



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
INSTITUTO DE POSGRADO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN AGROPECUARIA
MENCIÓN EN GESTIÓN DEL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
MODALIDAD INFORME DE INVESTIGACIÓN**

**EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL USO DE RIEGO POR
ASPERSIÓN EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS EN LA COMUNA GUAYAMA,
CANTÓN SIGCHOS.**

CHAFLA JANETA, DANIELA GERMANIA

Bajo la tutoría del Profesor
VALLE RAMÍREZ, SEGUNDO BENEDICTO

Trabajo de titulación como requisito parcial
para la obtención del grado de **Magíster en
Agropecuaria mención en Gestión del
Desarrollo Rural Sostenible**, en el
Programa de Posgraduación en
Agropecuaria.

Santa Elena, Ecuador

Julio de 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

TUTOR: ING. SEGUNDO BENEDICTO VALLE RAMIREZ. PhD.

CERTIFICA:

En mi calidad de Tutor del trabajo de titulación **“EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL USO DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS EN LA COMUNA GUAYAMA, CANTÓN SIGCHOS”**, elaborado por la ING. DANIELA GERMANIA CHAFLA JANETA, egresada de la Maestría en AGROPECUARIA MENCIÓN GESTIÓN DEL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE, Instituto de Posgrado de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Magíster en AGROPECUARIA MENCIÓN EN GESTIÓN DEL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE, me permito declarar que luego de haber dirigido científicamente y técnicamente en su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos y científicos, razón por el cual la apruebo en todas sus partes.

Atentamente,

Ing. Segundo Benedicto Valle Ramírez. Ph.D.
TUTOR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **DANIELA GERMANIA CHAFLA JANETA**, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente informe de investigación, como requerimiento previo para la obtención del título de **MAGISTER EN AGROPECUARIA MENCIÓN EN GESTIÓN DEL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE**, son absolutamente originales, auténticos y personales a excepción de las citas bibliográficas.

Chafra Janeta Daniela Germania
AUTOR
C.I. 0603338450

DERECHOS DE AUTOR

Yo, **DANIELA GERMANIA CHAFLA JANETA**, autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales del informe de investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este informe dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Chafla Janeta Daniela Germania

AUTOR

C.I. 0603338450

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Titulación presentado por DANIELA GERMANIA CHAFLA JANETA como requisito parcial para la obtención del grado de Magíster en Agropecuaria, Mención en Gestión del Desarrollo Rural Sostenible.

Trabajo de Titulación **APROBADO** el: 14/08/2026

Ing. Mercedes Santistevan Méndez, PhD.
COORDINADORA DEL PROGRAMA

Ing. Segundo Valle Ramírez PhD.
DOCENTE TUTOR

Ing. Carlos Balmaseda Espinosa, PhD.
DOCENTE ESPECIALISTA

Ing. Carmen Cárdenas Macías, Mgtr.
DOCENTE ESPECIALISTA

Abg. María Rivera González, Mgtr.
SECRETARIA GENERAL

AGRADECIMIENTOS

Gracias mi Dios, por haberme dado la sabiduría, fuerza y perseverancia para culminar con una etapa más en mi vida.

Quiero manifestar un agradecimiento a las personas que ayudaron en este proceso de formación, crecimiento y aprendizaje; en especial: A mis padres por su ejemplo y continuo trabajo; A mi hermano, a mis sobrinas y a mi pequeña muñequita Danielle por ser mi fortaleza y motivo para seguir adelante.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por brindarme la oportunidad de alcanzar una meta profesional y consolidar mis conocimientos en el desarrollo rural sostenible. De manera especial, mi gratitud al Ing. Segundo Valle, PhD., por su valiosa guianza, predisposición y apoyo incondicional brindado en cada etapa del desarrollo de esta investigación.

A la Dirección Distrital 05D01 Latacunga MAGP, al equipo del Proyecto de Riego Parcelario Tecnificado, por la gestión e información proporcionada para la presente investigación. Así como también a la junta de agua de riego de Guayama San Pedro, por su apertura en la comunidad.

DEDICATORIA

A mis adorados padres Lupe y Rodrigo, a mi hermano Alejandro, a mi pequeñas Danielle, Camila y Romina, y a mis ángeles en el cielo, gracias por ser el apoyo, mi guía, mi razón de ser, y por darme el mayor ejemplo de amor que existe.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Justificación	2
Planteamiento del problema	2
Formulación del problema científico	3
Objetivos.....	3
Objetivo General:	3
Objetivos Específicos:	3
Hipótesis:	4
Líneas y sublíneas de investigación	4
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....	5
1.1 Sustentabilidad.....	5
1.1.1 Desarrollo sustentable en sistemas agropecuarios	5
1.1.2 Indicadores de sustentabilidad	6
1.1.3 Metodologías para la evaluación de la sustentabilidad	7
1.1.4 Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS).....	7
1.1.4.1 Evaluación de atributos	7
1.1.4.2 Metodología de evaluación	9
1.1.4.3 Estandarización y ponderación de los indicadores.....	10
1.2 Sistema de riego tecnificado.....	11
1.2.1 Sistemas de riego por aspersión	12
1.2.2 Importancia del riego en la agricultura.	13
1.2.3 Manejo sustentable de sistemas de riego.....	14
1.2.4 Efectos productivos bajo sistemas de riego.....	15
1.2.5 Efectos socioeconómicos de proyectos de riego y drenaje en Ecuador	16
1.2.6 Efectos Ambientales de sistemas de riego	17
1.2.6.1. Protección de fuentes de agua.	17
1.2.6.2. Uso eficiente de Recursos Hídricos	18
1.3 Sistemas productivos	19
1.4 Contexto de la Junta de riego Guayama San Pedro en el desarrollo sustentable ..	20
1.5 Antecedentes de estudios anteriores.....	21
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	24

2.1	Ubicación del área de estudio	24
2.2	Tipo de investigación	24
2.3	Diseño de investigación.....	25
2.4	Población	25
2.5	Muestra	25
2.6	Instrumentos	26
2.7	Validación de instrumentos	27
2.8	Método de análisis de información.....	27
2.9	Materiales	28
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		30
3.1	Caracterización de los sistemas productivos de los usuarios del sistema de riego	30
3.1.1	Caracterización socioeconómica	30
3.1.2	Caracterización de las unidades productivas.....	35
3.2	Evaluación de la sustentabilidad del sistema de riego por aspersión, bajo la percepción de los usuarios de la comuna Guayama.	50
3.3	Propuesta para mejora de los puntos críticos de los sistemas productivos de los usuarios del sistema de riego por aspersión en la comuna Guayama.	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		73
Conclusiones		73
Recomendaciones		74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		75
ANEXOS.....		85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala Likert para la ponderación de indicadores de sustentabilidad.....	10
Tabla 2. Prueba de KMO y Bartlett.....	47
Tabla 3. Varianza total explicada.	48
Tabla 4. Matriz de componente extraídos para la caracterización de sistemas de riego por aspersión.	49
Tabla 5. Análisis de la sustentabilidad del uso de riego por aspersión de los sistemas productivos bajo la percepción de los usuarios en la comuna Guayama, mediante la metodología MESMIS.....	52
Tabla 6. Valoración de atributos percibidos de sustentabilidad del sistema productivos presentes en Guayama San Pedro	57
Tabla 7. Puntos críticos de sustentabilidad percibida del sistema productivos presentes en Guayama San Pedro.....	59
Tabla 8. Propuestas y alternativas de mejora de puntos críticos del sistema de riego por aspersión de los sistemas productivos en Guayama San Pedro	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica del área de estudio	24
Figura 2. Dimensión de género en la junta de riego Guayama.....	30
Figura 3. Distribución del rango de edad de productores de la Junta de agua	31
Figura 4. Nivel de educación de productores de Guayama San Pedro.....	32
Figura 5. Composición del núcleo familiar.	34
Figura 6. Actividad económica.....	35
Figura 7. Diversidad de cultivos.....	36
Figura 8. Años que se dedica a la actividad agropecuaria.....	37
Figura 9. Superficie de las Unidades Productivas (UPAs).....	38
Figura 10. Tenencia de la tierra.	39
Figura 11. Acceso a sistema de riego por aspersión.	39
Figura 12. Superficie de tecnificación de riego por aspersión.	40
Figura 13. Procedencia de agua de riego.....	41
Figura 14. Mano de obra familiar	42

Figura 15. Tiempo de dedicación a la unidad productiva.....	43
Figura 16. Mano de obra contratada.....	44
Figura 17. Dendrograma de la caracterización del sistema de riego por aspersión.....	45
Figura 18. Dimensiones de la sustentabilidad por punto crítico percibido del uso de riego por aspersión.	56
Figura 19. Dimensiones de la sustentabilidad percibido por atributo del uso de riego por aspersión.	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultado de sistema Antiplagio Compilatio	85
Anexo 2. Encuesta.....	86
Anexo 3. Matriz de validación del instrumento.	92
Anexo 4. Puntos críticos de diagnóstico e indicadores para la evaluación de la sustentabilidad del sistema de riego por aspersión en Guayama, Cantón Sigchos.....	93
Anexo 5. Registro fotográfico	97

GLOSARIO

Aspersión: sistema en el cual el agua u otro líquido es esparcido en forma de pequeñas gotas.

Caracterizar: determinación de atributos o indicadores.

Comuna: organizaciones sociales, en la cual se práctica principios de solidaridad y convivencia.

Cultivos: producir la tierra y generan alimentos.

Hídrico: relacionado a agua.

Productividad: relación entre los recursos utilizados y lo producido.

Producción agropecuaria: actividades que se centran en la producción animal y vegetal.

Rural: población, vivienda o territorio que no se encuentre en una zona urbana.

Riego: suministro de agua al suelo tierra para satisfacer las necesidades de los cultivos.

Sustentable: se refiere a algo que puede sustentar por sí mismo, con el equilibrio de lo económico, ambiental y social.

Usuario: toda persona que utiliza o aprovecha un producto, servicio o sistema.

RESUMEN

La presente investigación evaluó la sustentabilidad del uso de riego por aspersión desde la percepción de los usuarios en los sistemas productivos de la comuna Guayama, cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi. El estudio se fundamentó en evaluar la contribución del sistema de riego por aspersión implementado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería en el año 2021, la cual benefició a 93 usuarios y cubrió una superficie de 99 hectáreas. La metodología empleada fue el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), bajo un enfoque participativo y multivariado. Se aplicaron encuestas a una muestra de 41 usuarios del sistema de riego y se analizaron 19 puntos críticos. En la caracterización socioeconómica se determinó que los sistemas de riego son gestionados mayoritariamente por hombres (78,05%), cuyos predios son menores a una hectárea y están destinados al cultivo de chocho, papa, maíz y pastos cultivados. Respecto a la evaluación de sustentabilidad, el mantenimiento del riego obtuvo la mayor valoración (4,76), mientras que se identificaron debilidades en la diversificación de actividades productivas (2,07) y en la capacidad de innovación del sistema, reflejada en la introducción de mejoras al sistema de riego (1,59). Los resultados indican que, desde la percepción de los usuarios, el sistema mantiene condiciones operativas; sin embargo, presenta una alta dependencia de factores externos.

Palabras clave: sustentabilidad, riego por aspersión, indicadores de sustentabilidad.

ABSTRACT

This research evaluated the sustainability of sprinkler irrigation from the perspective of users in the production systems of the Guayama commune, Sigchos canton, Cotopaxi province. The study assessed the contribution of the sprinkler irrigation system implemented by the Ministry of Agriculture and Livestock in 2021, which benefited 93 users and covered an area of 99 hectares. The methodology employed was the Framework for the Evaluation of Natural Resource Management Systems Incorporating Sustainability Indicators (MESMIS), using a participatory and multivariate approach. Surveys were administered to a sample of 41 users of the irrigation system, and 19 critical points were analyzed. The socioeconomic characteristics revealed that the irrigation systems are managed primarily by men (78.05%), whose farms are smaller than one hectare and are used for cultivating lupin, potatoes, corn, and pasture. Regarding the sustainability assessment, irrigation maintenance received the highest rating (4.76), while weaknesses were identified in the diversification of productive activities (2.07) and in the system's capacity for innovation, reflected in the introduction of improvements to the irrigation system (1.59). The results indicate that, from the users' perspective, the system maintains operational conditions; however, it exhibits a high dependence on external factors.

Keywords: sustainability, sprinkler irrigation, sustainability indicators.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo sustentable en zonas rurales y la innovación tecnológica son una herramienta clave para dinamizar la producción agrícola, especialmente en sectores donde aún predominan prácticas tradicionales y poco eficientes frente a los desafíos actuales como el cambio climático y la escasez de mano de obra (Cusme & Gaibor, 2023; Patiño & Valiente, 2023).

En la actualidad, el agua se ha convertido en un recurso insuficiente para satisfacer la demanda de los sectores agrícolas y pecuarios. Factores como la disminución de las precipitaciones, el crecimiento poblacional, la deforestación, la agricultura extensiva, la expansión de la frontera agrícola y el incremento de la actividad ganadera han generado conflictos sociales, especialmente relacionados con el acceso desigual al agua en las zonas productivas del Ecuador (Castillo, 2024).

En este contexto, el riego constituye un pilar fundamental para el desarrollo social, productivo y económico del Ecuador, ya que garantiza la producción de alimentos y contribuye en la soberanía alimentaria. Asimismo, fortalece la agroindustria y mejora el bienestar de los agricultores. El acceso al riego constituye un elemento estratégico para asegurar, incrementar e intensificar la producción agropecuaria, además de contribuir a la reducción de la pobreza y a la protección del ambiente (Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021).

Diversos estudios han documentado beneficios potenciales de la tecnificación del riego sobre la productividad. En este sentido la Central Ecuatoriana de Servicios Agropecuarios (CESA) señala que, “la producción agrícola bajo un sistema de riego tecnificado incrementa su rendimiento al menos del 10% y 15% dependiendo del manejo agronómico del cultivo, lo cual se traduciría en un incremento de los ingresos por producción” (MAATE, 2021).

Para abordar esta brecha de conocimiento, el presente estudio evalúa la contribución del sistema de riego por aspersión en los ámbitos productivo, económico, social y ambiental de la comuna Guayama. Para ello, se caracteriza la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios desde la percepción de los productores mediante el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), aplicado después de la implementación del sistema de riego tecnificado (Banco Mundial, 2023; Grupo Hidráulica, 2022).

Justificación

Frente a las limitaciones del recurso hídrico y a los efectos del cambio climático, resulta indispensable fomentar el uso de tecnologías que permitan a los productores utilizar de manera eficiente el recurso agua. En el Ecuador, se ha integrado la tecnificación del riego como política pública, cuya finalidad es mejorar y extender la cobertura de la infraestructura de riego para impulsar la sustentabilidad y productividad agrícola en todo el territorio (MAATE, 2021).

El riego tecnificado, aplicable en parcelas de pequeña y mediana escala, ha demostrado su potencial para incrementar el rendimiento de los cultivos y mejorar la eficiencia del uso de agua. Sin embargo, diversos estudios mencionan que el éxito de un sistema se acompaña de un buen diseño, manejo operacional y asistencia técnica permanente (Chauhdary et al., 2024).

La contribución del riego tecnificado a la sustentabilidad depende de múltiples factores. Entre ellos se encuentran los aspectos productivos (rendimiento, diversificación), ambientales (uso eficiente del agua y conservación del suelo), sociales (acceso equitativo y gestión comunitaria) e institucionales (mantenimiento, asistencia técnica y gobernanza), entre otros. Por ello, su evaluación requiere un enfoque integral y participativo (Cachipiendo, 2022).

En el año 2021, el Ministerio de Agricultura y Ganadería implementó un sistema de riego por aspersión a 93 usuarios de la junta de riego Guayama San Pedro, que cubre un total de 99 hectárea. No obstante, hasta el momento no se dispone de una evaluación integral que determine si este sistema ha contribuido de manera sustentable al desarrollo productivo, socioeconómico y ambiental del territorio (Bonilla et al., 2019).

En consecuencia, valorar la sustentabilidad del uso de riego por aspersión en la comuna Guayama desde la percepción de los productores, permitirá generar evidencia científica para orientar la toma de decisiones, fortalecer la gestión del recurso hídrico y mejorar futuras intervenciones institucionales.

Planteamiento del problema

La Comuna Guayama, ubicada en el cantón Sigchos, depende en gran medida de la actividad agropecuaria como sustento económico y alimenticio. Sin embargo, en este sector existen desafíos que obstaculizan su desarrollo sustentable, siendo uno de los principales la

gestión eficiente del recurso hídrico. La práctica agrícola tradicional, abastecida por sistemas de riego convencionales, ha demostrado ser poco eficiente, afectando negativamente a la productividad y una alta vulnerabilidad frente a la variabilidad climática (Banco Mundial, 2023; Grupo Hidráulica, 2022).

Frente a esta realidad, la implementación de sistemas de riego por aspersión impulsados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, se planteó como una estrategia para mejorar la productividad, optimizar el uso del recurso hídrico y fomentar prácticas agropecuarias más sustentables. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados por entidades locales en la dotación de sistemas de riego tecnificados, existen interrogantes sobre los resultados percibidos de esta tecnología en los ámbitos productivo, económico, social y ambiental (Pomboza et al., 2024; Serrano, 2025).

Actualmente, no se cuenta con información suficiente y clara para la evaluación de los efectos del sistema de riego por aspersión desde un enfoque de sustentabilidad. Esta falta de estudios limita la toma de decisiones de autoridades locales para diseñar estrategias efectivas de desarrollo rural sustentable adaptadas al contexto local (Solano, 2024).

Por lo tanto, se hace necesario valorar la sustentabilidad del uso de riego por aspersión en los sistemas productivos en la comuna Guayama, bajo la percepción de los usuarios, con el fin de generar información útil que contribuya a futuras intervenciones y fortalecer el manejo técnico y comunitario acorde a la realidad y las necesidades del territorio.

Formulación del problema científico

¿De qué manera aporta el uso del sistema de riego por aspersión a la sustentabilidad en los sistemas productivos en la comuna Guayama, cantón Sigchos, durante el año 2025?

Objetivos

Objetivo General:

- ❖ Evaluar la sustentabilidad del uso de riego por aspersión en los sistemas productivos en la comuna Guayama, cantón Sigchos.

Objetivos Específicos:

1. Caracterizar los sistemas productivos de los usuarios del sistema de riego por aspersión en la comuna Guayama.

2. Determinar la sustentabilidad del sistema de riego por aspersión bajo la percepción de los usuarios de la comuna Guayama.
3. Elaborar una propuesta de mejora de los puntos críticos de los sistemas productivos de los usuarios del sistema de riego por aspersión en la comuna Guayama.

Hipótesis:

Los sistemas productivos con uso de riego por aspersión en la comuna Guayama, presentan limitaciones en los indicadores económicos, sociales y ambientales, que condicionan su nivel de sustentabilidad.

Líneas y sublíneas de investigación

Línea de Investigación: Manejo y conservación de Recursos Naturales.

Sublínea de investigación: Manejo sostenible del suelo y agua.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1 Sustentabilidad

“La sustentabilidad se entiende como el desenvolvimiento armónico entre el desarrollo económico, social y ambiental, buscando satisfacer los requerimientos actuales sin comprometer los recursos necesarios para las próximas generaciones” (Fernández-Guarnizo et al., 2023).

La sustentabilidad ha escalado posiciones hasta convertirse en un tema de importancia mundial. Hoy en día, la sustentabilidad funciona como la columna vertebral para estrategias efectivas en el manejo de nuestros recursos naturales, es así que se ha insertado en la planificación de los principales actores a nivel global: agendas de los gobiernos, centros de investigación científica, organizaciones no gubernamentales y otros colectivos directamente involucrados en la gestión de los recursos naturales (Astier et al., 2008).

1.1.1 Desarrollo sustentable en sistemas agropecuarios

El desarrollo sustentable busca alcanzar de manera equilibrada el crecimiento económico, la justicia social y la protección del medio ambiente, promoviendo un uso responsable de los recursos naturales. Su propósito es mejorar la calidad de vida de todas las personas dentro de un marco de buena gestión y participación ciudadana (Herrera, 2021).

La agricultura intensiva ha impulsado la búsqueda de nuevas estrategias que permitan producir alimentos sin perjudicar los ecosistemas naturales. Esto implica fomentar rendimientos estables a largo plazo, mediante el uso de tecnologías y prácticas que mejoren la eficiencia del sistema en lugar de buscar resultados momentáneos. La sustentabilidad agrícola, entonces, se enfoca en crear sistemas productivos estables, adaptables y equitativos en la distribución de costos y beneficios, fomentando la autogestión, no solo busca mantener la producción a largo plazo, sino que también promueve la transformación de la agricultura convencional para hacerla viable y compatible desde los puntos de vista ambiental, social y económico (González et al., 2020).

Este enfoque incluye prácticas que minimizan el impacto ambiental, promueven la biodiversidad y fomentan la resiliencia frente a cambios climáticos y socioeconómicos (Patiño

& Valiente, 2023). Así, la agricultura sustentable no solo asegura la seguridad alimentaria, sino que también contribuye al bienestar socioeconómico de las comunidades rurales y la preservación de los ecosistemas (Cusme & Gaibor, 2023). La integración de estos elementos es crucial para impulsar modelos agrícolas que sean económicamente viables, socialmente justos y ambientalmente responsables, alineados con los objetivos globales de sustentabilidad y las políticas nacionales en Ecuador (Kogut, 2020).

De igual manera, la sustentabilidad debe ser capaz de impulsar el crecimiento económico y social de las comunidades sin destruir su identidad cultural, sus tradiciones ni sus saberes locales (Casadiego et al., 2023).

1.1.2 Indicadores de sustentabilidad

Los indicadores de sustentabilidad constituyen herramientas esenciales para medir el grado en que los sistemas agropecuarios alcanzan los objetivos de sustentabilidad. Estos indicadores abarcan tres dimensiones fundamentales: ambiental, social y económica (Cusme & Gaibor, 2023).

En el ámbito ambiental, se busca cuidar el suelo y el agua, evitando la contaminación y la pérdida de recursos naturales, protegiendo la biodiversidad y la calidad de los cultivos (Torres et al., 2023).

En lo social, se consideran la participación comunitaria, la equidad de género, la capacitación técnica y el bienestar de las familias rurales. Se considera importante el acceso a la educación, la salud y la paz como bases para una sociedad más equitativa (Cusme & Gaibor, 2023).

Por último, el aspecto económico, busca que las actividades productivas sean rentables, estables, diversificadas de cultivos y los enfoques en seguridad alimentaria sin poner en riesgo los recursos naturales que las sustentan (Cieza & Sarandón, 2023).

La selección y aplicación adecuada de estos indicadores permite monitorear el desempeño de los sistemas productivos, facilitando la comparación entre diferentes prácticas agrícolas y orientando políticas públicas para promover un desarrollo rural sustentable. Así, estos indicadores se convierten en herramientas clave para la planificación estratégica y la gestión integral de los recursos en la agricultura moderna (Serrano, 2025).

1.1.3 Metodologías para la evaluación de la sustentabilidad

Las metodologías para evaluar la sustentabilidad en sistemas agropecuarios se han diversificado con el fin de integrar las múltiples dimensiones que involucra el desarrollo sustentable. Entre los enfoques más utilizados se encuentran las evaluaciones multicriterio y participativas, las cuales combinan indicadores cuantitativos y cualitativos para obtener un diagnóstico completo de la situación productiva, social y ambiental (Pomboza et al., 2024).

Estas metodologías permiten identificar puntos fuertes y áreas de mejora, considerando la percepción de los actores locales como productores y comunidades, lo que favorece la construcción de estrategias adaptadas a las necesidades reales. El uso de índices específicos, como el índice modificado de sustentabilidad del riego, facilita la evaluación precisa de los sistemas de riego, optimizando la gestión de los recursos hídricos y el rendimiento productivo. La implementación de estas metodologías contribuye a un seguimiento continuo y a la toma de decisiones informadas para fomentar la resiliencia y sustentabilidad de los sistemas agropecuarios (Moreno et al., 2023).

1.1.4 Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS)

MESMIS, es una metodología en la cual se evalúa la sustentabilidad de los sistemas enfocados a recursos naturales (agrícolas, forestales y pecuarios), encaminado a productores en las zonas rurales, para así identificar los factores que limitan su desarrollo y las oportunidades que aparecen por la relación entre los procesos ambientales, sociales y económicos. Este método utiliza variables o criterios que se ajustan a la cantidad de información disponible en cada zona manteniendo una comunicación constante entre productor y técnicos. (Giraldo-Díaz et al., 2015).

1.1.4.1 Evaluación de atributos

La evaluación se basa en siete atributos fundamentales como son:

- Productividad

La productividad hace referencia a la capacidad del sistema para generar bienes y servicios a lo largo del tiempo, en este caso describe el rendimiento de cultivos, ingresos en los

agricultores, siendo fundamental para el diseño de estrategias con su mejora en la economía en la ruralidad (Masera et al., 2000).

- Estabilidad

La estabilidad es la propiedad del sistema que le permite mantenerse en equilibrio permanente, es decir garantizar su funcionamiento y rendimiento en condiciones normales a lo largo plazo (Ariza & Castilla, 2012)

- Resiliencia

La resiliencia corresponde la capacidad en la cual el sistema puede recuperarse o mantener su producción después de enfrentar problemas o alteraciones externas fuertes, como cambios climáticos o variabilidad estacional, se incluye la diversidad agrícola y las prácticas tradicionales en las cuales los productores son limitados a su respuesta (Fonseca-Carreño, 2021).

- Confiabilidad

La confiabilidad es la habilidad del sistema para conservar su productividad o beneficios esperados, aun cuando se presenten cambios en el entorno natural o económico. Al analizar este factor se determina si un modelo de producción es seguro lo cual disminuirá los riesgos a largo plazo en el sistema productivo (Real-Recalde, 2022)

- Adaptabilidad

La adaptabilidad expresa la capacidad en la cual, los sistemas pueden adaptarse a diversos cambios como el entorno ambiental y económico, como la educación agrícola, y la aplicación de nuevas prácticas agrícolas para la mejora en el sector rural. (Haro-Altamirano, 2022).

- Equidad

La equidad considera la distribución de manera justa de bienes o servicios, con responsabilidades dentro de un sistema productivo, considerando factores como género, edad entre otros, con la finalidad de que se generen las mismas oportunidades y reducir brechas estructurales (Masera et al., 2000).

- Autogestión

La autogestión evalúa el grado de autosuficiencia del sistema para sobrellevar y enfrentar un problema en el ámbito productivo, con la identificación de puntos críticos con la toma de decisiones rápidas sin esperar el apoyo externo reduciendo la vulnerabilidad de los mismos (Astier et al., 2000).

1.1.4.2 Metodología de evaluación

La metodología se organiza en seis pasos: definición del sistema a evaluar, identificación de puntos críticos, selección de criterios e indicadores, medición y análisis de datos, presentación de resultados y formulación de conclusiones con recomendaciones (Urgilés, 2024).

- Definición del objeto de evaluación: Como primer paso, se caracteriza el sistema, detallando los componentes naturales, los recursos involucrados, los productos generados y el tipo de gestión que se aplica. Asimismo, se analizan las condiciones socioeconómicas de los actores, su nivel de organización y los factores del entorno que influyen. Para una visión clara, se sugiere construir un diagrama que sintetice todos estos elementos (López-Ridaura et al., 2001).

- Identificación de los puntos críticos y criterios: partir de atributos clave como la productividad, adaptabilidad, estabilidad, resiliencia, equidad y autogestión, se identifican los aspectos más vulnerables o decisivos del sistema y se establecen criterios que guiarán su diagnóstico y evaluación (Tonolli & Ferrer, 2018).

- Selección de criterios e indicadores: sobre la base de los puntos críticos previamente definidos, se seleccionan o diseñan indicadores adecuados. Cada indicador se asocia a una dimensión de análisis específica, según la característica que mide (Tonolli & Ferrer, 2018).

- Medición y análisis de datos: Se procede a medir y, si es necesario, dar seguimiento a los indicadores seleccionados a través de métodos apropiados: estudios de campo, registros, encuestas u otras fuentes relevantes (López-Ridaura et al., 2001). Dichos Criterios son utilizados como vínculos entre los atributos, puntos críticos e indicadores, permitiendo un análisis efectivo.

- **Presentación de resultados:** En la cual se organiza toda la información recabada y se presenta de manera estructurada, usualmente con tablas, gráficos o diagramas que faciliten su interpretación, en este marco se recomienda un diagrama Ameba, permitiendo una comparación simple e integral (López-Ridaaura et al., 2001).

- **Conclusiones y recomendaciones:** Se elabora una evaluación global de los resultados del sistema, destacando los hallazgos más relevantes y comparando el desempeño con los objetivos iniciales. A partir de esto, se formulan recomendaciones dirigidas a fortalecer el sistema y mejorar su sustentabilidad (Haro- Altamirano, 2022).

1.1.4.3 Estandarización y ponderación de los indicadores

El análisis de las dimensiones de sustentabilidad, señala valores de 1 a 5, de las cuales, uno (1) es el valor más bajo de sustentabilidad y cinco (5) es el escenario más favorable de una evaluación. Este puntaje máximo, actúa como óptimo o ideal. Igualmente, en la ponderación final establece valores porcentuales (Tabla 1). Todos los valores, se adecuan a la escala de la fórmula (Fonseca, 2021; Reina, 2016):

$$\text{Valor estandarizado} = \left(\frac{5}{\text{Rango del indicador}} \right) \times (\text{valor medido} - \text{valor mínimo})$$

5: valor asignado para una sustentabilidad óptima (Reina, 2016).

Tabla 1. Escala Likert para la ponderación de indicadores de sustentabilidad

Grado	Eficiencia del sistema	Definición
5	Estable	Sustentable
4	Pertinente	Moderadamente sustentable
3	Sensible	Medianamente sustentable
2	Débil	Escasamente sustentable
1	En peligro	No sustentable

Fonseca-Carreño, 2021.

1.2 Sistema de riego tecnificado

El riego se entiende como una herramienta que mejora la producción agrícola y la gestión del agua, puede verse como un sistema que combina elementos sociales, naturales y técnicos (Cachipiendo et al., 2025).

“El riego tecnificado o tecnificación de riego se refiere al aprovechamiento eficiente del agua a partir del uso adecuado de la tecnología” (Grupo Hidráulica, 2022).

Estos sistemas están enfocados con la disminución del uso de agua, mano de obra, incremento de producción y mejora de la calidad, además está diseñado para conocer el cuándo, cómo y que cantidad de agua a aplicar, para lograr un óptimo desarrollo y cubrir sus necesidades (Ojeda, 2020; Solano, 2024).

El uso de técnicas eficientes busca maximizar el aprovechamiento del agua, garantizando una distribución pareja sobre las plantas y minimizando pérdidas por fenómenos como la evaporación, infiltración o escurrimiento. Es así, que, al incorporar sistemas inteligentes de riego y dispositivos de monitoreo, los agricultores pueden tomar decisiones basadas en datos sobre cuándo y cuánto regar, lo que favorece una mejor absorción de nutrientes por parte de las plantas. Esta estrategia contribuye a la conservación del entorno natural al reducir el gasto hídrico (Software-AGRI, 2023).

Los métodos de riego establecen técnicas para infiltrar el agua al perfil del suelo donde se desarrollan las raíces, hasta tener un contenido de humedad adecuado para el cultivo. La finalidad es satisfacer las necesidades hídricas, en zonas con déficit (Yépez-Intriago et al., 2025).

De acuerdo a la encuesta de superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC-2024) publicada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), del total de la superficie cultivada a nivel nacional solo el 28,2% se encuentran bajo riego (1.288.233 ha), este porcentaje muestra una baja cobertura de riego en el país, la misma que se consolida en cultivos permanentes que están asociados a la agroindustria de exportación, tales como cacao, banano y caña de azúcar, destacando la necesidad de ampliar la infraestructura de riego existente o mejorarla, con el fin de satisfacer tanto la demanda interna de alimentos como potenciar las exportaciones agrícolas del país (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2025; MAATE, 2021).

1.2.1 Sistemas de riego por aspersión

El riego por aspersión es un sistema que utiliza presión para distribuir agua de manera controlada y uniforme simulando una lluvia natural. Para lograrlo, se utilizan dispositivos llamados aspersores que expulsan el agua a presión gracias a un sistema de bombeo, creando chorros que humedecen el terreno en forma de círculos. El tamaño de estas áreas mojadas varía según el diámetro del aspersor elegido. Por esta razón, estos dispositivos se distribuyen estratégicamente por toda la parcela para garantizar que todo el cultivo reciba la misma cantidad de agua. Además, la longitud y el diseño de la red de tuberías se ubican en función del tamaño del terreno y de la distribución de los aspersores (Villacís, 2012).

En este tipo de riego, la presión es clave. Si la presión es muy baja, las gotas salen demasiado grandes, lo que provoca que el agua caiga de forma desigual sobre el cultivo. Por el contrario, si la presión es excesiva, el agua se pulveriza tanto que las gotas se vuelven diminutas; esto hace que el viento las desvíe con facilidad y las arrastre fuera del área que se quiere regar (Carvache & Chimbo, 2024).

1.2.1.1 Ventajas

Este mecanismo ofrece varios beneficios, como el consumo de agua moderado con una eficiencia aproximada al 80%, con poca pérdida por evaporación y arrastre del viento, dependiendo de su diseño, ayuda a limpiar follaje de las plantas y regular la temperatura ambiental alrededor de las mismas, lo que favorece la fotosíntesis. Diversas investigaciones han demostrado que el riego por aspersores mejora la rentabilidad agrícola (Chauhdary et al., 2024; Yepez-Intriago et al., 2025).

Erazo (2015), menciona que una de las mayores virtudes es la adaptación a topografías irregulares o terrenos con pendientes. No obstante, el clima es un factor crítico, en zonas muy áridas o con vientos fuertes en las cuales al caer gotas muy finas corren riesgo de evaporarse al aire antes de tocar la tierra.

Por otro lado, Villacís (2012), señala que en un sistema de riego por aspersión existe un menor uso de mano de obra, por su automatización en procesos, optimizando recursos del agricultor, también puede ser utilizado para fertilización, distribución de abonos líquidos y tratamientos fitosanitarios. En países o ciudades donde las temperaturas son bajas, con la

finalidad de evitar daños y que los cultivos se congelen, suele utilizarse un riego por aspersión, manteniendo el calor durante una helada.

1.2.1.2 Desventajas

El sistema exige una inversión inicial elevada y altos costos de operación. En ciertos cultivos puede verse afectado flores y frutos, provocando una pérdida de producción y en zonas de vientos fuertes o suelos arcillosos disminuye su eficacia por lo cual es necesario un adecuado diseño. Por esta razón Vásquez et al. (2017), señala que el diseño es la clave para evitar encharcamientos o escorrentías, garantizando que el suelo se humedezca de manera uniforme.

Es así, que para que la agricultura prospere mediante el uso de sistemas de riego, es necesario el apoyo financiero y técnico del gobierno local, así como, también la intervención de instituciones no gubernamentales o privadas, con el objetivo de que cada vez más agricultores puedan acceder a estas tecnologías. De esta manera, no solo se mejorará el rendimiento de las cosechas y del suelo, sino que también se garantiza el alimento para la población, logrando el gran reto: producir más gastando menos agua (López Medina et al., 2024).

1.2.2 Importancia del riego en la agricultura.

El riego tecnificado representa hoy una estrategia fundamental para enfrentar el cambio climático, especialmente ante la creciente escasez de agua y los fenómenos meteorológicos extremos que desafían la agricultura. Al incorporar tecnologías avanzadas como goteo, microaspersión y aspersión, estos sistemas logran una gran eficiencia: entre un 90 % y un 95 % del agua, mientras que los métodos tradicionales pierden hasta un 60 % por evaporación y escurrimiento. La ventaja principal radica en que se distribuye el agua justo donde y cuando la planta la necesita, evitando el desperdicio y protegiendo los recursos hídricos. Frente a técnicas convencionales, el riego tecnificado garantiza una mejor respuesta de los cultivos: al recibir el suministro adecuado en el momento óptimo, los rendimientos se elevan y la calidad del producto mejora (Serrano, 2025).

Los métodos tecnificados de riego como el de aspersión permiten desarrollar producciones agrícolas con manejo eficiente del agua. En cultivos de alta demanda hídrica, es importante la implementación de técnicas de producción intensivas que vayan ligadas al manejo del suelo y las láminas de riego, así como establecer acertadamente las necesidades hídricas y el ciclo del cultivo (MAATE., 2021).

Sin embargo, Ojeda (2020), destaca que la labor de divulgar los beneficios del riego tecnificado recae tanto en los líderes de cada comunidad o unidad productiva como en las entidades gubernamentales. Su función es informar a los agricultores sobre cómo estas tecnologías pueden elevar la producción y fomentar el desarrollo local, alentando su adopción de sistemas adaptados a las condiciones particulares de cada sector.

Es así, que la importancia del riego va más allá de lo técnico, involucra estructuras públicas, comunitarias y privadas, las cuales utilizan algún tipo de infraestructura de riego en Ecuador, estos sistemas promueven procesos organizativos, fomentan el desarrollo agroproductivo, benefician la economía local y elevan la calidad de vida en las zonas rurales, especialmente en donde la migración rural ha dificultado estas actividades, aliviando la presión por el uso de la tierra y protege a los ecosistemas frágiles como páramos y bosques (MAATE, 2021).

Aunque el riego es el motor que sostiene la producción de alimentos y el sustento de las familias andinas, su gestión real todavía enfrenta serias limitaciones. En el callejón interandino, a pesar de que las juntas de agua comunitarias son indispensables para asegurar un reparto equitativo del recurso, estas organizaciones suelen operar sin bases firmes; es decir, trabajan sin datos claros sobre las condiciones reales de su infraestructura, el impacto de las sequías o la eficiencia de su propia administración interna (Berrones & Céleri, 2025).

1.2.3 Manejo sustentable de sistemas de riego

La agricultura sustentable se enfoca en el cuidado del agua. Razón por la cual, su objetivo es evitar pérdidas en su conducción y distribución. Para que un sistema de riego sea eficiente dependerá de dos cosas: del buen manejo de los canales y tuberías bajo las reglas de la junta de riego, y del cuidado que cada agricultor tenga al regar su propia parcela. Es así, que “Los sistemas de riego promueven la conservación del suelo y del agua, sin degradar el medio ambiente, siendo económicamente viables y socialmente aceptables” (Moreno et al., 2023; Ortiz et al., 2021).

Es fundamental comprender y aplicar tecnologías adecuadas para mejorar la gestión del agua en la agricultura. El uso de herramientas para el monitoreo de humedad del suelo, el riego de precisión y las buenas prácticas de riego, buscan gestionar los recursos hídricos de manera más eficiente y ecológica, una planificación eficiente del riego son estrategias clave para optimizar los recursos disponibles, disminuir el desperdicio de agua y garantizar una

producción agrícola sostenida frente a los cambios climáticos y la creciente escasez de recursos hídricos (Chauhdary et al., 2023).

Solano (2024), menciona que los sistemas de riego deben ser analizados como estructuras dinámicas en las que interactúan la comunidad, el entorno natural y la infraestructura hidráulica. Esta visión integral permite evaluar la sustentabilidad a través de estas tres dinámicas.

En este sentido, la sustentabilidad de estos sistemas se incrementa significativamente cuando se incorporan tecnologías limpias y de bajo costo. Es así que, Morales Villega et al. (2025), señalan que la automatización de riego por aspersión con el uso de materiales reciclados minimiza costos y promueve la sostenibilidad en el ámbito ambiental, es así, que en su estudio menciona un ahorro de agua entre un 15 % y 20 % en comparación con otros métodos de riego, optimizando tiempos y cantidades de agua, eliminando pérdidas durante períodos de mayor evaporación.

Por otra parte, la dependencia de fuentes de energía convencional para el bombeo o la distribución, presenta un desafío para la estabilidad económica y operativa de las comunidades rurales. Ante esto, Carvache & Chimbo (2024) fundamentan la factibilidad técnica de energizar los sistemas de riego por aspersión mediante energía solar fotovoltaica. Al sustituir la matriz energética tradicional por una renovable, se elimina la subordinación a la red eléctrica local y se reduce de forma directa la huella de carbono de la actividad agropecuaria. Además, este enfoque se potencia con la automatización adaptativa, la integración de sensores de humedad en el campo, permite que los controladores electrónicos regulen los turnos de riego basándose en las condiciones climáticas del entorno y el déficit hídrico real del suelo. De este modo, la combinación de autonomía energética y gestión automatizada se consolida como un modelo de desarrollo rural sustentable, técnicamente replicable y resiliente frente a las crisis de abastecimiento externo.

1.2.4 Efectos productivos bajo sistemas de riego

El aumento en la producción agrícola, tanto en términos de rendimiento como de extensión de superficie cultivada, suele considerarse el principal efecto directo del riego. La disponibilidad adicional de agua para las plantas, junto con la relación directa entre la transpiración y la productividad, contribuye a mejorar los niveles de producción, favoreciendo un mejor establecimiento, crecimiento y rendimiento de los cultivos al permitir un control más

preciso sobre la cantidad y el momento en que las plantas reciben agua. También, el riego puede facilitar la producción en áreas con poca precipitación o humedad del suelo, o bien incrementar la cantidad de cosechas anuales mediante la realización de segundas o incluso terceras cosechas en la misma temporada (Solano, 2024).

Viafara et al. (2021), mencionan que el uso del riego facilita la realización de actividades agrícolas en zonas que de otro modo serían inviables, y permite el incremento de la productividad y diversificación de cosechas. Además, contribuye a elevar los ingresos de los agricultores. Por estas razones, el riego impulsa la modernización del campo y fomenta un crecimiento sostenido en el sector agrícola.

Cuando los agricultores siembran variedad de especies en lugar de apostar por un solo cultivo, la tierra distribuye mejor el recurso hídrico y se reduce el gasto general de agua. Esto pasa porque cada planta tiene raíces distintas y tiempos de crecimiento diferentes, lo que ayuda a que el suelo aproveche la humedad disponible durante todo el año. Además, al integrar plantas que resisten mejor las sequías o que tienen raíces profundas, retiene más agua en la tierra y se evita pérdidas por evaporación. En las zonas que sufren por la falta de agua, esta práctica impide que unos pocos cultivos muy exigentes acaben con las reservas locales. Al mismo tiempo, romper el monocultivo ayuda a frenar las plagas y enfermedades de forma natural, reduciendo el uso de químicos que suelen contaminar las fuentes de agua de la comunidad (Kumar et al., 2023).

Cabe señalar que las técnicas de riego tradicionales requieren de mucho tiempo y esfuerzo, lo que dificulta la posibilidad de que sus producciones incremente a futuro (Cortes et al., 2020).

1.2.5 Efectos socioeconómicos de proyectos de riego y drenaje en Ecuador

En las zonas donde prevalece la agricultura familiar y campesina, el riego juega un papel clave al promover la equidad social, ya que permite fortalecer su producción, asegurar la soberanía alimentaria a nivel local y obtener ingresos derivados de sus excedentes. La relación entre el uso del riego y la economía agrícola, ya sea a nivel local, provincial, regional o nacional, es muy estrecha. La implementación de sistemas de riego ayuda mantener una disponibilidad de productos agropecuarios a nivel de mercado, contribuyendo a estabilizar sus precios a lo largo del año. Asimismo, el riego tiene un impacto significativo en mejorar la productividad y la competitividad del sector agrícola (MAATE, 2021).

De acuerdo al estudio realizado por Chauhdary et al. (2023), señalan que, desde el punto de vista social, la implementación de un sistema de riego ayuda a disminuir los conflictos relacionados con el uso del agua de riego entre agricultores, generando ahorro en la mano de obra para las tareas agrícolas y motivar a la nueva generación de agricultores a seguir en el oficio. En el aspecto económico, la percepción general indica que los ingresos económicos han aumentado, principalmente por la introducción de nuevos cultivos y un mejor aprovechamiento de las tierras disponibles.

1.2.6 Efectos Ambientales de sistemas de riego

El uso del agua para riego impacta en los servicios ecológicos que ofrecen los ríos de flujo libre y alterar los patrones de caudal debido a la presencia de represas. Esto puede destruir los hábitats naturales, afectando a la flora y fauna local, y la acumulación de biomasa inundada, lo cual tiene implicaciones tanto para la calidad del aire en la zona como para el clima global. En las últimas décadas, la expansión acelerada del riego mediante aguas subterráneas ha interrumpido las conexiones naturales entre los sistemas de agua superficial y subterránea, provocando desplazamientos en el suelo y aumentando su compactación, entre otros efectos negativos (Solano, 2024).

Por lo cual es crucial entender el riego como una herramienta importante para afrontar los efectos del cambio climático, dado que la variabilidad de las condiciones atmosféricas, el alcance geográfico y la frecuencia de eventos naturales extremos están en aumento. Por otra parte, la agricultura responde a los desafíos del cambio climático mediante diversas acciones, entre las que destaca la optimización del uso del agua. Sin embargo, esta estrategia de adaptación debe complementarse con otras medidas integrales, como la modificación o mejora de las prácticas agronómicas existentes. Entre estas se encuentran cambios en las fechas de siembra, la selección de diferentes variedades, la rotación de cultivos y la adopción de métodos que permitan conservar la humedad del suelo, entre otras. Es importante señalar que estas acciones requerirán ajustes en los sistemas productivos a largo plazo, por lo que la intervención y apoyo del Estado serán fundamentales en este proceso (MAATE, 2021).

1.2.6.1. Protección de fuentes de agua.

La gestión sustentable y la protección de las fuentes hídricas constituyen un pilar indispensable para salvaguardar el equilibrio ecológico y abastecer las demandas de consumo

humano, agrícola e industrial. El impacto de actividades productivas exige mitigar la dispersión de efluentes contaminantes y restaurar los ecosistemas degradados de los cuales dependen innumerables especies biológicas. En este escenario, la viabilidad a largo plazo de estos recursos hídricos no solo depende de normativas de control técnico, sino también de un proceso profundo de concienciación social y educación ambiental, factores determinantes para garantizar la resiliencia de los ecosistemas y asegurar el suministro de agua dulce para las generaciones venideras (Moreano-Ortiz et al., 2024).

Entendiéndose a la protección de las fuentes hídricas, como un conjunto de estrategias orientadas a optimizar la disponibilidad y la calidad del recurso, disminuyendo los riesgos de contaminación y mejorando sus formas de aprovechamiento. La implementación de prácticas, especialmente en las zonas altas y medias de las cuencas, favorece la capacidad de infiltración del suelo, lo que no solo regula el caudal para el consumo y las actividades agropecuarias locales, sino que también actúa como un mecanismo natural para mitigar inundaciones o deslaves. Asimismo, esta estabilidad hídrica impacta positivamente en la economía rural al asegurar la productividad agrícola para el autoconsumo y el comercio, salvaguardando al mismo tiempo el equilibrio biológico de los ecosistemas (Montesdeoca et al., 2021).

Dentro de estas prácticas se pueden destacar: barreras vivas, barreras muertas, cercado de fuentes de agua, reforestación, incorporación de rastrojos, reciclaje, uso de abonos orgánicos, uso de productos biológicos y sistemas silvopastoriles entre otras (Martínez, 2013).

En el contexto ecuatoriano, la sustentabilidad de estas acciones demanda una intervención coordinada entre distintos niveles de gobernanza y la sociedad civil. Instituciones de carácter estatal como el Ministerio del Ambiente y Energía, Gobiernos provinciales y actores clave como las Juntas de Riego, son quienes articulan la educación ambiental y el manejo práctico del recurso para garantizar su permanencia.

1.2.6.2. Uso eficiente de Recursos Hídricos

Optimizar el uso del agua implica generar la misma producción empleando una menor cantidad del recurso, logrando así separar el avance económico de la explotación desmedida de las fuentes naturales. Este desafío cobra mayor relevancia en el sector agropecuario, el cual concentra aproximadamente el 70% del consumo global y suele registrar los niveles más bajos de eficiencia en comparación con otras áreas productivas. Por este motivo, organismos como la FAO promueven la adopción de tecnologías e infraestructuras agrícolas capaces de resistir

fenómenos climáticos extremos, como sequías prolongadas o inundaciones, asegurando el suministro de alimentos sin comprometer el entorno (Herrera-Mesa, 2022).

La Gestión de los Recursos Hídricos (GIRH) opera mediante tres principios esenciales: la equidad social, la eficiencia económica y la preservación ecológica. El componente social garantiza que el acceso al agua en condiciones óptimas de calidad y volumen sea un derecho universal para la supervivencia y el desarrollo humano. Por su parte, la eficiencia económica responde al carácter finito del recurso y a las limitaciones financieras, obligando a maximizar su aprovechamiento ante una demanda en constante aumento. Finalmente, la dimensión ambiental exige que la explotación actual del agua no altere los ciclos vitales de los ecosistemas ni ponga en riesgo el abastecimiento de las próximas generaciones (Mondragón, 2005).

Además, se vuelve indispensable implementar modelos de gestión basados en la economía circular, estructurados bajo el principio de las tres "R": reducir el consumo en todos los sectores, depurar el recurso mediante sistemas de regeneración y reutilizar estas aguas tratadas en actividades como el riego agrícola y la ganadería extensiva. Asimismo, la sostenibilidad hídrica no solo demanda transformaciones en el campo, sino también una vigilancia operativa rigurosa sobre las redes de distribución rural, como es el riego (Herrera-Mesa, 2022).

Martínez (2013) señala que, una de las prácticas utilizada, para la gestión del recurso hídrico, es la cosecha de agua, esta se refiere esencialmente a la captura y almacenamiento estratégico del agua de lluvia mediante infraestructuras diseñadas para este fin. En las regiones áridas, los métodos más comunes incluyen la recolección de precipitaciones, el aprovechamiento de las escorrentías y el uso de fuentes subterráneas, alternativas que requieren obligatoriamente de sistemas de almacenamiento complementarios. La experiencia en América Central demuestra que las técnicas más exitosas son aquellas que se adaptan al entorno rural o periurbano, priorizando proyectos de bajo costo económico que demanden pocos materiales externos y que puedan ser construidos directamente por las familias o las propias comunidades organizadas.

1.3 Sistemas productivos

Un sistema de producción se define como “un conjunto de actividades que un grupo humano organiza, dirige y realiza de acuerdo con sus objetivos, su cultura y sus recursos,

implementando prácticas con respecto al medio ambiente donde se localicen” (Quijano-Alvarado & Miranda-Montaña Lina Fernanda, 2019).

Los sistemas de producción agropecuaria está formado por varios subsistemas que trabajan juntos, cada tipo de sistema posee sus propias características, que lo hacen adecuado según las necesidades y condiciones del lugar, algunos de los sistemas de producción de agricultura, han sufrido una transformación orientada a la obtención de bienes y servicios entendiéndose como producción de alimentos, combustibles, turismo rural, denominándose un sistema de Gestión de Recursos Naturales (Mosquera-Ponce et al., 2024).

El sector agrícola se encarga de abastecer tanto al mercado nacional como al internacional con productos alimenticios y materias primas que satisfacen las demandas de las personas y de las industrias, para lograr esta producción, existen distintos tipos de sistemas agrícolas, algunos usan maquinaria y tecnología avanzada, mientras que otros se apoyan en métodos más tradicionales y sustentables (Freitas, 2023).

La agricultura tiene una relación estrecha con otras actividades económicas, como la agroindustria y la industria textil. Gracias a esta conexión, se pueden generar más fuentes de ingreso, reutilizar los desechos y transformarlos en productos nuevos que benefician a la población (Mosquera-Ponce et al., 2024).

En el ámbito pecuario, los sistemas se organizan según su crianza y su propósito. La ganadería ocupa un papel esencial dentro del sector primario, ya que representa una fuente importante de ingresos tanto para el país como para las regiones. Esta actividad se basa en la crianza y reproducción de animales domésticos, de los cuales se obtienen alimentos como carne, leche, queso y materias primas que sirven para la elaboración de ropa y calzado. El ganado bovino tiene un rol destacado, pues aporta proteínas a la dieta y genera beneficios económicos, empleo y productos como abono orgánico proveniente de sus desechos, asimismo las aves domésticas son fundamentales para la alimentación diaria de las familias al proporcionar proteínas a la dieta diaria de la población (Mosquera-Ponce et al., 2024).

1.4 Contexto de la Junta de riego Guayama San Pedro en el desarrollo sustentable

“La Junta de Riego Guayama San Pedro (JRGSP), se encuentra en la parroquia Chugchilan, cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi, fue constituida el 24 de abril de 1989 y

alcanza su personería jurídica el 10 de febrero del 2017, tiene como objetivo común el servicio de riego bajo criterio de eficiencia económica” (Bonilla et al., 2019).

La población desarrolla actividades agrícolas y pecuarias (crianza de especies menores). Los cultivos de mayor rentabilidad son el chocho, papa, pastos y practican asociaciones con tubérculos andinos oca, mashua y melloco.

El proyecto desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), a través de la Subsecretaría de Irrigación Parcelaria Tecnificada en la provincia de Cotopaxi, constó de la instalación inicial de 76,16 hectáreas, beneficiando directamente a 89 usuarios en la comunidad, ampliándose al momento de su instalación a 93 usuarios con 99 ha con riego tecnificado, esta iniciativa surgió frente a las limitaciones del sistema actual, que no abastece adecuadamente las demandas hídricas de los cultivos (Bonilla et al., 2019).

La intervención fue diseñada con la finalidad de mejorar el uso eficiente del agua e impulsar la producción agropecuaria y la comercialización, elevando la productividad hasta en un 50%, se llevó a cabo un conjunto de acciones de capacitación técnica y fortalecimiento organizativo, cuya finalidad se enfocó en promover un desarrollo local sustentable, incluyendo componentes ambientales, sociales y de formación. La población beneficiaria, mayoritariamente indígena kichwa hablante, se caracteriza por su fuerte organización comunitaria y tradición agrícola, aunque enfrenta desafíos como la migración y el limitado acceso a servicios básicos (Bonilla et al., 2019).

En términos ecológicos, el proyecto del sistema de riego diseñado, se sustenta con una idoneidad química y microbiológica de los recursos evaluados. Al respecto, el análisis de laboratorio evidenció que el agua presenta un pH de 6,9, un valor óptimo para la actividad agrícola de la zona, especialmente para el cultivo principal que es el chocho (*Lupinus mutabilis*). En cuanto a los parámetros microbiológicos de coliformes fecales (2 NMP/100mL) y los niveles de metales como hierro (0,40 mg/L) y arsénico (0,007 mg/L), junto con los cloruros, bicarbonatos y sulfatos, se encuentran significativamente por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP), garantizando la seguridad del recurso (Bonilla et al., 2019).

1.5 Antecedentes de estudios anteriores

De acuerdo al estudio realizado por Cadena-Piedrahita et al. (2021), en el cual se analiza la “Sustentabilidad de los sistemas de producción de arroz situados dentro del sistema de riego y drenaje Babahoyo, Ecuador”, considera una población total de 5 133 Unidades de Producción

Agropecuaria (UPAs), de las cuales seleccionaron 94 usuarios para el estudio y establecieron varios indicadores y subindicadores para medir las tres dimensiones de sustentabilidad: económica, ambiental y social, los resultados mostraron un índice general de sustentabilidad de 1,76, lo que significa que el sistema de producción de arroz no es sustentable. Solo en el aspecto social se alcanzó un valor aceptable (2,4), mientras que en los ámbitos económico y ambiental los niveles fueron bajos, debido a factores como la escasa diversificación, problemas de comercialización, falta de financiamiento y manejo inadecuado de malezas.

El “Estudio del impacto de los sistemas de riego en el desarrollo sostenible de la producción agropecuaria en la comuna Cereza Bellavista, Santa Elena, Ecuador”, incluyó una muestra de 118 personas. Los resultados mostraron que el sistema de riego ha beneficiado a los agricultores, mejorando la productividad de sus cultivos; sin embargo, no han recibido capacitaciones adecuadas sobre el uso eficiente del agua. El recurso hídrico presenta contaminación por desechos, y la mayoría de los productores no aplican prácticas de conservación. A pesar de ello, el impacto socioeconómico ha sido favorable, ya que se ha visto incremento en su producción, ingresos familiares y en aprovechamiento de las tierras agrícolas (Solano, 2024).

Herrera (2021), en su trabajo de investigación titulado “Sustentabilidad de los productores de la junta de agua de riego y drenaje Yahuartoa – Mulinlivi de la parroquia la Victoria año 2021”, cuya muestra estuvo compuesta por 40 productores, los resultados evidenciaron que el 22,5% de los agricultores tiene educación primaria, el 55% vive en casas de hormigón y el 5% percibe ingresos menores a 100 dólares mensuales, lo que refleja un nivel de pobreza en la población estudiada. Asimismo, el 70% se dedica a la agricultura, el 7,5% a la ganadería y el 5% a la artesanía. En cuanto a las fincas, todos los productores poseen títulos de propiedad; el 62,5% vende su producción a intermediarios, solo el 5% practica la agricultura orgánica y el 75% depende de la lluvia como fuente principal de agua. El análisis de sustentabilidad arrojó un promedio de 2,21, valor que supera el umbral en las tres dimensiones evaluadas (económica, ambiental y social), lo que indica que el sector es sustentable. No obstante, se recomienda introducir mejoras en los sistemas de producción para fortalecer la sustentabilidad a mediano y largo plazo.

De acuerdo a Molina & Heredia (2024), en su “Evaluación de la sustentabilidad de la zona 1 del proyecto de riego tecnificado del río San Juan-Patoa”, analizó qué tan sustentable es el sistema de riego instalado en esa zona. El estudio consideró tres aspectos principales: económico, ambiental y social. En lo económico, se revisó cómo el riego afectó la producción

agrícola y los ingresos de los agricultores, señalando tanto ventajas como dificultades para su uso. En lo ambiental, se analizó la eficiencia en el uso del agua, la conservación del suelo, la biodiversidad y el impacto general sobre el entorno natural. En lo social, se evaluó cómo la comunidad acepta y utiliza el sistema, así como también, el nivel de conocimiento y capacitación sobre prácticas sustentables. Los resultados muestran que, en general, el proyecto es sustentable, aunque se identificaron áreas que requieren mejorar, como la capacitación de los beneficiarios y la adopción de prácticas sustentables. Finalmente, se proponen recomendaciones para fortalecer la sustentabilidad y asegurar que el sistema de riego contribuya al desarrollo sustentable de la región a largo plazo.

En su estudio de “Impacto de la tecnificación del agua de riego sobre siete directorios del río San Juan-Patoa basado en indicadores sociales, económicos y ambientales Cantón Pujilí”, Mogro Cepeda (2021), se consideró un muestreo aleatorio estratificado de 60 colaboradores, y se utilizó aplicando la metodología de Sarandón para el análisis de sustentabilidad, los resultados más destacables de caracterización indican que el tipo de vivienda, la mayoría de los usuarios se dedican a actividades agrícolas, el 100% de encuestados poseen título de propiedad, y el 35% poseen riego tecnificado, En cuanto al análisis de sustentabilidad menciona que la sustentabilidad del sector ha mejorado con la implementación del sistema de riego.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del área de estudio

El presente estudio se realizó en la junta de agua de la comuna Guayama San Pedro, cantón Sigchos, perteneciente a la Provincia de Cotopaxi, ubicada en la sierra centro del país.

El área de estudio se localiza en las coordenadas UTM X: 732805; Y: 9908811, zona 17 S, a una altitud 3299 m.s.n.m. De acuerdo con la clasificación de Holdridge, y con base en los datos climatológicos, la comuna presenta una temperatura que varía desde 6 °C – 12 °C, y una precipitación anual aproximada de 1000 mm. En función de estas condiciones esta área de estudio clasifica dentro de la categoría Páramo sub alpino (Bonilla et al., 2019).

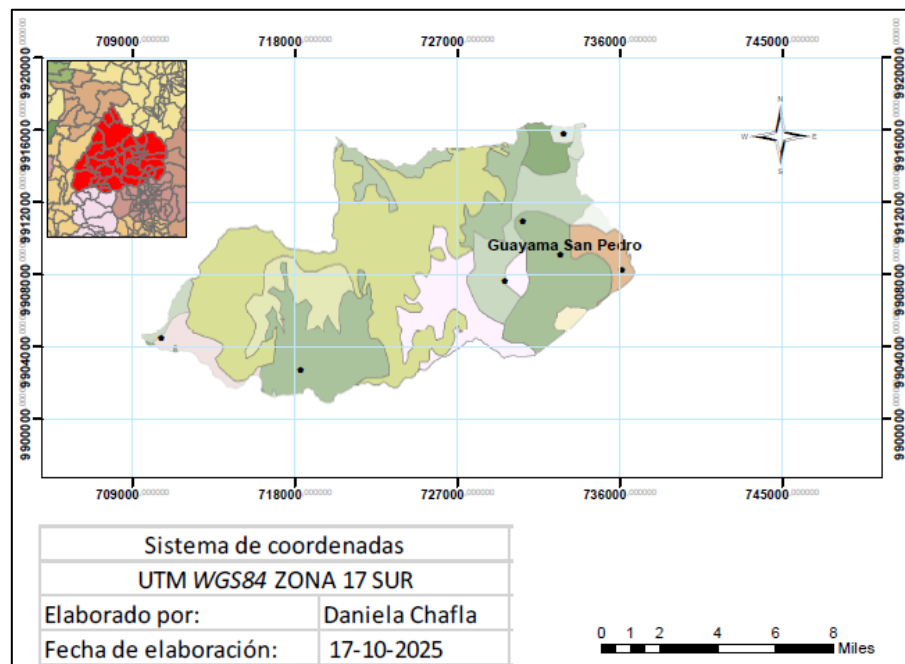


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio

2.2 Tipo de investigación

La investigación fue de tipo no experimental, descriptivo, transversal, cuantitativo.

Es no experimental, ya que se analizó la percepción de los usuarios sobre el sistema de riego y las características de sus sistemas productivos, en sus indicadores económicos, sociales y ambientales.

Es descriptivo, ya que se identificó y midió de manera detallada los factores productivos, sociales y ambientales de la población en estudio.

Es transversal ya que se recopilaban datos en un periodo de tiempo específico.

2.3 Diseño de investigación

Esta investigación no experimental, con enfoque descriptivo cuantitativo, mediante el levantamiento de información por encuestas a los productores de la junta de agua de Guayama San Pedro.

2.4 Población

La población objetivo fue 93 usuarios de la junta de agua, los cuales fueron beneficiados con el sistema tecnificado de agua (Bonilla et al., 2019).

2.5 Muestra

Para definir el tamaño de muestra se aplicó la ecuación usada por Herrera-Catellanos, (2011), para lo cual se tomó como referencia la población objetivo de los 93 usuarios beneficiados con el sistema de riego, con un nivel de confianza de 95%.

$$n = \frac{N * Z_0^2 * p * q}{d^2 * (N-1) + Z_0^2 * p * q}$$

N: total de la población.

Z₀: nivel de confianza (1,96).

p: proporción esperada (0,05).

q: no concurrencia (1-p).

d: margen de error o precisión (5%).

Obteniendo:

$$n = \frac{93 * (1,96)^2 * 0,05 * 0,95}{0,05^2 * (93 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95}$$

$$n = \frac{93 * 3,8416 * 0,05 * 0,95}{0,0025 * 92 + 3,8416 * 0,05 * 0,95}$$

$$n = \frac{16,970268}{0,23 + 0,182476}$$

$$n = \frac{16,970268}{0,412476}$$

$$n = 41,14$$

Una vez aplicada la fórmula para poblaciones finitas, se obtuvo una muestra de 41 usuarios.

2.6 Instrumentos

Los instrumentos utilizados para la obtención de información fueron:

- **Recopilación de información:** a través de proceso comunicativo oral y documentación se obtuvo información básica de la comunidad Guayama San Pedro, accediendo a documentos escritos, información institucional, padrón de usuarios, acceso a mapas, las mismas que fueron utilizadas para realizar un diagnóstico inicial de la zona de estudio.
- **Entrevista:** directa con los representantes de la Junta de Agua, con la finalidad de generar información de confianza con los productores al momento de aplicar las encuestas para de esta manera garantizar una información real.
- **Encuesta:** preguntas cerradas, estructuradas, en aspectos productivos, económicos, sociales y ambientales, establecidas por indicadores (Anexo 2.), las mismas que fueron aplicadas a 41 beneficiarios, de acuerdo al tamaño de muestras. Para el levantamiento de la información de campo, se utilizó la herramienta digital KoboToolbox, lo que permitió obtener datos para la caracterización de los sistemas productivos en cada variable de estudio.

Asimismo, a través de las encuestas se obtuvo información para determinar la sustentabilidad del sistema de riego por aspersión bajo la percepción de los usuarios, considerando los puntos críticos de diagnóstico e indicadores, para cada uno de los atributos señalados por la metodología MESMIS (Anexo 3).

- **Análisis:** Se identificaron debilidades en el sistema de producción, y se ajustaron las técnicamente las actividades o mecanismos a emplear para el fortalecimiento de estas.

2.7 Validación de instrumentos

Para la validación de los instrumentos se aplicó el proceso por juicio de expertos, con la finalidad de garantizar la pertinencia, claridad y coherencia de los ítems en correlación con los objetivos del estudio, utilizando la metodología propuesta por Balderas-Sánchez et al., (2022).

Para lo cual, la encuesta fue evaluada por cinco especialistas en riego y drenaje (técnicos del proyecto integral de riego tecnificado parcelario-PRITEP - MAGP), de los componentes ambientales, agrícolas y social, los mismos que evaluaron el instrumento considerando criterios de pertinencia de preguntas, claridad de redacción y coherencia con los objetivos de la investigación, sugiriendo cambio o eliminación de ítems, así como la validez y la pertinencia de las preguntas (Anexo 3).

Con base a las observaciones realizadas por los técnicos evaluadores, se realizó ajustes en la redacción de preguntas, permitiendo su claridad al momento de la recopilación de datos en campo, garantizando así la evaluación de la percepción de los productores respecto al sistema de riego implementado.

2.8 Método de análisis de información

Para la caracterización de los sistemas productivos de los usuarios de sistema de riego, se recopiló información relacionada con variables socioeconómicas y productivas, tales como: género, edad, nivel de educación, actividad, cultivos, años en la agricultura, superficie de terreno, forma de tenencia, acceso a sistema de riego, superficie con riego, mano de obra.

Esta información permitió la caracterización, descripción y análisis de cada una de las dimensiones, a través de la aplicación de indicadores previamente seleccionados. Los datos obtenidos se organizaron en una base de datos, se procesaron con el software estadístico SPSS (IBM SPSS Statistics 25.0), mediante el análisis de frecuencias y porcentajes, para mostrar la tabulación de los resultados en gráficos de barras.

Se realizó el análisis de conglomerados (Cluster), el cual permitió clasificar a los productores con características similares respecto al uso del sistema de riego por aspersión.

Al mismo tiempo, se realizó un análisis multivariado para lograr una interpretación integral de la información caracterizada. El análisis factorial fue aplicado con el propósito de identificar y agrupar las variables representativas relacionadas con la sustentabilidad de los sistemas productivos bajo riego por aspersión. Previamente se aplicaron las pruebas de KMO y

Bartlett para verificar la adecuación de los datos al análisis, así como para determinar la existencia de una correlación significativa entre las variables.

Al respecto, Hair et al. (2019), señalan que el análisis factorial se fundamenta en la matriz de correlaciones de variables métricas; por esta razón, las variables nominales o dicotómicas requieren métodos especiales, y, por lo general, se excluyen del modelo tradicional. Asimismo, los autores mencionan que las variables incorporadas deben presentar correlaciones suficientes con las demás variables para contribuir a la identificación de factores comunes. Aquellas variables que no muestran relaciones significativas con el resto no aportan a la estructura factorial y pueden ser descartadas bajo criterios estadísticos.

Para la determinar la sustentabilidad del sistema de riego por aspersión de los usuarios de la comuna Guayama, se utilizó la metodología de MESMIS, la cual hace referencia a seis pasos: la definición del sistema a evaluar, la identificación de los puntos críticos, selección de indicadores, medición y análisis de datos, presentación de resultado, conclusiones y recomendaciones. Para la valoración de sustentabilidad se lo realizó con puntuaciones de la escala de Likert, para cada uno de los indicadores en estudio. Los resultados obtenidos se tabularon para su comparación, en cada atributo y se definió el nivel de sustentabilidad por indicador y posteriormente estos fueron representados mediante diagrama AMEBA (Haro-Altamirano et al., 2022).

Para la elaboración de la propuesta de mejora de puntos críticos del sistema productivo, se aplicó un enfoque técnico, fundamentado en los resultados obtenidos del análisis de sustentabilidad, priorizando las debilidades, es decir las valoraciones escasamente sustentables y no sustentables.

A partir de la priorización de las debilidades, se elaboró las propuestas técnicas, organizativa y de gestión. Esta propuesta incluye mejoras en la infraestructura de riego, manejo agronómico, fortalecimiento organizativo, capacitación técnica o estrategias de diversificación productiva.

2.9 Materiales

Software:

- ArcGis 10.5
- SPSS versión 25.0
- Microsoft office
- KoboToolbox libre 2025

- Gestor bibliográfico Mendeley

Equipos y materiales de escritorio:

- Laptop
- Impresora
- Cartografía digital.

Materiales de campo:

- GPS.
- Cámara fotográfica celular
- Encuestas y libreta de campo

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Caracterización de los sistemas productivos de los usuarios del sistema de riego

3.1.1 Caracterización socioeconómica

De acuerdo a la caracterización en la dimensión de género, presentada en la Figura 2, se evidencia que el manejo de las unidades productivas (UPAs) en la comuna Guayama es realizado predominantemente por hombres (78,05 %), mientras que la participación femenina en labores agrícolas reporta un 21,95 %. Estos resultados muestran una marcada brecha de género en el manejo de las unidades productivas, lo cual guarda una estrecha relación con los hallazgos de Solano (2024) en la comuna Cerezal Bellavista, donde se observa una estructura de toma de decisiones centralizada en la figura masculina. Este fenómeno es característico de las zonas rurales ecuatorianas, donde, según Reina (2016), la tenencia de la tierra y el acceso formal a los derechos de agua de riego han estado históricamente ligados al jefe de hogar varón.

No obstante, es fundamental destacar que, aunque solo el 21,95 % de las mujeres aparecen como administradoras de la unidad productiva, en muchos de los casos la gestión femenina es un punto crítico analizado por Molina & Heredia (2024), donde sostienen que la mujer rural desempeña un rol agrícola esencial que muchas veces no se refleja en las estadísticas de liderazgo del sistema de riego.

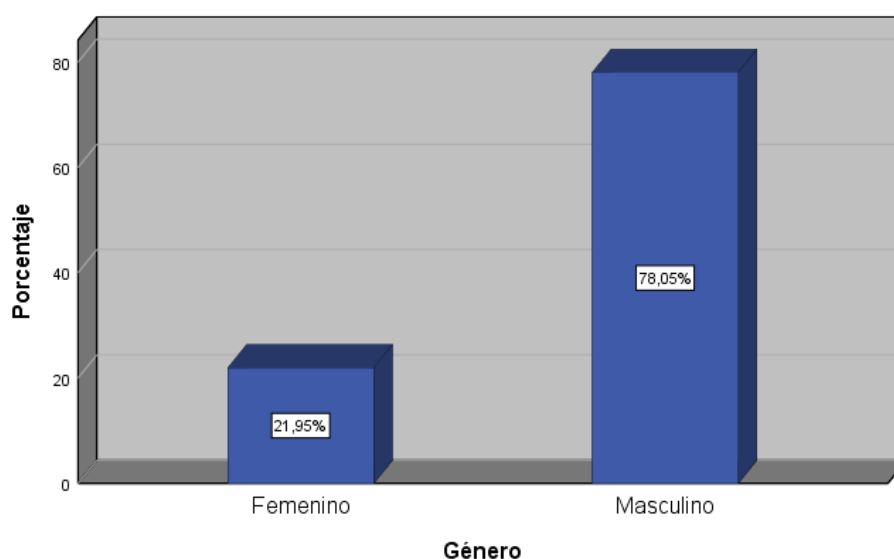


Figura 2. Dimensión de género en la junta de riego Guayama

La distribución etaria de los productores en la comuna Guayama, muestra que el 26,83 % se concentra en el rango de 31 y 40 años. Los grupos de 41 a 50 años y de 51 y 60 años, así como los mayores a 61 años, representan cada uno, el 21,95%. En contraste, solo el 7,32% de los productores se encuentran en el rango de 21 a 30 años (Figura 3). Estos resultados evidencian una baja participación de población joven en las actividades agrícolas, lo que podría estar asociado a procesos de migración a zonas urbanas en búsqueda de nuevas oportunidades laborales o desinterés por participar en este sector por sus nulas o bajas remuneraciones.

De acuerdo a Herrera (2021), la baja participación de jóvenes compromete la capacidad de innovación tecnológica y el mantenimiento físico de la infraestructura de riego, ya que estas tareas demandan un esfuerzo que los productores de la tercera edad realizan con mayor dificultad. Bajo esta perspectiva Haro-Altamirano (2022), en su estudio realizado en el cantón Penipe, menciona que la agricultura familiar está sufriendo una crisis de relevo generacional por la migración de los jóvenes hacia centros urbanos en busca de mejores oportunidades, lo que deja el manejo de los sistemas de riego en manos de adultos mayores, situación que se evidencio en la comuna Guayama donde solo el 7,32 % se encuentran en el rango de 21 a 30 años de edad.

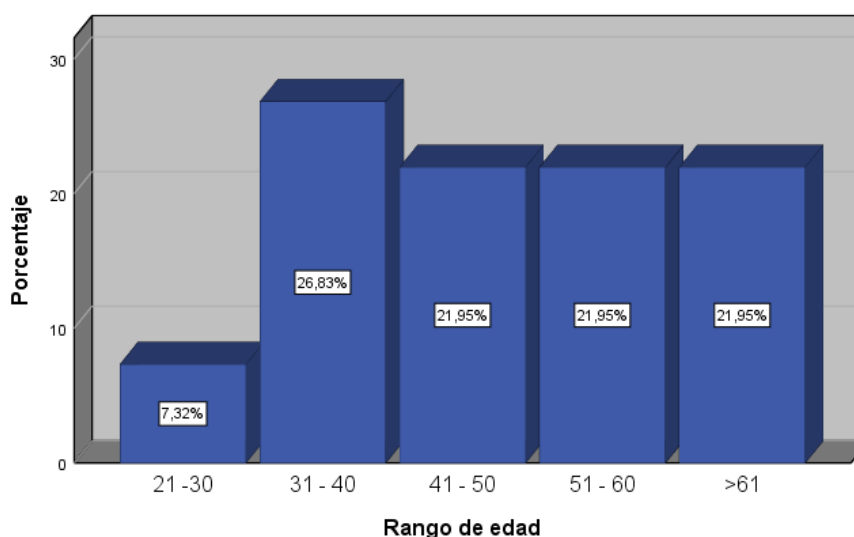


Figura 3. Distribución del rango de edad de productores de la Junta de agua

Para el nivel de educación, el 31,71 % de los productores no cuentan con estudios, el 29,27 % han cursado educación secundaria, el 21,95 % posee estudios superiores, y el 17,07 %, cursaron la primaria. Lo que evidencia que cerca de una tercera parte de la población encuestada carece de estudios formales, sugiriendo una alta vulnerabilidad educativa que podría limitar la adopción de nuevas tecnologías a nivel rural. Esta situación concuerda con lo señalado por Según Molina & Heredia (2024), quienes indican que, en sistemas de riego tecnificado, el bajo nivel de escolaridad, representa una barrera crítica para la interpretación de manuales técnicos y el mantenimiento preventivo de la infraestructura hídrica.

No obstante, la presencia de un 22 % de productores con formación superior en Guayama San Pedro es un indicador positivo y superior al promedio hallado por Solano (2024) en Santa Elena, donde la profesionalización del agro es aún bajo. Al comparar con la tesis de Reina (2016), se evidencia que los productores con mayor formación académica tienden a registrar mejores índices de productividad y adaptabilidad, ya que poseen mayores herramientas para la gestión administrativa de la finca.

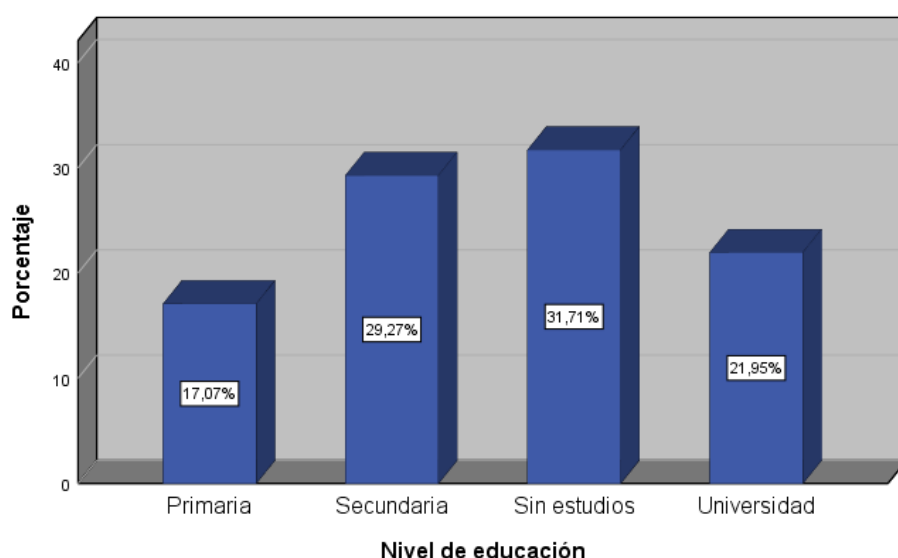


Figura 4. Nivel de educación de productores de Guayama San Pedro

La estructura familiar en la junta de agua de Guayama San Pedro presenta una composición diversa (Figura 5). El 24,39 % de los productores pertenece a hogares de tres miembros, mientras que un porcentaje igual (24,39 %) corresponde a personas que viven solas.

Por su parte el 19,51 %, de los encuestados forman parte de las familias de cinco miembros, el 14,63 % de los hogares con más de cinco personas, el 12,2 % de familias constituidas de cuatro personas y el 4,88 % de hogares conformados por dos miembros. Lo cual muestra una tendencia hacia la conformación de hogares más reducidos en comparación con otros sectores rurales, esto se debe principalmente a la migración de los estratos más jóvenes y a la búsqueda de ingresos económicos diferentes a la agricultura en zonas urbanas e incluso fuera del país. Dichos datos difieren de lo reportado por Solano (2024) en la costa ecuatoriana, donde predomina familias más extensas como estrategia para garantizar la disponibilidad de la mano de obra para el trabajo en campo. Asimismo, destaca que cerca de una cuarta parte de los encuestados viven solos (24,39 %), situación que coincide con lo reportado por Haro-Altamirano (2022) quien señala que las viviendas están en proceso de desocupación, por migración de los hijos, quedando los padres mayores a cargo de las parcelas, es decir hogares pequeños resultan ser vulnerables en actividades como mingas y mantenimiento de los sistemas o en actividad propias de la agricultura sobrepasando su capacidad física y forzando a un abandono de las actividades o al requerimiento de mano de obra externa lo cual en muchos casos ya no resulta rentable.

Esta realidad condiciona la sostenibilidad en el manejo hídrico ya que de acuerdo a Molina & Heredia (2024), el tamaño de la familia es un motor para la sustentabilidad, ya que, a mayor número de integrantes, menor es la necesidad de contratar trabajadores externos para realizar actividades del manejo del sistema de riego, lo cual disminuye los costos de producción.

Sin embargo, Herrera (2021), señala, que el apoyo familiar es variable, es decir que las familias grandes pueden diversificar sus ingresos, a diferencia de los hogares de un solo miembro que suelen ser más vulnerables, pues si el productor enferma o se ausenta, el sistema de riego y el cultivo quedan en total abandono, afectando la estabilidad técnica del sistema.

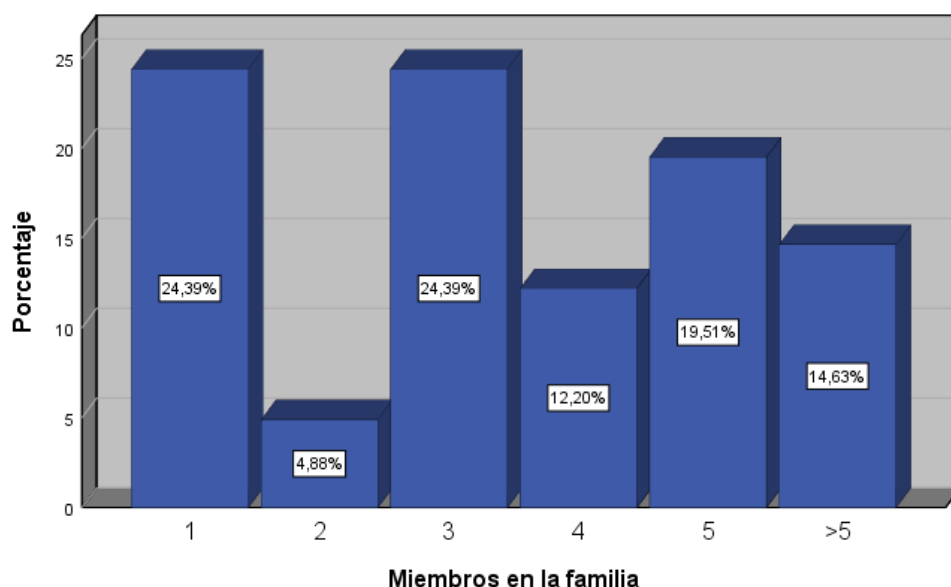


Figura 5. Composición del núcleo familiar.

La Figura 6, muestra la actividad económica a la que se dedican los productores de la junta de agua. El 60,98 % se realiza exclusivamente actividades agrícolas, mientras que el 29,27 % combina la agricultura con la ganadería. Por lo contrario, un 4,88 % realizan únicamente actividades ganaderas y un porcentaje igual (4,88 %) se dedica a otras ocupaciones externas.

Esto se atribuye directamente a la disponibilidad de agua en el predio, superando la estacionalidad de lluvias en la planificación de siembras, que guarda estrecha relación con la tenencia de tierra de la zona, que es caracterizado por minifundio limitando el desarrollo de las actividades ganaderas a gran escala en la mayoría de los usuarios. Al comparar con lo reportado por Herrera (2021), se observa que los productores tienden a priorizar los cultivos sobre la ganadería cuando disponen de riego tecnificado, debido a que, sistemas de riego como la aspersión permite asegurar cosechas de cultivos de ciclos cortos. Sin embargo, nivel de integración agropecuaria (29,27 %) es superior al encontrado por Solano (2024), quien reporta un 18 %, lo que sugiere que en Guayama San Pedro existe una estrategia de subsistencia más diversificada para enfrentar riesgos económicos.

Por otra parte, la baja participación en actividades no agropecuarias (4,88 %) sugiere que la población de la comuna está muy vinculada a la producción agropecuaria, a diferencia de lo reportado por Solano (2024) en Santa Elena, donde la limitada disponibilidad de agua

obliga a los comuneros a buscar empleos temporales fuera del sector rural. Haro-Altamirano (2022), menciona que, si bien esta fuerte vinculación con la actividad agropecuaria puede contribuir a la soberanía alimentaria, también podría presentar una limitación la sustentabilidad económica, especialmente ante escenarios de inestabilidad en los precios de los productos agrícolas, y a la escasa diversificación de fuentes de ingresos.

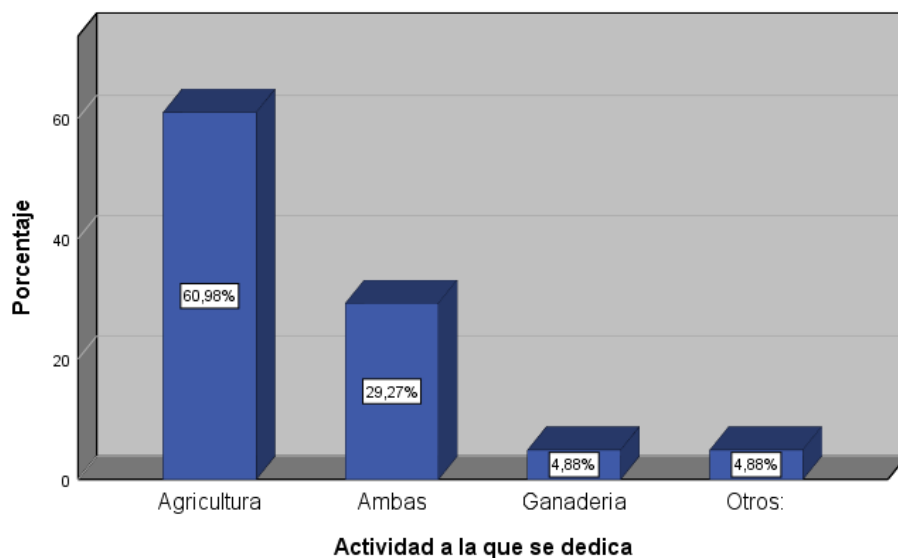


Figura 6. Actividad económica.

3.1.2 Caracterización de las unidades productivas

Al evaluar el uso de suelo (Figura 7), se observa una prevalencia de la superficie destinada a cultivos transitorios (68,29 %), frente a las áreas destinadas a los pastizales (31,71 %), para la producción ganadera.

Estos resultados evidencian una predominancia de cultivos de ciclo corto en la junta de agua de Guayama, característica típica de zonas de altura que cuentan con riego por aspersión. La producción de cultivos como chocho, maíz, y haba, responde en parte, a estrategias orientadas a la seguridad alimentaria y a la rotación de cultivos, prácticas que según Haro-Altamirano (2022), son fundamentales en la agricultura familiar de la sierra para mantener la fertilidad del suelo.

Al comparar estos resultados con el estudio de Herrera (2021), en la parroquia La Victoria, se observa una coincidencia en la importancia del maíz suave como componente central de la economía familiar. Sin embargo, en Guayama, la proporción de pastos es un factor distintivo que sugiere una mayor integración con la actividad pecuaria especialmente en especies menores. Esta característica difiere de lo reportado por Molina & Heredia (2024), quienes describen sistemas con uso más intensivo del suelo orientado a la producción de hortalizas.

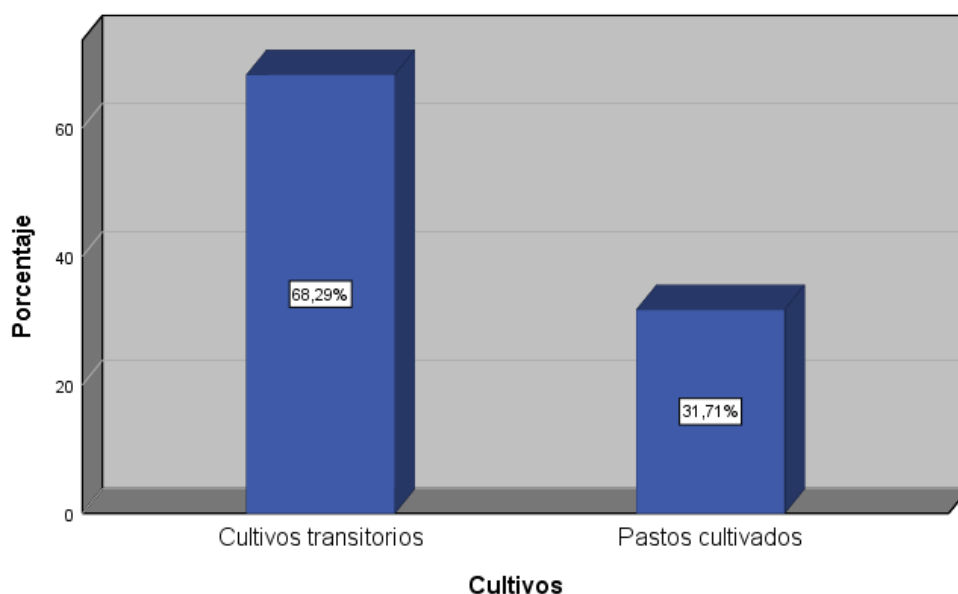


Figura 7. Diversidad de cultivos

Con respecto al tiempo de dedicación la actividad agropecuaria, los productores de la junta de agua de la comuna Guayama mencionan que el 68,29 %, llevan realizando estas actividades por más de 12 años, el 14,63 % entre 8 y 11 años, el 9,78 % entre 4 y 7 años, y el 7,3 % entre 1 y 3 años (Figura 8).

Estos resultados evidencian una amplia experiencia acumulada en la mayoría de los productores. Al comparar con lo reportado por Herrera (2021), se observa una tendencia similar, donde predominan agricultores con trayectoria prolongada en la actividad. Este factor puede considerarse positivo para la adaptabilidad de los sistemas productivos, dado que los productores poseen un conocimiento empírico de los ciclos climáticos locales. No obstante, se podría generar cierta resistencia a la adopción de nuevas técnicas y prácticas asociadas al riego por aspersión.

La baja proporción de productores con menor experiencia (7,3 %) refleja una limitada incorporación de nuevos actores al sector agrícola. Esta situación coincide con lo expuesto por Haro-Altamirano (2022), quien advierte que la escasa participación de jóvenes en la agricultura está vinculada a procesos de la migración juvenil.

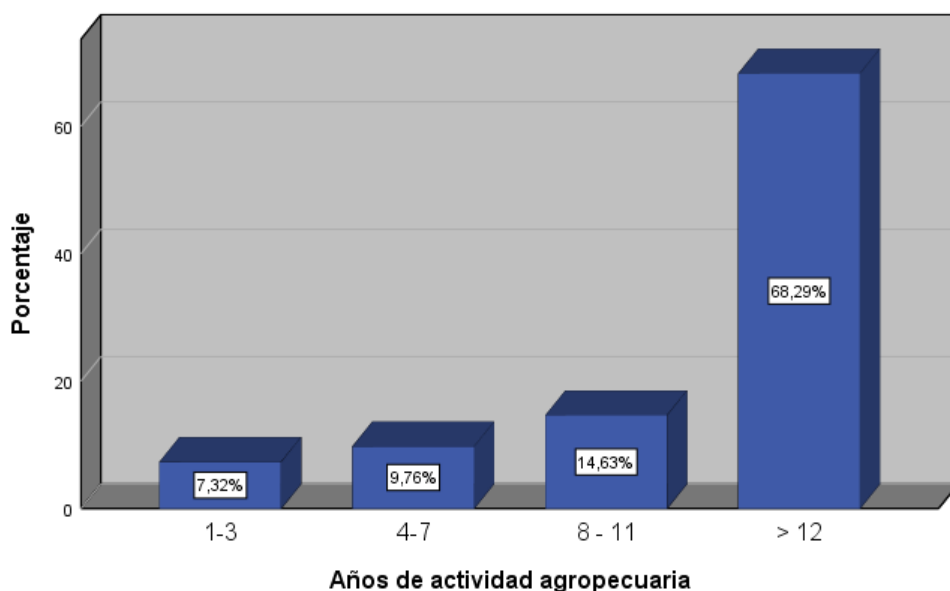


Figura 8. Años que se dedica a la actividad agropecuaria.

En relación a la superficie de las unidades productivas (Figura 9), se evidencia un claro predominio del minifundio, ya que el 60,98 %, de los productores poseen menos de 1 hectárea de terreno. Por su parte, el 19,51 % cuenta con superficies entre 2 y 3 hectáreas, el 7,32 %, poseen de áreas entre 4, 5 y más de 5 hectáreas, y el 4,88 % tienen entre 3 y 4 hectáreas.

Estos resultados reflejan una marcada fragmentación de tierra, característica común en la región sierra, que limita la capacidad de respuesta de los productores frente a las exigencias del mercado, lo cual, en varias zonas se ha convertido en una actividad agropecuaria de autoconsumo, tal como lo reporta Haro-Altamirano (2022), quien señala que en sistemas de la agricultura familiar diversificada del cantón Penipe, predominan superficies entre 0,36 y 1 hectárea constituyéndose en un condicionante en la economía del hogar.

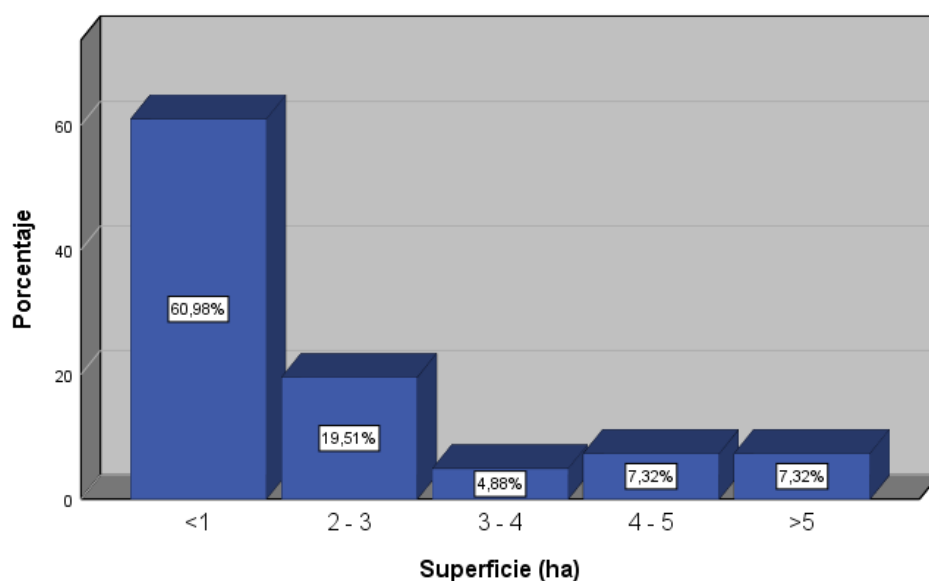


Figura 9. Superficie de las Unidades Productivas (UPAs)

En cuanto a la tenencia de tierra, el 95,12 % de los productores ejercen la propiedad directa sobre sus predios, frente a un 4,88 % que operan bajo la modalidad de tierras prestadas. Este alto nivel de propiedad actúa como un pilar fundamental para la sustentabilidad de los sistemas productivos a largo plazo, disminuyendo la incertidumbre jurídica sobre el uso de suelo. Tal como sostiene Reina (2016), la tenencia legal de la tierra incentiva al agricultor a realizar inversiones en mejoras permanentes, como la instalación de sistemas de riego. En contraste, en zonas donde predomina el arrendamiento o la tenencia precaria tienden a mostrar menos disposición para invertir en infraestructura que no podrán trasladar.

Bajo este mismo argumento, Solano (2024), destaca que la propiedad de la tierra no solo otorga seguridad económica al hogar rural, sino que facilita el acceso a créditos y asistencia técnica del estado, indispensables para solventar costos operativos y mantenimientos del sistema de riego. Por su parte Molina & Heredia (2024), exponen que cuando el agricultor es dueño de su terreno, existe un mayor compromiso con la conservación de los recursos naturales a largo plazo, al asegurar la permanencia de la familia en el predio.

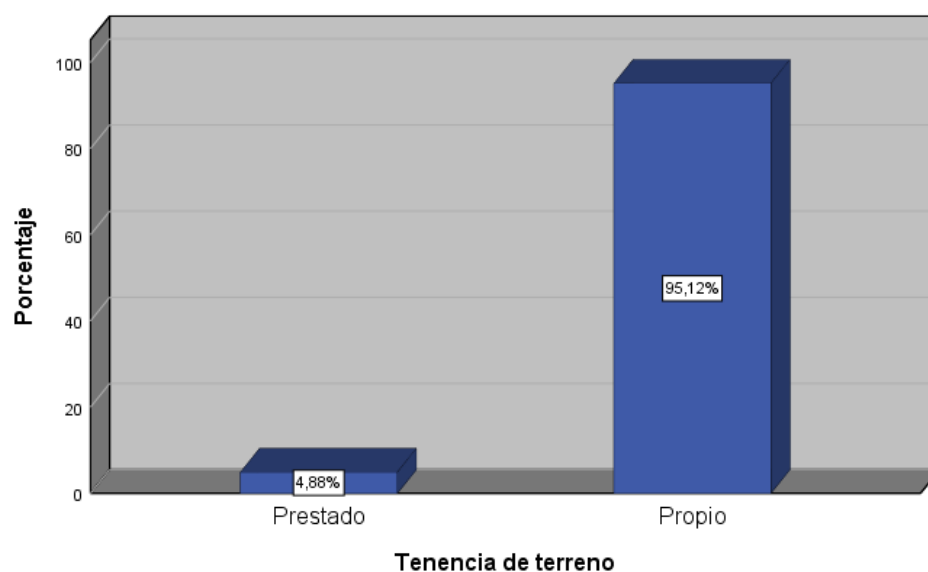


Figura 10. Tenencia de la tierra.

En cuanto al acceso a sistema de riego por aspersión, el 100 % de los usuarios de la junta tienen acceso al sistema (Figura 11), lo cual evidencia una sólida planificación técnica y una gestión comunitaria eficiente, que garantiza la distribución equitativa del recurso hídrico, constituyendo un potencial a la sustentabilidad. No obstante, como bien advierte Herrera (2021), garantizar el acceso al 100 % es solo el primer paso, ya que el verdadero desafío radica en asegurar la continuidad y eficiencia del servicio a lo largo del tiempo, implicando para la comuna estrategias en mantenimientos preventivos, limpiezas de sedimentos, control de fugas o cualquier factor que ponga en riesgo la estabilidad del sistema.

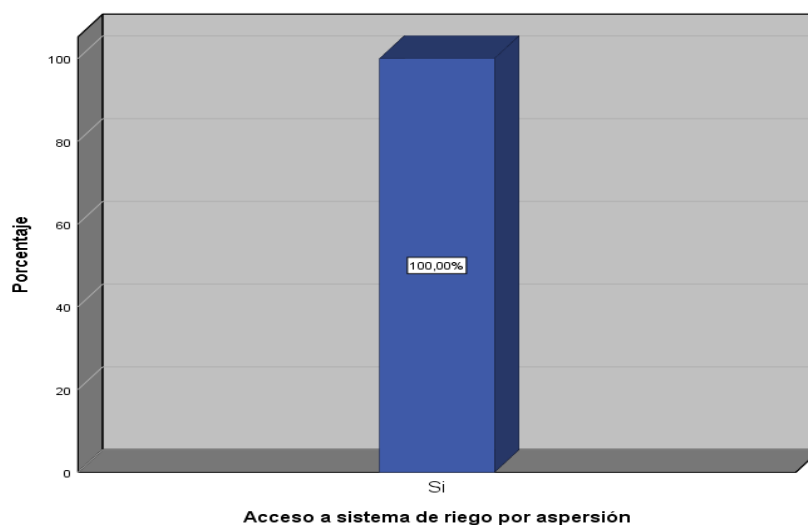


Figura 11. Acceso a sistema de riego por aspersión.

Los datos reflejan que la superficie irrigada bajo tecnificación por aspersión (Figura 12), se concentran casi en su totalidad en predios menores de 1 hectárea (70,73 %). Asimismo, el 19,51 % cuentan con riego tecnificado en superficies entre 1 a 2 hectáreas, el 4,88 % de 4 a 5 hectáreas, el 2,44 % de 3 a 4 hectáreas con riego y apenas el 2,44% poseen más de 5 hectáreas bajo riego tecnificado. Esto evidencia que la tecnificación del riego se concentra principalmente en parcelas de pequeña extensión, lo cual guarda relación con la predominancia del minifundio en la zona.

La tecnificación del sistema de riego por aspersión en la junta de agua de Guayama San Pedro, estuvo condicionada por factores como el diseño técnico del sistema, desarrollado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, la disponibilidad y tenencia de la tierra de los usuarios, la eficiencia parcelaria, y el volumen de agua concesionado. Al comparar con lo reportado por Mogro (2021), en el cantón Pujilí, se observa una tendencia similar, ya que el riego tecnificado no se expande a grandes extensiones, sino que se concentra en parcelas reducidas, como estrategias para optimizar el uso de recursos limitados, especialmente la tierra y el agua.

Sin embargo, al sembrar en parcelas pequeñas sus volúmenes de cosechas resultan ser bajos, lo que impide que los productores puedan acceder a mercados mayoristas por lo cual se convierte en agricultura de subsistencia. Lo que señala que la tecnología no es suficiente por si sola, sino que debe estar acompañada a redes de comercialización que supere las limitaciones de tamaño de tierra.

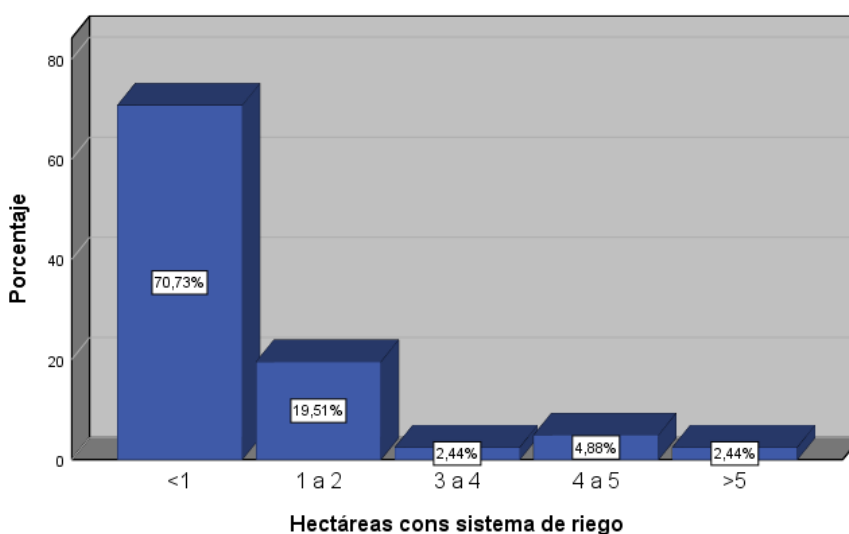


Figura 12. Superficie de tecnificación de riego por aspersión.

Con respecto a la fuente principal de abastecimiento de agua para el sistema de riego (Figura 13), el 51,22 % de los usuarios lo obtienen mediante reservorios, el 36,59 % realizan captación directa de ríos y solamente el 12,20 %, se abastece a través de canales de riego. Estos resultados evidencian que en Guayama existe una preferencia por el almacenamiento de agua mediante reservorios. Esta práctica constituye una ventaja frente a la variabilidad en la disponibilidad hídrica, ya que permite a los productores regular el uso del recurso según sus necesidades, coincidiendo con lo expuesto Molina & Heredia (2024), quien explica que el almacenamiento de agua mejora la capacidad de adaptación ante periodos de escasez.

Como bien destaca Reina (2016), el uso de reservorios trae ventajas técnicas, ya que ayuda a que los sedimentos se asienten, protegiendo la vida útil de las boquillas del sistema de riego. Esta situación contrasta con lo observado en sistemas de canal abierto, donde, según Mogro (2021), la presencia de sedimentos constituye un problema recurrente que afecta el funcionamiento del sistema. Para la junta de riego de Guayama, la priorización de los reservorios protege la inversión económica del sistema y ayuda a disminuir los costos por mano de obra.

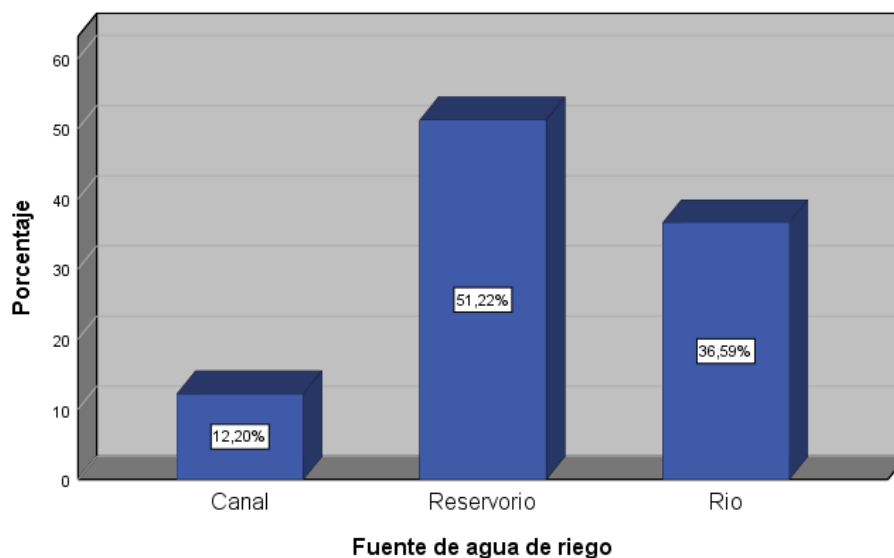


Figura 13. Procedencia de agua de riego.

Respecto al uso de mano de obra familiar a nivel de finca (Figura 14), el 70,73 %, involucra a todos los miembros del hogar en las tareas del campo. El trabajo individual del jefe de hogar representa el 19,51 %, mientras que el 7,32 % cuenta únicamente con el apoyo de la

esposa y el 2,44 % se apoya exclusivamente en los hijos. Esto evidencia que la participación familiar constituye el principal soporte de la actividad productiva de la zona.

Esta realidad concuerda con Molina & Heredia (2024), quien explica que la participación de la familia es el pilar que sostiene la rentabilidad de las parcelas pequeñas y al ser terrenos menores a una hectárea, el uso de la mano de obra propia en lugar de contratada permite que el sistema sea económicamente viable, reduciendo al mínimo los costos de producción. Sin embargo, el bajo porcentaje de participación exclusiva de hijos (2,44 %), pone en evidencia posibles limitaciones en el relevo generacional. Al respecto, Herrera (2021), indica que, en muchas zonas rurales los jóvenes prefieren migrar o buscar empleos fuera del campo, dejando la responsabilidad y carga de trabajo a adultos mayores lo que puede convertirse en un factor crítico para la sustentabilidad del sistema productivo a largo plazo.

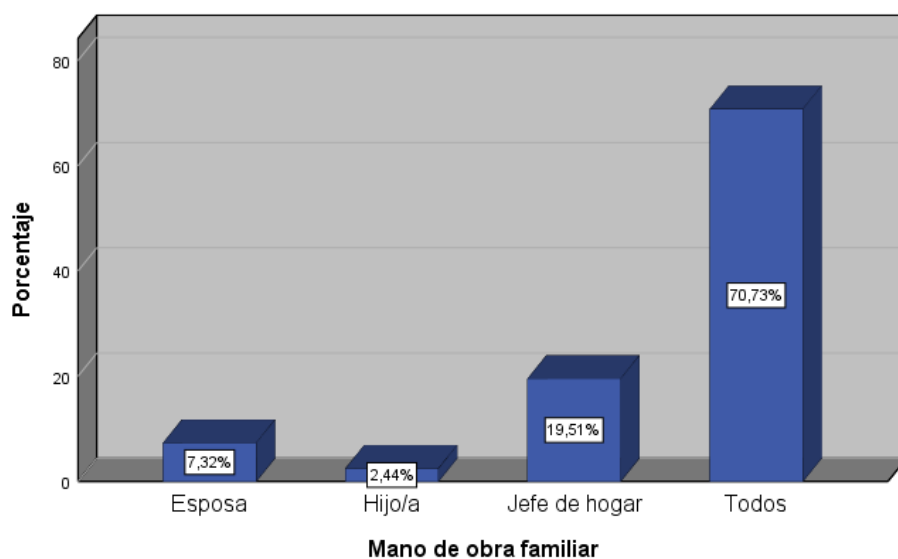


Figura 14. Mano de obra familiar

Respecto al tiempo diario que los usuarios dedican a la unidad productiva por día (Figura 15), se muestra que el 34,1 % cumplen jornadas de 2 a 4 horas diarias, el 29,27 % dedican de 6 a 8 horas, el 26,83 % entre de 4 a 6 horas y el 9,76 % pasan menos de 2 horas en el manejo de sus cultivos y animales. Es decir, no todos los productores manejan el mismo ritmo de trabajo en campo.

Como señala Herrera (2021), contar con un sistema de riego tecnificado por aspersión ayuda a reducir el tiempo que el agricultor debe pasar físicamente en la parcela, a diferencia del

riego por gravedad que exige una atención constante para guiar el agua. Gracias a esta tecnología un número de usuarios cumplen con sus labores en jornadas más cortas, lo que permite disponer de tiempo para otras actividades familiares o comunitarias.

No obstante, el 29,27 % de productores que trabajan jornadas de 6 a 8 horas diarias coincide con lo descrito por Molina & Heredia (2024), quienes indican que este tipo de dedicación es común en aquellos usuarios que integran la crianza de animales (especies mayores y menores) con una mayor diversificación de cultivos (maíz suave, papa, chocho, cereales), lo cual demanda un mayor trabajo en la unidad productiva. En estos casos, el riego tecnificado no necesariamente reduce el tiempo de trabajo, sino que permite intensificar las actividades productivas con el objetivo de mejorar la rentabilidad del hogar.

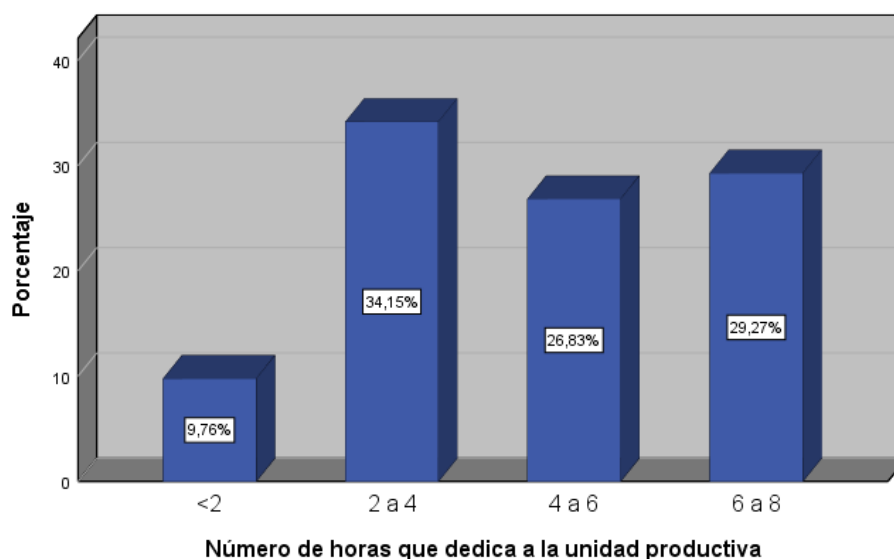


Figura 15. Tiempo de dedicación a la unidad productiva

En relación a la mano de obra contratada (Figura 16), el 73,17 % de los productores mencionan que no utilizan mano de obra externa para las actividades de sus unidades productivas, mientras que, el 26,83 % señaló que sí acude a esta alternativa con la finalidad de complementar las labores del campo. Estos resultados evidencian que la producción en la junta de agua de la comuna Guayama se sustenta principalmente en la mano de obra familiar.

Asociado a este comportamiento Haro-Altamirano (2022), señala que, en fincas de menos de una hectárea, su margen de ganancia es reducido, lo cual obliga a la familia a asumir todas las etapas del proceso productivo para evitar costos adicionales, lo que convierte al

autoempleo en el pilar de la unidad productiva, al contrario, si un sistema productivo depende exclusivamente de mano de obra pagada y los precios de los productos (papa, chocho, maíz suave, cereales) caen en el mercado, la unidad productiva se vuelve insustentable

No obstante, el grupo de productores que sí contrata mano de obra, representan un segmento minoritario que, según Molina & Heredia (2024), son productores que poseen parcelas ligeramente de mayor tamaño (más de 2 hectáreas) o a sistemas con cultivos más demandantes en términos de trabajo.

(Cruz & Cruz, 2023), señala que el pago por día de trabajo o jornal es una pieza clave para la economía de las familias rurales. Esto se debe a que la dinámica en el campo es muy flexible: dependiendo de la época del año y del tipo de cultivo, los propios agricultores cambian de rol, pasando de contratar ayudantes a emplearse ellos mismos en otras unidades productivas.

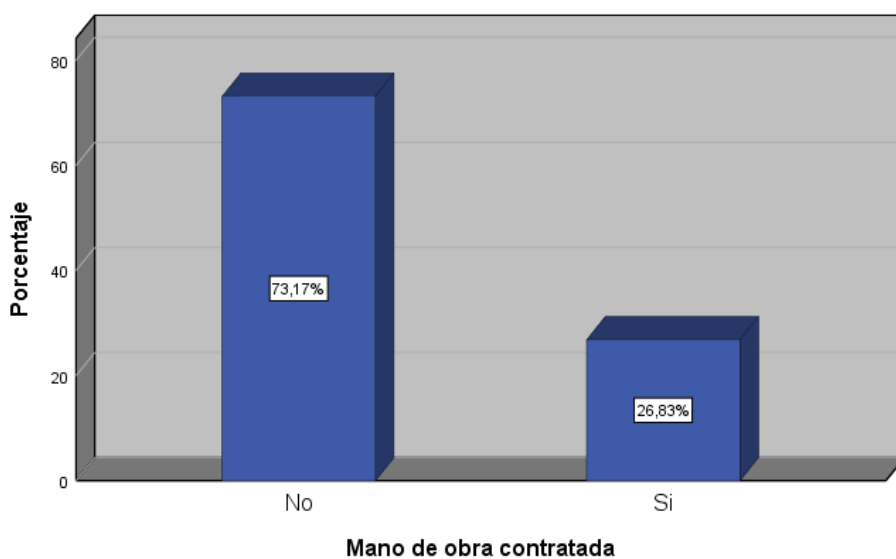


Figura 16. Mano de obra contratada.

En cuanto a los Conglomerados o Clústers, fueron identificados mediante el método de Ward y distancia euclídea al cuadrado, a partir del análisis de 15 variables correspondientes a la caracterización del sistema de riego. Este procedimiento permitió agrupar a los productores según la similitud de sus características, siguiendo un enfoque similar al aplicado por Haro Altamirano (2021), quien obtuvo asociaciones significativas entre variables estrechamente relacionadas.

Como resultado del análisis, se identificaron tres conglomerados estadísticamente diferenciados (Figura 17). El primero corresponde a un grupo pequeño de productores cuyas características son muy específicas y homogéneas, principalmente en cuanto a la superficie, aquellos que poseen entre 3 o más de 5 hectáreas y aquellos que presentan mayor experiencia en las actividades productivas. El segundo conglomerado representa un grupo intermedio que muestra una cohesión moderada, integrada por productores que utilizan mano de obra contratada y niveles de educación de secundaria y superior, lo que favorece una mejor gestión en la unidad productiva. El tercer conglomerado, que constituye el grupo más numeroso representa el perfil predominante en la zona. Este grupo está conformado por productores que manejan minifundios con características socio-educativas muy similares y dependen principalmente de la mano de obra familiar para el desarrollo de sus actividades.

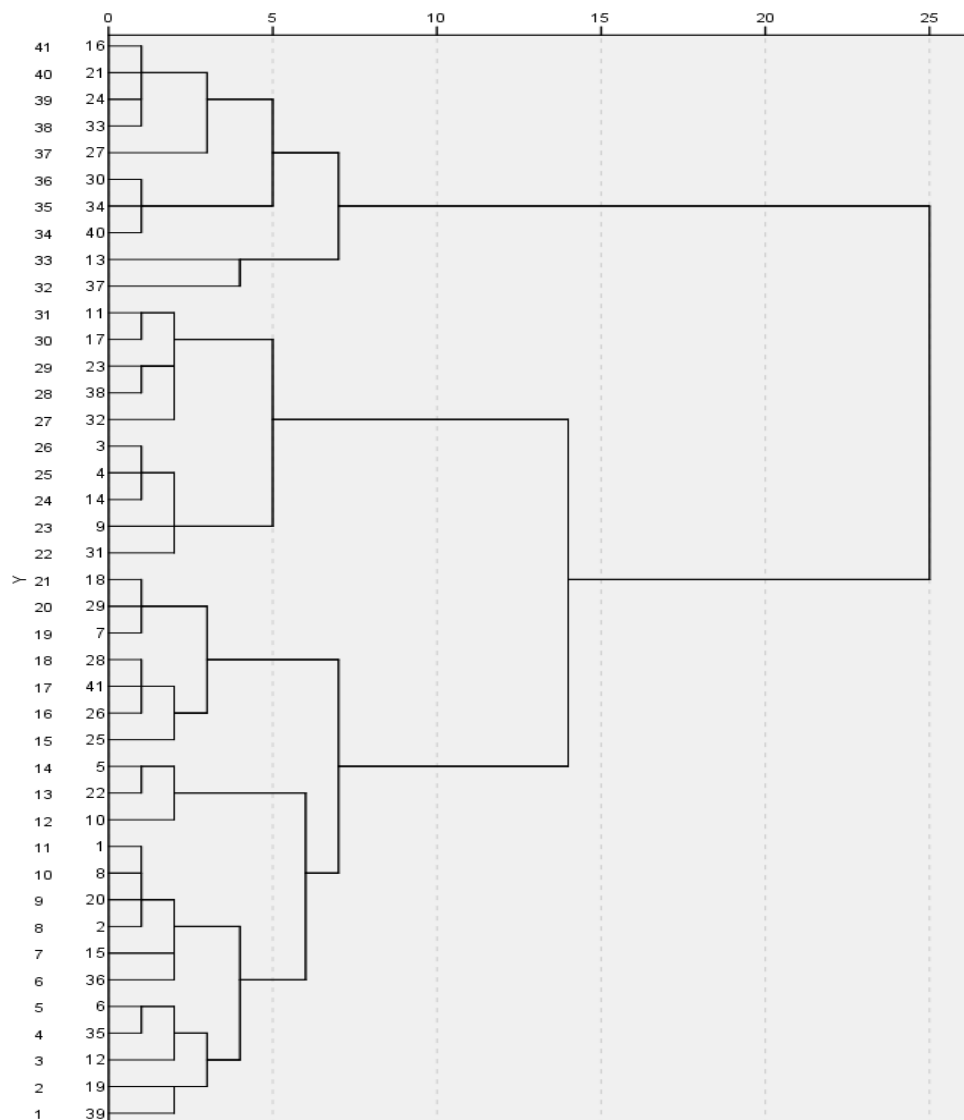


Figura 17. Dendrograma de la caracterización del sistema de riego por aspersión

La identificación de estos conglomerados reviste gran importancia para el análisis de la sustentabilidad de los sistemas productivos, permitiendo comprender la heterogeneidad existente entre los productores y las diferentes formas de gestión del sistema de riego por aspersión en la comuna Guayama. La clasificación obtenida facilita reconocer grupos con distintas capacidades productivas, niveles de tecnificación, disponibilidad de recursos y condiciones socioeconómicas, factores que inciden directamente en la sostenibilidad económica, social y ambiental de las unidades agropecuarias en la zona de estudio.

Para la aplicación del análisis factorial se realizó previamente la selección de variables con criterios estadístico. las variables género y mano de obra contratada fueron excluidas por corresponder a variables dicotómicas. Asimismo, la variable acceso al sistema de riego fue excluida debido a que el 100%, de productores tienen acceso a la misma, por lo cual no existió variabilidad suficiente para el establecimiento de correlaciones. De igual manera, la variable tenencia de la tierra no fue incorporada porque el 95,12 % de los productores pertenecía a una misma categoría, lo que evidencia una variabilidad muy limitada y reduce su aporte a la identificación de factores comunes.

Una vez definidas las variables incluidas en el análisis, se evaluó la pertinencia del análisis factorial, se aplicaron las pruebas de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y de esfericidad de Bartlett. El índice KMO obtenido fue de 0,607, valor que supera el umbral mínimo de 0,50, lo que indica una adecuación muestral aceptable de los datos. Este resultado muestra que las variables consideradas en la caracterización de la sustentabilidad del sistema de riego de Guayama, presenta correlaciones entre sí, permitiendo la identificación de factores comunes (Tabla 2).

En cuanto a la prueba de esfericidad de Bartlett, se obtuvo un valor de 124,59, con 55 grados de libertad y un nivel de significancia de 0,000 ($p < 0,05$), lo que indica que existen relaciones estadísticamente significativas entre las variables analizadas, confirmando la idoneidad del análisis factorial.

Estos resultados son consistentes con lo reportado por Cachay (2021), en las comunidades de San Isidro del Maino y Levanto, Perú, donde se obtuvo una adecuada medida de KMO y una significancia menor a 0,05, en la prueba de Bartlett, validando la pertinencia de

la aplicación del análisis factorial. En conjunto, estos criterios confirman la pertinencia del análisis multivariado el presente estudio.

Tabla 2. Prueba de KMO y Bartlett

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0,607
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	124,591
	Gl	55
	Sig.	0,000

Cálculos propios a partir del software SPSS.

La Tabla 3, presenta la varianza total explicada del análisis factorial, donde se identifican 4 componentes principales con autovalores superiores a 1. En conjunto, estos componentes explican el 68,046 % de la varianza total acumulada, lo que indica que una proporción significativa de la variabilidad de los datos originales puede representada mediante un número reducido de factores.

En particular, el primer componente explica el 28,355 % de la varianza, seguido del segundo con el 16,638 %, el tercero con el 11,760 % y el cuarto con el 11,293 %, evidenciando que los dos primeros factores concentran la mayor parte de la información del sistema analizado.

Estos resultados sugieren que el modelo factorial logra una adecuada reducción de la dimensionalidad, conservando un nivel aceptable de información para la interpretación de las variables en el contexto de la sustentabilidad del sistema de riego.

Tabla 3. Varianza total explicada.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción			Sumas de cargas al cuadrado de la rotación		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	3,119	28,355	28,355	3,119	28,355	28,355	2,546	23,147	23,147
2	1,830	16,638	44,993	1,830	16,638	44,993	1,847	16,791	39,938
3	1,294	11,760	56,753	1,294	11,760	56,753	1,722	15,653	55,592
4	1,242	11,293	68,046	1,242	11,293	68,046	1,370	12,455	68,046
5	,926	8,419	76,465						
6	,658	5,985	82,450						
7	,590	5,368	87,818						
8	,521	4,733	92,551						
9	,389	3,533	96,083						
10	,256	2,326	98,409						
11	,175	1,591	100,00						
			0						

Cálculos propios a partir del software SPSS.

En la Tabla 4, se presenta la matriz de componentes rotados para la caracterización de los sistemas de riego por aspersión, donde se destacan las variables con mayores cargas factoriales en cada componente. En el componente 1 agrupa principalmente variables relacionadas con la dimensión productiva, como hectáreas bajo riego (0,756), superficie total (0,748) y número de horas dedicadas a la unidad productiva (0,707), las cuales tienen una relación positiva muy alta. Esto indica que este componente está asociado al tamaño de la unidad productiva y a la intensidad del trabajo agrícola.

El componente 2, se centra en las características del productor, destacando el nivel de educación (0,797) y el rango de edad (0,767), lo cual apunta, que la gestión del riego por aspersión no depende solo del terreno, sino del capital humano, es decir que la edad y la formación académica van de la mano al definir el comportamiento el sistema.

El componente 3 presenta una mayor relación con el tipo de cultivos (0,523), evidenciando una dimensión vinculada a la orientación productiva de las unidades agrícolas.

Por su parte, el componente 4 se relaciona principalmente con la mano de obra familiar (0,670), lo que refleja la importancia del trabajo del hogar en la dinámica productiva.

En conjunto, estos resultados permiten identificar que la estructura del sistema de riego en la zona está determinada por factores productivos, sociodemográficos y organizativos, que interactúan para definir las características de las unidades productivas.

Tabla 4. Matriz de componente extraídos para la caracterización de sistemas de riego por aspersión.

	1	2	3	4
Hectáreas con sistema de riego	,756	,145	,137	-,304
Superficie (ha)	,748	,232	,158	-,243
Número de horas unidad productiva	,707	-,099	,095	,354
Fuente de agua de riego	-,591	-,097	,457	,272
Miembros en la familia	,586	-,369	,352	-,043
Actividad económica	-,562	,127	,396	-,286
Nivel de educación	-,330	,797	-,036	,342
Rango de edad	,362	,767	-,133	,325
Tiempo de actividad agropecuaria	,292	,477	,430	-,174
Cultivos	-,353	,261	,523	-,325
Mano de obra familiar	,177	-,256	,524	,670

Método de extracción: análisis de componentes principales. a. 4 componentes extraídos.

Cálculos propios a partir del software SPSS.

El análisis de componentes principales constituye una herramienta fundamental para la evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de riego por aspersión, ya que permite identificar los factores más relevantes que influyen en el funcionamiento y organización de las unidades productivas. La agrupación de variables en componentes facilita comprender cómo interactúan los aspectos productivos, sociales y organizativos dentro del sistema agrícola, evidenciando que la sostenibilidad no depende únicamente de la disponibilidad de recursos físicos, sino también de las capacidades humanas y de la estructura de gestión de cada unidad productiva.

Desde esta perspectiva, el componente relacionado con la superficie bajo sistema de riego, tamaño de la unidad productiva y dedicación de tiempo al trabajo agrícola refleja la importancia de la capacidad productiva y del manejo eficiente de los recursos para garantizar la sostenibilidad económica de los sistemas. Por otra parte, las variables asociadas al nivel educativo y edad del productor resaltan el papel del capital humano en la adopción de prácticas

de manejo más eficientes, la toma de decisiones y la capacidad de adaptación frente a las limitaciones técnicas y ambientales. Asimismo, la relación del tipo de cultivos y la participación de la mano de obra familiar evidencian que la sostenibilidad se encuentra vinculada con la diversificación productiva, la organización familiar y la permanencia de las actividades agropecuarias en el campo.

De manera general, los resultados obtenidos evidencian que la sostenibilidad de los sistemas de riego por aspersión responde a una interacción multidimensional entre factores productivos, sociales y organizativos, los cuales condicionan la dinámica y permanencia de las unidades agropecuarias. Estos hallazgos coinciden con lo señalado por Cieza & Sarandón (2023), quienes mencionan que la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios debe analizarse desde una perspectiva integral, considerando la interacción de variables económicas, sociales y ambientales para comprender el comportamiento y funcionalidad de los agroecosistemas.

3.2 Evaluación de la sustentabilidad del sistema de riego por aspersión, bajo la percepción de los usuarios de la comuna Guayama.

Para determinar la sustentabilidad del sistema de riego por aspersión de los usuarios de la comuna Guayama, bajo su percepción, se utilizó la metodología MESMIS, a través de la escala Likert. A partir de este enfoque se obtuvieron resultados por atributos y puntos críticos, con valores estandarizados (Tabla 5).

En el atributo de productividad, los valores se situaron entre 2,44 y 2,64, correspondiente al esfuerzo invertido y el aumento del rendimiento respectivamente. En cuanto a los indicadores de equidad, los valores oscilaron entre 2,56 asociado a la participación en la toma de decisiones sobre el riego y 3,25 relacionado con las decisiones sobre el uso del sistema de riego, evidenciando una participación moderada de los usuarios. Dentro de los indicadores de estabilidad, destacó el indicador de mantenimiento del sistema de riego con un valor estandarizado de 4,76, que, de acuerdo a la escala establecida, alcanza un nivel moderadamente sustentable a diferencia de la alta dependencia de factores externos como la energía e insumos, presentó un valor de 2,68, lo que refleja una limitación en este aspecto. En el atributo de adaptabilidad del sistema, se registraron valores de 1,59 (innovación y cambios en el sistema de riego) y 3,26 (acceso y uso de información técnica), evidenciando debilidades en la capacidad de innovación. Mientras que, al evaluar el atributo de autogestión, el valor más bajo correspondió al indicador de la capacidad local para resolver problemas (2,52), mientras que el

más alto se relacionó con la participación en la gestión del sistema de riego (3,13). En el atributo de resiliencia el valor más alto se registró en la capacidad de recuperación ante fallas en el sistema de riego (3,23), mientras que el más bajo correspondió a la diversificación de actividades productivas (2,07), lo que evidencia una limitada capacidad de diversificación en la zona (Figura 19).

Tabla 5. Análisis de la sustentabilidad del uso de riego por aspersión de los sistemas productivos bajo la percepción de los usuarios en la comuna Guayama, mediante la metodología MESMIS

Atributo	Criterios de diagnóstico	Puntos críticos	Indicadores	AE ¹	Rangos para estandarizar variables			Valor medido	Valor estandarizado *
					Máximo	Mínimos	Rangos		
Productividad	Productividad percibida	Algunos productores no perciben mejoras claras en su producción	Aumento del rendimiento de cultivos con el riego por aspersión.	E	5	2	3	3,59	2,64
		Perciben Ingresos inestables; depende de los mercados y no solo del riego.	Incremento en los ingresos agrícolas	E	5	2	3	3,51	2,52
		Percepción de que el esfuerzo es alto y los resultados no siempre justifican la inversión.	Relación entre esfuerzo invertido y resultados obtenidos.	E	5	2	3	3,46	2,44
Equidad	Acceso equitativo al sistema de riego por aspersión	Horarios de riego percibidos son desfavorables para mujeres o pequeños agricultores.	Acceso equitativo al sistema de riego por aspersión.	S	5	2	3	3,95	3,25
		Perciben escasa representación de mujeres y jóvenes.	Participación en decisiones sobre el riego.	S	5	2	3	3,54	2,56
		La capacitación percibida se dirige principalmente a	Asistencia equitativa de mujeres a capacitaciones sobre el sistema de riego.	S	5	2	3	3,9	3,17

Atributo	Criterios de diagnóstico	Puntos críticos	Indicadores	AE ¹	Rangos para estandarizar variables			Valor medido	Valor estandarizado *
					Máximo	Mínimos	Rangos		
		hombres, excluyendo a las mujeres productoras							
Estabilidad	Estabilidad del uso del sistema de Riego por aspersión	Perciben interrupciones frecuentes de riego, especialmente en temporada seca.	Constancia en el abastecimiento de agua para el riego.	A	5	2	3	3,51	2,52
		Perciben alta dependencia de energía eléctrica y poca preparación ante fallos del sistema.	Dependencia de factores externos (energía, insumos).	A	5	1	4	2,68	2,10
		No existe un mantenimiento regular percibido.	Mantenimiento del sistema de riego	E	5	3	2	4,90	4,76
	Conservación del suelo	Perciben riesgo de erosión y degradación del terreno	Contribución del sistema de riego a la conservación del suelo	A	5	1	4	3,90	3,63
Adaptabilidad	Capacidad de adaptación, innovación frente a cambios climáticos	Productores perciben cambios en el clima, pero no aplican estrategias adaptativas.	Capacidad de adaptación frente al cambio climático	A	5	1	4	3,49	3,11
		Perciben una falta de asistencia técnica oportuna sobre manejo	Acceso y uso de información técnica	S	5	1	4	3,61	3,26

Atributo	Criterios de diagnóstico	Puntos críticos	Indicadores	AE ¹	Rangos para estandarizar variables			Valor medido	Valor estandarizado *
					Máximo	Mínimos	Rangos		
Autogestión	Participación y organización comunitaria	del riego y buenas prácticas.							
		Perciben resistencia o falta de recursos para introducir mejoras en el sistema de riego.	Innovación y cambios en el manejo del riego	S	5	1	4	2,27	1,59
		Perciben baja participación de ciertos grupos (mujeres, jóvenes, pequeños productores) en la gestión del sistema.	Participación en la gestión del sistema de riego	S	5	2	3	3,88	3,13
		Perciben una falta de cohesión social y sentido de pertenencia entre los usuarios del sistema.	Capacidad de organización comunitaria	S	5	2	3	3,68	2,80
Resiliencia	Capacidad de respuesta ante eventos	Perciben una alta dependencia de instituciones externas para resolver fallas técnicas o conflictos.	Confianza en la capacidad local para resolver problemas	S	5	2	3	3,51	2,52
		Falta de preparación y organización percibida para responder rápidamente a emergencias	Capacidad de recuperación ante fallas en el sistema de riego	S	5	1	4	3,59	3,23

Atributo	Criterios de diagnóstico	Puntos críticos	Indicadores	AE ¹	Rangos para estandarizar variables			Valor medido	Valor estandarizado *
					Máximo	Mínimos	Rangos		
		Perciben alta dependencia de un solo tipo de cultivo o actividad.	Diversificación de actividades productivas	S	5	2	3	3,24	2,07
		Perciben baja capacidad de respuesta organizada ante eventos extremos.	Experiencia previa con eventos climáticos extremos	S	5	1	4	2,85	2,32

(*): Valor del Índice Estandarizado. AE¹: Áreas de evaluación

Cálculos propios a partir del software SPSS.



Figura 18. Dimensiones de la sustentabilidad por punto crítico percibido del uso de riego por aspersión.

Al analizar los valores percibidos por cada uno de los atributos de los sistemas agropecuarios en el riego por aspersión de Guayama San Pedro (Tabla 6), se observa que los atributos de equidad (3,0) y estabilidad (3,3), alcanzan niveles medianamente sustentables. En contraste para los atributos de productividad (2,5), adaptabilidad (2,7), autogestión (2,8) y resiliencia (2,5) se ubican en rangos como escasamente sustentable.

Al contrastar estos resultados con los reportados por Reina (2016), en su estudio “Los Sistemas Agropecuarios en la zona del Proyecto de riego Carrizal-Chone”, se identifican tanto similitudes como diferencias relevantes.

En ambos estudios, la productividad presenta niveles bajos de sustentabilidad; en el caso de Reina (2016), se reporta un valor de 2,40, calificándolo como "inestable", lo que evidencia que este atributo constituye un punto crítico en los sistemas analizados. De manera similar, la autogestión muestra valores bajos, con un resultado de 2,14 en dicho estudio, lo que coincide con los hallazgos del presente trabajo, indicando limitaciones en la capacidad de los productores para depender de sus propios recursos.

En cuanto al atributo de estabilidad se observan diferencias importantes, ya que Reina (2016) reporta un valor de 1,70, clasificándolo en un estado crítico, mientras que en el presente estudio este atributo alcanza un nivel medianamente sustentable (3,3), lo que sugiere mejores condiciones en el manejo y funcionamiento del sistema de riego en Guayama.

En cuanto a la resiliencia, Reina (2016), menciona que en el proyecto Carrizal-Chone”, la capacidad de recuperación del sistema es estable, lo cual difiere parcialmente de los resultados obtenidos en este estudio, donde este atributo se ubica en un nivel de escasa sustentabilidad, evidenciando limitaciones en la capacidad de respuesta ante cambios o perturbaciones.

Tabla 6. Valoración de atributos percibidos de sustentabilidad del sistema productivos presentes en Guayama San Pedro

Atributo	Valor estandarizado promedio	Calificación del sistema	Clasificación
Productividad	2,5	Débil	Escasamente sustentable
Equidad	3,0	Sensible	Medianamente sustentable
Estabilidad	3,3	Sensible	Medianamente sustentable
Adaptabilidad	2,7	Débil	Escasamente sustentable
Autogestión	2,8	Débil	Escasamente sustentable
Resiliencia	2,5	Débil	Escasamente sustentable

Cálculos propios a partir del software SPSS. Escala Likert para sustentabilidad

El diagrama de ameba (Figura 19), evidencia un desequilibrio en los atributos percibidos de sustentabilidad del sistema de riego por aspersión en Guayama San Pedro. Se observa que los atributos de equidad y estabilidad, alcanzan los valores más altos, ubicándose en las zonas más externas del gráfico, lo que indica un nivel relativamente más favorable de sustentabilidad en estos componentes.

En contraste, los atributos, de productividad y resiliencia, presentan valores más bajos, situándose más próximos al centro del diagrama, lo que los identifica como los puntos más críticos del sistema y aquellos que requieren mayor atención para mejorar su desempeño.

En cuanto a la adaptabilidad, aunque es ligeramente superior a la productividad, de igual manera se ubica en el nivel escasamente sustentable. En particular, la limitada adaptabilidad podría estar asociada a restricciones en la incorporación de innovaciones y en la implementación de mejoras en el manejo del sistema de riego por aspersión.

En conjunto, la forma del diagrama refleja un sistema con fortalezas en aspectos organizativos y de gestión (equidad y estabilidad), pero con debilidades en dimensiones productivas y de respuesta ante cambios, lo que evidencia la necesidad de intervenciones integrales para mejorar su sustentabilidad.

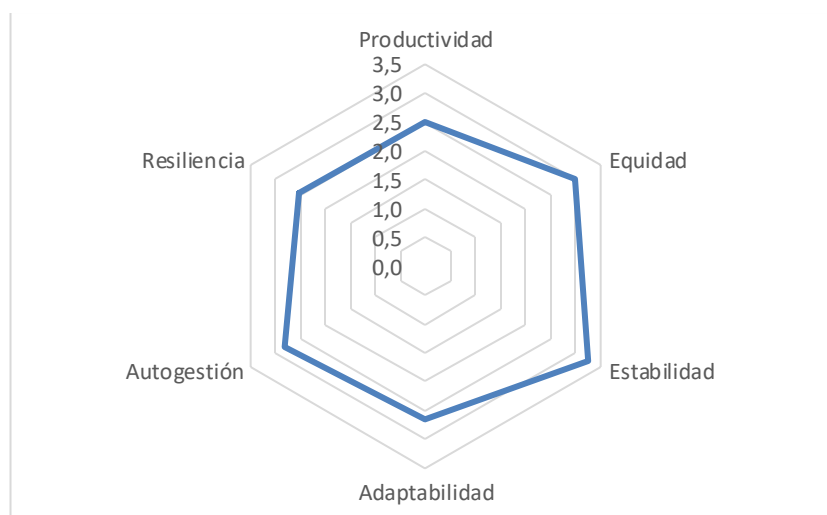


Figura 19. Dimensiones de la sustentabilidad percibido por atributo del uso de riego por aspersión.

3.3 Propuesta para mejora de los puntos críticos de los sistemas productivos de los usuarios del sistema de riego por aspersión en la comuna Guayama.

Una vez obtenido los datos de sustentabilidad en cada uno de los atributos de productividad, equidad, estabilidad, adaptabilidad, autogestión y resiliencia, así como para sus 19 puntos críticos, la elaboración de la propuesta se basó en aquellos resultados cuyos valores obtenidos se clasificaron como escasamente sustentable y no sustentables (Tabla 7).

El indicador clasificado como no sustentable, se concentra en el atributo de adaptabilidad en el cual la limitada capacidad o falta de recursos para introducir mejoras en el

sistema de riego, afecta directamente al sistema productivo. En consecuencia, la ausencia de mejoras incide negativamente en la percepción de la productividad.

En los atributos clasificados como escasamente sustentables, se identificaron valores promedios que oscilan entre 2,07 y 2,80. Este rango revela una fragilidad en los atributos de productividad, equidad, estabilidad, autogestión, y resiliencia; y por ende en la estabilidad económica y social del sistema. La inestabilidad de los ingresos (2,52) y la alta dependencia de monocultivos (2,07) demuestran que, aunque el sistema de riego es actualmente funcional, no ha logrado diversificar la matriz productiva de los usuarios ni garantizar un incremento en la rentabilidad.

Asimismo, se observa una cohesión social debilitada (2,80) y una marcada dependencia de agentes externos (2,52) para la resolución de conflictos o fallas técnicas. En conjunto, estos puntos críticos indican que el sistema se encuentra en un estado de subsistencia operativa, en el cual cualquier perturbación externa, ya sea de mercado o de condiciones climáticas, podría comprometer la continuidad del modelo productivo por la limitada capacidad de respuesta y autogestión interna.

Tabla 7. Puntos críticos de sustentabilidad percibida del sistema productivos presentes en Guayama San Pedro.

Atributo	Puntos críticos	Resultados estandarizados	Interpretación
Productividad	Algunos productores no perciben mejoras claras en su producción.	2,64	Escasamente sustentable
	Perciben ingresos inestables: depende de los mercados y no solo del riego.	2,52	Escasamente sustentable
	Percepción de que el esfuerzo es alto y los resultados no siempre justifican la inversión.	2,44	Escasamente sustentable
Equidad	Horarios de riego percibidos son desfavorables para mujeres o pequeños agricultores.	3,25	Medianamente sustentable
	Perciben escasa representación de mujeres y jóvenes.	2,56	Escasamente sustentable

Atributo	Puntos críticos	Resultados estandarizados	Interpretación
	La capacitación percibida se dirige principalmente a hombres, excluyendo a las mujeres productoras.	3,17	Medianamente sustentable
Estabilidad	Perciben interrupciones frecuentes de riego, especialmente en temporada seca.	2,52	Escasamente sustentable
	Perciben alta dependencia de energía eléctrica y poca preparación ante fallos del sistema.	2,10	Escasamente sustentable
	No existe un mantenimiento regular percibido.	4,76	Moderadamente sustentable
	Perciben riesgo de erosión y degradación del terreno.	3,63	Medianamente sustentable
Adaptabilidad	Productores perciben cambios en el clima, pero no aplican estrategias adaptativas.	3,11	Medianamente sustentable
	Perciben una falta de asistencia técnica oportuna sobre manejo del riego y buenas prácticas.	3,26	Medianamente sustentable
	Perciben resistencia o falta de recursos para introducir mejoras en el sistema de riego.	1,59	No sustentable
Autogestión	Perciben baja participación de ciertos grupos (mujeres, jóvenes, pequeños productores) en la gestión del sistema.	3,13	Medianamente sustentable
	Perciben una falta de cohesión social y sentido de pertenencia entre los usuarios del sistema.	2,80	Escasamente sustentable
	Perciben una alta dependencia de instituciones externas para resolver fallas técnicas o conflictos.	2,52	Escasamente sustentable

Atributo	Puntos críticos	Resultados estandarizados	Interpretación
Resiliencia	Falta de preparación y organización percibida para responder rápidamente a emergencias.	3,23	Medianamente sustentable
	Perciben alta dependencia de un solo tipo de cultivo o actividad.	2,07	Escasamente sustentable
	Perciben baja capacidad de respuesta organizada ante eventos extremos.	2,32	Escasamente sustentable

Cálculos propios a partir del software SPSS. Escala Likert para sustentabilidad

Por lo cual, se plantean propuestas y alternativas que consideran sus respectivos atributos y las problemáticas identificadas en los análisis de los sistemas productivos, especialmente en aquellos procesos percibidos como no sustentables y escasamente sustentables (Tabla 8).

De acuerdo a Mogro-Cepeda (2021), en su propuesta de plan de trabajo, señala que la mejora de los puntos críticos identificados tiene como finalidad incrementar los ingresos económicos de los usuarios de la junta de riego, así como fortalecer la sustentabilidad en el sector agropecuario. Su propuesta está enfocada en el fortalecimiento de generación de conocimientos mediante la capacitación en diversificación, comercialización, producción agroecológica, ambiental e integración social en organizaciones, enfatizando el fortalecimiento al agroturismo con conocimientos ancestrales.

Vera-Vaca & Sánchez-Briones (2025), en su estudio “Diversificación agrícola: desafíos para la ruralidad ecuatoriana”, mencionan que la diversificación agrícola no solo mejora los ingresos económicos de los hogares de los agricultores, sino que sostiene la producción frente a la volatilidad de los precios en el mercado, mitigando riesgos económicos y facilitando el acceso a nuevos mercados.

La diversificación de cultivos contribuye a mejorar la biodiversidad y salud del suelo, disminuye el uso de insumos agrícolas como plaguicidas y fertilizantes y aumenta la resiliencia

climática de los sistemas agrícolas. Lo que permite a los productores manejar los riesgos asociados a factores agroclimáticos y disponer de fuentes alternativas de ingresos económicos a lo largo del año, lo que se traduce en una mayor estabilidad financiera (Rojas & Saavedra-Mera, 2022).

Rojas & Saavedra-Mera (2022), mencionan que existen diversas barreras para la diversificación, tales como la falta de financiamiento económico, el limitado conocimiento y la escasa capacitación para adopción de nuevos cultivos por parte de los productores. No obstante, estas limitaciones pueden superarse mediante el fomento de investigaciones aplicadas, desarrollo de talleres de capacitación en campo, la implementación de programas de asistencia técnica y el fortalecimiento de redes de comercialización con el apoyo de instituciones públicas y privadas.

La investigación de Domínguez-Armijos & Paredes-Izquierdo (2024), titulada “Funcionamiento socio-organizativo en torno a la implementación, uso y administración del sistema de riego tecnificado”; uno de los aspectos clave es el fortalecimiento organizativo. En particular, destacan la actualización del reglamento de la junta de riego y drenaje Zhilla, como una herramienta construida de manera participativa, que establece derechos y responsabilidades tanto generales como específicas para sus miembros, incluyendo niveles de participación y roles de género. Esto favorece la convivencia organizacional, la resolución de conflictos y toma de acuerdos.

Por su parte, la Secretaría Nacional de Planificación (2024), señala que el apoyo institucional de los Gobiernos Parroquiales y Provinciales, actúan como facilitadores en las actividades productivas, propiciando procesos estables dentro del sistema territorial. De esta manera, se busca que los esfuerzos entre los distintos niveles de gobierno se complementen y potencien de manera integrada.

En este contexto, Vera-Conforme (2024), en su estudio “Uso de energías renovables en sistemas agropecuarios” en comunidades rurales de la región costera ecuatoriana, destaca que, la incorporación de energías renovables constituye una alternativa viable para el sector rural del Ecuador. Su implementación disminuye los costos de producción y mejora significativamente la productividad de las fincas, especialmente mediante el uso de energía solar fotovoltaica y la

producción de biogás. Asimismo, más del 70% de los productores encuestados reportaron beneficios económicos y ambientales, tras la adopción de estas tecnologías, lo que evidencia su importancia en la transición hacia sistemas agrícolas sustentables. Sin embargo, el nivel de educación de los productores influye en el aprovechamiento de estas tecnologías, por lo que se requiere la implementación de programas continuos de capacitación y asistencia técnica que garanticen su sustentabilidad a largo plazo. La falta de financiamiento inicial limita su adopción, lo que se hace necesaria la formulación de políticas públicas orientadas a incentivos y créditos para tecnologías verdes.

Finalmente, las propuestas analizadas se alinean con tendencias actuales que promuevan la transición hacia modelos agrícolas más sustentables, integrando elementos como la agricultura digital, la generación y gestión de información agrícola (Bigdata) y la bioeconomía (Haro-Altamirano, 2022). No obstante, la incorporación de estas herramientas en contextos rurales plantea interrogantes sobre su pertinencia y aplicabilidad real, considerando las brechas tecnológicas y socioeconómicas existentes. A partir de estas consideraciones, resulta fundamental que dichas innovaciones sean adaptadas a las condiciones locales y acompañadas de procesos de formación y apropiación tecnológica, a fin de evitar que se conviertan en soluciones poco accesibles o desconectadas de la realidad de los productores.

Tabla 8. Propuestas y alternativas de mejora de puntos críticos del sistema de riego por aspersión de los sistemas productivos en Guayama San Pedro

Atributo	Punto crítico	Acción de mejora	Meta	Indicador	Responsable	Plazo	Presupuesto referencial (USD)	Medio de verificación
Productividad	Algunos productores no perciben mejoras claras en su producción.	Implementar planes técnicos de manejo del riego y manejo agronómico por cultivo.	Al menos el 80 % de productores implementan un plan técnico de manejo del riego adaptado a sus cultivos.	Porcentaje de productores que aplican recomendaciones técnicas de riego y manejo productivo.	MAGP, Junta de Riego, Directiva comunitaria, Productores	12 meses	500	Plan técnico elaborado
		Realización de días de campo para capacitación en manejo eficiente del riego y prácticas agrícolas sostenibles.	Capacitar al 100 % de productores usuarios del sistema de riego.	Número y porcentaje de productores capacitados que aplican prácticas recomendadas.				Listas de asistencia
		Implementar un sistema participativo de registro y evaluación	Contar con registros productivos anuales del 80 % de unidades	Variación porcentual del rendimiento agrícola en las unidades productivas				Registros de cosechas

Atributo	Punto crítico	Acción de mejora	Meta	Indicador	Responsable	Plazo	Presupuesto referencial (USD)	Medio de verificación
		anual de productividad.	productivas beneficiarias.					
	Perciben ingresos inestables, depende de los mercados y no solo del riego.	Diseñar planes de diversificación productiva mediante cultivos adaptados a las condiciones locales y demanda del mercado. Implementar planificación de siembras escalonadas según demanda y disponibilidad hídrica. Desarrollar un programa de capacitación en comercialización, rueda de negocios, agregación de	Diseñar y validar el 100 % de los planes técnicos de diversificación productiva. Al menos el 60 % de productores aplican calendarios de producción escalonada. Capacitar al 100% de los productores beneficiarios en estrategias de comercialización.	Número de planes técnicos de diversificación productiva diseñados y consolidados. Número de productores con programación productiva y reducción de periodos de baja oferta. Porcentaje de productores capacitados que aplican herramientas de comercialización.	MAGP, GAD Cantonal, Junta de riego, Productores	18 meses	1000	Plan técnico productivo

Atributo	Punto crítico	Acción de mejora	Meta	Indicador	Responsable	Plazo	Presupuesto referencial (USD)	Medio de verificación
		valor y acceso a mercados Fortalecer la comercialización asociativa.	n y acceso a mercados Implementar una estrategia de comercialización asociativa que permita la participación de al menos el 70% de los productores beneficiarios en mecanismos de venta asociativa.	Porcentaje de productores que participan en la comercialización asociativa.				
	Perciben que el esfuerzo es alto y los resultados no siempre justifican la inversión.	Implementar un plan de capacitación en optimización de costos de producción.	Capacitar al 100% de los productores beneficiarios	Porcentaje de productores capacitados.	MAGP, Academia, Productores, Junta de riego.	12 meses	500	Memorias técnicas
		Elaborar análisis de rentabilidad por cultivos.	Elaborar un análisis de rentabilidad para el 100 % de los	Porcentaje de cultivos con análisis de rentabilidad elaborado.				

Atributo	Punto crítico	Acción de mejora	Meta	Indicador	Responsable	Plazo	Presupuesto referencial (USD)	Medio de verificación
			principales cultivos.					
		Elaborar un plan de integración agropecuario.	Implementar un plan de integración agropecuaria en al menos el 70 % de las unidades productivas beneficiarias	Porcentaje de unidades productivas que implementan el plan de integración agropecuaria.				
Equidad	Perciben escasa representación de mujeres y jóvenes	Reformar el estatuto comunitario.	Actualizar y aprobar el estatuto comunitario incorporando normas para la gestión sostenible del sistema de riego.	Estatuto comunitario reformado, aprobados y en vigencia.	Junta, MAGP, Academia	24 meses	500	Actas y registros

Atributo	Punto crítico	Acción de mejora	Meta	Indicador	Responsable	Plazo	Presupuesto referencial (USD)	Medio de verificación
		Promover la participación equitativa de las mujeres en la directiva del sistema de riego	Alcanzar una participación mínima del 50 % de mujeres en la directiva del sistema de riego durante el próximo proceso de elección o renovación de autoridades.	Porcentaje de mujeres que integran la directiva del sistema de riego.				
		Fortalecer la participación de jóvenes rurales en escuelas del MAGP, para el relevo generacional.	Capacitar al menos al 50 % de los jóvenes de la comuna en liderazgo y gestión del riego.	Número de jóvenes capacitados en liderazgo y gestión del riego.				

Atributo	Punto crítico	Acción de mejora	Meta	Indicador	Responsable	Plazo	Presupuesto referencial (USD)	Medio de verificación
Estabilidad	Perciben interrupciones frecuentes de riego, especialmente en temporada seca.	Implementar un plan de gestión y optimización de la distribución del agua mediante el mantenimiento de la infraestructura de riego.	Reducir en un 50% las interrupciones del servicio de riego durante la temporada seca	Porcentaje de reducción de interrupciones del servicio de riego y número de mantenimientos preventivos ejecutados.	MAGP, MAE, Junta de riego, MAGP.	18 meses	800	Informes
	Perciben alta dependencia de energía eléctrica y poca preparación ante fallos del sistema.	Instalar e implementar un sistema piloto de bombeo de agua alimentado con paneles solares para asegurar la continuidad del riego durante la temporada seca.	Instalar un sistema piloto de bombeo con energía solar, logrando reducir las interrupciones del servicio de riego en al menos un 80% durante la temporada seca.	Sistema piloto de bombeo con paneles solares instalado y operativo.	MAGP, GAD Parroquial y cantonal, ONGs, Junta de riego.	24 meses	5000	Acta de entrega
Adaptabilidad	Perciben resistencia o falta de recursos para	Crear un fondo económico para la adquisición de insumos e	Fondo económico creado por acuerdo	Fondo económico creado y operativo.	Productores y Junta de Riego,	18 meses	1000	Informes

Atributo	Punto crítico	Acción de mejora	Meta	Indicador	Responsable	Plazo	Presupuesto referencial (USD)	Medio de verificación
	introducir mejoras tecnológicas.	implementos de riego.	comunitario.		MAGP, Academia, GAD Parroquial, GAD Cantonal, ONGs.			
Autogestión	Perciben falta de cohesión social y sentido de pertenencia entre los usuarios del sistema.	Realizar asambleas ordinarias mensuales y promover espacios de participación.	Realizar asambleas ordinarias por año con una participación mínima del 80% de los usuarios.	12 Número de asambleas realizadas y porcentaje de asistencia de los usuarios.	de Junta de Riego.	Permanente	200	Actas
	Perciben alta dependencia de instituciones externas para resolver fallas técnicas o conflictos.	Desarrollar un programa de fortalecimiento organizativo para mejorar las capacidades de gestión de la Junta de Riego y de los usuarios. Capacitar a los usuarios en operación,	Ejecutar al menos cuatro capacitaciones en fortalecimiento organizativo durante el primer año. Capacitar al 80% de los usuarios	Número de capacitaciones ejecutadas y número de participantes capacitados. Número y porcentaje de	Productores, Junta de Riego, MAGP, Academia.	12 meses	500	Informes

Atributo	Punto crítico	Acción de mejora	Meta	Indicador	Responsable	Plazo	Presupuesto referencial (USD)	Medio de verificación
		mantenimiento y manejo eficiente del sistema de riego.	sistema durante el primer año.	usuarios capacitados.				
Resiliencia	Perciben alta dependencia de un solo cultivo o actividad productiva.	Implementar huertos familiares con especies adaptadas a condiciones de menor disponibilidad hídrica.	Establecer huertos familiares en el 60% de las fincas participantes con al menos tres especies adaptadas.	Número y porcentaje de huertos implementados.	Productores , Junta de Riego, MAGP, Academia.	24 meses	3000	Informes
	Perciben baja capacidad de respuesta organizada ante eventos extremos.	Elaborar e implementar un calendario agrícola ajustado a la disponibilidad hídrica estacional.	Un calendario agrícola elaborado, validado y aplicado por los productores antes del siguiente ciclo agrícola.	Calendario elaborado y porcentaje de productores que lo utilizan.	Productores , Junta de Riego, MAGP, Academia.	12 meses	500	Documento
TOTAL (USD)							13500	

Autor, 2026.

En este marco, la presente propuesta técnica tiene como propósito intervenir en los puntos críticos identificados. Por este motivo, la elaboración de planes técnicos por cultivo, acompañado de días de campo, planes de diversificación por cultivos y un monitoreo constante de los rendimientos, ayudará a optimizar el uso de agua, evitando desperdicios de agua, mejora de la producción, fortalecimiento de comercialización asociativa y por ende contribuir al mejoramiento en la economía de las familias.

Por otro lado, las capacitaciones enfocadas en protección de fuentes hídricas y la instalación de panel solar, ayudará a bajar gastos de operación por cortes de agua en época seca y la dependencia de la energía eléctrica para el bombeo del sistema.

Al respecto, los resultados obtenidos indican que el uso de energía fotovoltaica en sistemas de riego no solo es viable, sino también altamente beneficioso para la agricultura sostenible, promoviendo un modelo de producción más eficiente y amigable con el medio ambiente. En su estudio, Simbaña Tejada et al. (2024) señalan que al integrar paneles solares se garantiza un flujo hídrico continuo y preciso, mitigando el estrés en las plantas y reduciendo los costos operativos energéticos en un 70%. Asimismo, la vida útil de la infraestructura fotovoltaica (superior a 25 años) minimiza la huella de carbono sectorial, consolidando una tecnología rentable y transferible hacia un desarrollo rural de bajo impacto ambiental.

Finalmente, para que todos estos cambios técnicos funcionen a largo plazo, es indispensable mejorar la organización interna y la equidad en la comunidad. Actualmente hay muy poca participación de mujeres y jóvenes, por lo que se propone la reforma de estatutos en la junta de riego para garantizar una participación de mujeres y jóvenes en cargos directivos, asegurando al mismo tiempo el relevo generacional mediante escuelas de capacitación. De igual manera, realizar asambleas comunitarias de manera mensual y capacitar de forma práctica a usuarios locales en temas de eficiencia del sistema de riego con la finalidad de identifiquen y reparen las fallas del sistema de riego de manera oportuna. Con estas acciones se espera que la comunidad recupere la confianza y no tenga que depender de instituciones externas cada vez que ocurra un daño técnico o un conflicto, logrando así un modelo de trabajo autónomo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El análisis de los sistemas productivos en la junta de riego de comuna Guayama San Pedro, refleja una homogeneidad, caracterizada por el predominio de minifundios, con predios menores a una hectárea y una gestión mayoritariamente masculina. A pesar de contar con infraestructura de riego parcelario, el predominio de cultivos agrícolas tradicionales de ciclo corto y fuerte dependencia de la mano de obra del núcleo familiar, mantiene a este modelo con agricultura de subsistencia. En este contexto, la falta de financiamiento y la migración de los miembros jóvenes, consolida la vulnerabilidad socioeconómica en el sector.

La evaluación de la sustentabilidad del sistema de riego por aspersión mediante el marco MESMIS, bajo la percepción de los usuarios, permitió identificar diferencias entre los atributos analizados. Los resultados muestran que la estabilidad y la equidad alcanzaron los valores más favorables, destacándose el mantenimiento del sistema como el indicador con mejor desempeño. En cambio, los atributos de productividad, adaptabilidad, autogestión y resiliencia presentaron niveles más bajos de sustentabilidad, asociados con la limitada diversificación de las actividades productivas, la dependencia de factores externos y la escasa incorporación de innovaciones. Estas condiciones reflejan que aún existen aspectos que limitan la sustentabilidad de los sistemas productivos y que requieren acciones orientadas a fortalecer su desarrollo.

La propuesta diseñada atiende las necesidades de los puntos críticos percibidos como escasamente sustentables, la articulación de estrategias basadas en el fortalecimiento organizativo y la capacidad técnica de campo, el diseño de planes de riego específicos por tipo de cultivo, la planificación de siembras de forma escalonada y la creación de fondos internos para la adquisición de insumos tecnológicos son medidas viables que permiten mitigar los resultados negativos detectados. Estos hallazgos demuestran que la viabilidad de la sustentabilidad hídrica depende del sistema implementado, así como a un cambio productivo con la generación de valor agregado, vinculación directa de instituciones públicas, privadas y organizaciones no gubernamentales.

Recomendaciones

Profundizar en futuras investigaciones el análisis de la contribución económico a largo plazo de los sistemas productivos, particularmente en la relación costo-beneficio de la transición hacia cultivos de mayor valor comercial bajo el sistema de riego tecnificado.

La junta de riego en articulación con instituciones de apoyo implemente parcelas demostrativa en la comunidad, con el fin de facilitar la validación práctica y adopción de innovaciones por parte de los usuarios.

Continuar interviniendo en los indicadores clasificados escasamente y no sustentables, mediante acciones orientadas a mejorar progresivamente los niveles de sustentabilidad en los sistemas agroproductivos del sistema de riego.

Se recomienda la actualización de los reglamentos internos de la comuna, incorporando mecanismos que promuevan la participación activa de mujeres y jóvenes en la gestión y toma de decisiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ariza, K., & Castilla, N. (2012). *Diseño de una propuesta de manejo de recursos naturales en unidades de producción agrícola, a partir de un diagnóstico de potencial de sustentabilidad utilizando el marco (MESMIS), en la Vereda Bujurama, Municipio de* Gonzalez, Cesar.
https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/bitstream/handle/20.500.14167/4893/Trabajo_Karen_Yineth.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Astier, M., Masera, O., & Galván-Miyoshi, Y. (2008). *Evaluación sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional* (E. SEAE / CIGA / ECOSUR / CIEco / UNAM / GIRA / Mundiprensa / Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, Ed.; 2008th ed.). <https://publicaciones.ciga.unam.mx/index.php/ec/catalog/book/16>
- Astier, M., Pérez, E., Mota, F., Masera, O., & Alatorre, C. (2000). *El diseño de sistemas sustentables de maíz en la región Purhépecha*.
https://www.mesmis.unam.mx/MESMIS/mesmis_u?xi=astier_et_al_2000_libroazul.pdf
- Balderas-Sánchez, A., Cruz-Navarro, C., Zapata-Garay, N., & Salazar-Mata, J. (2022). La validación por juicio de expertos como estrategia para medir la confiabilidad de un instrumento. *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica.*, 8.
https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9593530.pdf&ved=2ahUKEwj_5IDJjt-VAXeQjABHYf7MYIQFnoECBsQAQ&usg=AOvVaw0givSqmbM9vX5M5mHI5ibs
- Banco Mundial. (2023). *Ecuador: Con el riego tecnificado brotan nuevas oportunidades y optimismo*. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2023/08/02/ecuador-con-el-riego-tecnificado-brotan-nuevas-oportunidades-y-optimismo>.
- Berrones, G., & Céleri, R. (2025). Análisis de los desafíos de sostenibilidad en sistemas de riego de los Andes. *Granja*, 42, 22–40. <https://doi.org/10.17163/lgr.n42.2025.02>
- Bonilla, G., Veloz, A., Pacheco, F., Naranjo, E., & Calvopiña, P. (2019). *Implementación de riego parcelario tecnificado por aspersión de 76,16 ha, Sigchos, Provincia de Cotopaxi*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. (Documento interno no publicado).
- Cachay-Chuquizuta, D. L. (2021). *Evaluación del desarrollo sostenible de los sistemas de producción agrícola que usan agua de riego del ACP Tilacancha, en las*

- comunidades de San Isidro del Maino y Levanto*. [Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas].
<https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/2231>
- Cachipundo, C. (2022). *Sistemas de Riego Comunitarios Sostenibles y su Relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y Principios de Inversión Responsable en la Agricultura (IRA), Caso Ecuador*. Paper presented at 9° congreso internacional por el desarrollo sostenible y medio ambiente.
<https://pure.ups.edu.ec/en/publications/sustainable-community-irrigatio...>
- Cachipundo, C., Ilbay, M., & Requelme, N. (2025). Community management and sustainability in andean irrigation systems through indicators of efficient water use in agriculture. *Granja*, 40–59. <https://doi.org/10.17163/lgr.n42.2025.03>
- Cadena-Piedrahita, D., Helfgott-Lerner, S., Drouet-Candell, A., Cadena-Piedrahita, L., & Montecé-Mosquera, F. (2021). Sustentabilidad de los sistemas de producción de arroz situados dentro del sistema de riego y drenaje Babahoyo, Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 8(2), 84–94. <https://doi.org/10.26423/rctu.v8i2.522>
- Carvache, J., & Chimbo, J. (2024). *Diseño e implementación de un sistema de riego por aspersión sostenible alimentado por energía solar fotovoltaica para las áreas verdes de la cancha de la carrera mecánica*.
<https://dspace.esPOCH.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/f6797062-45bb-461a-91f8-5c3d2f786ed3/content>
- Casadiegos, E., García, C. D., López, D. Y., Monroy, E. R., & Chavez, H. (2023). Desarrollo sostenible rural: análisis de la infraestructura de Veraguas-Pacho, Cundinamarca. *Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO*, 18, 69–78.
<https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum>
- Castillo, L. A. (2024). *Análisis histórico y económico del sistema de riego Cayambe - Pedro Moncayo, Ecuador*. [Universidad de Alicante].
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=342552>
- Chauhdary, J. N., Li, H., Jiang, Y., Pan, X., Hussain, Z., Javaid, M., & Rizwan, M. (2024). Advances in Sprinkler Irrigation: A Review in the Context of Precision Irrigation for Crop Production. In *Agronomy* (Vol. 14, Number 1). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/agronomy14010047>

- Chauhdary, J. N., Li, H., Jiang, Y., Pan, X., Hussain, Z., Javaid, M., & Rizwan, M. (2024). Advances in Sprinkler Irrigation: A Review in the Context of Precision Irrigation for Crop Production. *Agronomy* 2024, 14(1), 47. <https://doi.org/10.3390/agronomy14010047>
- Cortes, V., & Vargas, M. (2020). *Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y monitoreo de variables ambientales mediante IOT en los cultivos urbanos de la fundación mujeres empresarias Marie Poussepin*. [UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA]. <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/bb8b9843-c256-43d7-bacf-3dda6b5ebc59>
- Cruz, F. R., & Cruz, V. (2023). Análisis agrosocioeconómico después de la implementación del Proyecto Integral de Desarrollo Agrícola Ambiental y Social de forma Sostenible en el Ecuador [PIDAASSE], San Vicente, Santa Elena, Ecuador. *Revista Revoluciones*, 5(12), 70–95. <https://doi.org/10.35622/j.rr.2023.012.004>
- Cusme, B., & Gaibor, R. (2023). Agricultura Familiar en el Desarrollo Rural Sostenible de la comunidad La Guayaquil, Cantón Balzar. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 1079–1097. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.8745
- Domínguez-Armijos, T. C., & Paredes-Izquierdo, E. A. (2024). *Riego tecnificado y su impacto en la calidad de vida de los hogares: un estudio de caso de la Junta de Riego y Drenaje Zhilla* [Universidad de Cuenca]. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.8745
- Erazo, L. (2015). *Diseño de un sistema de riego para la hacienda San Antonio, ubicada en la parroquia Machachi, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha*. <https://repositorio.usfq.edu.ec/jspui/bitstream/23000/4996/1/122661.pdf>
- Fernández-Guarnizo, 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>
- Fonseca-Carreño, N. (2021). Propuesta metodológica para medir la sustentabilidad en agroecosistemas a través del marco MESMIS. *Revista Pensamiento Udecino*, 5(1), 2021. <https://portal.amelica.org/ameli/journal/301/3011848002/>

- Fonseca-Carreño, N. E., & Narváez-Benavidez, C. A. (2021). Aplicación de la metodología MESMIS para la evaluación de sustentabilidad en sistemas de producción campesina en Sumapaz, Cundinamarca. *Ciencias Agropecuarias*, 6(2), 31–47. <https://doi.org/10.36436/24223484.318>
- Freitas, S. (2023). *Los tipos de sistemas de producción agrícola*. <https://bloglatam.jacto.com/sistemas-de-produccion-agricola/>
- Giraldo-Díaz, R., Nieto-Gómez, L. E., & Quiceno-Martínez, Á. (2015). Evaluación de atributos de sustentabilidad de sistemas de producción campesinos en la vereda El Mesón, municipio de Palmira, Valle del Cauca (Colombia). *Libre empresa*, 12(1), 111–135. <https://doi.org/10.18041/libemp.v23n1.23106>
- González, S., Guajardo, L. G., Almeraya, S. X., Pérez, L. M., & Sangerman, D. Ma. (2020). Evaluación de la sustentabilidad del cultivo de maíz en Villaflores y La Trinitaria, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(7), 1565–1578. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i7.2673>
- Grupo Hidráulica. (2022). *Qué es el riego tecnificado y qué beneficios tiene para la agricultura*. <https://grupohidraulica.com/noticias/2022/07/12/que-es-riego-tecnificado-beneficios-agricultura/>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E., (2019a). *Multivariate data analysis Joseph F. Hair, Jr. (University of South Alabama), William C. Black (Louisiana State University), Barry J. Babin (Louisiana Tech University), Rolph E. Anderson (Drexel University)*. Cengage. https://eli.johogo.com/Class/CCU/SEM/_Multivariate%20Data%20Analysis_Hair.pdf
- Haro-Altamirano, J. P. (2022). *Sustentabilidad de los sistemas de Agricultura Familiar en el cantón Penipe, provincia de Chimborazo, Ecuador* [Universidad La Molina]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=341419>
- Herrera, L. (2021). *Sustentabilidad de los productores de la junta de agua de riego y drenaje Yahuartoa-Mulinlivi de la parroquia la Victoria año 2021* [UTQ]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/f03393ef-2e8d-4661-ab0c-5ce38f0c2e8c>
- Herrera-Catellanos, M. (2011). *Fórmula para cálculo de la muestra poblaciones finitas*. <https://investigacionpediahr.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/01/formula-para-cc3a1lculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>

- Herrera-Mesa, L. (2022). *Uso eficiente del agua para el desarrollo sostenible*.
<https://www.unav.edu/opinion/-/contents/22/03/2022/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2025). *Boletín Técnico del Módulo de Información Agroambiental y Tecnificación 2024 de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)*.
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/informacion-agroambiental/>
- Kogut, P. (2020). *La Agricultura Sostenible: Un Nuevo Concepto de Cultivo*.
<https://eos.com/es/blog/agricultura-sostenible/>
- Kumar, S., Yadav, A., Kumar, A., Hasanain, M., Shankar, K., Karan, S., Rawat, S., Sinha, A., Kumar, V., Gairola, A., Prajapati, S. K., & Dayal, P. (2023). Climate Smart Irrigation Practices for Improving Water Productivity in India: A Comprehensive Review. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(12), 333–348. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i123689>
- López Medina, M. S., Neri Ramirez, E., Rodríguez Morán, H. M., Moreno Ramírez, Y. del R., Rocandio Rodríguez, M., & Segura Martínez, T. de J. (2024). La Importancia de los Sistemas de Riego para el Uso Eficiente del Agua en la Agricultura. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 3507–3525.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12587
- López-Ridaura, S., Masera, O., & Astier, M. (2001). *Evaluando la sostenibilidad de los sistemas agrícolas integrados: El marco MESMIS*.
www.oikos.unam.mx/gira/english.htm
- Martínez, M. (2013). *Tecnologías para el uso sostenible del agua*.
www.gwpcentroamerica.org.
- Masera Cerutti, Omar., Astier, Marta., & López-Ridaura, Santiago. (2000). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS*. Mundi-Prensa México; Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada; Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ecología.
https://www.researchgate.net/profile/Marta-Astier/publication/299870632_Sustentabilidad_y_manejo_de_recursos_naturales_El_Marco_de_evaluacion_MESMIS/links/57068f7f08aea3d280211802/Sustentabilidad-y-manejo-de-recursos-naturales-El-Marco-de-evaluacion-MESMIS.pdf

- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2021). *Plan nacional de riego y drenaje*. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/12/PLAN-NACIONAL-DE-RIEGO-Y-DRENAJE-2021-2026-PARA-PUBLICAR.pdf>
- Molina, A., & Heredia Cristian. (2024). *Evaluación de la sustentabilidad de la zona 1 del proyecto de riego tecnificado del río San Juan-Patoa*. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/802cf3e4-5cb3-45ef-a318-7d5b20d53b3a/content>
- Mondragón, E. (2005). *Análisis de la eficiencia en el uso del recurso hídrico, en sistemas de agua de uso doméstico, en la Microcuenca del Río La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras* [CATIE]. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/305/Analisis_de_la_eficiencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Montesdeoca, A., Aguirre, P., Rosales, O., & Cabrera, S. (2021). *Protección de las fuentes de agua en la microcuenca del río Escudillas*. <https://sustentabilidadyambiente.wordpress.com/wp-content/uploads/2023/07/guia-areas-de-proteccion-hidrica2.pdf>
- Morales Villega, H. V., Pacheco Sánchez, A. G., Criollo Yumiceva, O. A., Pichucho Cando, A. J., & Núñez Guatumillo, R. A. (2025). Automatización de un Sistema de Riego por Aspersión Económico con Materiales Reciclables para Cultivos en la Ciudad de Latacunga. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 5865–5878. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15290
- Moreano-Ortiz, L., Alicia-Rodríguez, K., & González-Avellaneda, E. (2024). Educación Ambiental para Fortalecer el Cuidado de las Fuentes Hídricas como Sitios Sagrados, en Primaria en Tumaco, Nariño. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 1700–1723. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.14931
- Moreno, E., Celleri, R., & Rivas, D. (2023). Modified Irrigation Sustainability Index for the evaluation of irrigation systems in low-impact agricultural basins, case study in the upper Tarqui river basin, Ecuador. *EGU General Assembly 2023*, 24–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-10383>
- Mosquera-Ponce, J. D. C., Alvarado-Santacruz, F. J., Yumbo-Licuy, A. M., & Muñoz-Pinela, A. G. (2024). Análisis del Sistema de Producción Agropecuaria y su Contribución a la Economía Familiar en la Provincia de Pastaza. *Ciencia Latina*

Revista Científica Multidisciplinar, 8(3), 6838–6863.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11880

Murillo-Márquez, P., & Padilla-Bernal, L. E. (2021). Percepciones sobre sustentabilidad y gestión ambiental de los productores hortícolas bajo agricultura protegida y campo abierto. *Revista Gestión y Administración Para El Desarrollo*, 1(0), 8-34.
https://revistas.uaz.edu.mx/index.php/GestionAdmon/article/download/705/958/&ved=2ahUKEwiC_fD61-GVAxXBQTABHVWbCU8QFnoECBkQAQ&usg=AOvVaw22ukMhlePOScOY__ly1ltB

Ojeda, C. I. (2020). *Los sistemas de riego tecnificados y productividad de los agricultores del cantón Cevallos*.
<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b93df9b8-3e99-4a06-98dc-da021be7b3d5/content>

Ortiz, R., Pazmiño, J., & Chile, M. (2021). Eficiencias en el sistema de riego Tumbaco, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 14(1), 1–10. <https://doi.org/10.18779/cyt.v14i1.443>

Pardo, C. E. (2020). *Estadística descriptiva multivariada* (A. Olaya, Ed.; Primera edición).
https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79914/2.%20Estadística_DescRIPTIVA_Multivariada.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Patiño, S., & Valiente, Y. (2023). Identificación de factores que determinan el desarrollo rural en comunidades campesinas, 2018-2023: Revisión sistemática. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(1), 242–256.
<https://doi.org/10.35381/r.k.v8i1.2783>

Peña, L., & Zamora, G. (2015). *Análisis del impacto social, económico y financiero del proyecto del sistema de riego para la comunidad de Pisambilla, Parroquia Cangahua, Cantón Cayambe, Provincia Pichincha* [Universidad Politécnica Salesiana].
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9432%3Flocale%3Den&ved=2ahUKEwiPqcPD2eGVAxWaSzABHcu4C6oQFnoECBkQAQ&usg=AOvVaw1Sgw3sYVIVBAUIYQROOrBV>

Pomboza, P., Guerrero, D., & Curay, S. (2024). Impacts of irrigation technology in peasant family production systems. *Agroindustrial Science*, 14(2), 175–182.
<https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2024.02.10>

- Quijano-Alvarado, A., & Miranda-Montaña Lina Fernanda. (2019). *Caracterización, tipificación y clasificación de los sistemas de producción de cebolla de bulbo (Allium cepa L.) en el distrito de riego del Alto Chicamocha (DRACH)*. <https://repositorio.uptc.edu.co/entities/publication/3c8ed5f2-66b6-460f-9288-877bb278eecd>
- Raffo-Follecó, L. A. (2021). *Evaluación y sustentabilidad en fincas de producción de Pitahaya con manejo orgánico y convencional (Hylocereus undatus sp)* [Universidad Agraria del Ecuador]. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3312/html>
- Real-Recalde, J. A. (2022). *Sustentabilidad de sistemas de riego por aspersión comunitarios: caso de estudio “Asociación Agropecuaria 17 de junio”, parroquia Cangahua, cantón Cayambe*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24510/1/MSQ528.pdf>
- Reina-Castro, J. L. (2016). *Sustentabilidad de los sistemas agropecuarios en la zona del proyecto de riego Carrizal-Chone etapa I (Manabí, Ecuador)*. https://www.researchgate.net/publication/323725434_Sustentabilidad_de_los_sistemas_agropecuarios_en_la_zona_del_proyecto_de_riego_Carrizal-Chone_Etapa_I_Manabi-Ecuador
- Rojas, R., Alvarado-Huamán, L., Borjas-Ventura, R., Carbonell, E., Castro-Cepero, V., & Julca-Otiniano, A. (2021). Sustainability in conventional and organic coffee farms (*Coffea arabica* L.) in the Valley of Alto Mayo, San Martín, Peru. In *Revista Iberoamericana de Viticultura Agroindustria y Ruralidad* (Vol. 8, Number 23, pp. 1–13). Institute of Advanced Studies, University of Santiago de Chile. <https://doi.org/10.35588/rivar.v8i23.4916>
- Rojas, F. E., & Saavedra-Mera, K. A. (2022). Diversificación de Cultivos y su Impacto Económico en las Fincas Ecuatorianas. *Revista Científica Zambos*, 1(1), 51–68. <https://doi.org/10.69484/rcz/v1/n1/21>
- Ruiz, D. O., Martínez, J. I., & Figueroa, A. C. (2015). Agricultura sostenible en ecosistemas de alta montaña. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(1). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612015000100015
- Secretaría Nacional de Planificación. (2024). *Objetivos de desarrollo sostenible*. <https://www.odsecuador.ec/#>

- Serrano, D. (2025). *Riego tecnificado como una medida de adaptación al cambio climático. Eficiencia hídrica para un futuro sostenible*.
<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/download/8310/10166/46004>
- Simbaña Tejada, G. A., Cedeño, J., De la Torre, S., & Fonseca, R. (2024). Sistema de Riego por Goteo para Invernaderos Utilizando Energía Fotovoltaica. *Revista Ingeniería e Innovación Del Futuro*, 3(2), 52–66. <https://doi.org/10.62465/riif.v3n2.2024.78>
- Software-AGRI. (2023). *Riego Eficiente: Optimizando el Agua en la Agricultura*.
<https://www.agri.cl/riego-eficiente-optimizando-el-agua-en-la-agricultura/>
- Solano, M. V. (2024). *Estudio del impacto de los sistemas de riego en el desarrollo sostenible de la producción agropecuaria en la comuna Cereza Bellavista, Santa Elena, Ecuador* [Universidad Península de Santa Elena].
<https://repositorio.upse.edu.ec/items/019709c6-6237-4f71-8a3b-928ee7982015>
- Tonolli, A. J., & Ferrer, C. S. (2018b). Comparación de marcos de evaluación de agroecosistemas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21, 487–504.
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/82243&ved=2ahUKEwjszeWf4OGVAxVhTTABHWNjKXwQFnoECBwQAQ&usg=AOvVaw23k3zSDRmcA1KrayxBB6Ya>
- Torres, G. P., Durand, L. M., Quispe, H. A., Linares, J. L., Segura, G. T., Calderón, R., Vásquez, H. V., Maicelo, J. L., Ampuero, G., Robles, R. R., & Saucedo, J. A. (2023). Sustainability of livestock farms: The case of the district of Moyobamba, Peru. *Heliyon*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13153>
- Urgilés Rodríguez, M. G. (2024). *Evaluación de la sustentabilidad del sistema de producción de Lycopersicum esculentum en la parroquia Bulán, cantón Paute, provincia del Azuay, Ecuador* [Universidad Andina Simón Bolívar].
<https://repositorio.uasb.edu.ec/items/17c321d1-e694-4062-9ffb-5aa74388fd2b>
- Valera-Aredo, J. C. (2022). *Políticas de diversificación productiva para el desarrollo sostenible de la región Lambayeque*.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/78777/Valera_AJC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vásquez, A., Vásquez, I., Vásquez, C., & Cañamero, M. (2017). *Fundamentos de la ingeniería de riegos* (Primera). <https://www.casadelriegoecuador.com/wp-content/uploads/2020/09/Ingenier%C3%ADa-de-Riegos-ABSALON.pdf>

- Vera-Conforme, N. A. (2024). Uso de energías renovables en sistemas agropecuarios. *Visión Académica*, 2(1), 1–11. <https://doi.org/10.70577/p77v4s14>
- Vera-Vaca, M. P., & Sánchez-Briones, Y. A. (2025). *Diversificación Agrícola: Desafíos para la Ruralidad Ecuatoriana*. MQRInvestigar, 9(4), e1262. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.4.2025.e1262>
- Viafara, C. A., Sánchez, L. D., & Echeverri, A. F. (2021). Valoración de la sostenibilidad del sistema de riego localizado de alta frecuencia del minidistrito de riego ASOLABELLA, Municipio de Pereira. *Revista EIA*, 1–17. <https://doi.org/10.24050/reia>
- Villacís, B. (2012). *Diseño de un Sistema de Riego por Aspersión* [Universidad San Francisco de Quito]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1991/1/103686.pdf>
- Yépez-Intriago, A., López-López, L., & Verdesoto-Tenorio, B. (2025). Diseño hidráulico de redes principales y parcelarias del sistema de riego por aspersión en el sector Chaupiloma II - Píllaro. *Revista Científica y Arbitrada Del Observatorio Territorial, Artes y Arquitectura: FINIBUS*, 8(15), 59–68. <https://doi.org/10.56124/finibus.v8i15.006>

ANEXOS

Anexo 1. Resultado de sistema Antiplagio Compilatio

La libertad, 05 de mayo de 2026

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de titulación denominado **“EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL USO DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS EN LA COMUNA GUAYAMA, CANTÓN SIGCHOS”**, bajo la modalidad de titulación MODALIDAD INFORME DE INVESTIGACIÓN, elaborado por la Ing. DANIELA CHAFLA JANETA, de la **MAESTRIA EN AGROPECUARIA MENCIÓN EN GESTIÓN DEL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE, DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COMPILATIO, luego de haber cumplido los requisitos exigidos de valoración, el presente proyecto ejecutado, se encuentra con 3% de la valoración permitida, por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Atentamente,

The screenshot displays the 'Certificado de análisis' from 'Compilatio Magister+ | UPSE-ECU'. It details the analysis of the document 'EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL USO DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS...'. The report shows a 3% similarity score, categorized as 'Textos sospechosos'. Metadata includes the file name, original size (962.62 KB), word count (15,935), and character count (106,601). The depositor is Segundo Benedicto Valle Ramírez, with a deposit date of April 29, 2026. A summary section titled 'Resumen (sección 1/2)' shows a visualization of suspicious text locations within the document.

Certificado de análisis
Compilatio Magister+ | UPSE-ECU

EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL USO DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS...

ID : 242bae4872af6ac76dd455fae8247499a009f1f4

3%
Textos sospechosos

Nombre del fichero : EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL USO DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS...txt
Tamaño del archivo original : 962,62 KB
Número de palabras : 15,935
Número de caracteres : 106601

Depositante : SEGUNDO BENEDICTO VALLE RAMÍREZ
Fecha de depósito : 29 de abril de 2026
Tipo de carga : Interfaz
Fecha de fin de análisis : 29 de abril de 2026

Resumen (sección 1/2)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Validar únicamente en FirmasEC.
Firmado electrónicamente por:
SEGUNDO BENEDICTO VALLE RAMÍREZ

Ing. Segundo Benedicto Valle Ramírez, Ph.D.
C.I. 1600538894
TUTOR

Anexo 2. Encuesta

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

INSTITUTO DE POSGRADO

TEMA: EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL USO DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS EN LA COMUNA GUAYAMA, CANTÓN SIGCHOS.

En la presente investigación, tiene como objetivo evaluar la sustentabilidad del sistema de riego por aspersión en el sistema productivo de la junta de agua, por lo cual solicitamos su colaboración para la confiabilidad de los datos.

Nombre y Apellidos:

Cédula:

Teléfono:

Caracterizar los sistemas productivos de los usuarios del sistema de riego por aspersión en la comuna Guayama.

1.Cuál es su Género

Masculino

Femenino

Otro

No desea responder

2. Cuál es su Edad

Menor a 20 años

21 -30 años

31 - 40 años

41 - 50 años

51 - 60 años

Mayor a 61 años

3. Cuál es su Nivel de educación

Primaria

Secundaria

Universidad

Sin estudios

4. Número de miembros de la familia (incluyendo el productor)

1

2

3

4

5

más de 5

5. A que actividad se dedica principalmente

Agricultura

Ganadería

Ambas

Otros:

6. Que cultivos produce

Cultivos transitorios (Maíz, chochos, etc)

Cultivos Perennes (Frutales, etc)

Pastos cultivados

7. Cuantos años se dedica a la actividad agropecuaria

1-3 años

4-7 años

8-11 años

Más de 12 años

8. Superficie de terreno destinado a la producción (ha) agropecuaria

Menos 1

2 a 3

3 a 4

4 a 5

Más de 5

9. El terreno que trabaja es

Propio

Arrendado

Prestado

Comunal o Asociado

10. Cuenta con acceso al sistema de riego por aspersión

Si

No

11. Cuantas hectáreas dispone de riego

Menos a 1

1 a 2

3 a 4

4 a 5

Más de 5 ha

12.Cuál es la fuente del agua de riego

Pozo

Canal

Rio

Reservorio

13. Quienes de su familia participan en las labores agrícolas

Jefe de hogar

Esposa

Hijo/a

Todos

14. Número de horas que dedica a la unidad productiva

menos a 2

2 a 4

4 a 6

6 a 8

más de 8

15. Cuenta con mano de obra contratada para sus cultivos o ganado

Si

No

4. OBJETIVO 2: Determinar la sustentabilidad del sistema de riego por aspersión bajo la percepción de los usuarios de la comuna Guayama.

Productivo

16. En qué medida ha mejorado el rendimiento en sus cultivos luego de la implementación del sistema de riego por aspersión

Nada

Muy poco

Poco

Moderado

Mucho

17. En qué medida considera que sus ingresos agrícolas han mejorado gracias al uso del riego por aspersión

Nada

Muy poco

Poco

Moderado

Mucho

18. Qué tan satisfecho/a se siente con la relación entre el esfuerzo que invierte en el riego y los resultados que obtiene

Nada

Poco

Neutral

Satisfecho

Muy satisfecho

Equidad

19. Considera que el acceso al sistema de riego es equitativo para todos los usuarios

Nunca

Rara vez

A veces

A menudo

Siempre

20. Cómo calificaría su participación y la de otros miembros de la comunidad (mujeres, jóvenes) en las decisiones sobre el manejo del riego

Nula

Poca

Regular

Mucha

Muy Alta

21. Qué tan equitativa considera la asistencia de mujeres y hombres a las capacitaciones ofrecidas sobre el sistema de riego?

Muy desigual

Desigual

Moderada

Similar

Muy equitativo

Estabilidad

22. Qué tan constante es el abastecimiento de agua que recibe del sistema de riego a lo largo del año

Muy inconstante

Inconstante

Neutral

Constante

Muy contante

23. Qué tan dependiente es el sistema de riego de factores externos como la energía eléctrica o insumos para funcionar correctamente

Muy dependiente

Dependiente

Neutral

Poco Dependiente

Muy poco dependiente

24. Con qué frecuencia realiza usted el mantenimiento de su sistema de riego

Nunca

Anual

Semestral

Trimestral

Mensual

25. En qué medida cree que el sistema de riego por aspersión ha contribuido a la conservación del suelo en su terreno

Desconoce

nada

poco

Regular

Mucho

Adaptabilidad

26. Considera que usted o su comunidad han aplicado estrategias para adaptarse a cambios climáticos (como sequías o vientos fuertes) en relación con el uso del riego

Nunca

Rara vez

A veces

A menudo

Siempre

27. Cómo calificaría su acceso a información o asistencia técnica sobre el uso eficiente del sistema de riego

Muy poco

Poco

Regular

Bueno

Muy bueno

28. Ha realizado cambios o innovaciones en el manejo de su sistema de riego en los últimos años (cambios de mangueras, aspersores, sensores, filtros)

Nunca

Rara vez

A veces

A menudo

Siempre

Autogestión

29. Con qué frecuencia participa usted en la gestión y las decisiones sobre el sistema de riego

Nunca

Rara vez

A veces

A menudo

Siempre

30. Cómo calificaría la capacidad de organización comunitaria de los usuarios del sistema de riego

Muy baja

Baja

Regular

Alta

Muy Alta

31. Qué tan a menudo resuelven sus problemas técnicos o conflictos internos sin la intervención de instituciones externas

Nunca

Rara vez

A veces

A menudo

Siempre

Resiliencia

32. Cómo calificaría la capacidad de su comunidad para recuperarse rápidamente ante una falla importante en el sistema de riego

Muy baja

Baja

Regular

Alta

Muy Alta

33. Actualmente que tan diversificadas son sus actividades productivas (crianza de animales, variedad de cultivos).

Nada

Poca

Moderado

Alta

Muy Alta

34. En su experiencia, ¿con qué frecuencia han ocurrido eventos climáticos extremos (como heladas o sequías) que afecten sus cultivos o el sistema de riego?

Nunca

Rara vez

Algunas Veces

Alta

Muy a menudo

Anexo 3. Matriz de validación del instrumento.

Experto	Componente	Grado Académico	Criterios Evaluados	Dictamen Final	Firma de aprobación
Experto 1	Ing. Agrónomo especialista en Riego y Drenaje	PRITEP - MAGP (Componente Agrícola / Técnico)	Claridad, Pertinencia, Coherencia	Aplicable sin modificaciones	 Validado dictamen de Firmas: Firmado #dictamen de Firmas por: ADRIANA JACQUELINE SALAZAR TORO
Experto 2	Ing. Civil, especialista en Riego	PRITEP - MAGP (Componente Técnico)	Claridad, Pertinencia, Coherencia	Aplicable con modificaciones sugeridas	 Validado dictamen de Firmas: Firmado #dictamen de Firmas por: PEDRO NAPOLEON GAVILANEZ GARCIA
Experto 3	Ing. Civil, especialista en riego	PRITEP - MAGP (Componente Técnico)	Claridad, Pertinencia, Coherencia	Aplicable sin modificaciones	 Validado dictamen de Firmas: Firmado #dictamen de Firmas por: ALEXANDRA GEOMAYRA GUANO GUANO
Experto 4	Ing. Ambiental, especialista en Riego	PRITEP - MAGP (Componente Ambiental / Técnico)	Claridad, Pertinencia, Coherencia	Aplicable sin modificaciones	 Validado dictamen de Firmas: Firmado #dictamen de Firmas por: PAULINA MARGOTH CALVOPINA PROANO
Experto 5	Ing. Agrónomo especialista en riego	PRITEP - MAGP (Componente Social / Técnico)	Claridad, Pertinencia, Coherencia	Aplicable sin modificaciones	 Validado dictamen de Firmas: Firmado #dictamen de Firmas por: NINA PACARI QUINDIGALLE VEGA
PROMEDIO GLOBAL				Instrumento Validado	

Anexo 4. Puntos críticos de diagnóstico e indicadores para la evaluación de la sustentabilidad del sistema de riego por aspersión en Guayama, Cantón Sigchos

Atributo	Criterios de diagnóstico	Puntos críticos	Indicadores	AE	MM	Escala Likert de 5
Productividad	Productividad percibida	Algunos productores no perciben mejoras claras en su producción	Aumento del rendimiento de cultivos con el riego por aspersión.	E	a	1 = Nada 2 = Muy poco 3 = Poco 4 = Moderado 5 = Mucho
		Perciben Ingresos inestables; depende de los mercados y no solo del riego	Incremento en los ingresos agrícolas	E	a	1 = Nada 2 = Muy poco 3 = Poco 4 = Moderado 5 = Mucho
		Percepción de que el esfuerzo es alto y los resultados no siempre justifican la inversión	Relación entre esfuerzo invertido y resultados obtenidos.	E	a	1 = Nada satisfecho 2 = Poco satisfecho 3 = Neutral 4 = Satisfecho 5 = Muy satisfecho
Equidad	Acceso equitativo al sistema de riego por aspersión	Horarios de riego percibidos son desfavorables para mujeres o pequeños agricultores	Acceso equitativo al sistema de riego por aspersión.	S	a	1 = Nunca 2 = Rara vez 3 = A veces 4 = A menudo 5 = Siempre
		Perciben escasa representación de mujeres y jóvenes	Participación en decisiones sobre el riego.	S	a	1 = Nula 2 = Poca 3 = Regular 4 = Mucha 5 = Muy alta

Atributo	Criterios de diagnóstico		Puntos críticos	Indicadores	AE	MM	Escala Likert de 5
Estabilidad	Acceso por Género		La capacitación percibida se dirige principalmente a hombres, excluyendo a las mujeres productoras	Asistencia equitativa de mmujeres a capacitaciones sobre el sistema de riego.	S	a	1 = Muy desigual 2 = Desigual 3 = Moderada 4 = Similar 5 = Muy Equitativa
			Perciben interrupciones frecuentes, especialmente en temporada seca	Constancia en el abastecimiento de agua para el riego.	A	a	1 = Muy inconstante 2 = Inconstante 3 = Neutral 4 = Constante 5 = Muy constante
			Perciben alta dependencia de energía eléctrica y poca preparación ante fallos del sistema.	Dependencia de factores externos (energía, insumos).	A	a	1 = Muy dependiente 2 = Dependiente 3 = Neutral 4 = Poco dependiente 5 = Muy poco dependiente
	Estabilidad del uso del sistema de riego por aspersión		No existe un mantenimiento regular percibido.	Mantenimiento del sistema de riego	E	a	1 = Nunca 2 = Anual 3 = Semestral 4 = Trimestral 5 = Mensual
	Conservación del suelo		Perciben riesgo de erosión y degradación del terreno	Contribución del sistema de riego a la conservación del suelo	A	a	1 = desconoce 2 = nada 3 = poco 4 = regular 5 = mucho

Atributo	Criterios de diagnóstico	Puntos críticos	Indicadores	AE	MM	Escala Likert de 5
Adaptabilidad	Capacidad de adaptación, innovación frente a cambios climáticos	Productores perciben cambios en el clima, pero no aplican estrategias adaptativas.	Capacidad de adaptación frente al cambio climático	A	a	1 = Nunca 2 = rara vez 3 = A veces 4 = A menudo 5 = Siempre
		Perciben una falta de asistencia técnica oportuna sobre manejo del riego y buenas prácticas.	Acceso y uso de información técnica	S	a	1 = Muy poco 2 = Poco 3 = Regular 4 = Bueno 5 = Muy bueno
		Perciben resistencia o falta de recursos para introducir mejoras en el sistema de riego.	Innovación y cambios en el manejo del riego	S	a	1 = Nunca 2 = rara vwz 3 = a veces 4 = A menudo 5 = siempre
Autogestión	Participación y organización comunitaria	Perciben baja participación de ciertos grupos (mujeres, jóvenes, pequeños productores) en la gestión del sistema.	Participación en la gestión del sistema de riego	S	a	1 = Nunca 2 = Rara vez 3 = A veces 4 = A menudo 5 = Siempre
		Perciben una falta de cohesión social y sentido de pertenencia entre los usuarios del sistema	Capacidad de organización comunitaria	S	a	1 = Muy baja 2 = Baja 3 = Regular 4 = Alta 5 = Muy alta
		Perciben una alta dependencia de instituciones externas para resolver fallas técnicas o conflictos.	Confianza en la capacidad local para resolver problemas	S	a	1 = nunca 2 = rara vez 3 = a veces 4 = a menudo

Atributo	Criterios de diagnóstico	Puntos críticos	Indicadores	AE	MM	Escala Likert de 5
Resiliencia	Capacidad de respuesta ante eventos	Falta de preparación y organización percibida para responder rápidamente a emergencias	Capacidad de recuperación ante fallas en el sistema de riego	S	a	5 = Siempre 1 = Muy baja 2 = Baja 3 = Regular 4 = Alta 5 = Muy alta
		Perciben alta dependencia de un solo tipo de cultivo o actividad	Diversificación de actividades productivas	S	a	1 = Nada 2 =Poca 3 = moderada 4 = Alta 5 = Muy alta
		Perciben baja capacidad de respuesta organizada ante eventos extremos	Experiencia previa con eventos climáticos extremos	S	a	1 = Nunca 2 = Rara vez 3 = algunas veces 4 = a menudo 4 = muy a menudo
AE= Áreas de evaluación: E: Económico; S: Social; A: Ambiental			MM: Métodos de medición	a: Encuestas		

Anexo 5. Registro fotográfico



Fotografía 1. Reunión de socialización



Fotografía 2. Socialización usuarios junta de riego.



Fotografía 3. Aplicación de encuestas