Recoge para alimento de ganado	0	0,0
	(2) lo vende	21	28,8
	(1) quema.	52	71,2

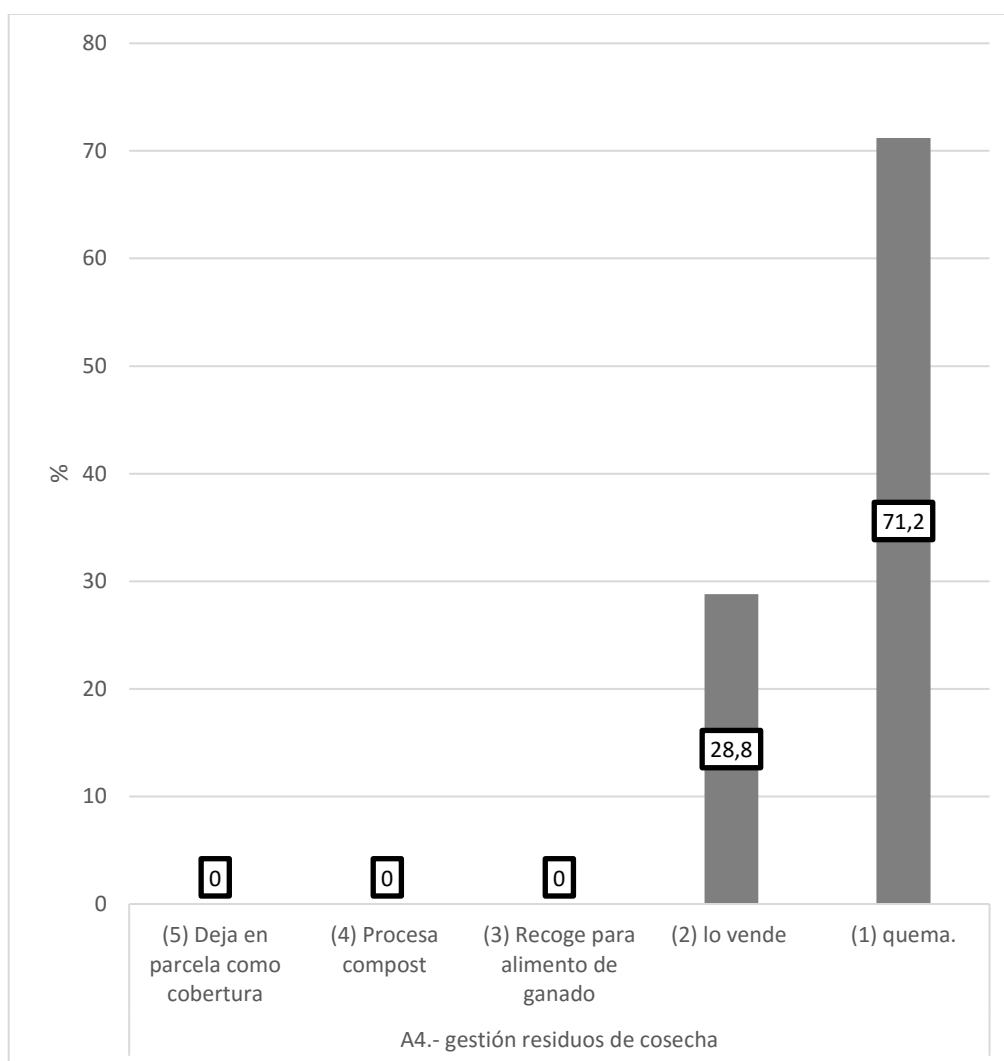


Figura 6. Gestión residuos de cosecha de MAD

4.3.2 Gestión de plagas y enfermedades del sistema de producción del MAD

El indicador “*gestión de plagas y enfermedades del sistema de producción de MAD*” se visualiza en la Tabla 4 con un valor de 1,38, en cuanto al subindicador “*barreras vivas del MAD*” del sistema de producción del MAD, la Tabla 9 y Figura 7 muestra que los productores maiceros no aplican esta práctica debido al desconocimiento lo que representa un 69,9% del total, con un 21,9% cuentan con cercos vivos.

Tabla 9

Subindicadores de las barreras vivas del MAD

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
B1.- Barreras vivas.	(5) Tiene cercos, barreras y cultivos refugio	0	0,0
	(4) Tiene barreras y zonas de refugio en un solo lado	0	0
	(3) Siembra de barreras vivas como cortavientos	6	8,2
	(2) Solo cuenta con cercos vivos	16	21,9
	(1) No aplica esta práctica por desconocimiento.	51	69,9

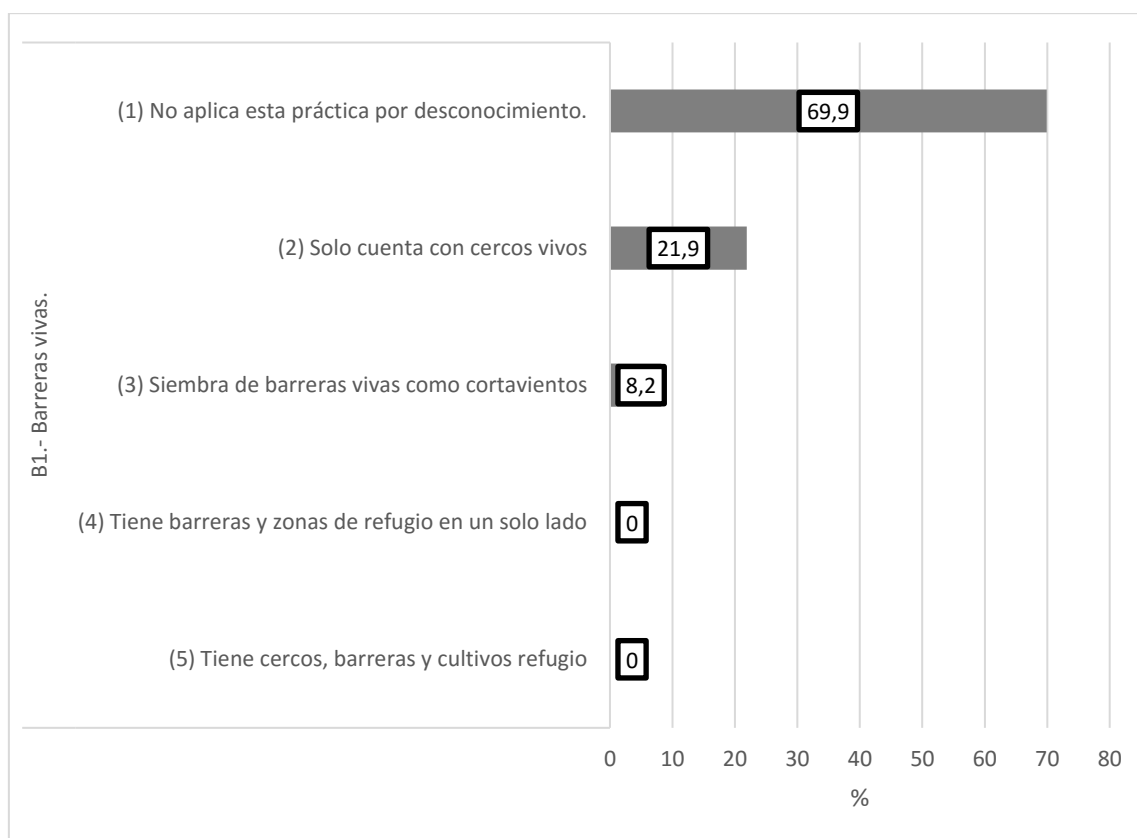


Figura 7. Subindicadores de las barreras vivas del MAD

En la Tabla 10 y Figura 8 se muestran al subindicador “*método de control de plagas para el MAD*” donde la mayoría de los productores maiceros eligieron que el control de plagas se realiza mediante un control químico y algunas labores culturales lo cual está representando un 63%, seguido por un 23,3% quienes eligieron que el control de plagas es mediante el control químico y solo el 13,7% utilizan como método de control el químico, labores culturales y la aplicación de bioplaguicidas.

Tabla 10

Subindicadores del método de control de plagas para el MAD

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
B2.- Método de control de plagas	(5) MIP (4)	0	0,0
	(4) Labores culturales y bioplaguicidas	0	0
	(3) Químico, labor cultural y bioplaguicidas	10	13,7
	(2) Químico y algunas labores culturales	46	63
	(1) Químico.	17	23,3

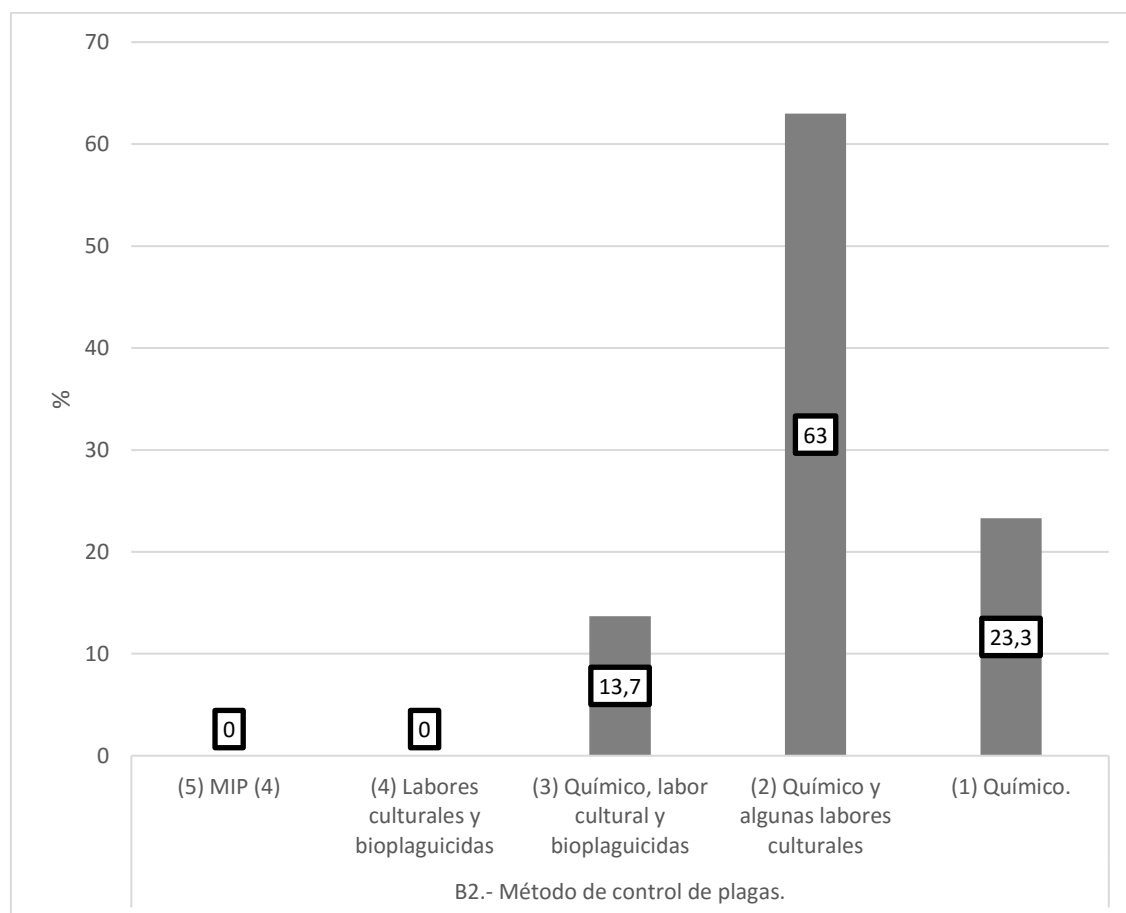


Figura 8. Subindicadores del método de control de plagas para el MAD

Con respecto al subindicador “*frecuencia de aplicaciones de plaguicidas para el MAD*” en la Tabla 11 y Figura 9 indican los productores que el 100% usan más de 8 aplicaciones de los pesticidas.

Tabla 11

Subindicadores de la frecuencia de aplicaciones de plaguicidas para el MAD

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
B3.- Frecuencia de aplicaciones de plaguicidas.	5) de 1 a 2 aplicaciones	0	0,0
	4) de 3 a 4 aplicaciones	0	0
	3) de 5 a 6 aplicaciones	0	0
	2) de 7 a 8 aplicaciones	0	0
	1) más de 8 aplicaciones.	73	100

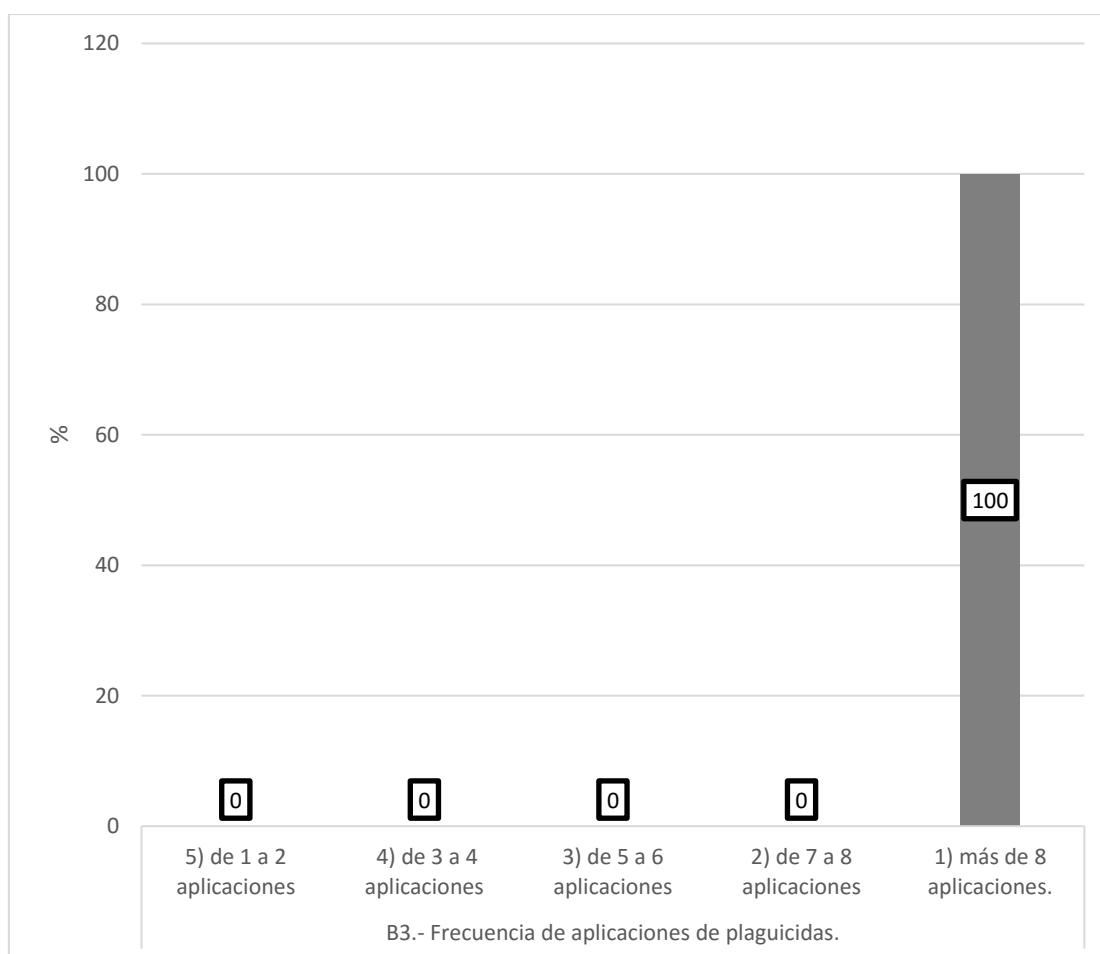


Figura 9. Subindicadores de la frecuencia de aplicaciones de plaguicidas para el MAD

4.3.3 Gestión de agua usada para el sistema de producción del MAD

El indicador “*gestión de agua*” se visualiza en la Tabla 4 con un valor de 3,34, en cuanto al subindicador “*sistema de agua para el MAD*” en la Tabla 12 y Figura 10 muestra que la mayoría de los productores maiceros usan riego por gravedad con regantes expertos quien representa un 87,7%, seguido por un 12,3% indican que el riego por gravedad con regantes semiexpertos.

Tabla 12

Subindicadores del sistema de agua para el MAD

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
	(5) Fertirriego	0	0,0
	(4) Riego por goteo	0	0
C1.- Sistema de riego	(3) Riego por gravedad con regantes expertos	64	87,7
	(2) Riego por gravedad con regantes semiexpertos	9	12,3
	(1) Riego por gravedad con regantes inexpertos.	0	0

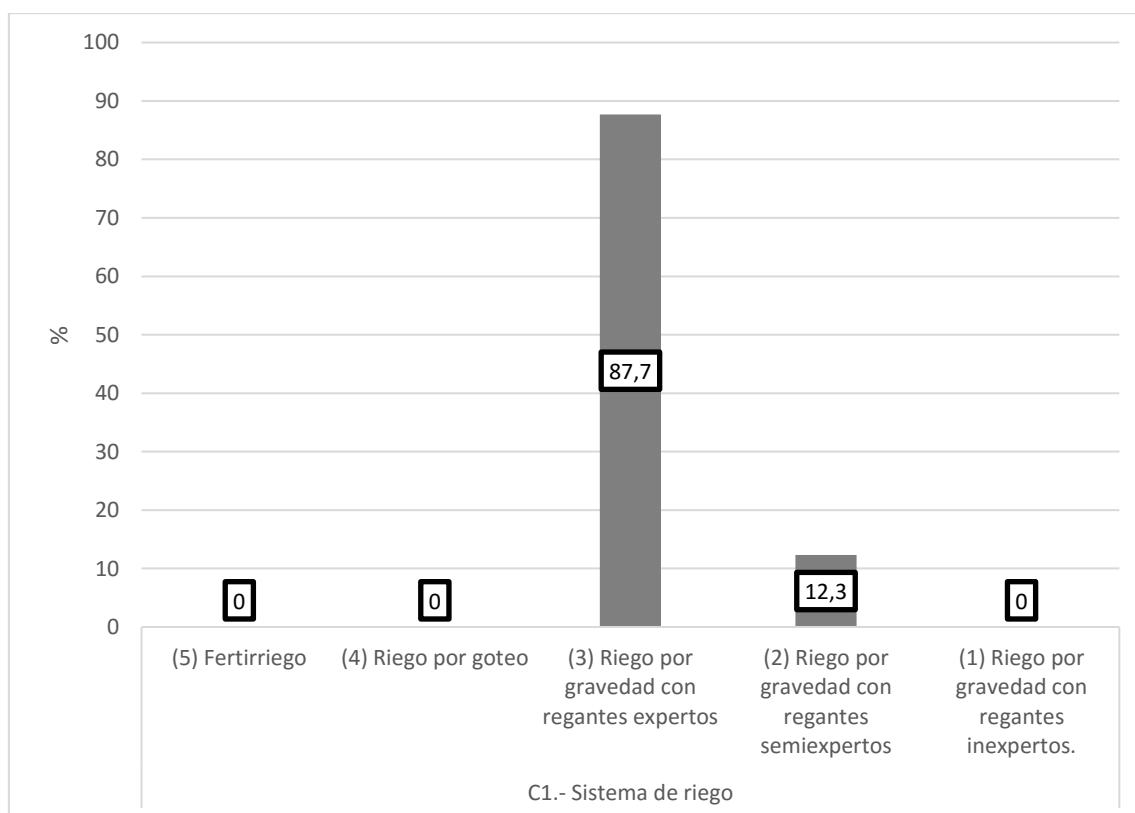


Figura 10. Subindicadores del sistema de agua para el MAD

En la Tabla 13 y Figura 11 se muestran al subindicador “*calidad de agua*” donde la mayoría de los productores maiceros eligieron que el agua de riego es buena y otros 20,5% del total la calidad del agua es regular.

Tabla 13

Subindicadores de la calidad de agua para el MAD

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
C2.- Calidad del agua	5) muy buena	0	0
	4) buena	58	79,5
	3) regular	15	20,5
	2) mala	0	0
	1) muy mala	0	0

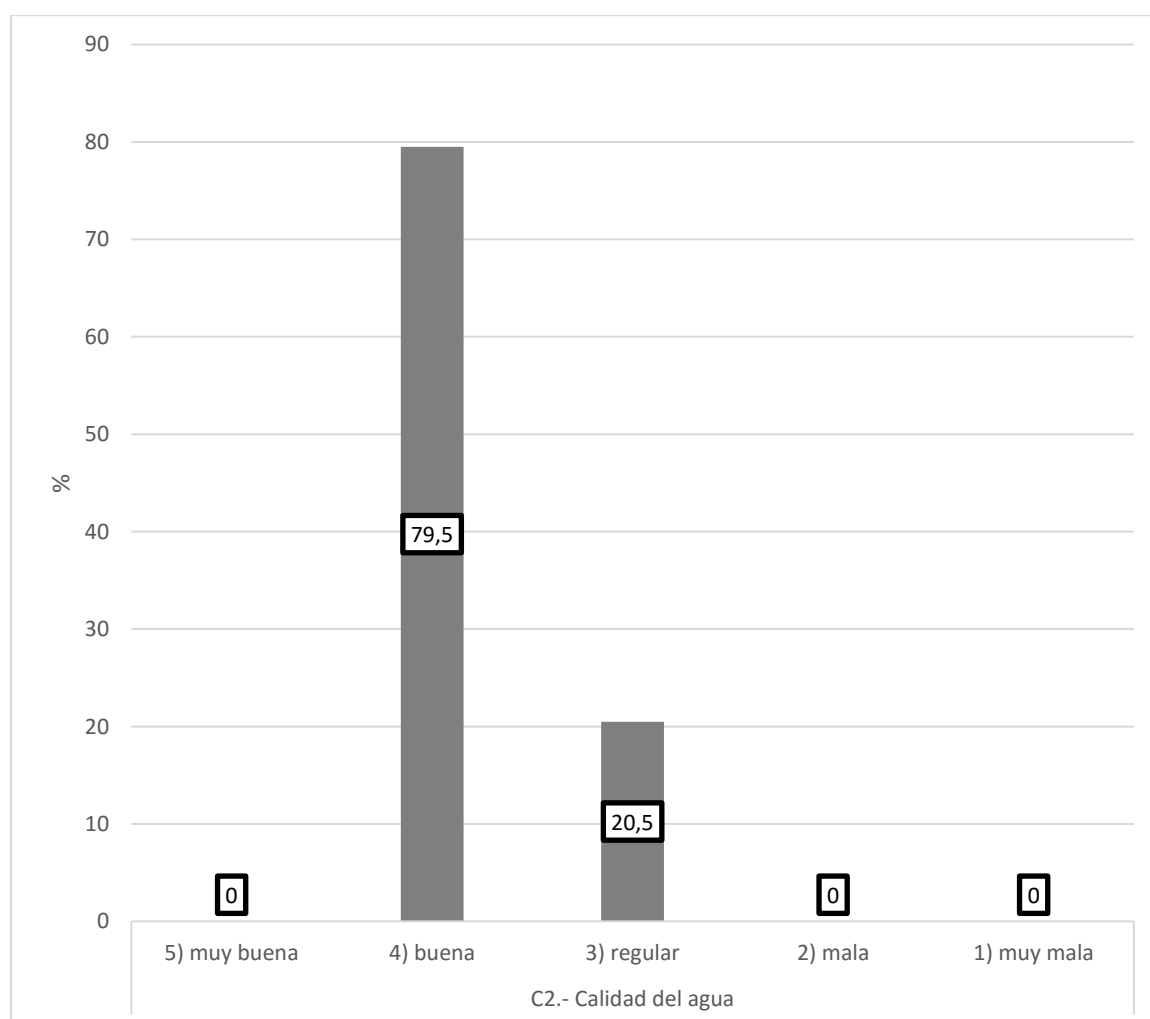


Figura 11. Subindicadores de la calidad del agua para el MAD

4.3.4 Manejo de la biodiversidad del sistema de producción del MAD

El indicador “*manejo de la biodiversidad del sistema del MAD*” se visualiza en la Tabla 4 con un valor de 1,87. En cuanto al subindicador “*biodiversidad vegetal del MAD*” en la Tabla 14 y Figura 12 muestra que la mayoría de los productores maiceros tienen poca diversificación de especies, sin asociaciones, presencia de dos o tres hierbas sobre suelos con un 47,9%.

Tabla 14

Subindicadores de la biodiversidad vegetal del MAD

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
D1.- Biodiversidad vegetal	(5): Establecimiento totalmente diversificado, con asociaciones entre ellos y con bastante vegetación natural que cubre los suelos	0	0
	(4): Alta diversificación de especies, con asociación media entre ellos, alta presencia de hierbas benéficas sobre los suelos	0	0
	(3): Diversificación media, con muy bajo nivel de asociación entre ellos, escasa diversidad de hierbas sobre suelos	19	26
	(2): Poca diversificación de especies, sin asociaciones, presencia de dos o tres hierbas sobre suelos	35	47,9
	(1): Sin diversidad en especies y presencia de malezas de efecto negativo sobre suelos.	19	26

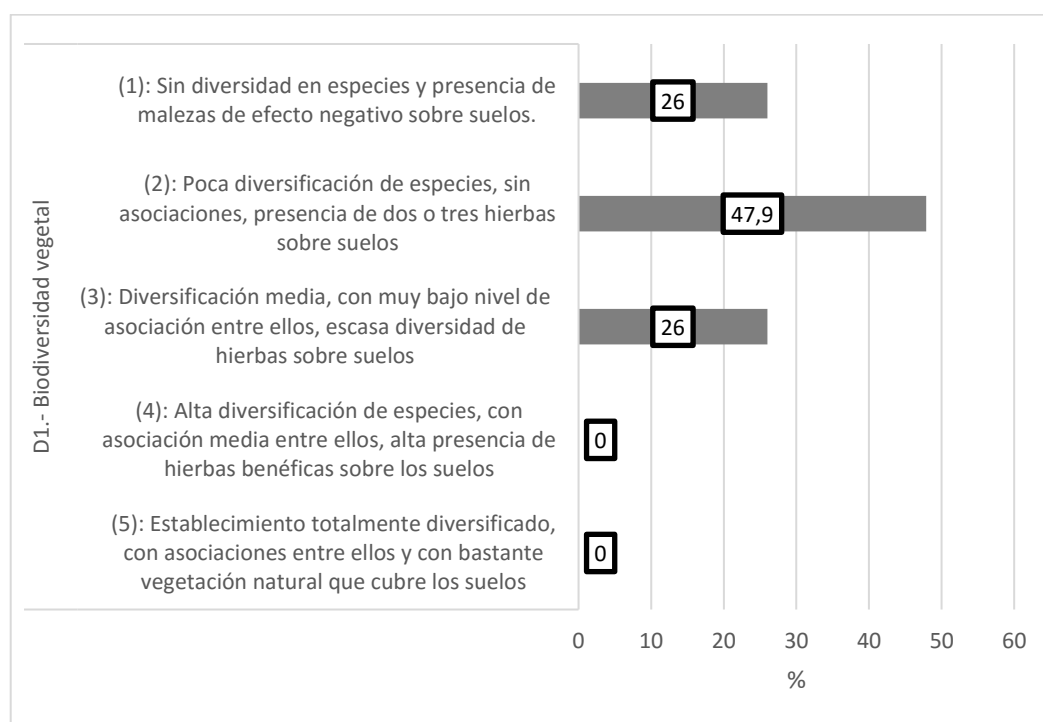


Figura 12. Subindicadores de la biodiversidad vegetal del MAD

Con respecto al subindicador “área de zonas de conservación para el MAD” en la Tabla 15 y Figura 13 indican que la mayoría de los productores no cuentan con área de conservación representando un 54,8%, el 28,8% de los productores eligieron que presentan un área de 0,51 a 1 ha⁻¹ y un 16,4% los productores cuentan con un área de 0,1 a 0,5 ha⁻¹ para la conservación de la biodiversidad.

Tabla 15

Subindicadores del área de zonas de conservación para el MAD

Subindicador	Escala	Frecuencia	%
D2.- Área de zonas de conservación	(5): mayor de 2,1 ha;	0	0
	(4): de 1 a 2 ha	0	0
	(3): de 0,51 a 1 ha	21	28,8
	(2): de 0,1 a 0,5 ha	12	16,4
	(1): No tiene ningún área de conservación	40	54,8

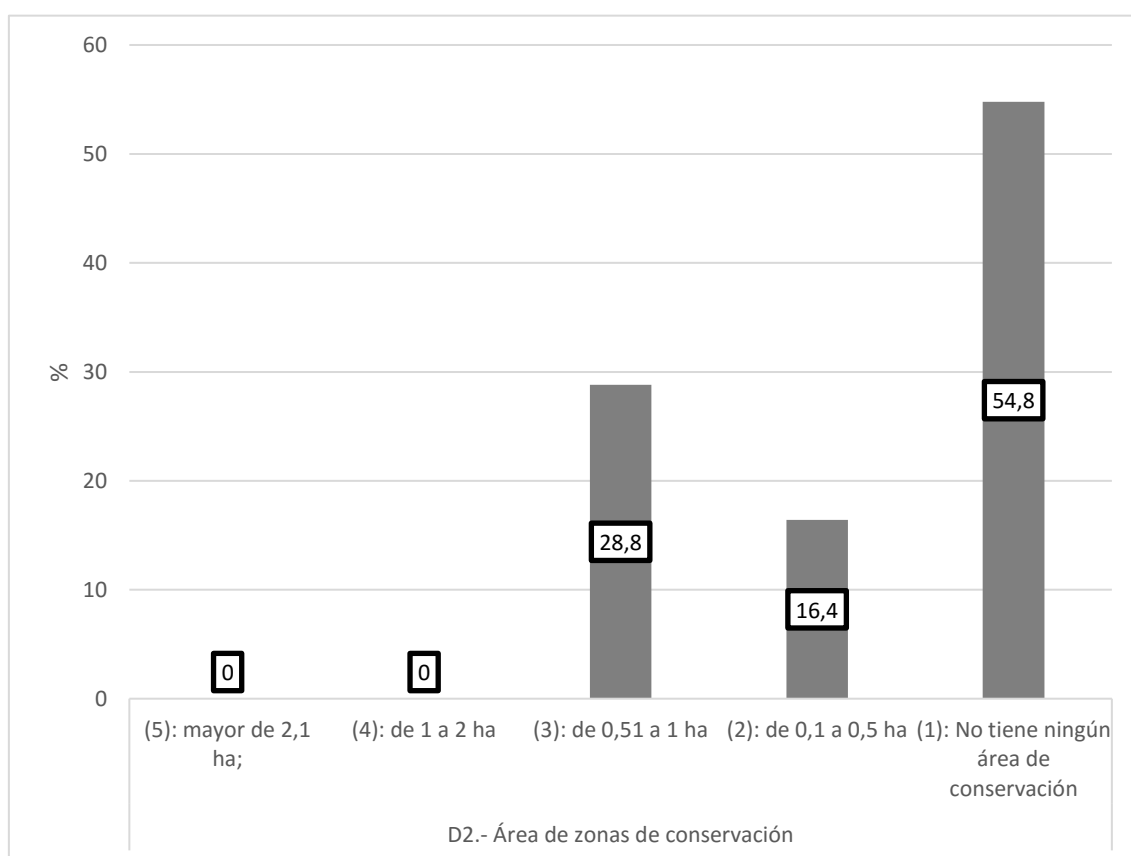


Figura 13. Subindicadores del área de zonas de conservación para el MAD

4.4 Contraste de hipótesis de la sustentabilidad ambiental de MAD en Barranca

La hipótesis de investigación indica que existe sustentabilidad ambiental del MAD en Barranca, a continuación, se determinará la hipótesis a través de las pruebas estadísticas tanto para los indicadores como para el índice general.

4.4.1 Conservación de la vida de suelo

a) Hipótesis de investigación

H_0 : Los niveles de sustentabilidad son iguales para la conservación de la vida del suelo en el sistema de producción del MAD en Barranca.

H_1 : Los niveles de sustentabilidad son iguales para la conservación de la vida del suelo en el sistema de producción del MAD en Barranca.

b) Prueba estadística

Tabla 11

Prueba estadística para la conservación de la vida del suelo

Detalle	Valor
Chi-cuadrado	35,616
Grado de libertad	2
p-valor	0,000*

c) Interpretación

En la Tabla 4 la prueba de prueba Chi cuadrado muestra que a un 5% de significancia el valor obtenido fue altamente significativo es así que se rechazar la H_0 y aceptamos la hipótesis de investigación (H_1) indicando que al menos uno de los niveles de sustentabilidad es diferente, confirmando con los resultados anteriores donde muestra que para este indicador el índice fue de 2,31 cual significa que el nivel de sustentabilidad es bajo para la conservación de la vida del suelo.

4.4.2 Gestión de plagas y enfermedades

a) Hipótesis de investigación

H₀: Los niveles de sustentabilidad son iguales para la gestión de plagas y enfermedades en el sistema de producción del MAD en Barranca.

H₁: Los niveles de sustentabilidad son iguales para la gestión de plagas y enfermedades en el sistema de producción del MAD en Barranca.

b) Prueba estadística

Tabla 12

Prueba estadística para la gestión de plagas y enfermedades

Detalle	Valor
Chi-cuadrado	7,247
Grado de libertad	1
p-valor	0,007*

c) Interpretación

En la Tabla 4 la prueba de prueba Chi cuadrado muestra que a un 5% de significancia el valor obtenido fue altamente significativo es así que se rechazar la H₀ y aceptamos la hipótesis de investigación (H₁) indicando que al menos uno de los niveles de sustentabilidad es diferente, confirmando con los resultados anteriores donde muestra que para este indicador el índice fue de 1,38 cual significa que el nivel de sustentabilidad es baja para la gestión de plagas y enfermedades.

4.4.3 Gestión de agua

a) Hipótesis de investigación

H₀: Los niveles de sustentabilidad son iguales para la gestión de agua en el sistema de producción del MAD en Barranca.

H₁: Los niveles de sustentabilidad son iguales para la gestión de agua en el sistema de producción del MAD en Barranca.

b) Prueba estadística

Tabla 13

Prueba estadística para la gestión de agua

Detalle	Valor
Chi-cuadrado	13,164
Grado de libertad	1
p-valor	0,000*

c) Interpretación

En la Tabla 4 la prueba de prueba Chi cuadrado muestra que a un 5% de significancia el valor obtenido fue altamente significativo es así que se rechazar la H₀ y aceptamos la hipótesis de investigación (H₁) indicando que al menos uno de los niveles de sustentabilidad es diferente, confirmando con los resultados anteriores donde muestra que para este indicador el índice fue de 3,34 cual significa que el nivel de sustentabilidad es bajo para la gestión de agua.

4.4.4 Manejo de la Biodiversidad

a) Hipótesis de investigación

H₀: Los niveles de sustentabilidad son iguales para el manejo de la biodiversidad en el sistema de producción del MAD en Barranca.

H₁: Los niveles de sustentabilidad son iguales para el manejo de la biodiversidad en el sistema de producción del MAD en Barranca.

d) Prueba estadística

Tabla 14

Prueba estadística para el manejo de la biodiversidad

Detalle	Valor
Chi-cuadrado	16,795
Grado de libertad	2
p-valor	0,000*

e) Interpretación

En la Tabla 4 la prueba de prueba Chi cuadrado muestra que a un 5% de significancia el valor obtenido fue altamente significativo es así que se rechazar la H₀ y aceptamos la hipótesis de investigación (H₁) indicando que al menos uno de los niveles de sustentabilidad es diferente, confirmando con los resultados anteriores donde muestra que para este indicador el índice fue de 1,87 cual significa que el nivel de sustentabilidad es baja para el manejo de la biodiversidad.

4.4.5 Índice de sustentabilidad ambiental del sistema de producción de MAD

a) Hipótesis de investigación

H₀: Los niveles de sustentabilidad son iguales para el índice de sustentabilidad ambiental del sistema de producción del MAD en Barranca.

H₁: Los niveles de sustentabilidad son iguales para el índice de sustentabilidad ambiental del sistema de producción del MAD en Barranca.

b) Prueba estadística

Tabla 15

Prueba estadística para el índice de sustentabilidad ambiental del sistema de producción del MAD en Barranca.

Detalle	Valor
Chi-cuadrado	54,370
Grado de libertad	2
p-valor	0,000*

c) Interpretación

En la Tabla 4 la prueba de prueba Chi cuadrado muestra que a un 5% de significancia el valor obtenido fue altamente significativo es así que se rechazar la H₀ y aceptamos la hipótesis de investigación (H₁) indicando que al menos uno de los niveles de sustentabilidad es diferente, confirmando con los resultados anteriores donde muestra que para este indicador el índice fue de 2,24 cual significa que el nivel de sustentabilidad es baja para el índice de sustentabilidad ambiental del sistema de producción del MAD en Barranca.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

En cuanto al impacto ambiental los resultados de esta investigación indican que el valor fue de IE ha⁻¹ de 133,11, cuyo valor indica que existe un impacto negativo en el ambiente del sistema de producción del MAD en Barranca siendo un riesgo alto en los agricultores que aplican los pesticidas. Además, en este estudio solo se analizó las cinco principales plagas entre insectos y microorganismos, por lo que la mayoría de los productores optan por el uso de alrededor de 14 tipos de pesticidas aplicados en 37 aplicaciones para el control. Asimismo, si incluimos las enfermedades restantes y la aplicación del herbicida que normalmente se usa para controlar maleza aumenta el impacto ambiental de 162,11 t ha⁻¹ con un alrededor de 42 aplicaciones durante la campaña agrícola, lo que infiere a que los productores realizan aplicaciones frecuentes de diversos ingredientes activos que provocan daño al medio ambiente y a la salud de los aplicadores y personas aledañas.

Estos resultados se aproximan a lo obtenido por Bravo et al. (2020) quien encontró que los productores maiceros de Pativilca utilizan 12 tipos de pesticidas, aplicados en 32 ocasiones en total, llegando a obtener un impacto ambiental de 101,1 t h⁻¹, induciendo que el manejo de control usando plaguicidas químicos es un riesgo que corre el aplicador por su salud al estar expuesto a estas moléculas tóxicas y que ocasiona daños al medio ambiente. Al respecto Meniz (2021) indica que el maíz es uno de los cultivos que más contaminan al medio ambiente y es un riesgo en el humano ya que se utilizan una gran cantidad de pesticidas, debido a que el gusano cogollero es el que mayormente afecta al cultivo y por tanto los agricultores aumentan las aplicaciones y dosis de insecticidas, puede provocar toxicidad a las abejas, al humano y al medio ambiente.

Los resultados de esta investigación muestran que el índice de sostenibilidad ambiental está por debajo del umbral mínimo de sustentabilidad ($2,24 < 3$), lo que resulta que el sistema de producción de MAD no es sustentable ambientalmente en el sistema de producción de MAD en Barranca. Estos resultados coinciden con lo que reporta Hasang et al. (2021) quienes indican que en Pativilca el sistema productivo de maíz no es sustentable, debido a que los agricultores usan un alto número de pesticidas y número de aplicaciones lo que genera un riesgo en la salud del humano y provoca daño al medio ambiente, además, los productores carecen de información de nuevas tecnologías amigables con el medio ambiente y que genera buen control de las plagas estas tecnologías pueden ser el uso de los bioplaguicidas y métodos de control integrado.

En cuanto a los indicadores de la sustentabilidad ambiental, se puede mencionar que solo la gestión de agua de riego en el sistema de producción de maíz es sustentable, en cambio con los otros tres indicadores están por debajo del umbral, esto indica que los productores usan altos niveles de fertilización química y pocos conocen de los biofertilizantes, o de aplicación de fuentes orgánicas que ayudarían al agricultores de aumentar el rendimiento sin aumentas las dosis de fertilización química, lo que también se observa en el indicador incorporación de MO. Al respecto Tirado et al. (2024) indican que los fertilizantes químicos en altas dosis provocan daños en los acuíferos y reduce la fertilidad del suelo, por lo que se debería optar por nuevas opciones con mejoría, tales como el uso combinado de fertilizantes químicos con biofertilizantes o con fuentes orgánicas, que, además, recupera la fertilidad del suelo, para ello se deben capacitar al agricultor.

En cuanto a la gestión de residuos de cosecha los productores solo queman o si hay oportunidad lo venden, ante ello Briceño et al. (2022) indican que el sistema productivo de un cultivo no es sustentable debido a que los productores no reutilizan sus residuos, sería una opción válida la preparación de compost y reciclar los nutrientes de estos residuos de cosecha.

Con respecto al indicador de gestión de plagas y enfermedades no es sustentable en MAD en Barranca, debido a que se encontró en todos sus subindicadores menores al valor mínimo de sustentabilidad, debido a que el agricultor carece de información sobre el uso de nuevas opciones de manejo integrado. Estos resultados se asemejan a Amador y García (2020) quien también no encontró sustentabilidad debido a que los productores aplican alta dosis de pesticidas y con alta frecuencia lo que provoca daño al medio ambiente y riesgo a la diversidad biológicas, por lo que se debe buscar técnicas amigables, mayor acceso a los servicios técnicos, reducir el uso indiscriminado de los plaguicidas y combinar los fertilizantes químicos con fuentes orgánicas.

En cuanto al indicador manejo de la biodiversidad, no se encontraron valores que superaran al mínimo valor de sustentabilidad, debido a que el agricultor desconoce la importancia de conservar la biodiversidad de plantas. Este resultado coincide con Martínez (2020) quien indica que la falta de manejo de la biodiversidad puede provocar una erosión genética de variedades de diversas plantas lo que provocaría una dificultad del acceso a la alta biodiversidad genética para el uso de un mejoramiento genético el cual importante debido al cambio climático donde estas plantas serían necesarias para el fitomejoramiento.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El indicador del impacto ambiental ($IE\ ha^{-1}$) fue de 133,11 valor que indica que el sistema productivo de maíz presenta un bajo impacto ambiental, que conlleva un alto riesgo a la contaminación del humano y del medio ambiente debido al alto uso de pesticidas y alta frecuencia de aplicación para el control de plagas en MAD.

En cuanto al índice de sostenibilidad ambiental fue de 2,31 (< 3) valor que indica que las unidades de producción familiar que cultivan maíz en Barranca no son ambientalmente sustentable.

Evaluar el índice de sustentabilidad ambiental de las unidades de producción familiar que cultivan maíz en Barranca.

Se identificaron los siguientes subindicadores como puntos críticos de la sustentabilidad ambiental de los sistemas de producción de maíz en Barranca, siendo los niveles y tipos de fertilización (2,14), incorporación de MO (2,45), gestión residuos de cosecha (1,29), barreras vivas (1,38), método de control de plagas (1,9), frecuencia de aplicaciones de plaguicidas (1), sistema de riego (2,88), por lo que es necesario la pronta intervención de estos puntos para mejorar la sustentabilidad del MAD.

6.2 Recomendaciones

1. Es necesario validar estos datos mediante el estudio con la misma metodología multicriterio de Sarandón en el sistema de MAD.
2. Realizar este estudio usando la metodología de Marco de MESMIS para comparar los resultados con nuestra investigación.
3. Elaborar estudios de sustentabilidad social y económica del sistema de producción de maíz en Barranca.
4. Proponer más estudios del análisis de sustentabilidad en otros sistemas productivos de los diferentes cultivos hortícolas y de frutales en la región y buscar los puntos críticos para su pronta intervención y reforzamiento del sistema.

CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, W. (2019). *Sustentabilidad del cultivo de maíz en la zona de Ventanas* (Tesis pregrado). Universidad Técnica De Babahoyo. Los Ríos, Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6869/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000058.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Amador, K. & García, J. (2020). *La sustentabilidad ambiental de la producción del maíz y del chile de árbol de Yahualica de González Gallo* (Tesis pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México. México. <http://ru.iiec.unam.mx/id/eprint/5102>
- Arias, I. (2022). *La sustentabilidad de unidades de producción familiar que cultivan maíces locales en la Frailesca, Chiapas* (Tesis pregrado). Universidad Autónoma De Chiapas. Chiapas, México. <http://www.repositorio.unach.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/3778/1/PS1567%20Iliana%20Arias%20Yero.pdf>
- Beyer, A., Rodriguez, S., Collantes, R. & Joyo, G. (2017). Factores socioeconómicos, productivos y fuentes de información sobre plaguicidas para productores de *Fragaria x ananassa* en Cañete, Lima, Perú. *Idesia*, 35 (1). DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292017005000008>
- Bravo, F., Zorogastúa, P. & Pinedo, R. (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>
- Fernández, P., Sánchez-Castillo, M., & Jumbo-Benítez, N. (2023). Sustentabilidad de los sistemas agroforestales de café especial de altura en el sector sur oriental del cantón Loja. *Bosques Latitud Cero*, 13(2), 80–90. <https://doi.org/10.54753/blc.v13i2.1887>
- Gonzalez, R. (2020). *Implementación de un sistema productivo de maíz (Zea mays) blanco en condiciones de Puerto Concordia, Meta* (Tesis pregrado). Universidad de La Salle. Yopal. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1170&context=ingenieria_agronomica

- Hasang, E. S., Cobos, F., Lombeida, E., & Medina Liardo, R. (2020). Sustentabilidad del sistema de producción de maíz en la localidad de Ventanas, Ecuador. *Journal of Science and Research*, 5(CININGEC), 169–181. Recuperado a partir de <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/1005>
- Hasang, E., García-Bendezú, S., Carrillo-Zenteno M., Durango-Cabanilla W., Cobos-Mora F. (2021). Sustentabilidad del sistema de producción del maíz, en la provincia de Los Ríos (Ecuador), bajo la metodología multicriterio de Sarandón. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 9(1), 26-40. [101/JSAB/2021](https://doi.org/10.1017/JSAB/2021)
- Kniss, A, & Coburn, C. (2015). Evaluación cuantitativa del cociente de impacto ambiental (EIQ) para comparar herbicidas. *PLoS One*. 10(6): e0131200. Published online 2015 Jun 29. do: 10.1371/journal.pone.0131200
- Martínez, F. (2020). *La sustentabilidad del agroecosistema maíz (Zea mays L.) en la región Frailesca, Chiapas, México* (Tesis pregrado). Universidad Autónoma De Chiapas Chiapas, México <https://repositorio.unach.mx/jspui/handle/123456789/3383>
- Medina, A., Narro, L.A. & Chávez, A. (2020). Cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) en zona altoandina de Perú: Adaptación e identificación de cultivares de alto rendimiento y contenido de antocianina. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 291-299. [DOI: 10.17268/sci.agropecu.2020.03.01](https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.01)
- Meniz, W. (2021). *Evaluación de la sustentabilidad de sistemas productivos agrícolas en la comunidad de Chancha, sector de Trigal, distrito La Unión, Junín*. (Tesis pregrado). Universidad Católica Sedes Sapientiae. Tarma, Perú. <https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/1313/Meniz>
- Meza, F., Meza, G., Cachipundo, J., Cevallos, K. & Novillo, J. (2023). Evaluación diagnóstica de la agrodiversidad y sustentabilidad de pequeñas fincas que cultivan maíz en el Ecuador. *Rev Inv Vet Perú*, 34(4), e23852. <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i4.23852>
- Sarandón, S. 2002. *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas. La Plata. 560 p. ISBN: 987-9486-03-X.

- Sarandón, S. & Flores, C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología*, (4):19-28.
- Sarandón, S. & Flores, C. (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Buenos Aires, Argentina. 466p. ISBN 978-950-34-1107-0
- Ortiz, O. & Pradel, W. (2009). *Guía introductoria para la evaluación de impactos en programas de manejo integrado de plagas (MIP)*. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. Proyecto MIP de la Mosca Blanca Tropical, CIAT, DFID. Disponible en <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/08/004734.pdf>
- Pinedo, R., Gómez, L., Julca, A. (2020). Sostenibilidad ambiental de la producción de quinua (*Chenopodium quinua* Willd.) en los valles interandinos del Perú. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), e1309.
- Tirado, R., Tirado, R., Medoza-Sáenz, J. Fabian, N., Tirado, R. & Campos, A. (2024). Sustainability index of the potato (*Solanum tuberosum* L.) production agroecosystem in Cutervo, Peru. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 27 (1).
- Urbano, L., Montiel-Castro, A., Flores-Hernández, N., Martínez-García, CG, García-Martínez, A., & Rayas-Amor, AA (2018). Hacia la sustentabilidad del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en Acambay, Estado De México. *AGROProductividad*, 11 (11), 103.. link.gale.com/apps/doc/A569456120/IFME?u=anon~3a9a6677&sid=googleScholar&xid=c5ae65e4 .
- Valarezo, O. (2020). Marco aplicado para la sustentabilidad social y ambiental de fincas productoras de limón (*Citrus aurantifolia* (Christm) S.) en Portoviejo, Ecuador. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(1):19-31. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2020.080100019>

ANEXOS

Fotografía N° 01 Explicando en que consiste la encuesta



Fuente : Elaboración propia

Fotografía N° 02 Realizando la encuesta a los agricultores



Fuente: Elaboración Propia

Fotografía N° 03 Finalizando la encuesta



Fuente: Elaboración Propia

Fotografía N° 04 Vista con los agricultores en el campo



Fuente: Elaboración Propia

Fotografía N° 05 Vista con los encuestados



Fuente: Elaboración Propia

Fotografía N° 06 Vista del campo de los agricultores



Fuente: Elaboración Propia

Imagen N° 01 Encuesta del Sr. Rosales Martín

I. Aspectos Generales

Nombre del Encuestado: Rosales Cueva, Martín Encuesta
N° 26 Fecha: 12/02/2024 Distrito: barraanca
Comunidad: Agocapa
Codificador: _____

1. Dimensión ambiental de las unidades agrícolas

1.1 ¿Realiza rotación de cultivos en su finca? No () 0, Si (X) 1

Si elige "sí" que tiempo lo realiza

(0): Monocultivo

(1): 1 año papa, 2 año papa, 3 año papa y 4 año papa

(X) 1 año papa-cereal, 2 año cereal-pastos, 3 año papa-cereal, 4 año descanso

(3): 1 año papa-pastos, 2 año papa-cereal, 3 año papa-pastos, 4 año descanso

(4): 1 año papa-cereal-hortalizas, 2 año papa-leguminosas, 3 año papa-cereal-hortalizas y 4 año descanso

1.2 Aplicación de agroquímicos

Utiliza excesivamente = 0

X Utiliza sin tomar en cuenta los daños y el costo = 1

Utiliza tomando en cuenta los daños y costos = 2

Utiliza racionalmente = 3

No utiliza = 4

1.3 Aplicación de materia orgánica

No aplica = 0

Cada año = 1 X

Cada 2 años = 2

Cada 3 = 3

Cada 4 o más años = 4

1.4 Pendiente predominante

X 0: del 0 al 5 %

(3): del 6 al 15 %

(2): del 15 al 30 %

(1): del 30 al 45 %

(0): mayor al 45 %

1.5 Métodos de conservación de suelos

- (4): Curvas de nivel o terrazas
- (3): Barreras vivas y muertas
- (2): Barreras muertas
- (1): Hileras de plantas en tresbolillo orientados a la pendiente
- (0): Hileras de plantas paralelas a la pendiente, sin ninguna barrera

1.6 Conservación in situ de variedades locales de papa nativa

- (4): Siembra todo el año y conserva
- (3): Siembra dejando dos a tres años y las conserva
- (2): Siembra de vez en cuando año y las conserva
- (1): No siembra y tampoco las conserva
- (0): No tiene ningún área de conservación de papas nativas

1.7 Grado del daño

- (4): Máximo daño
- (3): Alto daño
- (2): Daño medio
- (1): Daño mínimo
- (0): No tiene idea

1.8 Usted utiliza fertilizantes inorgánicos y/o pesticidas en sus cultivos

- (4): No utiliza
- (3): Utiliza racionalmente
- (2): Utiliza tomando en cuenta los daños y costos
- (1): Utiliza sin tomar en cuenta los daños y el costo
- (0): Utiliza excesivamente

1.9 Ante un desastre natural se comunica a las autoridades locales

- Muy en desacuerdo = 0
- En desacuerdo = 1
- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo = 2
- De acuerdo = 3
- Muy de acuerdo = 4

Imagen N° 02 Encuesta del Sr. Ríos Alonso

I. Aspectos Generales

Nombre del Encuestado: Alonso Ríos Rosales Encuesta
N° 43 Fecha: 12/02/2024 Distrito: Barranca
Comunidad: Santa Elena Norte
Codificador: _____



1. Dimensión ambiental de las unidades agrícolas

1.1 ¿Realiza rotación de cultivos en su finca? No () 0, Si (X) 1

Si elige "sí" que tiempo lo realiza

(0): Monocultivo

(1): 1 año papa, 2 año papa, 3 año papa y 4 año papa

Si (2): 1 año papa-cereal, 2 año cereal-pastos, 3 año papa-cereal, 4 año descanso

(3): 1 año papa-pastos, 2 año papa-cereal, 3 año papa-pastos, 4 año descanso

(4): 1 año papa-cereal-hortalizas, 2 año papa-leguminosas, 3 año papa-cereal-hortalizas y 4 año descanso

1.2 Aplicación de agroquímicos

Utiliza excesivamente = 0

Utiliza sin tomar en cuenta los daños y el costo = 1 (X)

Utiliza tomando en cuenta los daños y costos = 2

Utiliza racionalmente = 3

No utiliza = 4

1.3 Aplicación de materia orgánica

No aplica = 0

Cada año = 1 (X)

Cada 2 años = 2

Cada 3 = 3

Cada 4 o más años = 4

1.4 Pendiente predominante

(4): del 0 al 5 % (X)

(3): del 6 al 15 %

(2): del 15 al 30 %

(1): del 30 al 45 %

(0): mayor al 45 %

1.5 Métodos de conservación de suelos

(4): Curvas de nivel o terrazas

(3): Barreras vivas y muertas

(2): Barreras muertas

(1): Hileras de plantas en tresbolillo orientados a la pendiente

(0): Hileras de plantas paralelas a la pendiente, sin ninguna barrera

1.6 Conservación in situ de variedades locales de papa nativa

(4): Siembra todo el año y conserva

(3): Siembra dejando dos a tres años y las conserva

(2): Siembra de vez en cuando año y las conserva

(1): No siembra y tampoco las conserva

(0): No tiene ningún área de conservación de papas nativas

1.7 Grado del daño

(4): Máximo daño

(3): Alto daño

(2): Daño medio

(1): Daño mínimo

(0): No tiene idea

1.8 Usted utiliza fertilizantes inorgánicos y/o pesticidas en sus cultivos

(4): No utiliza

(3): Utiliza racionalmente

(2): Utiliza tomando en cuenta los daños y costos

(1): Utiliza sin tomar en cuenta los daños y el costo

(0): Utiliza excesivamente

1.9 Ante un desastre natural se comunica a las autoridades locales

Muy en desacuerdo = 0

En desacuerdo = 1

Ni de acuerdo, ni en desacuerdo = 2

De acuerdo = 3

Muy de acuerdo = 4

Fuente : Elaboración Propia

Imagen N° 03 Encuesta del Sr. Soto Paulino

I. Aspectos Generales

Nombre del Encuestado: Soto Vargas Paulino Encuesta
N° 18 Fecha: 12/02/2024 Distrito: Barranca.
Comunidad: agracada.
Codificador: _____

S Paulino

1. Dimensión ambiental de las unidades agrícolas

1.1 ¿Realiza rotación de cultivos en su finca? No () 0. Si () 1

Si elige "sí" que tiempo lo realiza

(0): Monocultivo

(1): 1 año papa, 2 año papa, 3 año papa y 4 año papa

(2): 1 año papa-cereal, 2 año cereal-pastos, 3 año papa-cereal, 4 año descanso

(3): 1 año papa-pastos, 2 año papa-cereal, 3 año papa-pastos, 4 año descanso

(4): 1 año papa-cereal-hortalizas, 2 año papa-leguminosas, 3 año papa-cereal-hortalizas y 4 año descanso

1.2 Aplicación de agroquímicos

Utiliza excesivamente = 0

Utiliza sin tomar en cuenta los daños y el costo = 1 ()

Utiliza tomando en cuenta los daños y costos = 2

Utiliza racionalmente = 3

No utiliza = 4

1.3 Aplicación de materia orgánica

No aplica = 0

Cada año = 1

Cada 2 años = 2 ()

Cada 3 = 3

Cada 4 o más años = 4

1.4 Pendiente predominante

(4): del 0 al 5 % ()

(3): del 6 al 15 %

(2): del 15 al 30 %

(1): del 30 al 45 %

(0): mayor al 45 %

1.5 Métodos de conservación de suelos

- (4): Curvas de nivel o terrazas
- (3): Barreras vivas y muertas {S}
- (2): Barreras muertas
- (1): Hileras de plantas en tresbolillo orientados a la pendiente
- (0): Hileras de plantas paralelas a la pendiente, sin ninguna barrera

1.6 Conservación in situ de variedades locales de papa nativa

- (4): Siembra todo el año y conserva
- (3): Siembra dejando dos a tres años y las conserva
- (2): Siembra de vez en cuando año y las conserva
- (1): No siembra y tampoco las conserva
- (0): No tiene ningún área de conservación de papas nativas {S}

1.7 Grado del daño

- (4): Máximo daño
- (3): Alto daño
- (2): Daño medio
- (1): Daño mínimo {S}
- (0): No tiene idea

1.8 Usted utiliza fertilizantes inorgánicos y/o pesticidas en sus cultivos

- (4): No utiliza
- (3): Utiliza racionalmente
- (2): Utiliza tomando en cuenta los daños y costos {S}
- (1): Utiliza sin tomar en cuenta los daños y el costo
- (0): Utiliza excesivamente

1.9 Ante un desastre natural se comunica a las autoridades locales

- Muy en desacuerdo = 0
- En desacuerdo = 1
- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo = 2
- De acuerdo = 3
- Muy de acuerdo = 4 {S}

Fuente : Elaboración Propia

I. Aspectos Generales

Nombre del Encuestado: _____ Encuesta
N° _____ Fecha: _____ Distrito: _____
____ Comunidad: _____
Codificador: _____

1. Dimensión ambiental de las unidades agrícolas

1.1 ¿Realiza rotación de cultivos en su finca? No () 0, Si () 1

Si elige “sí” que tiempo lo realiza

(0): Monocultivo

(1): 1 año papa, 2 año papa, 3 año papa y 4 año papa

(2): 1 año papa-cereal, 2 año cereal-pastos, 3 año papa-cereal, 4 año descanso

(3): 1 año papa-pastos, 2 año papa-cereal, 3 año papa-pastos, 4 año descanso

(4): 1 año papa-cereal-hortalizas, 2 año papa-leguminosas, 3 año papa-cereal-hortalizas y 4 año descanso

1.2 Aplicación de agroquímicos

Utiliza excesivamente = 0

Utiliza sin tomar en cuenta los daños y el costo = 1

Utiliza tomando en cuenta los daños y costos = 2

Utiliza racionalmente = 3

No utiliza = 4

1.3 Aplicación de materia orgánica

No aplica = 0

Cada año = 1

Cada 2 años = 2

Cada 3 = 3

Cada 4 o más años = 4

1.4 Pendiente predominante

(4): del 0 al 5 %

(3): del 6 al 15 %

(2): del 15 al 30 %

(1): del 30 al 45 %

(0): mayor al 45 %

1.5 Métodos de conservación de suelos

- (4): Curvas de nivel o terrazas
- (3): Barreras vivas y muertas
- (2): Barreras muertas
- (1): Hileras de plantas en tresbolillo orientados a la pendiente
- (0): Hileras de plantas paralelas a la pendiente, sin ninguna barrera

1.6 Conservación in situ de variedades locales de papa nativa

- (4): Siembra todo el año y conserva
- (3): Siembra dejando dos a tres años y las conserva
- (2): Siembra de vez en cuando año y las conserva
- (1): No siembra y tampoco las conserva
- (0): No tiene ningún área de conservación de papas nativas

1.7 Grado del daño

- (4): Máximo daño
- (3): Alto daño
- (2): Daño medio
- (1): Daño mínimo
- (0): No tiene idea

1.8 Usted utiliza fertilizantes inorgánicos y/o pesticidas en sus cultivos

- (4): No utiliza
- (3): Utiliza racionalmente
- (2): Utiliza tomando en cuenta los daños y costos
- (1): Utiliza sin tomar en cuenta los daños y el costo
- (0): Utiliza excesivamente

1.9 Ante un desastre natural se comunica a las autoridades locales

- Muy en desacuerdo = 0
- En desacuerdo = 1
- Ni de acuerdo, ni en desacuerdo = 2
- De acuerdo = 3
- Muy de acuerdo = 4



**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
JUICIO DE EXPERTO**

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres:

1.2 Título de la investigación: Evaluación de la sustentabilidad ambiental de sistemas de producción de maíz (*Zea mays* L.) en Barranca

1.3 Autor del Instrumento: Bach. Yhorman Fisher Santos Aponte y Bach. Cristhian Jossymar Gallardo Quispe

II. ASPECTOS A EVALUAR

CRITERIOS	TA	A	I	D	TD
1. ¿El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación?		X			
2. ¿El instrumento propuesto responde a los objetivos de estudio?	X				
3. ¿La estructura del instrumento es la adecuada?	X				
4. ¿En instrumento propuesta es adecuado?	X				
5. ¿La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento?	X				
6. ¿El instrumento de medición representa verdaderamente las variables de investigación?	X				
7. ¿Los ítems son claros e entendibles?		X			
8. ¿El número de ítems es adecuado para su investigación?	X				
9. ¿La modalidad de respuesta son adecuados para los ítems?	X				
10. ¿Los ítems presentan codificación de respuesta?	X				

TA : Totalmente de acuerdo

A : Aceptable

I : Indiferente

D : Desacuerdo

TD : Totalmente en desacuerdo

Observaciones y sugerencias:

Firma y sello de experto



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTO

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres:

1.2 Título de la investigación: Evaluación de la sustentabilidad ambiental de sistemas de producción de maíz (*Zea mays* L.) en Barranca

1.3 Autor del Instrumento: Bach. Yhorman Fisher Santos Aponte y Bach. Cristhian Jossymar Gallardo Quispe

II. ASPECTOS A EVALUAR

CRITERIOS	TA	A	I	D	TD
1. ¿El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación?	X				
2. ¿El instrumento propuesto responde a los objetivos de estudio?	X				
3. ¿La estructura del instrumento es la adecuada?		X			
4. ¿En instrumento propuesta es adecuado?	X				
5. ¿La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento?		X			
6. ¿El instrumento de medición representa verdaderamente las variables de investigación?	X				
7. ¿Los ítems son claros e entendibles?	X				
8. ¿El número de ítems es adecuado para su investigación?	X				
9. ¿La modalidad de respuesta son adecuados para los ítems?	X				
10. ¿Los ítems presentan codificación de respuesta?		X			

TA : Totalmente de acuerdo

A : Aceptable

I : Indiferente

D : Desacuerdo

TD : Totalmente en desacuerdo

Observaciones y sugerencias:


Mg. Luis Félix Torres Pelicano
UNJFSC - HUACHO

Firma y sello de experto



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN JUICIO DE EXPERTO

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y Nombres:

1.2 Título de la investigación: Evaluación de la sustentabilidad ambiental de sistemas de producción de maíz (*Zea mays* L.) en Barranca

1.3 Autor del Instrumento: Bach. Yhorman Fisher Santos Aponte y Bach. Cristhian Jossymar Gallardo Quispe

II. ASPECTOS A EVALUAR

CRITERIOS	TA	A	I	D	TD
1. ¿El instrumento recoge información que permite dar respuesta al problema de investigación?		X			
2. ¿El instrumento propuesto responde a los objetivos de estudio?		X			
3. ¿La estructura del instrumento es la adecuada?	X				
4. ¿En instrumento propuesta es adecuado?	X				
5. ¿La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento?		X			
6. ¿El instrumento de medición representa verdaderamente las variables de investigación?	X				
7. ¿Los ítems son claros e entendibles?	X				
8. ¿El número de ítems es adecuado para su investigación?	X				
9. ¿La modalidad de respuesta son adecuados para los ítems?		X			
10. ¿Los ítems presentan codificación de respuesta?	X				

TA : Totalmente de acuerdo

A : Aceptable

I : Indiferente

D : Desacuerdo

TD : Totalmente en desacuerdo

Observaciones y sugerencias:

Universidad Nacional
José Faustino Sánchez Carrión
Mg. Cerrate Montes Gabriel Gregorio

Firma y sello de experto

Anexo 3.

ENCUESTA Ambiental																		
ENCUESTA NUMERO																		
N° de encuestas	A1.- Rotación de cultivos	A2.- Niveles y tipos de fertilización.	A3.- Incorporación de materia orgánica	A4.- gestión residuos de cosecha	Prom.	B1.- Barreras vivas	B2.- Método de control de plagas.	B3.- Frecuencia de aplicaciones de plaguicidas.	Prom.	C1.- Sistema de riego.	C2.- Calidad del agua	Prom.	D1.- Biodiversidad vegetal.	D2.- Área de zonas de conservación	Prom.	Prom General		
	(5) Siembra MAD y descansa el terreno; (4) Siembra MAD y 1 campaña MAD y 1 campaña páprika; (3) Siembra MAD, paprika y MAD; (2) Siembra MAD dos campañas; (1) Siembra MAD tres campañas	(5) Orgánico procesado; (4) Orgánico sin procesar; (3) químico y alta incorporación de MO; (2) Químico y baja incorporación de MO (1) Solo químico.	(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) Deja en parcela como cobertura (4) Procesa compost (3) Recoge para alimento de ganado (2) lo vende (1) quema.		(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.	(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 2 aplicaciones; 4) de 3 a 4 aplicaciones; 3) de 5 a 6 aplicaciones; 2) de 7 a 8 aplicaciones; 1) más de 8 aplicaciones.		(5) Fertirriego; (4) Riego por goteo (3) Riego por gravedad con regantes expertos; (2) Riego por gravedad con regantes semixpertos (1) Riego por gravedad con regantes inexpertos.	(5) muy buena; 4) buena; 3) regular; 2) mala; 1; muy mala		(5): Establecimiento totalmente diversificado, con asociaciones entre ellos y con bastante vegetación natural que cubre los suelos; (4): Alta diversificación de especies, con asociación media entre ellos, alta presencia de hierbas benéficas sobre los suelos; (3): Diversificación media, con muy bajo nivel de asociación entre ellos, escasa diversidad de hierbas sobre suelos; (2): Poca diversificación de especies, sin asociaciones, presencia de dos o tres hierbas sobre suelos; (1): Sin	(5): mayor de 2,1 ha; (4): de 1 a 2 ha; (3): de 0,51 a 1 ha; (2): de 0,1 a 0,5 ha; (1): No tiene ningún área de conservación.				
1	4	2	3	1	3	1	2	1	1	3	4	4	3	1	2	2		
2	4	3	2	1	3	1	1	1	1	3	3	3	3	3	3	2		
3	3	1	1	1	2	2	2	1	2	3	4	4	3	1	2	2		
4	4	2	3	1	3	1	2	1	1	2	4	3	2	1	2	2		
5	4	1	1	1	2	3	3	1	2	3	3	3	2	2	2	2		
6	4	1	1	1	2	1	2	1	1	3	4	4	2	1	2	2		
7	2	2	3	1	2	3	2	1	2	3	4	4	2	1	2	2		
8	2	2	3	1	2	1	2	1	1	3	4	4	3	3	3	2		
9	4	2	3	2	3	1	3	1	2	3	4	4	2	1	2	2		
10	4	3	3	1	3	2	1	1	1	3	4	4	3	2	3	3		
11	3	3	3	1	3	2	3	1	2	3	3	3	3	1	2	2		
12	4	2	3	2	3	1	2	1	1	3	4	4	3	1	2	2		
13	3	2	1	1	2	1	2	1	1	3	4	4	3	2	3	2		
14	4	2	3	1	3	1	1	1	1	3	4	4	1	1	1	2		
15	3	2	1	1	2	1	2	1	1	3	4	4	3	1	2	2		
16	3	2	3	2	3	1	1	1	1	3	4	4	3	2	3	2		
17	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2	3	3	2	1	2	2		
18	4	2	1	2	2	1	2	1	1	3	4	4	2	3	3	2		
19	4	3	3	2	3	1	2	1	1	3	4	4	3	1	2	2		
20	4	3	3	2	3	1	2	1	1	3	4	4	1	2	2	2		
21	4	1	1	1	2	1	1	1	1	2	3	3	3	1	2	2		
22	3	2	3	1	2	1	2	1	1	3	3	3	3	3	3	2		
23	3	1	1	1	2	2	2	1	2	3	4	4	1	1	1	2		
24	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	3	3	3	1	2	2		
25	4	3	3	2	3	2	2	1	2	2	4	3	3	3	3	3		
26	4	1	1	2	2	1	3	1	2	3	4	4	2	1	2	2		
27	4	3	3	1	3	1	2	1	1	3	3	3	3	2	3	2		
28	3	3	3	1	3	3	2	1	2	3	3	3	1	1	1	2		
29	2	2	3	1	2	1	2	1	1	3	4	4	2	3	3	2		
30	4	2	3	1	3	1	2	1	1	3	3	3	3	1	2	2		
31	2	2	1	1	2	1	2	1	1	3	4	4	2	1	2	2		
32	4	2	3	1	3	1	2	1	1	2	4	3	2	2	2	2		
33	2	3	3	1	2	2	2	1	2	3	4	4	1	1	1	2		
34	4	2	3	2	3	2	3	1	2	3	4	4	1	1	1	2		
35	2	1	1	1	1	3	1	1	2	3	4	4	2	3	3	2		
36	4	3	3	2	3	2	2	1	2	3	4	4	2	1	2	2		