

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Ambiente y Sustentabilidad

Maestría en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo

**Evaluación de la sustentabilidad del sistema de producción de
Lycopersicon esculentum en la parroquia Bulán, cantón Paute,
provincia del Azuay, Ecuador**

María Gabriela Urgilés Rodríguez

Tutor: Xavier León Vega

Quito, 2024



Cláusula de cesión de derecho de publicación de tesis

Yo, Urgilés Rodríguez María Gabriela, autora de la tesis intitulada “Evaluación de la sustentabilidad del sistema de producción de *Lycopersicum esculentum* en la parroquia Bulán, cantón Paute, provincia del Azuay, Ecuador”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

29 de marzo del 2024

Firma:

Handwritten signature in blue ink, reading "Gabriela Urgilés Rodríguez".

Resumen

En la parroquia Bulán existen aproximadamente 250 hectáreas dedicadas a la producción de hortalizas y frutas (incluyendo el tomate riñón) con una producción media de 15 a 25 toneladas por hectárea al año, por lo tanto, la mayoría de las familias campesinas están dedicadas al sector agroindustrial, siendo su principal fuente de ingresos económicos. El objetivo de este estudio es evaluar la sustentabilidad del sistema de producción del cultivo de *lycopersicum esculentum* (tomate riñón) en la parroquia Bulán, cantón Paute, provincia del Azuay, Ecuador. La metodología utilizada se basa en el Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS), analizando indicadores en los ámbitos social, ambiental y económico. Estos indicadores fueron ponderados y clasificados en una escala de beneficios de bajo, medio y alto. Para esto, se aplicó una entrevista semiestructurada dirigida a 20 productores agrícolas distribuidos en las ocho comunidades de parroquia Bulán. En base a la información analizada se obtuvieron los siguientes resultados: a) El indicador social tuvo una ponderación de 5,5 que indicó un nivel medio de beneficios. Las familias dependen de prestaciones bancarias para financiar su producción agrícola de tomate riñón, y no reciben ninguna ayuda económica u orientación de parte del GAD del Cantón Paute; b) El indicador económico obtuvo una ponderación de 3,9 que indica un nivel bajo de beneficios. Este resultado nos indica que las familias campesinas analizadas realizan una inversión económica asimétrica en función a lo esperado en ganancias; dado sobre todo a que existen gastos inesperados y a la participación de intermediarios en la comercialización de los productos agrícolas con los diferentes mercados nacionales; c) El indicador ambiental tuvo una ponderación de 3,95 que indica un nivel bajo de beneficios ambientales. Esto significa que las técnicas de cultivo agroindustrial no son pensadas para cuidar el medio ambiente y priorizan la intensificación de la producción, la sobreexplotación del suelo y el uso intensivo de fertilizantes y pesticidas. En conclusión, el presente estudio muestra que las familias producen tomate riñón en invernaderos intensivos en la parroquia Bulán, siendo en la mayoría de los casos formas no sustentables socialmente, económicamente y ambientalmente, situación que podría mejorar si diversificarán sus cultivos utilizando técnicas basadas en la agroecología.

Palabras clave: agricultura, sistemas agrícolas, cultivo de tomate riñón, agroecología

Agradezco a mi tutor Xavier León, por su acompañamiento en este tiempo.

A mi familia y amigos, por ser un apoyo fuerte.

Tabla de contenidos

Resumen	5
Figuras y tablas	9
Introducción	11
Capítulo primeroSustentabilidad de los sistemas agrícolas y la producción agraria de Lycopersicum Esculentum	17
1. Agricultura convencional o producción agroindustrial y su impacto en el ambiente	17
1.1. Características de la agricultura agroindustrial	19
1.2. Fuerza de trabajo campesina: El agricultor	19
2. Agroecología un nuevo modelo agrícola.....	20
3. Sistemas de producción agrícola.....	21
1.1. Importancia de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas.....	22
1.2. Indicadores de sustentabilidad en la producción agrícola – MESMIS	23
Capítulo segundo.....	25
Producción agrícola del tomate Lycopersicum esculentum en la Sierra ecuatoriana.....	25
1. Características de la Región Andina	25
2. Producción agroindustrial de tomate Lycopersicum esculentum.....	27
1.2. Caracterización del sistema de producción de Lycopersicum esculentum en la parroquia Bulán.....	30
Capítulo terceroMetodología.....	33
1. Métodos e instrumentos de recolección de información primaria.....	35
2. Descripción de la zona de estudio	38
3. Medición de la sustentabilidad de los sistemas de las fincas en estudio	39
Capítulo cuartoResultados y discusión	42
1. Descripción de la zona de estudio	42
2. MESMIS: Puntos críticos de la investigación	43
1.1. Ámbito social	43
1.2. Ámbito económico	44
1.3. Ámbito ambiental	47
3. Análisis de la sustentabilidad de los sistemas de producción.....	50
Conclusiones y recomendaciones.....	54
Lista de referencias	58
Anexos.....	64
Anexo 1: Generalidades de la entrevista	64
Anexo 2: Uso de fertilizantes e insecticidas en los cultivos.....	70

Anexo 3: Parte de los desechos de los cultivos sobrantes	71
Anexo 4: Sistema de riego por goteo dentro de los cultivos	72
Anexo 5: Cajas de almacenamiento de tomates	73
Anexo 6: Agricultores propietarios de los diferentes predios	74

Figuras y tablas

Figura 1. Progresión entre agricultura tradicional, revolución verde y agricultura convencional.	11
Figura 2. Imagen de la Sierra ecuatoriana.	26
Figura 3. Imagen de la provincia del Azuay, País Ecuador.	29
Figura 4. Cultivos de tomate bajo invernadero.	30
Figura 5. Cultivos de tomate bajo invernadero.	31
Figura 6. Estructura de los cultivos de tomate bajo invernadero.	31
Figura 7. Invernaderos abandonados.	32
Figura 8. Estructura general de MESMIS.	33
Figura 9. MESMIS: Puntos críticos de la investigación.	34
Figura 10. Mapa de la parroquia Bulán.	36
Figura 11. Mapa del Cantón Paute, parroquia Bulán.	39
Figura 12. Financiamiento de las familias agricultoras de la parroquia Bulán.	44
Figura 13. Variedad en la producción agrícola de la parroquia Bulán.	45
Figura 14. Destino de venta de la producción de tomate riñón de la parroquia Bulán.	47
Figura 15. Labores culturales para la preparación del suelo en el cultivo de tomate en la parroquia Bulán.	49
Figura 16. Tratamiento de residuos orgánicos en el cultivo de tomate en la parroquia Bulán.	49
Figura 17. Sistema de riego en el cultivo de tomate en la parroquia Bulán.	50
Figura 18. Análisis general de los indicadores de sustentabilidad.	52
Tabla 1 Aspectos por evaluar dentro de los indicadores de sustentabilidad	35
Tabla 2 Descripción de los entrevistados	37
Tabla 3 Puntuaciones del ámbito social	40
Tabla 4 Puntuaciones del ámbito económico	40
Tabla 5 Puntuaciones del ámbito ambiental	40
Tabla 6. Sistema de ponderación para determinar el nivel de sustentabilidad	41
Tabla 7 PEA según la actividad y sexo de la población de Bulán	42
Tabla 8 Ámbito social: indicadores familiares y financiamiento de la producción	43
Tabla 9 Ámbito económico: rentabilidad de la producción agrícola ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 10 Producción agrícola, y ganancia económica del cultivo de tomate riñón	46
Tabla 11 Ámbito ambiental: indicadores agropecuarios	47
Tabla 12 Análisis general de los indicadores de sustentabilidad	51

Introducción

Luego de la segunda guerra mundial se consolidó el modelo de revolución verde, el cual se basa en el uso de plaguicidas, herbicidas, fertilizantes químicos, semillas híbridas y maquinaria agrícola pesada, (Ceccon 2008). La Revolución Verde (RV) subordinó a la agricultura tradicional, descartando técnicas tradicionales, el uso de abonos verdes, el manejo ecológico de la materia orgánica, y el control biológico de plagas (Camacho 2017; Gonnella 2018). En la figura 1, se representa la dinámica de la RV y la agricultura convencional o industrial.

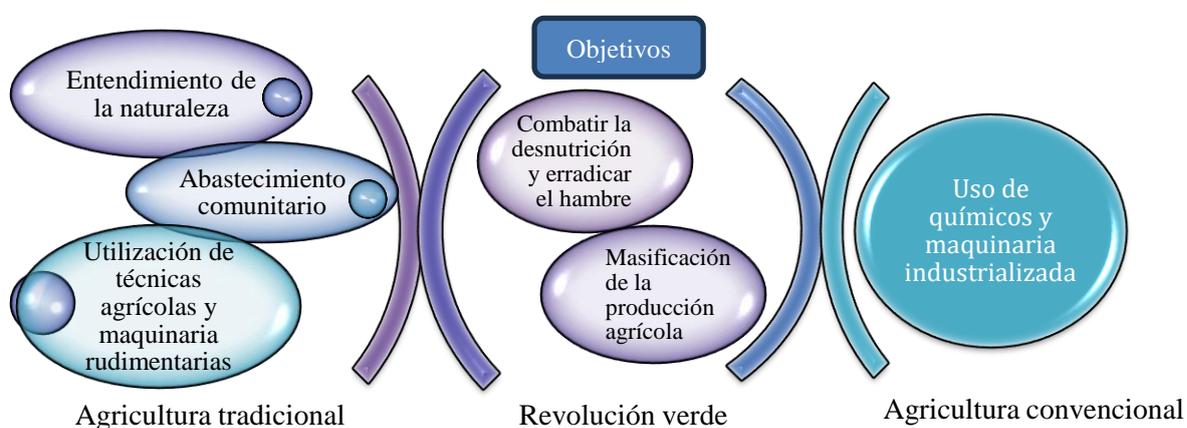


Figura 1. Progresión entre agricultura tradicional, revolución verde y agricultura convencional.

Fuente y elaboración propias.

Este tipo de agricultura convencional o industrial al masificar la producción de alimentos fomentó el uso de técnicas agrícolas nocivas para el entorno natural. Principalmente, el uso de agroquímicos (abonos, fertilizantes y pesticidas), la intensificación de la producción en monocultivo, además, del uso de maquinaria pesada.

En la práctica, la agricultura agroindustrial utiliza el monocultivo a gran escala, empleando poca mano de obra, gran cantidad de químicos y maquinaria pesada (Huerta, Martínez, y Colon 2018); por un lado, a corto y mediano plazo el monocultivo permite obtener una rápida producción agrícola con métodos de control relativamente sencillos de mantener (Liceaga 2015), y con esto, aumenta la producción del producto y desciende su precio en el mercado (Clavijo 2013). En contraposición, el monocultivo genera la

degradación del suelo debido a la falta de rotación de cultivos, trayendo consigo plagas difíciles de combatir (Fernández, Rush, y Plencovich 2019). Es decir, que bajo el método del monocultivo es posible aumentar la producción agrícola, aunque su ejecución no fomenta la conservación del suelo, ni el reciclaje de nutrientes y destruye la microfauna (Chávez 2021; Chalán 2019).

El monocultivo al emplear una mayor cantidad de fertilizantes artificiales y plaguicidas químicos por un extenso periodo de tiempo tiene una alta probabilidad a desequilibrar las propiedades del suelo, destruyendo la biodiversidad, desapareciendo una gran cantidad de microorganismos del suelo, que son muy importantes para proteger a los cultivos (Altieri y Nicholls 2000; Rosset y Altieri 2018). Además, el uso frecuente de los mismos productos químicos puede provocar dependencia en el tratamiento de los cultivos, haciendo que el producto alimentario tenga concentraciones elevadas de químicos, esto indica que la producción agroindustrial a largo plazo puede atentar a la seguridad alimentaria (CEPAL, s. f.; Bins 2020).

Es por esto, que las prácticas agroindustriales mediante el uso excesivo de grandes cantidades de químicos en los cultivos, y las nuevas técnicas agrícolas degradan el suelo, contaminan el agua y destruyen la biodiversidad propia de cada terreno (Araujo 2019; Huerta, Martínez y Colon 2018; Camacho 2017); lo que, trae como principal consecuencia la erosión en el suelo.

Aunque la agricultura industrial es la actividad de labranza que más daña el suelo (Ohliger 2017), también es la principal forma de producción de alimentos promovida por los gobiernos a nivel mundial (Alborno 2020). Razón por la que, actualmente, se promueve el uso de técnicas agrícolas que fomenten la sostenibilidad en los sistemas de producción agroindustriales. Así, la sostenibilidad garantiza el cuidado del medio ambiente, equidad social y económica (CEPAL s. f.).

Sin embargo, el suelo debido a la explotación agroindustrial, el uso excesivo de agroquímicos, la invasión de terrenos forestales para ampliar los cultivos agreda y contamina la biodiversidad y deteriora las propiedades del suelo (Djafar, Hisyam y Husaini 2016). Por lo tanto, la falta de rotación en los cultivos y los químicos en el suelo repercuten en la calidad nutricional del producto, en el medio ambiente e incluso en la seguridad alimentaria. Lo cual ya es un problema social, ambiental y económico al no ser sustentable (Altieri y Nicholls 2000). Principalmente, los efectos negativos en el medio ambiente ocurren por el uso de fertilizantes y pesticidas químicos (por ejemplo, los neonicotinoides), así como también, la contaminación del agua (Ohliger 2017;

Camacho 2017); además, que la masificación de los cultivos aumenta la producción, pero baja la calidad nutricional de los alimentos (León 2018; Mirafuentes y Salazar 2022). Por otro lado, la industrialización de la agricultura disminuye el empleo de mano de obra rural y no garantiza una rentabilidad económica al productor, debido a que requiere de gran inversión y recursos para mantener su cultivo, siendo menos inclusiva en las economías en desarrollo (Kay y Vergara 2018).

Ante los diversos impactos socioeconómicos y ambientales de la revolución verde, se empezó a proponer buenas prácticas de agricultura sostenible y de soberanía alimentaria por parte de las organizaciones campesinas. Diversos estudios indican que una mayor implementación de agricultura basada en la agroecología aumenta la soberanía alimentaria de los pueblos (Ceccon 2008; Gonnella 2018; Huerta, Martínez y Colon 2018).

En Ecuador, un porcentaje importante de la población se dedica a la agricultura (García 2013); sin embargo, la agricultura se ve afectada por plagas, enfermedades y falta de agua, las cuales dificultan su producción. Adicionalmente, las políticas agrícolas en el país no son las suficientes para respaldar la producción campesina a pequeña escala (FAO 2018). Debido a los problemas económicos y de producción que manifiestan los campesinos y agricultores, es posible que su trabajo se asocie a altos índices de pobreza, y, en consecuencia, la población campesina muestra una alta predisposición a migrar a entornos urbanos, tanto fuera como dentro del país (Alvarado, Correa y Tituaña 2017).

Por otro lado, según la FAO (2013) las hortalizas han mostrado un aumento significativo en su producción a nivel mundial. En el Ecuador, el cultivo de *Lycopersicon esculentum* (también llamado tomate riñón) ha tomado impulso debido a su supuesta alta rentabilidad, debido a que se requiere poca cantidad de tierra debido al uso de cubiertas de plástico o invernaderos. Según datos del INEC, la región del Austro ocupa el tercer puesto en producción de tomate riñón a nivel del país (INEC 2000). Dentro de la región del Austro, el cantón Paute, ubicado en la provincia de Azuay, se constituye una zona agrícola importante; siendo la parroquia de Bulán una de las más relevantes en cuanto a producción agrícola, pues el 77 % de su población se dedica a esta actividad, especialmente a la producción de tomate riñón (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Bulán 2027).

Según Reinoso (2015), el cultivo de tomate riñón dado que se adapta a los diferentes climas y/o microclimas de distintas zonas andinas se constituye como la principal fuente de ingresos de los agricultores de la Parroquia Bulán. En ese sentido,

estos agricultores, para no perder sus cultivos, usan intensivos plaguicidas, sin considerar las consecuencias inmediatas y a futuro del uso indiscriminado de químicos en los cultivos (Rakesh et al.). 2013). Debido a la gran cantidad de químicos que se usan para las hortalizas en invernadero, en la mayoría de los casos se han convertido en siembras insostenibles económica y ambientalmente (Bellon y Penvern 2014).

Este estrés al que están siendo sometidos los sistemas de producción agrícola, podrían desembocar en una amenaza directa a la soberanía alimentaria de los productores y consumidores de la región Austral en general. Debido a esto, este tipo de monocultivos son considerados, producciones agrícolas no sustentables (Altieri, y Nicholls 2000). Por lo tanto, se considera importante responder la siguiente pregunta: ¿Qué tan sustentables son los sistemas de producción agrícola basados en el monocultivo del tomate riñón en invernadero en la parroquia Bulán, cantón Paute, provincia del Azuay, Ecuador?

Objetivo general

Evaluar la sustentabilidad del sistema de producción del monocultivo de *lycopersicum esculentum* (tomate riñón) en la parroquia Bulán, cantón Paute, provincia del Azuay, Ecuador.

Objetivos específicos

- Caracterizar los sistemas productivos agrícolas de *lycopersicum esculentum* la parroquia Bulán.
- Evaluar la sustentabilidad de los subsistemas de las fincas en estudio, mediante el marco metodológico de MESMIS.
- Identificar qué transformaciones se podrían implementar a los sistemas productivos de la parroquia para mejorar su sustentabilidad.

Cabe indicar que la evaluación efectuada en este estudio corresponde a un diagnóstico inicial. Para evaluar la evolución de los agricultores y sus fincas del área de estudio en el futuro, se podría utilizar la misma metodología planteada en este estudio.

Cuatro capítulos forman parte de este trabajo. El primer capítulo, explica desde una perspectiva teórica la Sustentabilidad de los sistemas agrícolas y la producción agraria de *lycopersicum esculentum*. El segundo, pone en contexto la producción agrícola del tomate riñón en la sierra ecuatoriana. El tercer capítulo, describe la metodología utilizada para la presente investigación. Y, el cuarto capítulo, sistematiza los resultados

obtenidos mediante la aplicación de la entrevista aplicada a 20 productores agrícolas de tomate riñón.

Se concluye en el presente estudio que los agricultores de la parroquia Bulán, dedicados al monocultivo del tomate riñón en condiciones de invernadero, emplean técnicas de cultivo convencional basados en usos intensivo de químicos y otros insumos, no son sustentables económica, social y ambientalmente; por lo tanto, la realidad de la gestión agrícola de esta parroquia no representa beneficios destacables para la población. Es recomendable, por otro lado, que los campesinos dedicados a la producción agrícola reciban una guía apropiada sobre técnicas agro-sostenibles como la rotación de cultivos y recolección y reutilización de desechos, como una forma de crear alternativas al modelo de producción actual.

Capítulo primero

Sustentabilidad de los sistemas agrícolas y la producción agraria de *Lycopersicum Esculentum*

1. Agricultura convencional o producción agroindustrial y su impacto en el ambiente

El principal antecedente de la agricultura convencional, también llamada agroindustrial es la RV, puesto que, dicha revolución marcó un antes y un después en el uso de agroquímicos y fertilizantes (abonos y pesticidas), así como en la introducción de la maquinaria moderna (Flórez 2009). Debido al paquete tecnológico impulsado por la RV, se entiende que la producción agroindustrial desplazó a la agricultura tradicional, trayendo consigo el uso indiscriminado de plaguicidas, abonos industrializados y otros agentes dañinos para el suelo (Huerta, Martínez y Colon 2018; Camacho 2017).

Aunque la RV intentó masificar la producción agrícola con el objetivo de erradicar el hambre en el mundo; al final no ha logrado el objetivo propuesto y más bien a incrementado los problemas de acceso a alimentos sanos y seguros en las poblaciones locales (Gonnella 2018; Altieri y Nicholls 2000; Clavijo 2013). La RV favoreció la producción y exportación de cereales especialmente el maíz, el arroz y el trigo, lo que en consecuencia aumentó la dependencia alimentaria sobre todo de las poblaciones del sur global (Huerta, Martínez y Colon 2018; Ceccon 2008). Se ha comprobado que la masificación de los cultivos bajo técnicas de revolución verde, por ejemplo, el cultivo de cereales a gran escala disminuye la calidad nutricional de los alimentos y aumenta la posibilidad de tener problemas de salud debido al consumo de productos contaminados con agroquímicos (Bedoussac et al. 2013; CEPAL, s. f.).

Es por esto, que la producción agroindustrial se basa en la producción a gran escala de los alimentos, haciendo uso de insumos sintéticos para supuestamente optimizar la producción, bajo el argumento de que, esta producción podría generar mayores ingresos económicos (Camacho 2017). Este tipo de agricultura es un claro ejemplo de cómo se puede manipular el funcionamiento del ecosistema agrario en función de la máxima productividad (Clavijo 2013; Chalán 2019).

Por tal motivo, la agricultura industrial está asociada a un modelo de desarrollo poco viable desde una óptica ambiental y socioeconómica. Debido a que, por un lado, se

prioriza la producción y las ganancias económicas; dejando en segundo plano, la importancia de cuidar los recursos naturales de la zona (Chalán 2019). Mónico (2012) explica que los principales problemas que se manifiestan en la producción agroindustrial son los siguientes:

- La sustitución de energías renovables por no renovables ha provocado: la pérdida de suelos debido a la sobre explotación, la contaminación de aguas subterráneas y superficiales a causa de los lixiviados de los cultivos que arrastran pesticidas y fertilizantes excesivos.
- La agricultura industrial moderna ha concentrado los cultivos en pocas áreas de producción que, han configurado nuevos problemas a los que hay que buscar soluciones, como la recuperación del mundo rural y el abandono de grandes áreas agrícolas (que ya no son necesarias para producir alimentos) y su consiguiente despoblamiento (que provoca un aumento de la erosión y en zonas de baja pluviometría) (Mooney 2019).
- La aparición de fuertes intereses económicos ligados a este modelo de agricultura industrializada hace que se manifiesten importantes mecanismos de presión y control contrarios a modificar el actual sistema agrícola (McMichael 2015).
- Hoy hay pocos jóvenes que se interesan en la actividad agrícola; la población rural tiene unos 55 años, lo que limita su horizonte vital y afecta al entorno rural (Camacho 2017).

Considerando los problemas expuestos, la FAO en su informe “Agricultura familiar en América Latina y el Caribe” afirma que la producción agrícola y pecuaria agroindustrial produce mayores emisiones de gases de óxido nitroso y metano que no solo contaminan el suelo, sino, que agotan los recursos naturales en general (Guzmán 2022). Es decir, que la agricultura agroindustrial está generando crisis alimentaria mundial y aumentando el cambio climático. Por lo cual se habla de un sistema agrícola insostenible a nivel ambiental, social y económico. Es así como, ante este escenario de producción agrícola que solo se interesa por generar ingresos económicos surge la necesidad de emplear sistemas agrarios sustentables que ayuden a crear soluciones frente a los problemas del actual sistema agroalimentario.

1.1. Características de la agricultura agroindustrial

La agricultura convencional se caracteriza por emplear una gran cantidad de recursos tecnológicos intensivos, combustibles fósiles y otros elementos contaminantes (compuestos químicos: pesticidas, nutrientes y estimuladores de crecimiento, y fertilizantes no orgánicos).

Las diversas técnicas agrícolas se hacen junto con el uso de sustancias tóxicas y/o contaminantes. Este método de producción agrícola persigue la mayor rentabilidad posible sin tomar en cuenta sus efectos (Álvarez, Larripa, y Nalino 2019; Camacho 2017).

Aunque, la agricultura industrial intenta plantear un modo de producción intensivo y continuado en el tiempo para satisfacer las necesidades alimentarias de la población mundial. La realidad es que, este tipo de agricultura genera un impacto negativo en la fertilidad del suelo, contribuye al cambio climático y degrada los ecosistemas (Altieri y Nicholls 2000).

Es importante resaltar que, la aplicación de sistemas como la agricultura industrial, cambian las propiedades de la tierra provocando bajos niveles de materia orgánica, compactación pobre del suelo, disminución de la actividad biológica, erosión y problemas de drenaje (Sobalvarro et al. 2018). Los monocultivos privilegian la producción en menor tiempo, usando mecanización y gran cantidad de insumos en el proceso de cultivo (Liceaga 2015; González 2021). Esto, junto con la poca implementación de prácticas sustentables, limita la retención de agua, lo que provoca a la larga poca fertilidad del suelo y contribuye al calentamiento global (Álvarez, Larripa, y Nalino 2019; Gurri 2007; Garcés 2011). Hoy, ante estos problemas se han empezado a generar e incentivar nuevas técnicas de producción agraria que mejoren las prácticas contemporáneas, siendo la más revolucionaria la agroecología (Liceaga 2015).

1.2. Fuerza de trabajo campesina: El agricultor

La fuerza de trabajo se refiere a la cantidad de horas productivas que se dedican a la actividad de la agricultura, (Cuichan 2019). El trabajo del agricultor es primordial porque lleva a cabo todo el proceso de producción de alimentos, además de que esta labor, provee de sustento económico y alimenticio para muchas familias y comunidades rurales (Herrera 2017; León 2018).

En ese sentido, la labor de agricultura vista como una fuerza de trabajo colectiva y familiar, depende del peso que ejercen sobre el trabajador campesino las necesidades de consumo de su familia (Herrera 2017). Además, hay que considerar la importancia del

‘saber agrícola campesino’, que está mediado por sus prácticas y manejos agrarios dentro de la finca, y, sus conocimientos locales; que le otorgan al agricultor sus conocimientos y habilidades agroecológicas (Acevedo 2019).

En Ecuador, la agricultura está relacionada con ámbitos sociales y económicos, debido a que una parte de la población se dedica a esta labor (García 2013). Sin embargo, el trabajo agrícola se ve afectado por plagas, enfermedades y falta de agua, los cuales dificultan la producción. Esto es agravado por la falta de políticas agrícolas en el país que respalden la producción campesina para la soberanía alimentaria en la aplicación de prácticas sustentables (FAO 2018). Estas problemáticas han contribuido a niveles altos de migración a las ciudades y fuera del país, dado que se registran niveles altos de pobreza, principalmente en campesinos y agricultores.

La agricultura campesina suministra productos de calidad para una alimentación saludable (a nivel familiar, comunitario y local) (Ministerio de Agricultura y Ganadería 2019). Los agricultores también generan empleo en el sector rural y contribuyen a reducir la pobreza, ejerciendo las labores agrícolas como una actividad económica importante.

2. Agroecología un nuevo modelo agrícola

La agroecología es un modelo de agricultura sostenible, una alternativa viable para la adaptación, sustentabilidad y mitigación al cambio climático (Fernández, Rush, y Plencovich 2019). La agroecología constituye un sistema que ocupa mecanismos, relaciones, funciones y diseños ecológicos, biológicos, culturales y políticos; se concibe como un conjunto de prácticas que permiten a un sistema caminar de manera más sostenible, sin la utilización de insumos externos peligrosos (Liceaga 2015).

La agricultura ecológica se define como una agricultura orgánica, un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos y la actividad biológica del suelo (FAO-WHO 2022). Es decir, que se pone énfasis en el uso de prácticas menos dañinas para el medio ambiente, utilizando métodos culturales, biológicos y mecánicos que favorecen un sistema de producción agrícola que beneficie al consumidor y sea amigable con el medio ambiente (FAO-WHO 2022; León 2018; McMichael 2015). Por eso, en la práctica la agroecología es una forma diferente de enfocar la producción agraria, basada en el respeto al entorno y dirigida a producir alimentos sanos, de la máxima calidad y en cantidad suficiente, utilizando como modelo la propia naturaleza, extrayendo toda la información

posible, unida con los actuales conocimientos técnicos y científicos (Altieri y Nicholls 2000; Chalán 2019)

Estos agroecosistemas tienden a ser muy diversos y usualmente estables. Los cambios severos en el medio ambiente (por ejemplo, la sequía) pueden afectar adversamente tal sistema, por las alternativas para la transferencia de energía y nutrientes a través del ecosistema (Chalán 2019; Liceaga 2015). Dentro de las diversas alternativas que se pueden emplear se resaltan los siguientes sistemas agrícolas:

Sistemas agroforestales. Se conocen como los sistemas agrícolas más antiguos, siendo ampliamente practicados, en estos sistemas los árboles son incorporados intencionalmente dentro de una misma área de cultivo, como parte de orden espacial y/o secuencia temporal. Estos pueden incluir las necesidades de crecimiento de las especies involucrada cuando ellas crecen juntas, su forma de crecimiento y fenología, los requisitos de manejo para todo el sistema y la necesidad de beneficios adicionales tales como la conservación del suelo o el mejoramiento del microclima (Ruíz 1994; Ceccon 2008).

Sistemas de policultivos. Estos sistemas de cultivos corresponden a una mezcla de plantaciones intercaladas y monocultivos; siendo una práctica agrícola muy utilizada en países tropicales. Existe una enorme variedad de tipos de policultivo, lo que refleja la gran gama de cultivos y de prácticas de manejo que los agricultores a lo largo y ancho del mundo emplean para satisfacer sus necesidades alimenticias y medicinales (Fernández, Rush y Plencovich 2019; Clavijo 2013).

3. Sistemas de producción agrícola

La sustentabilidad de los sistemas agrícolas es primordial para conseguir cubrir las necesidades alimentarias de generaciones presentes y futuras, garantizando el cuidado del medio ambiente, equidad social y económica (FAO 2015). Los sistemas agrícolas se podrían clasificar en tres niveles (Garcés 2011). El primer sistema agrario está geográficamente localizado, compuesto por un ecosistema cultivado y un sistema social productivo definido. El segundo, el sistema de producción (nivel de la explotación agropecuaria), definido como la combinación coherente entre los subsistemas agropecuarios. Y, tercero, el subsistema de cultivo a nivel de parcela que constituye el conjunto de técnicas y prácticas culturales aplicadas en el cultivo con el propósito de obtener productos vendibles.

1.1. Importancia de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas

La sustentabilidad agrícola integra los elementos sociales, ambientales y económicos (Garcés 2017). Algunos autores refieren que una agricultura es sustentable cuando proporciona oportunidades ambientales, económicas y sociales en beneficio de las presentes y futuras generaciones, conservando los recursos naturales de los cuales depende (Acevedo 2019, Guzmán 2022). Un sistema agrícola sustentable se caracteriza por ser económicamente viable y mejorar la calidad de vida de los agricultores y de la sociedad (García 2013). Altieri y otros autores (2000) afirman que las características de los sistemas agrícolas sustentables son:

- Conservar los recursos renovables.
- Fomentar la producción local respetando el entorno socioeconómico y natural.
- Mantener una estable de la productividad, reduciendo costos y aumentando la eficiencia, sobre todo en el uso de energía.
- Distribuir los productos del agroecosistema entre productores y consumidores locales.

Por lo tanto, la sustentabilidad agrícola se concibe como la capacidad de los agroecosistemas para mantener y sostener su producción en el tiempo, a pesar de los cambios medioambientales y de las presiones socioeconómicas; es decir, que busca optimizar los procesos agrícolas, considerando la estabilidad ecológica y la equidad social (Altieri y Nicholls 2000; Álvarez, Larripa y Nalino 2019).

Tomando en cuenta que “el manejo intensivo de los suelos a nivel mundial por la implementación de monocultivos ha provocado el deterioro de la calidad del sustrato, lo cual afecta a las propiedades físicas químicas y biológicas de los agroecosistemas, ya que el 65% (1.500 millones de hectáreas) de suelos dedicados a monocultivos han presentado algún nivel de degradación” (Rodríguez et. al, 2020, p.389), surge la necesidad de la agricultura sustentable que promueva la rotación de cultivos (multicultivo), el no uso de químicos, además, del desarrollo de políticas públicas e incentivos económicos que promuevan en los agricultores la ejecución de técnicas ecológicas y respetuosas con el medio natural (Gurri 2007; Acevedo y Jiménez 2019; CEPAL, s. f.). Por lo tanto, este enfoque de la agricultura requiere métodos de evaluación que superen un análisis de beneficio-costos, si no, de un cuidado del medio ambiente y de la tierra.

1.2. Indicadores de sustentabilidad en la producción agrícola – MESMIS

La agricultura sustentable requiere nuevos enfoques metodológicos para evaluar el impacto de sus acciones en el agroecosistema (Chávez 2021). Las metodologías que se emplean para evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción agrícola consideran indicadores específicos y susceptibles a la medición.

Las metodologías y técnicas de investigación utilizadas para el análisis de sustentabilidad y vulnerabilidad de los sistemas de agrícolas y de producción son reconocidas como el “Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad” (MESMIS). Estas metodologías tienen por objeto evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción local, identificando los puntos críticos en el manejo de los recursos y aumentar la resiliencia de estos (Carpio y León 2015; Conlago 2016). Para desarrollar esta metodología, hay que considerar las siguientes consideraciones: a) productividad, b) estabilidad, c) adaptabilidad, d) equidad, e) autogestión (Carpio y León 2015; Altieri y Nicholls 2000). Para evaluar la sustentabilidad se debe considerar: a) comparar la evolución del sistema, b) confrontar uno o más sistemas de manejo alternativo con un sistema de referencia (Fernández, Rush y Plencovich 2019).

La estructura operativa del MESMIS define indicadores por cada dimensión de la sustentabilidad, entre estos, se consideran la influencia de los factores económicos, sociales y ambientales. En resumen, la evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas es fundamental, pues detecta dónde están los puntos críticos y las potencialidades y cuáles son las tendencias de las prácticas que se implementan en las fincas (Gurri 2007; Garcés 2011). Los resultados del MESMIS arrojan información que permitirán proponer e implementar acciones para el manejo sustentable de la producción agrícola y de los recursos naturales.

Capítulo segundo

Producción agrícola del tomate *Lycopersicum esculentum* en la Sierra ecuatoriana

El cultivo de tomate de riñón en Ecuador es muy importante. Como esta hortaliza es un componente de la canasta básica familiar, se considera un producto de gran valor en la agricultura del Ecuador. En el país hay 3 mil hectáreas de tomate. La producción es de aproximadamente 62 mil toneladas al año, es decir, que cada ecuatoriano consume en promedio un total 5 kilos de tomate riñón año (INIAP, 2008).

Además, el consumo del tomate riñón es muy popular en el Ecuador debido a su bajo contenido calórico, propiedades antioxidantes y su sabor (Malo, Bernacchia, y Arévalo 2015), por lo que tiene una gran demanda en su producción. Según el INEC (2011), en el país alrededor de 3000 ha se encuentran sembradas con este cultivo, con una producción de 61.426 TM por año, esto ha hecho que se intensifique su producción y se incluyan más variedades productivas (Conlago 2016).

La mayoría de los terrenos dedicados al cultivo de tomate riñón están ubicados en la provincia de Santa Elena y en los valles de Azuay, Imbabura y Carchi (INIAP, 2008). En la Sierra ecuatoriana los grandes productores y comercializadores de tomate riñón, mora y babaco se encuentran ubicados en los cantones de Cuenca, Azogues, y Paute (Gobierno autónomo Descentralizado parroquial de Bulán 2012-2027a). Por lo tanto, la presente investigación se dirige a la Parroquia Bulán que es parte de la provincia del Azuay.

1. Características de la Región Andina

La Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente AGSO, La Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central realizaron el Proyecto Caracterización de suelos de la sierra ecuatoriana, destacando los aspectos de características físicas (textura, profundidad efectiva, humedad del suelo) y químicas (materia orgánica, pH, contenido de P) de los suelos, aptitudes agrícolas, regímenes de humedad y temperatura (Clima), pendientes y altitud de las tierras disponibles (Cavache 2016; González 2021). En la figura 2 se grafica la superficie territorial del Ecuador, estando representada la región Andina por el color celeste.

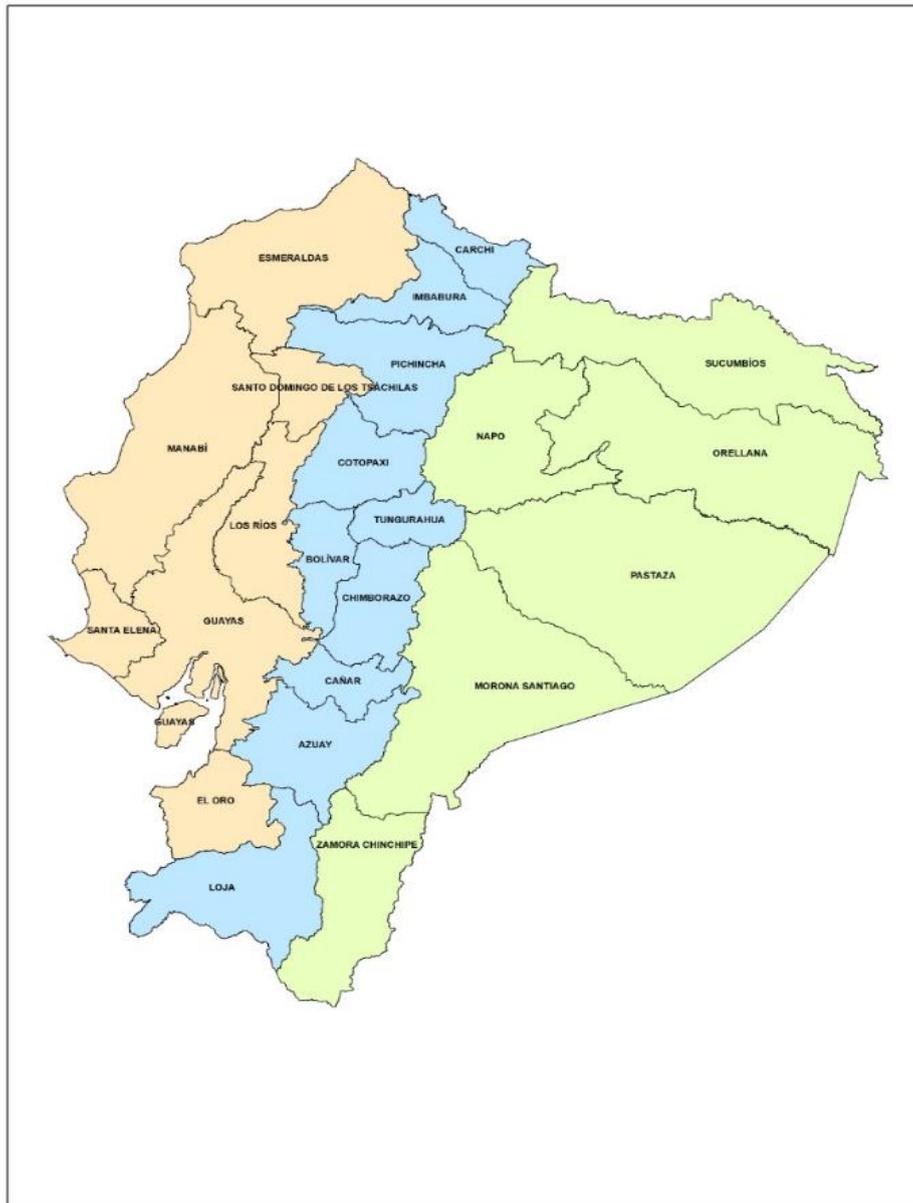


Figura 2. Imagen de la Sierra ecuatoriana.
Fuente y elaboración propias.

La región interandina del Ecuador tiene patrones de homogeneidad que manifiestan una entidad reconocible y diferenciable de otras regiones. La situación geográfica de la Sierra ecuatoriana está atravesada por la cordillera de los Andes ubicada sobre los 1800 y 3400 metros sobre el nivel del mar. Se caracteriza por la presencia de dos barreras montañosas paralelas, grandes volcanes, *valles* entre 1600 y 3000 metros de altitud, y *nudos* de 3000 a 3400 metros de altitud. Además, posee una gran variedad de climas y suelos, y recursos biofísicos que favorecen la producción agrícola (Cavache 2016).

El relieve se caracteriza por planicies, valles y flancos. Las planicies se localizan en el transverso del macizo de los Andes; en cambio, la planicie sedimentaria de disección variable posee relieves planos ondulados que se encuentran influenciados por la presencia de materiales sedimentarios. Los valles fluviales poseen relieves planos y propensión a las inundaciones en períodos de fuertes lluvias. Y, los flancos occidental y oriental de la cordillera se extienden del Norte al Sur dentro de las hoyas hidrográficas (llamadas cuencas), caracterizada por un relieve muy irregular y con altas precipitaciones.

El clima en la zona andina está influenciado por la circulación atmosférica, las masas de aire producto del relieve, y por las corrientes oceánicas y orográficas que afectan la zona. Aunque, básicamente se reconocen cinco climas diferentes en la región Andina; el primero, el *Clima ecuatorial mesotérmico muy seco* se localiza en los valles internos de la barrera montañosa de los Andes, con temperaturas que fluctúan entre los 18° y 22°; con escasas precipitaciones que marcan dos estaciones ambientales; una estación seca y una estación lluviosa. Segundo; el *Clima ecuatorial mesotérmico seco* que se localiza en los valles interiores del Callejón Interandino, con una temperatura aproximada entre los 12° y 18°. Tercero; *Clima ecuatorial mesotérmico semihúmedo a húmedo* se caracteriza por la precipitación de dos estaciones lluviosas, con temperaturas entre los 10° y 20°; y una humedad relativa del 65 % al 85 %. Cuarto; *La región subhúmeda a húmeda* posee una precipitación de tipo cenital o equinoccial, con estaciones secas muy heterogéneas); algunas zonas poseen un clima mediterráneo con lluvias durante las épocas más calurosas. Quinto; *Clima ecuatorial de alta montaña* tiene una la precipitación variable con una temperatura oscilante entre los 8° y 10°, con temperaturas mínimas de alrededor de 0°; con una humedad relativa casi siempre mayor al 80 %.

Y, por último, los suelos andinos se constituyen a base de las cenizas volcánicas donde existen precipitaciones relacionadas con la altitud de la zona. Es que, las zonas se tornan más secas en la parte baja de las cuencas, y a medida que ascienden por los flancos se tornan más húmedas. Estas precipitaciones acumulan carbonatos causando variaciones en el pH, además, de otros cambios significativos en el suelo y clima de la zona. La temperatura incide en el grado de alteración de los suelos, facilitan la acumulación y composición y descomposición de la materia orgánica (Cavache 2016).

2. Producción agroindustrial de tomate *Lycopersicum esculentum*

El cultivo de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum*), perteneciente a la familia *Solanácea*, originaria de la costa occidental de los Andes (Bolivia, Perú y Ecuador) en estas regiones se lo encuentra de manera silvestre, sin embargo, su domesticación se la realizó en el norte de Guatemala y el sur de México (Conlago 2016; Arcentales y Quizhpe 2016).

Cultivo hortícola y herbáceo, se encuentra en ambientes cálidos, a temperaturas que oscilan entre 21 a 23 °C esta temperatura es muy importante al momento de su desarrollo, presentan dos tipos de cultivos, en la región costa a campo abierto y en los valles de la sierra bajo invernadero (FAO 2004). El fruto de esta planta tarda de 45 a 55 días posee necesidades específicas como las condiciones de riego, sustrato adecuado en los suelos para su desarrollo a corto tiempo y adecuado (Malo, Bernacchia, y Arévalo 2015; Marín, Martínez y Herrera 2016). Este tipo de cultivo podría considerarse rentable a corto plazo, y durante pocas cosechas, ya que, según inicia el ciclo de siembra y producción del tomate aumenta el uso de agroquímicos que desfavorecen las condiciones ambientales y promueve la resistencia de las plagas. El monocultivo no es rentable porque requiere una inversión sostenida en productos agroquímicos que cuestan dinero, inversión en la aplicación y que dañan las propiedades de la tierra, y favorecen la aparición de plagas.

En cuanto, al tipo de siembra que utilizan para la producción agroindustrial del tomate riñón; se encuentran: la siembra en monocultivo; y, la siembra semiprotegida y protegida (López 2017).

- Sistema a campo abierto y en monocultivo: Se caracteriza por la siembra única de tomate en el terreno. El agricultor expone la planta directamente a las condiciones del ambiente, por lo general condicionado a la estación climática del país (López 2017; Huerta, Martínez y Colon 2018).
- Sistema semiprotegida o con bandas plásticas: Su uso es común en siembras de tomate durante la época lluviosa, con el fin de reducir los problemas de enfermedades fungosas y bacterianas (López 2017; Liceaga 2015).
- Sistema en ambiente protegido o cultivo en invernaderos. Este sistema permite la siembra del tomate riñón en cualquier época del año y el producto que genera es de mejor calidad que el obtenido a campo abierto (López 2017; Cavache 2016).

Además, en la zona de estudio se aplica un sistema de monocultivo agroindustrial en un ambiente protegido, un cultivo en invernadero, para mantener su producción todo el año.

1.1. Producción agroindustrial de tomate *Lycopersicum esculentum* en la provincia del Azuay

A pesar, de que, Azuay solo cuenta con el 4,92 % de la superficie nacional de producción agrícola se ha convertido en una fuente importante para la producción agraria en el Ecuador (Ministerio de Agricultura y Ganadería 2020). En la figura 3 se representa la provincia del Azuay, para ubicar en el mapa su tamaño y situación geográfica, que consta de un territorio de unos 8.189 km² aproximadamente.



Figura 3. Imagen de la provincia del Azuay, País Ecuador.
Fuente y elaboración propias

La producción mensual de tomate riñón asciende al 23 % del total de la producción agrícola que se cultiva en la Provincia del Azuay. Además, de lo mencionado cabe destacar que la producción anual del 2021 del tomate riñón fue 55.277 toneladas (INEC 2021). Por lo tanto, la producción agrícola y comercialización de este producto va en auge, y es el sustento de varias familias campesinas que habitan en zonas rurales del Cantón Paute (Arcentales y Quizhpe 2016). Giordano Torres, director del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en Azuay afirma que la mayor producción de tomate riñón bajo invernadero se encuentra en los cantones de Paute y Santa Isabel con una superficie de 60 a 65 hectáreas (Radio Ciudad de Azuay 2022

1.2. Caracterización del sistema de producción de *Lycopersicum esculentum* en la parroquia Bulán

Con respecto a la parroquia Bulán esta posee una gran variedad de árboles frutales, sembríos de papas, zanahorias y otros cultivos que son comercializados en el mercado (Proyecto GAD parroquial de Bulán 2021). Siendo estos cultivos cosechados bajo invernadero, tal como se muestra en la figura 4 (un ejemplo de los cultivos en el Cantón Paute, parroquia Bulán) siendo una producción agrícola industrializada que utiliza químicos para fertilizar el suelo y pesticidas para contrarrestar plagas.



Figura 4. Cultivos de tomate bajo invernadero.
Fuente y elaboración propias

El sistema de producción del tomate riñón en esta zona, consiste en el cultivo bajo invernadero, en las figuras 5 y 6 se muestran las características y organización de este cultivo en la Parroquia Bulán, además, por otro lado, en la figura 7 se muestran como estos cultivos terminan siendo abandonados debido a mala explotación de los recursos naturales.



Figura 5. Cultivos de tomate bajo invernadero.
Fuente y elaboración propias



Figura 6. Estructura de los cultivos de tomate bajo invernadero.
Fuente y elaboración propias



Figura 7. Invernaderos abandonados
Fuente y elaboración propias

Los agricultores de la Parroquia Bulán confirman que plagas tan comunes (como la mosca blanca) han empezado a generar resistencia hacia los pesticidas químicos de uso recurrente, como: *previcur*, *Mr15*, *nacar*, *bala*, entre otros. Esta es una de las consecuencias del uso inadecuado de estos químicos y una señal alarmante de la erosión del suelo. Estos agricultores también indican que emplean fertilizantes artificiales como: *nitrato de potasio*, *sulfato de magnesio*, *nitrato de amonio*, *fósforo*, entre otros; con la intención de mejorar las condiciones de la tierra de modo que pueda cultivar a gran escala. No obstante, la resistencia a los pesticidas y el uso frecuente de fertilizantes inorgánicos contribuyen a la contaminación del suelo y evidencian la necesidad de integrar prácticas agroecológicas.

Capítulo tercero

Metodología

El diseño metodológico de la presente investigación se estructura en dos modalidades; primero, revisión de la literatura disponible sobre la sustentabilidad del sistema de producción de *Lycopersicum esculentum*; segundo, el trabajo de campo mediante la recolección de datos *in situ*, por medio de la aplicación de entrevistas a 20 agricultores de la zona parroquia Bulán, cantón Paute, provincia del Azuay, Ecuador.

Además, esta investigación tomó como referencia la metodología del Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS), en la Figura 8 se muestra las etapas metodológicas planteadas en el MESMIS (Masera, Astier y López 2000).

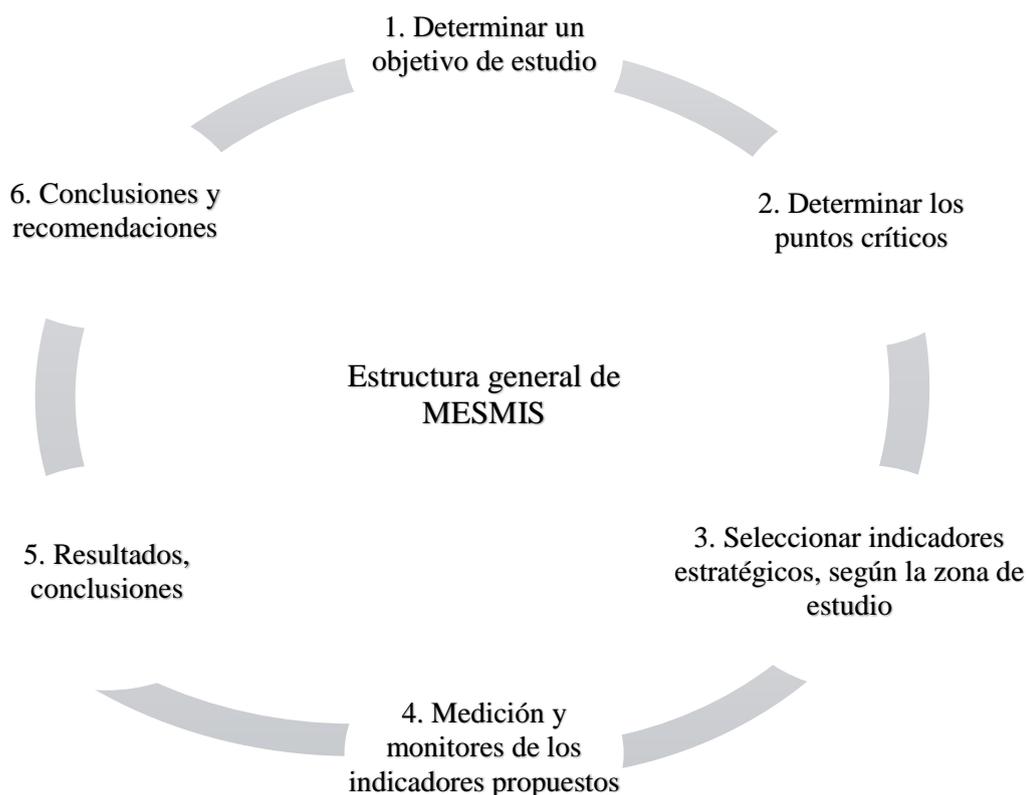


Figura 8. Estructura general de MESMIS.
Fuente y elaboración propias

De manera general, la información se planteó obtenerla de fuentes primarias y secundarias; mediante un sondeo general con los productores de tomate en la parroquia. Se establecieron visitas entre el técnico y los miembros de la parroquia para dar a conocer el objetivo del estudio que es identificar las fortalezas y debilidades de los productores agrícolas en sus parcelas.

Cada etapa metodológica señalada en el diagrama anterior se desarrolló con el apoyo de la tutoría del docente asignado en la investigación. En estos ítems se describen los detalles tomados en cada etapa metodológica. Por otro lado, los puntos críticos indicados en el MESMIS son los mismos analizados en esta investigación. Este proceso se representa en la figura 9.

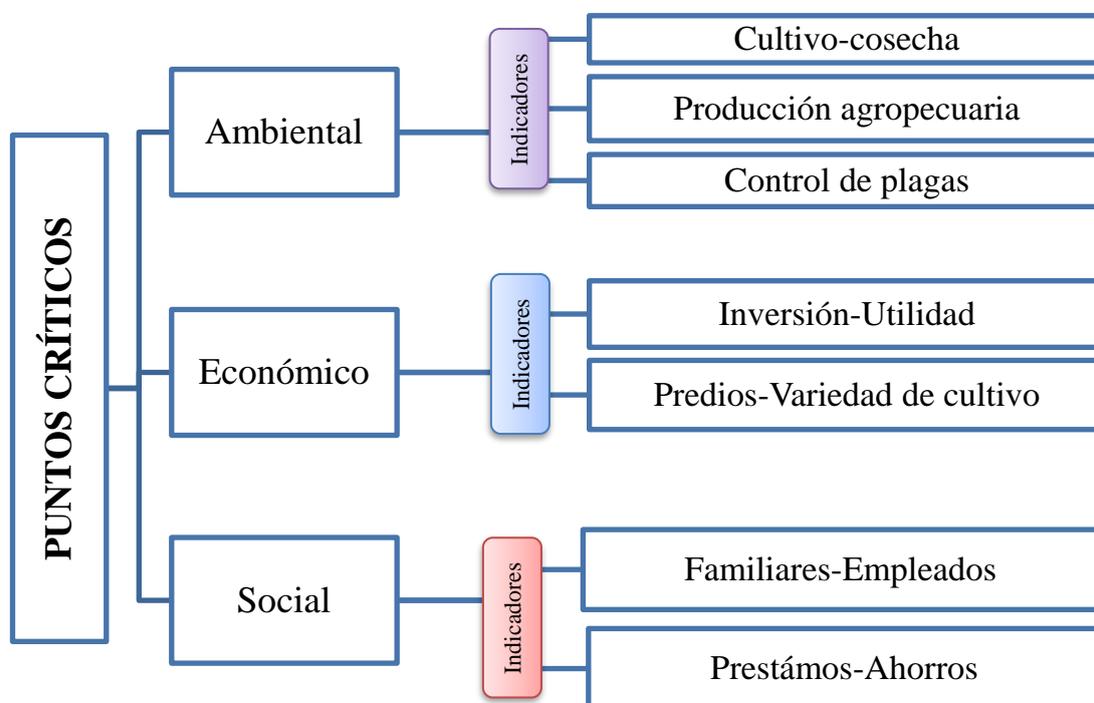


Figura 9. MESMIS: Puntos críticos de la investigación.
Fuente y elaboración propias

Identificar los puntos críticos de los sistemas de producción, se trabaja sobre los indicadores económico, social y ambiental que permitan evaluar la sostenibilidad de los sistemas productivos, y seleccionar a los productores, para participar. A partir de lo establecido se pretende evaluar a los sistemas productivos mediante entrevistas a los dueños de cada predio recopilando información de los siguientes indicadores expuestos en la tabla 1.

Tabla 1
Aspectos por evaluar dentro de los indicadores de sustentabilidad

<i>Indicador económico</i>	<i>Indicador ecológico- ambiental</i>	<i>Indicador social</i>
<ul style="list-style-type: none"> ● Inversión inicial de infraestructura ● Inversión de implementación del cultivo ● Diversidad de cultivos ● Área de producción ● Destino de la producción agrícola ● Rentabilidad del cultivo ● Costo de producción 	<ul style="list-style-type: none"> ● Labranza de suelo y preparación ● Fertilización (Uso de abonos orgánicos-químicos) ● Manejo integral de plagas y fitopatologías. (Uso de agroquímicos naturales e industriales) ● Mantenimiento del cultivo: Podas y manejo de malezas ● Sistemas de riego: Eficiencia del uso de agua ● Manejo de desechos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Acceso a servicios básicos ● Capacitaciones ● Participación familiar ● Nivel de autofinanciamiento ● Integración de la familia al proceso

Fuente y elaboración propias con base en: Astier y Arnés (2018).

1. Métodos e instrumentos de recolección de información primaria

Se realizaron dos entrevistas piloto para determinar si el formato de entrevista aplicado contenía suficiente información para cubrir las necesidades del estudio, para ello se entrevistaron a dos agricultores, propietarios de los invernaderos de tomate (se visitó a estos agricultores en su jornada laboral, en el anexo 6 se muestran a las personas entrevistadas). A partir de la información obtenida fue posible concretar una nueva versión de entrevista.

El formato revisado y corregido de entrevista se aplicó a 20 agricultores de la zona de estudio (revisar anexo 1). Dicho formato de entrevista estuvo conformado por cuatro secciones; la primera parte, corresponde a los datos generales de cada agricultor (nombres y apellidos del propietario, extensión en hectáreas, ubicación y fotografía del sitio); segunda parte, la variable económica; la tercera parte, la variable social; y, por último, la variable ambiental.

- La sección social del formulario de entrevista buscaba determinar el nivel organizacional dentro de la parroquia; así como, el acceso a los servicios básicos, la integración de los familiares o trabajadores externos en la producción, el apoyo por parte del GAD parroquial, si pertenecen o no a una organización y de dónde provienen los fondos para el empleo del cultivo.
- La sección económica del formulario de la entrevista se aplicó con el objetivo de identificar si el tipo de producción es rentable para el agricultor; así como, si el predio es propio, qué tipo de cultivos posee este, cuántos metros

cuadrados son destinados a la producción del tomate, el número de invernaderos para ello, el número de producción de cajas, la cantidad de inversión en la última siembra, el monto recolectado en la última cosecha y los principales destinos de esta producción.

- La sección ambiental de la entrevista se desarrolló para conocer si existen daños y/o alteraciones al medio ambiente por los cultivos; el manejo del cultivo, la preparación del suelo, sistema de riego, el uso de químicos externos, el aumento y resistencia de plagas, el destino de los residuos de la cosecha y si hay áreas de producción forestal.

Para la aplicación del instrumento, el formulario fue diseñado y estructurado mediante la herramienta *Kobotoolbox*, el cual, es un software gratuito que permite la recopilación de datos directamente en el campo (online y off-line), que, además, a su vez, sincroniza la información recolectada de manera inmediata, lo que facilita su análisis (en la figura 10 se indica el mapa de la parroquia que se diseñó con la herramienta *Kobotoolbox*). Después, tras levantar la información de campo, se creó una base de datos con Excel, para su posterior análisis, con tablas y gráficos.

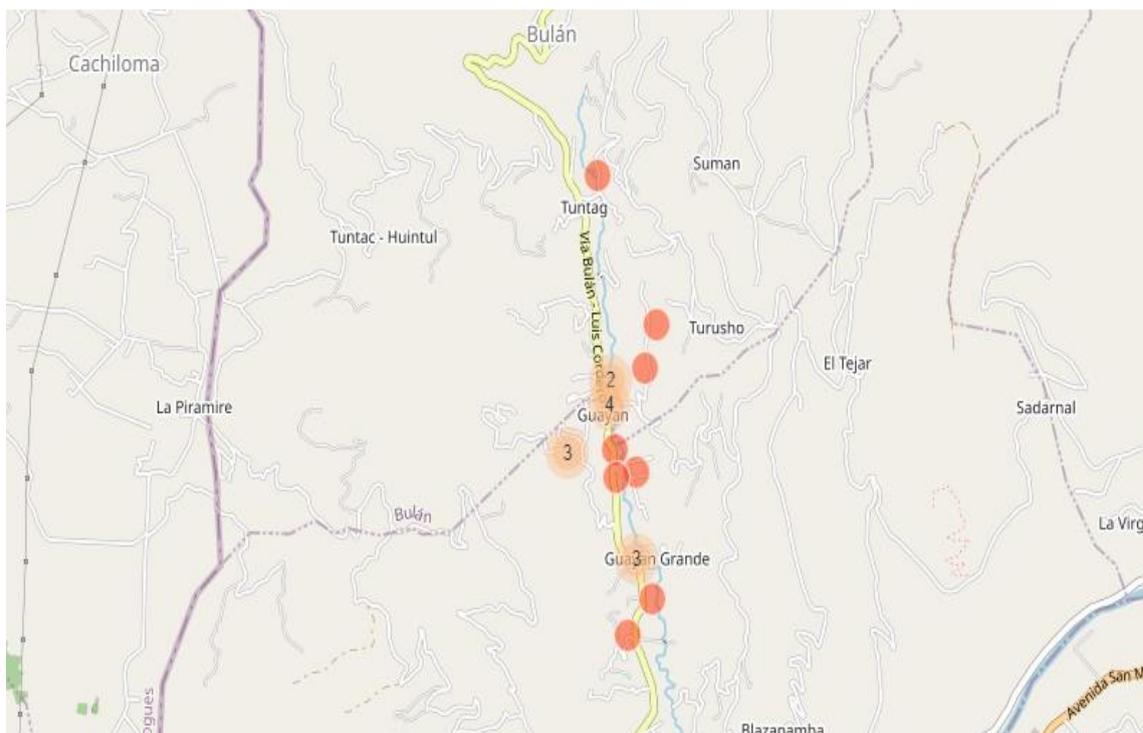


Figura 10. Mapa de la parroquia Bulán.
Fuente y elaboración propia: herramienta Kobotoolbox.

Limitaciones de la investigación

En la tabla 2 se describen las características de los entrevistados y sus fincas distribuidas en una de las 8 comunidades de parroquia Bulán, cantón Paute, provincia del Azuay, Ecuador. El tamaño de la muestra fue considerado debido a las condiciones de acceso a los predios, y a la disponibilidad de cada productor a proporcionar la información necesaria en cada entrevista.

Tabla 2
Descripción de los entrevistados

N°	Nombre de los encuestados	Edad	Nivel educativo	Composición familiar
1	Jorge Enrique Abad Quezada	44 años	bachillerato	4 personas
2	Luis Ricardo Rea Rea	57 años	bachillerato	5 personas
3	Jenny Patricia Vallejo Res	47 años	bachillerato	4 personas
4	Maria Eugenia Rivera barrera	35 años	bachillerato	2 personas
5	Gonzalo Choque Rojas	41 años	bachillerato	4 personas
6	Marco Javier Rojas Orellana	44 años	bachillerato	4 personas
7	Tania Marisol Rea Abad	46 años	bachillerato	3 personas
8	Washington Omar Zúñiga Rea	35 años	bachillerato	2 personas
9	Angel Adrián rojas Orellana	43 años	bachillerato	4 personas
10	José Hernán Zúñiga Rea	56 años	bachillerato	5 personas
11	Héctor Porfirio Bautista Abad	68 años	bachillerato	6 personas
12	Daniel Suárez Barrera	47 años	bachillerato	4 personas
13	Luis Cornelio Arcentales Carchipulla	45 años	bachillerato	4 personas
14	Luis Enrique Barahona Suárez	58 años	bachillerato	4 personas
15	Carmen María Oñate Mendoza	48 años	bachillerato	4 personas
16	Primavera Barahona	52 años	bachillerato	4 personas
17	Mario Alvear Garnica	49 años	bachillerato	4 personas
18	Miguel angel Rea Barrera	56 años	bachillerato	4 personas
19	Segundo Rojas Alviar	43 años	bachillerato	4 personas
20	Wilmer Macas Suárez	37 años	bachillerato	3 personas

Fuente y elaboración propias: Descripción de los entrevistados.

La muestra de personas entrevistadas estuvo compuesta por 5 mujeres, 25 hombres; de los cuales, 19 terminaron el nivel de bachillerato y solo una persona termino la universidad. Estas personas tienen un promedio de edad entre los 35 y 57 años, pero hay un adulto que tiene 68 años. En cuanto, a la composición familiar se componen entre 2 a 5 miembros. Estas a familias campesinas que labran la tierra desde parcelas (con menos de cinco hectáreas de terreno); manejando monocultivos de ciclo corto como el sembrío del tomate de riñón.

2. Descripción de la zona de estudio

Para la descripción económica y geográfica de la zona se realizó mediante la recopilación de información secundaria, sobre conocimientos como: las condiciones geográficas, físicas y económicas del sitio. Además, se corroboró con información recolectada en el muestreo, tanto en las entrevistas con cada productor, como en las observaciones directas en el campo.

Actividad agrícola de la parroquia Bulán

La parroquia Bulán pertenece al cantón Paute de la provincia del Azuay. En esta parroquia habitan alrededor de 2600 seiscientos habitantes. Tiene una superficie territorial aproximada de 36 km² (los detalles del tipo de suelo y dimensiones de la parroquia se muestran en la figura 11).

Características físicas

El Gobierno Autónomo de Descentralizado de la parroquia Bulán (2027a) indica que dicha parroquia tiene las siguientes características físicas:

- Superficie: Ubicada en la zona Centro-Sur del Ecuador (aprox. de 39.50 km²).
- Demografía: Organizados en comunidades y centros poblados, en la parroquia Bulán habitan alrededor de 2600 seiscientos habitantes.
- Clima: Presenta variaciones climáticas abruptas donde en un mismo día se pueden observar climas de las cuatro estaciones del año.
- Usos del suelo: El aumento de la población humana hace que se necesite una mayor superficie para la producción agrícola y ganadera.

En el caso de los suelos poco fértiles existe altos niveles de potasio, calcio y el magnesio los cuales son fácilmente lavados por el agua lluvia (un ejemplo de este tipo de suelo son las montañas que tienen un suelo mayoritariamente ácido); y, por otro lado, existen suelos muy fértiles corresponden a los valles que son menos ácidos y con un mayor contenido de nutrientes. Además, el mayor asentamiento de familias en las áreas terreno utilizado para la producción agrícola y ganadera, hace que las familias extiendan la superficie de producción, invadiendo campos silvestres; lo que se traduce en alteraciones en el ecosistema próximo (Gobierno autónomo descentralizado Parroquial de Bulán 2027).

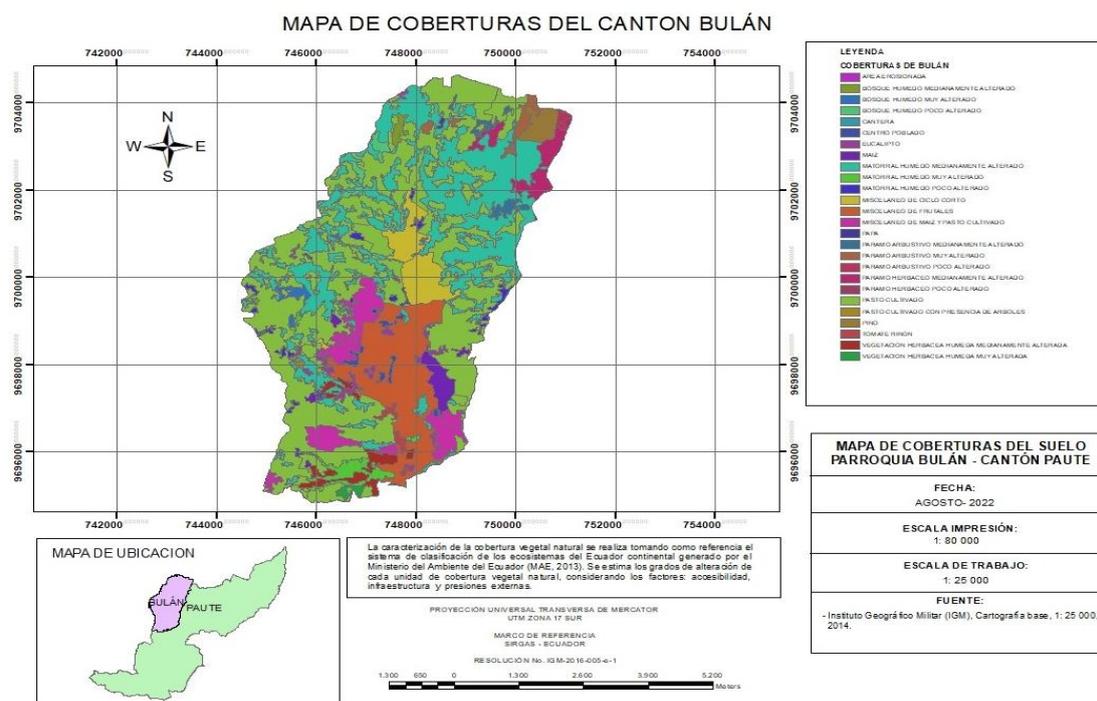


Figura 11. Mapa del Cantón Paute, parroquia Bulán.
Fuente y elaboración propias

3. Medición de la sustentabilidad de los sistemas de las fincas en estudio

Para medir la sustentabilidad de las fincas de parroquia Bulán, cantón Paute, provincia del Azuay, Ecuador. Se utilizó la metodología de MESMIS para evaluar los indicadores dentro de los puntos críticos identificados en el ámbito social, ambiental y económico. Esta herramienta nos ayuda a identificar las amenazas, mediante la aplicación de reuniones verbales con la comunidad referente a las falencias que se tiene en la producción y cómo se podría mejorar la misma. Esta información fue levantada mediante una entrevista estructurada a cada agricultor de la zona de estudio.

Puntos críticos

En cada indicador se trabajó con subindicadores a los que se proporcionó un valor entre 1, 0, -1. Además, se puntuaron como bajo, medio y alto, dependiendo del peso en beneficio o en contra de la sustentabilidad dentro del estudio.

En el indicador social se analizaron subindicadores como: acceso a servicios básicos, integración de la familia en el cultivo, empleo de trabajadores para la producción, rubro de estos trabajadores en siembra y cosecha, forma parte de una organización, tiene apoyo por parte de entidades como el GAD parroquial, y de dónde provienen los fondos para el cultivo. Además, se estableció un cuadro de valoración entre bajo 1, 2, 3, medio 4, 5, 6 y alto >7 con cada productor, estas puntuaciones se describen en la tabla 3.

Tabla 3
Puntuaciones del ámbito social

SITUACIÓN	VALOR
BAJO	1,2,3
MEDIO	4,5,6
ALTO	>7

Fuente y elaboración propias: Puntuaciones de la entrevista.

En el indicador económico se analizaron subindicadores como: propietario del predio, destino de la producción, variedad de cultivos y rotación de cultivos. Además, se estableció un cuadro de valoración entre bajo 1, 2, 3, medio 4,5,6 y alto >7 con cada productor, estas puntuaciones se describen en la tabla 4.

Tabla 3
Puntuaciones del ámbito económico

SITUACIÓN	VALOR
BAJO	1,2,3
MEDIO	4,5,6
ALTO	>7

Fuente y elaboración propias: Puntuaciones de la entrevista.

En el indicador ambiental se analizaron subindicadores como: manejo del cultivo, preparación del suelo para producción, tipos de plagas, resistencia de las plagas, asociación de cultivos, animales de crianza, destino de los animales, áreas de producción forestal, destino de los residuos de la cosecha, tipo de riego, y especies de tomate que maneja. Además, se estableció un cuadro de valoración entre bajo 1-6, medio 7-14 y alto >15 con cada productor, estas puntuaciones se describen en la tabla 5.

Tabla 4
Puntuaciones del ámbito ambiental

SITUACIÓN	VALOR
BAJO	1-6
MEDIO	7-14
ALTO	>15

Fuente y elaboración propias: Puntuaciones de la entrevista.

Una vez asignados los valores en cada subindicador, para establecer el nivel de sustentabilidad de las fincas de estudio, se seleccionaron los valores promediados de los

3 indicadores los cuales permitieron evaluar la sustentabilidad en función a la zona de estudio. Para cada indicador se estableció un valor ponderado a 10, dependiendo del peso que tenga ese indicador en el estudio, sea positivo o negativo. En la tabla 6 se observa a cada productor y el valor total por indicador.

Tabla 5.
Sistema de ponderación para determinar el nivel de sustentabilidad

INDICADOR	PONDERACIÓN TOTAL	ACCIÓN
Social	10	Social, ambiental y económicamente es sustentable, no perjudica ningún nivel dentro del sistema de producción.
Ambiental	10	
Económico	10	

Fuente y elaboración propias: Puntuaciones generales de la Entrevista.

Capítulo cuarto

Resultados y discusión

1. Descripción de la zona de estudio

La parroquia Bulán pertenece al Cantón de Paute, provincia del Azuay. Está en un rango de altitud de 2400 a 3400 msnm. Esta parroquia se encuentra ubicada al Noroccidente de la Provincia del Azuay a 7 km del Centro Cantonal de Paute (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Bulán 2027c; 2027a). Esta parroquia está en el noroeste de la provincia del Azuay, en la región andina del Ecuador.

La parroquia Bulán limita al norte con las parroquias Taday y Bayas y al oeste la parroquia Luis Cordero (Provincia Cañar-Azogues), al sur con la parroquia a Paute y al este la parroquia Dug-Dug (Provincia Azuay-Paute). Está conformada por ocho comunidades: Bulán centro (Cabecera Parroquial), Suman, Tuntag, Padrehurco, Tambillo, Tuntac-Huintul, Guayan, y La Pirámide (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Bulán 2027c; 2027a).

Situación socioeconómica

La parroquia Bulán posee el 77,28 % de la Población Económica Activa (PEA) sus habitantes se dedican a actividades agropecuarias, especialmente la agricultura; siendo una de las principales proveedoras de productos agrícolas para el cantón Paute. En la tabla 7 se indica la PEA por rama de actividad y sexo de la población de Bulán:

Tabla 7

PEA según la actividad y sexo de la población de Bulán

RAMA DE ACTIVIDAD	Sexo		Total	
	Hombre 66%	Mujer 34%	Cant.	%
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	415	187	602	77,28%
Comercio al por mayor y menor	21	18	39	5,01%
Industrias manufactureras	18	20	38	4,88%
Administración pública y defensa	8	5	13	1,67%
Construcción	11	-	11	1,41%
Transporte y almacenamiento	11	-	11	1,41%
Otras actividades	29	36	65	8,35%
TOTAL:	513	266	779	100%

Fuente y elaboración propias con base en Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Bulán (2027b).

En esta parroquia se concentra la mayor producción de frutas del cantón. Se cultivan frutas, como: manzana, pera, reina claudia, durazno, saxumas, santa rosas, mirabeles albaricoque y capulí; así como el tomate riñón, hortalizas, papa y el tradicional cultivo de maíz (Municipio de Paute 2022). Además, se destacan las artesanías de madera, como: cucharas de palo, adornos y muebles con finos acabados (Proyecto GAD Parroquial de Bulán 2021). Entonces, es posible afirmar que, los habitantes de esta parroquia mayormente se dedican a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.

En cuanto a la agricultura, en la actualidad, existen aproximadamente 250 hectáreas dedicadas a la producción de frutas y hortalizas con una producción media de 15 a 25 toneladas por hectárea al año (Gobierno autónomo descentralizado Parroquial de Bulán 2027). Un ejemplo, son las deliciosas manzanas de Bulán que son reconocidas por su calidad y son comercializadas en los mercados de Paute, Gualaceo, Cuenca, Azogues y Cañar todos los fines de semana (Municipio de Paute 2022).

2. MESMIS: Puntos críticos de la investigación

En el siguiente apartado se presentan los principales resultados de la entrevista aplicada a los productores agrícolas de tomate riñón, habitantes de la parroquia de Bulán. Cabe destacar que, las tablas de frecuencia y gráficos correspondientes a la tabulación se calcularon según las 20 personas entrevistadas.

1.1. Ámbito social

Este ámbito considera indicadores sociales sobre el acceso a los servicios básicos, la integración de los familiares/trabajadores en la producción, identificación de los fondos para el empleo del cultivo. En la tabla 8 se indican estos resultados.

Tabla 6
Ámbito social: indicadores familiares y financiamiento de la producción

	ÁMBITO SOCIAL		
	Acceso a servicios básicos	Familias agricultoras	Empleados externos
SI	95%	100%	40%
NO	5%	-	60%
Total:	100%	100%	100%

Fuente y elaboración propias: Resultados del ámbito social de la Entrevista.

De las 20 familias entrevistadas, solo una familia no tiene acceso a los servicios básicos, como: agua potable y energía eléctrica. Aunque es solo una familia la que carece

de acceso a los servicios básicos. Por otro lado, todas las familias colaboran con las actividades de agricultora como negocio familiar; además, el 40 % de las familias han contratado empleados externos (ocasionales según la necesidad de la actividad agrícola) para colaborar en la producción y cultivo de tomate riñón. En la figura 12 se explica el tipo de financiamiento que emplean las familias agricultoras para continuar con producción agrícola.

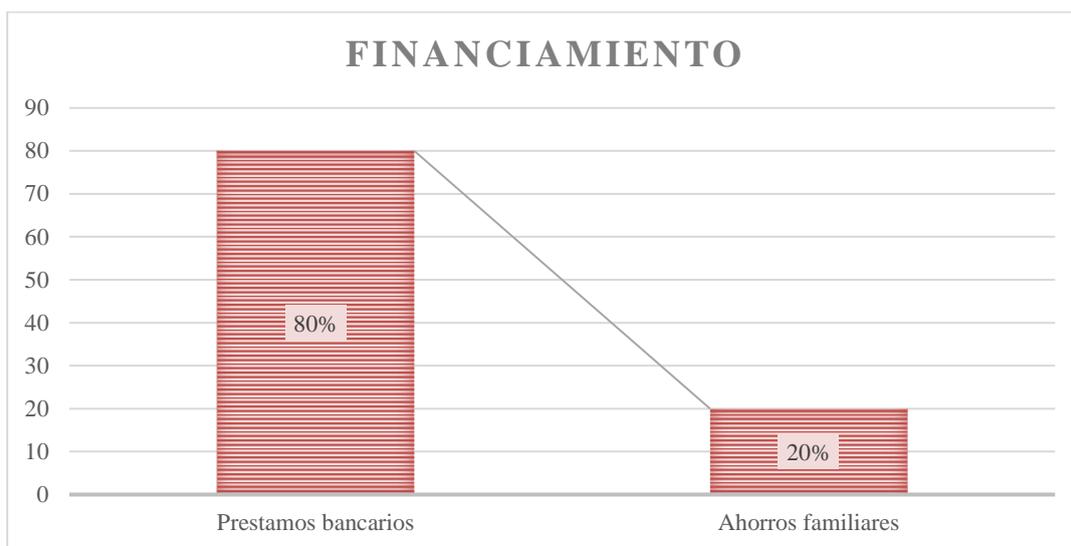


Figura 12. Financiamiento de las familias agricultoras de la parroquia Bulán.
Fuente y elaboración propias

La mayoría de las familias (16) financian su producción agrícola de tomate riñón mediante préstamos a bancos privados, solo 4 familias disponen de los suficientes ahorros para autogestionar económicamente su inversión. No obstante, hay que tener en cuenta que cada familia invierte en sus cultivos según el tamaño de sus tierras, en cuanto al rubro de empleados el valor osciló entre \$15 a \$60 por cosecha, valor invertido por las familias que contrataron empleados ocasionales para la siembra. Ante esto, los productores agrícolas de tomate riñón no cuentan con una organización que apoye su labor, y tampoco reciben ayudas significativas del GAD parroquial.

1.2. **Ámbito económico**

En este ámbito se consideran indicadores económicos sobre la rentabilidad de la producción agrícola; tipo de predio, tamaño y características del cultivo de tomate, relación inversión/ganancia de la última siembra. En la tabla 9 se indican estos resultados.

Ámbito económico

Tabla 7 Ámbito económico: rentabilidad de la producción agrícola	ÁMBITO ECONÓMICO			
	Predio/sitio de cultivo propio	Variedad en la producción	Conocimiento del destino de producción	Rotación de sus cultivos
SI	65%	40%	100%	-
NO	35%	60%	-	100%
Total:	100%	100%	100%	100%

Fuente y elaboración propias: Resultados del ámbito económico de la Entrevista.

De las 20 familias entrevistadas, más de la mitad (13) tienen un terreno propio para actividades agrícolas; 12 familias se dedican a producir tomate (en su variedad riñón y árbol), papas, y otras frutas; solo 8 familias se dedican a la producción del tomate riñón. En la figura 13 se exponen las principales variedades de cultivos en la parroquia.

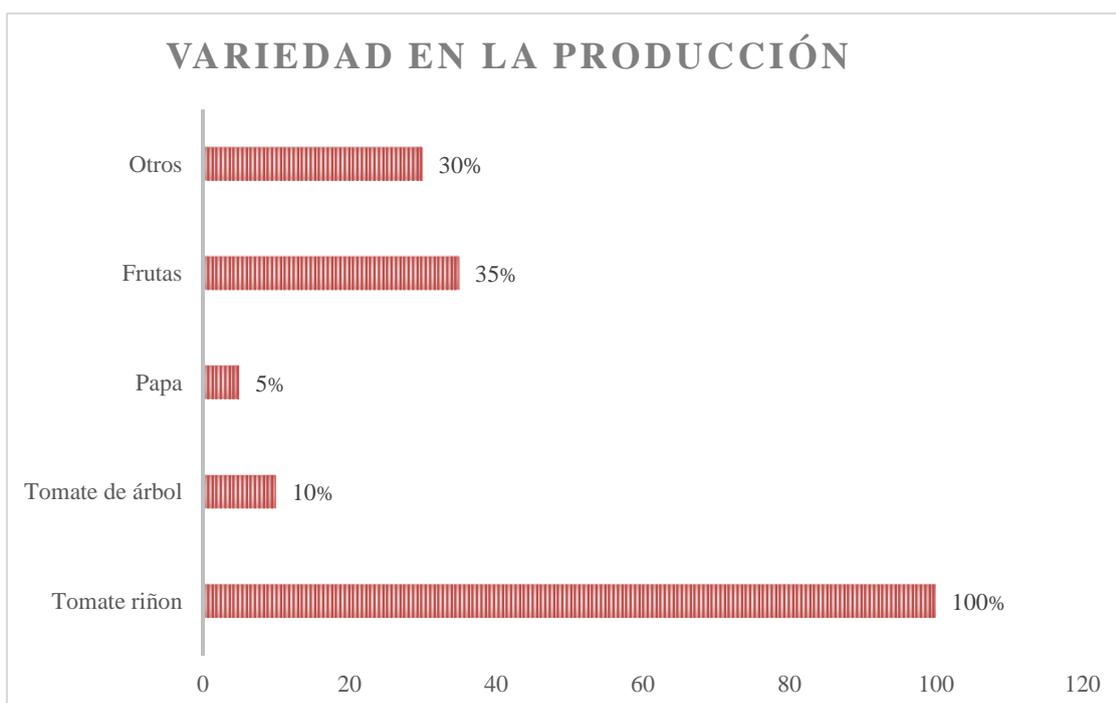


Figura 13. Variedad en la producción agrícola de la parroquia Bulán.
Fuente y elaboración propias

Todas las familias entrevistadas de la parroquia Bulán se dedican a la producción del tomate riñón; no obstante, su producción agrícola se complementa con el cultivo de frutas (7 familias) y otras hortalizas (6 familias), también se cultiva la papa y el tomate de árbol. En la tabla 10 se describe la producción agrícola y la ganancia económica que genera el tomate riñón.

Tabla 8
Producción agrícola, y ganancia económica del cultivo de tomate riñón

PRODUCCIÓN			INVERSIÓN/VENTA	
m ² siembra	Cant. de invernaderos	Cant. de cajas de tomate*cosecha	Inversión de la siembra (última cosecha)	Valor de la venta de los productos
3500	3	200	\$2.500	\$4.000
1800	2	800	\$1.850	\$1.800
1250	4	1000	\$1.400	\$3.500
800	1	400	\$2.000	\$3.000
1600	3	500	\$3.000	\$4.000
3000	4	1500	\$4.000	\$6.000
1300	2	600	\$2.000	\$4.000
1000	1	3000	\$ 800	\$3.000
5000	3	1200	\$5.000	\$8.000
1000	2	1000	\$1.400	\$4.000
2000	3	800	\$1.300	\$2.500
1200	2	400	\$2.000	\$3.000
2300	2	500	\$2.000	\$3.000
3000	3	400	\$2.500	\$3.500
1400	1	350	\$2.500	\$4.000
1200	2	300	\$2.500	\$ 300
1700	3	1200	\$1.500	\$4.000
5000	5	1500	\$5.000	\$7.000
2800	2	800	\$2.000	\$5.000
1000	1	300	\$1.500	\$2.500

Fuente y elaboración propias: Resultados sobre la producción agrícola obtenidos de la Entrevista.

Los terrenos varían entre 800 a 5000 m² siembra, siendo una media de 1250 m² de terrenos dedicados a la producción agroindustrial; de los cuales, los agricultores producen entre 200 a 1500 cajas por cosecha de tomate riñón.

La relación entre el valor bruto versus la inversión económica utilizada para la siembra arroja una ganancia neta poco significativa, es decir, que para los agricultores el coste de inversión es elevado y las ganancias finales no compensan dicha inversión; es posible referir que esto ocurre, debido a que existe una alta dependencia de insumos químicos y que el producto es comercializado a bajo costo (dado la intervención de terceros). Es así como, por ejemplo, un terreno de 1000 m² dedicado solamente a la producción de tomate riñón puede arrojar una cosecha de 300 cajas con una inversión de \$1.500, con una ganancia neta de \$1.000, es decir, que su ganancia neta es inferior al costo de inversión, y que, además, dicha ganancia será utilizada para invertir nuevamente en el ciclo de cultivo; por lo tanto, este sistema de inversión económica no es rentable, ni

sostenible a largo plazo para las familias campesinas. En la figura 14 se describen los tipos de destinos de venta de la producción de tomate riñón de la parroquia Bulán.



Figura 14. Destino de venta de la producción de tomate riñón de la parroquia Bulán.

Fuente y elaboración propias.

La mayoría de la producción agrícola (90%) va destinada al mercado local, sin embargo, dentro de esta producción el 85% de los agricultores también ofertan su cosecha a mercados nacionales, y esto, lo hacen por medio de intermediarios que menguan el valor de su ganancia económica. Además, los resultados también reportan que ninguna de las familias agrícolas distribuye tomate riñón a destinos internacionales.

1.3. **Ámbito ambiental**

Este ámbito considera indicadores ambientales, como: el manejo del cultivo, la preparación del suelo, variedad de tomates que se manejan en su cultivo, la asociación de cultivos y el destino de los residuos de cosecha; prácticas pecuarias, lo que permite identificar las posibles alteraciones que causan estos cultivos al medio ambiente. En la tabla 11 se indican estos resultados.

Tabla 9

Ámbito ambiental: indicadores agropecuarios

ÁMBITO AMBIENTAL	

	Producción forestal	Aumento y resistencia de plagas	Prácticas pecuarias	Posesión de animales de crianza
SI	10%	100%	20%	60%
NO	90%	-	80%	40%
Total:	100%	100%	100%	100%

Fuente y elaboración propias: Resultados del ámbito ambiental de la Entrevista.

La mayoría de las familias (18) no disponen de áreas para la producción forestal, por lo que, dedican el terreno para la producción agrícola exclusivamente. También indican que, existe un alto aumento de plagas (mosca blanca, binador, botrytis, entre otros) y una gran resistencia a los pesticidas. Se destaca que los pesticidas que emplean los agricultores son: *previcur, Mr15, nacar, bala, newmetin, sufire, abaun, fidelid, sello verde, radian, pelt, triclan, casumin, daconil, flunjoraz, alfan, terraclor*. El uso de dichos pesticidas constituye un contaminante para el medio ambiente.

Por otro parte, los fertilizantes más utilizados son: *nitrato de potasio, fertisol, sulfato de magnesio, nitrato de amonio, casumin, fósforo, 10-30-10, 15-15-30, aminoquel, lignoquel, azul, alcapir base, cloración, macronutrientes, cabroto, floración, vitatierra, acapos bases, acapost, y cabriotop forum*. Dichos fertilizantes químicos contaminan el suelo, y agreden el ecosistema natural de la zona. (Revisar Anexo 2).

Aunque solo la minoría (4) realizan actividades pecuarias, más de la mitad (12) indican que poseen animales solo para el autoconsumo, y solo una familia cría animales de granja para la venta. Es decir, que los terrenos que disponen las familias son utilizados para la producción agrícola de hortalizas y frutas, lo cual, constituye el mayor sustento económico de las familias agricultoras de la parroquia Bulán. En la figura 15 se exponen las técnicas de preparación del suelo.

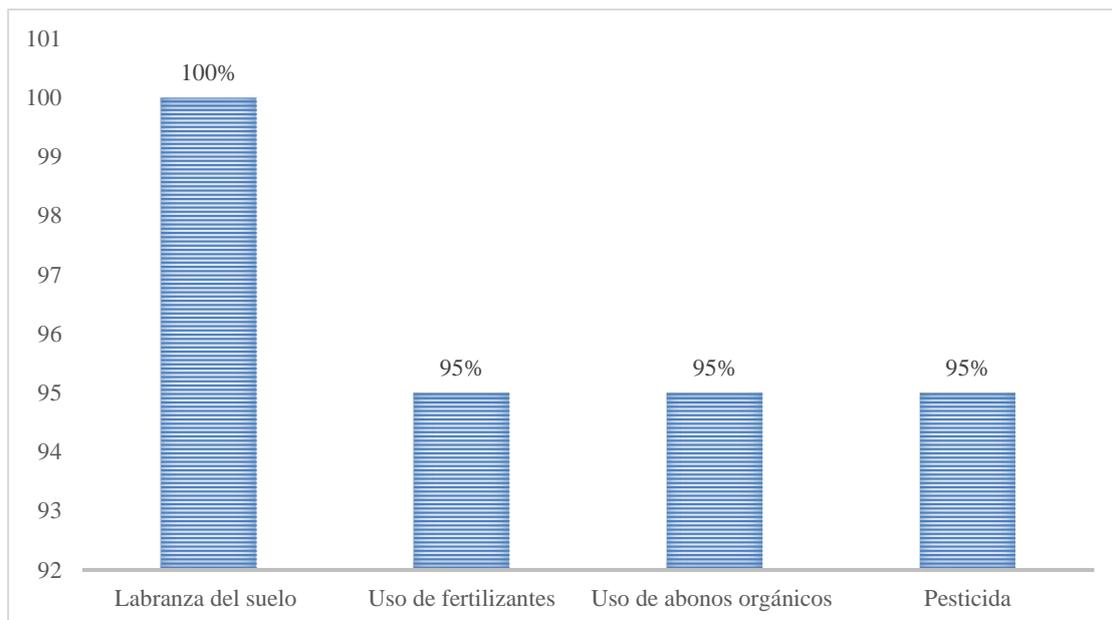


Figura 15. Labores culturales para la preparación del suelo en el cultivo de tomate en la parroquia Bulán.

Fuente y elaboración propias.

Todos los cultivos se realizan mediante un sistema invernadero, el 100% de los agricultores preparan el cultivo mediante labranza (revisar la figura 15). Además, el 95% de estos agricultores también utilizan fertilizantes, abonos inorgánicos y pesticidas. Lo que supone una alta predisposición a la contaminación de las propiedades del suelo, causando erosión.

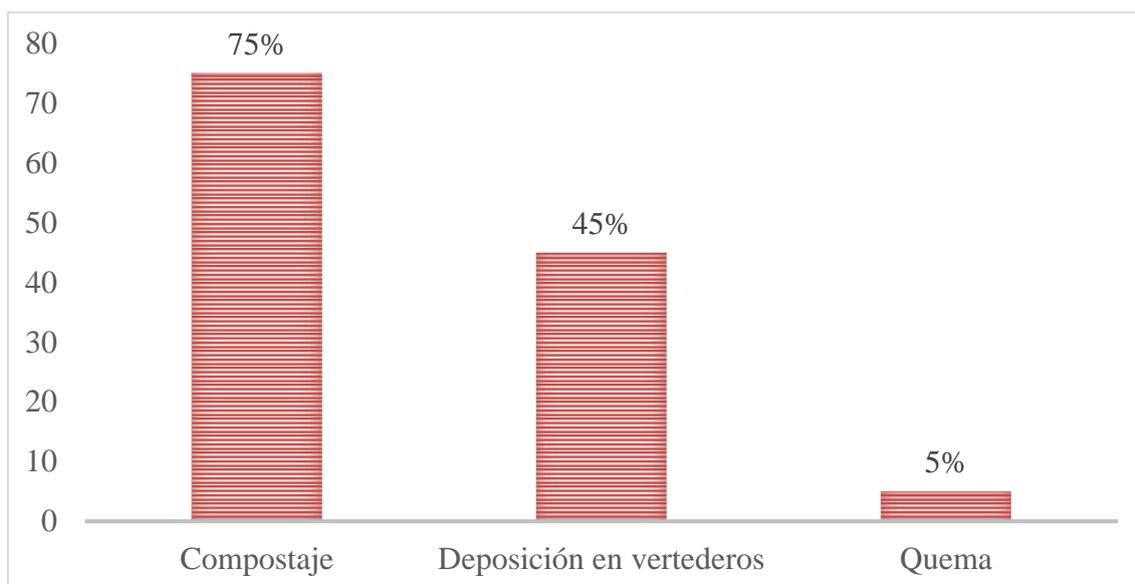


Figura 16. Tratamiento de residuos orgánicos en el cultivo de tomate en la parroquia Bulán.

Fuente y elaboración propias.

Para el tratamiento de residuos orgánicos el 75% de los agricultores emplean una medida ecológica para eliminar los desechos; un 45% arrojan los residuos a los vertederos y un 5% quema estos residuos (ver Anexo 3). Aunque, la mayoría práctica el compostaje para el tratamiento de residuos orgánicos, hay una minoría que emplea métodos agresivos para el medio ambiente en general. En la figura 17 se exponen los sistemas de riego que utilizan.

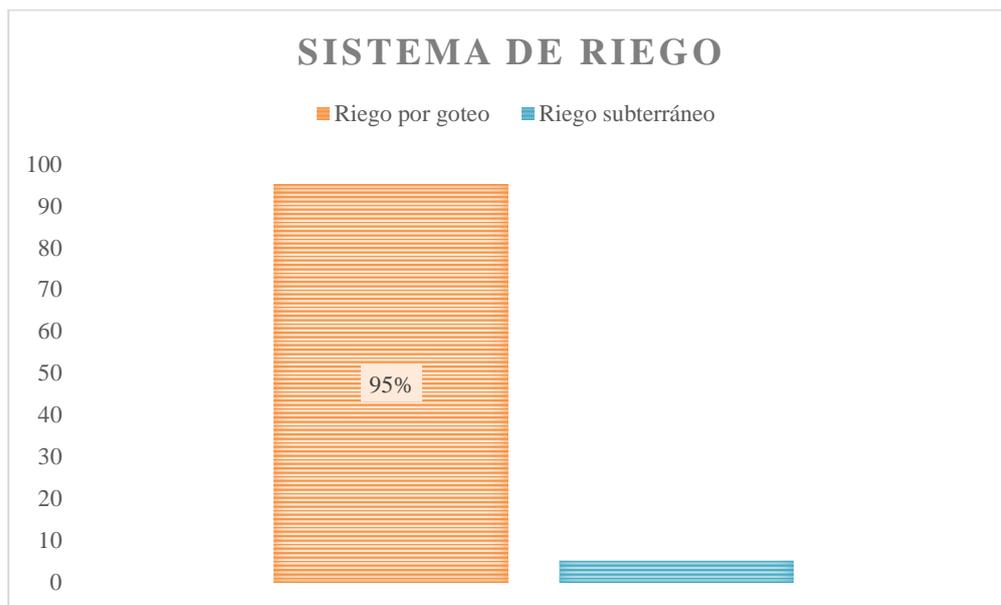


Figura 17. Sistema de riego en el cultivo de tomate en la parroquia Bulán.
Fuente y elaboración propias

Por último, en cuanto al sistema de riego la mayoría de las familias (19) emplean el tradicional método de riego por goteo, y solo una familia indica que dispone de riego subterráneo. (Revisar Anexo 4). De este modo, la mayoría de las familias realizan un regadío eficiente evitando el desperdicio de agua.

3. Análisis de la sustentabilidad de los sistemas de producción

Para analizar la sustentabilidad del sistema de producción agrícola de los habitantes de la parroquia Bulán se consideraron tres puntos críticos; el factor social, el factor económico y el factor ambiental. Bajo una ponderación de media estadística que oscila entre 1 a 10 que daban como resultados un nivel de beneficio bajo, medio y alto. En la tabla 12 se muestran los resultados generales de los indicadores evaluados.

Tabla 10
Análisis general de los indicadores de sustentabilidad

	ECONÓMICO	SOCIAL	AMBIENTAL
	7.5	-2.9	2.0
	10.0	-2.9	10.0
	2.5	0.0	2.0
	10.0	10.0	0.0
	5.0	5.7	8.0
	2.5	5.7	5.0
	7.5	5.7	6.0
	0.0	7.1	3.0
	7.5	0.0	10.0
	2.5	5.7	6.0
	2.5	5.7	3.0
	7.5	0.0	4.0
	7.5	0.0	2.0
	2.5	0.0	2.0
	5.0	10.0	5.0
	2.5	0.0	3.0
	7.5	5.7	2.0
	5.0	10.0	2.0
	10.0	5.7	2.0
	5.0	5.7	1.0
TOTAL	5.5	3.9	3.95

Fuente y elaboración propias: Resultados generales sobre la sustentabilidad agrícola obtenidos de la Entrevista.

Según los resultados encontrados, el **indicador económico** tiene una ponderación de 5,5 que indica un nivel medio de beneficios. Las familias campesinas hacen una inversión económica simétrica según las ganancias; pero existen gastos inesperados y a la vez no se tienen canales de comercialización definidos, por lo que afectaría a las ganancias de los productores.

De tal manera, que para el **indicador social** se obtuvo una ponderación de 3,9 que indica un nivel bajo en este aspecto. Las familias productoras presentan una baja participación en organizaciones comunitarias, reciben poca orientación de parte del GAD del Cantón Paute para sus cultivos.

Y, en cuanto al **indicador ambiental** se identificó una ponderación de 3,95 que indica un nivel bajo, por lo tanto, se puede afirmar que las técnicas que se emplean para el cultivo del tomate riñón degradan el suelo y no son sustentables.

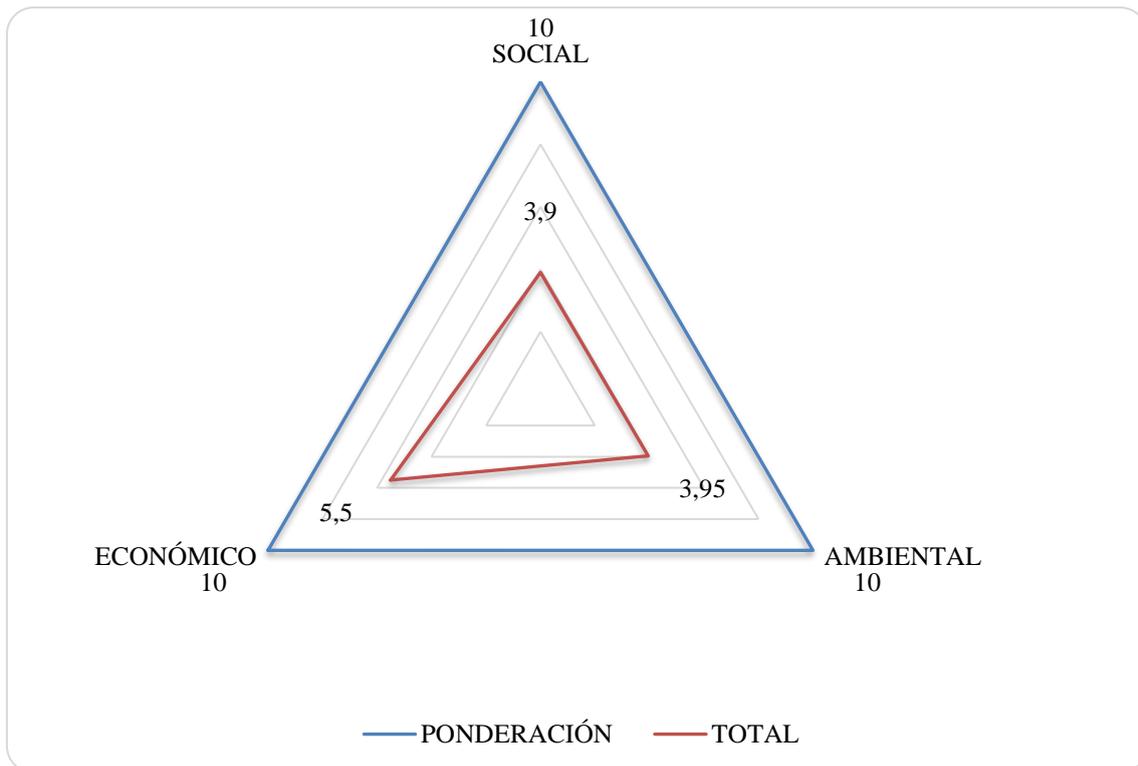


Figura 18. Análisis general de los indicadores de sustentabilidad.

Fuente y elaboración propias.

Tal como se muestra en la figura 18, lo esperado en la ponderación más alta son 10 puntos, y esto con relación a los resultados encontrados grafican como la realidad de la gestión agrícola no es sustentable, ni beneficiosa a nivel económico y ambiental para los habitantes de la parroquia Bulán. La relación entre la ponderación y el total es considerada insuficiente, puesto que la media es de 4,45 puntos lo cual se considera mediadamente suficiente en lo económico, aunque se resalta la insustentabilidad social y ambiental.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

El 77,28 % de PEA de los habitantes de la parroquia Bulán se dedica a actividades de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, no obstante, la producción de la parroquia se encuentra esencialmente sustentada por la agricultura, siendo Bulán la mayor productora de frutas y hortalizas. Existen aproximadamente 250 hectáreas dedicadas a la producción de frutas que rinden una media de 15 a 25 toneladas por hectárea al año (en el cual se incluye el tomate riñón o *Lycopersicum esculentum*). Es por esto, que el 90 % de la producción agrícola está dedicada a la venta y el 10 % al autoconsumo, por lo tanto, la mayoría de las familias de esta parroquia dependen económicamente del sector agrícola.

En el indicador económico, las familias dedicadas al cultivo del tomate riñón tienen una rentabilidad limitada, ya que su inversión no produce ganancias significativas, lo que hace que la economía de las familias dependa de préstamos de terceros; e incluso para comercializar los productos, se recurre a un intermediario que obtiene la mayor cantidad de beneficios económicos.

En el indicador social, las familias participantes dedicadas al tomate riñón presentan bajo resultado, por falta de organización y participación comunitaria, y poco apoyo del GAD parroquial, que influye como elemento que afecta a la aplicación de técnicas sostenibles en la producción agrícola del tomate riñón y otras frutas.

En el indicador ambiental al igual que en lo social las familias presentan un bajo resultado. A tal punto, que las familias participantes del estudio, en los muchos casos utilizan una gran cantidad de fertilizantes y pesticidas, que contribuyen a la contaminación y sobreexplotación del suelo. Además, las familias campesinas de la Parroquia Bulán cultivan el tomate riñón bajo sistema de invernadero, preparando el terreno mediante labranza; utilizan fertilizantes, abonos, y pesticidas de manera indiscriminada, lo que promueve la contaminación y erosión del suelo. Se evidencia que muchos agricultores arrojan los residuos a los vertederos e incluso una minoría emplea quema para eliminar residuos, siendo un método muy agresivo para el medio ambiente.

Por un lado, los campesinos muchas veces usan fertilizantes químicos, siendo estos potenciales contaminantes del suelo. Entre los agroquímicos más utilizados

tenemos: nitrato de potasio, fertisol, sulfato de magnesio, nitrato de amonio, casumin, fósforo, aminoquel, lignoquel, alcapir base, cloración, macronutrientes, cabroto, floración, entre otros químicos.

Por otro parte, los agricultores también emplean pesticidas como: previcur, Mr15, nacar, bala, newmetin, sufire, abaun, fidelid, sello verde, radian, pelt, triclan, casumin, daconil, flunjoraz, alfan, terraclor y otros; debido al aumento de plagas (mosca blanca, binador, botrytis, entre otros), además, un factor alarmante es que estas plagas denotan una gran resistencia a estos pesticidas químicos, debido a la falta de rotación en los cultivos y a la degradación del suelo.

Finalmente, se concluye que el sector agrícola es un elemento fundamental para el sustento de los agricultores de la parroquia Bulán, quienes cosechan el tomate riñón en condiciones de invernadero, empleando técnicas en su mayoría basados en la agricultura convencional, las cuales han sido poco sustentables y beneficiosas en lo económico ambiental y social.

Recomendaciones

Para mejorar la sustentabilidad del sistema de producción del cultivo de *lycopersicum esculentum* (tomate riñón) en la parroquia Bulán es necesario mejorar el sistema educativo de los habitantes en general y proveer de capacitaciones que enseñen a los agricultores sobre las buenas prácticas de los sistemas de producción agrícola sustentables. Es primordial que los campesinos dedicados a la producción agrícola reciban una guía apropiada sobre el correcto uso de la tierra, y sobre la aplicación de técnicas agrosostenibles que reemplacen las prácticas convencionales, las cuales de manera indirecta debilitan el medio natural y el ecosistema en general de la zona.

Es necesario que el GAD de la parroquia Bulán incentive a las familias agricultoras a través de proyectos ecológicos y ambientales que mejoren las condiciones de producción agrícola del tomate riñón en la parroquia, lo cual podría optimizar la sustentabilidad del proceso de producción, y aumentar las ganancias económicas de las familias. Por lo tanto, las familias agrícolas al recibir incentivos económicos y de formación podrían aumentar sus ganancias con relación al costo/beneficio de la producción que realizan; potenciando justas ganancias económicas, la disminución de pérdidas y limitando la participación de intermediarios que facilitan el comercio del tomate riñón. Es decir, que el GAD al preocuparse por la producción agrícola debe considerar la producción del producto, el manejo de los recursos naturales y la

comercialización de este, fomentando la autonomía de las familias campesinas, en cuanto a la aplicación de una producción sostenible, así como, en la mejora de sus ingresos económicos.

Lista de referencias

- Altieri, M, y C. Nicholls. 2000. *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. Diario de campo.
- Alvarado-López, José Rafael, Ronny Fabián Correa-Quezada, y María del Cisne Tituaña-Castillo. (2017). Migración interna y urbanización sin eficiencia en países en desarrollo: Evidencia para Ecuador. *Papeles de población* 23 (94): 99-123. <https://doi.org/10.22185/24487147.2017.94.033>.
- Álvarez, Hugo, Marcelo Larripa, y Martín Nalino. 2019. “Sustentabilidad de los sistemas de producción agropecuaria”. *Revista de la Universidad Nacional de Rosario* 1 (02). <https://doi.org/10.37073/puriq.1.02.31>.
- Araujo, Heber. 2019. *Sustentabilidad de sistemas agrícolas convencionales y agroecológicos en los valles interandinos de Cochabamba y Potosí. Aportes del PEP del CIPCA*. Cuaderno de Investigación N°87.
- Arcentales, Milton, y Gladys Quizhpe. 2016. “Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa en el Cantón Paute dedicada a la propagación, venta y comercialización de plántulas de tomate riñón en el cantón”. Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana.
- Bellon, Stéphane, y Servane Penvern. 2014. *Organic farming, prototype for sustainable agricultures: Prototype for sustainable agricultures*. Springer.
- Camacho, Eduardo Chilón. 2017. “Revolución Verde: Agricultura y suelos, aportes y controversias”. *Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica – UMSA* (3). <http://www.ojs.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/174>.
- Carchi, José. 2017. “Estudio agrosocioeconómico de la producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en la zona sur de la provincia de Santa Elena”. Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Carpio, Romel, y Marco León. 2015. “Evaluación de la sustentabilidad del sistema de producción agrícola de la Organización UCAG del cantón Gualaceo, provincia del Azuay”. Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana.
- Cavache, Marcelo. 2016. “El suelo y la productividad agrícola en la Sierra del Ecuador”. *XIV Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo*. https://www.academia.edu/9324382/LOS_SUELOS_DEL_ECUADOR.
- Ceccon, Eliane. 2008. “La revolución verde tragedia en dos actos”. *Ciencias* 1 (91): 21-

9. <https://revistacienciasunam.com/es/44-revistas/revista-ciencias-91/235-la-revolucion-verde-tragedia-en-dos-actos.html>.
- CEPAL. 2019. *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe 2019-2020*. San José: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) / Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45111/CEPAL-FAO2019-2020_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Chalán, José. 2019. “Agricultura convencional y agroecología frente al cambio climático: Elementos para el análisis a partir de las experiencias en 2 comunidades indígenas de la cuenca de lago San Pablo, Cantón Otavalo, Provincia de Imbabura”. Tesis de grado, Universidad Andina Simón Bolívar.
- Chávez, Jenny Paola. (2021). “Cambio climático y sistemas de producción agroecológico, orgánico y convencional en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo”. Tesis de grado, Universidad Andina Simón Bolívar.
- Clavijo, Lorena. 2013. “Entre la agricultura convencional y la agroecología. El caso de las prácticas de manejo en los sistemas de producción campesina en el Municipio de Sylvania”. Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana.
- Conlago, Ángel. 2016. “Evaluación del comportamiento agronómico de tomate riñón (*Solanum lycopersicum L.*) en el Sistema hidropónico en la Granja Yuyuchocha, Ibarra”. Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte.
- Cuichan, Doris. 2019. “Análisis de los sistemas de producción en la Parroquia Puéllaro”. Tesis de maestría, Universidad Central del Ecuador.
- Delgado, Omar, Edgar Toledo, y Carlos Tenesaca. 2018. “Propuesta de ordenamiento territorial del suelo rural a partir de la planificación del medio físico”. Tesis de maestría, Universidad del Azuay.
- Djafar, Fariastuti, Mohd Khairul Hisyam Hassan, y Dzul Hadzwan Husaini. 2016. “Informal agricultural trade and trans-border farmers between Malaysia and Indonesia”. *The Journal of Developing Areas* 50 (4): 19-37. <https://doi.org/10.1353/jda.2016.0151>.
- El Comercio. 2020. “La frontera agrícola de Azuay y Cañar se amplió durante la emergencia sanitaria”. *El Comercio*. 4 de septiembre. <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/frontera-agricola-azuay-canar->

crisis.html.

- FAO-WHO. 2022. *Codex Alimentarius*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/es/>.
- FAO. 2004. *Producción artesanal de semilla de tomate (Lycopersicon Esculentum)*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://www.fao.org/3/CA3248ES/ca3248es.pdf>.
- Fernández, Roberto, Pablo Rush, y Cristina Plencovich. 2019. Agroecología y agricultura industrial: ¿Dos culturas irreconciliables? *Agronomía y Ambiente* (39): 69-84. <http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/view/101/94>.
- Garcés, S. 2011. *Bienestar y sustentabilidad en el medio rural: herramientas y debates para una agricultura sustentable*. FLACSO.
- García Pascual, Francisco. 2013. “El sector agrario del Ecuador: incertidumbres (riesgos) ante la globalización”. *Íconos: Revista de Ciencias Sociales* 24: 71. <https://doi.org/10.17141/iconos.24.2006.143>.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Bulán. 2027a. Ordenamiento Territorial. *Tomo III Implementación: El Modelo de Gestión*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Bulán. 2027b. Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial. *Tomo I: Diagnóstico del sistema territorial*.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Bulán. 2027c. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. *Tomo II: Propuesta Parroquia Bulán*.
- Gonnella, M. 2018. “Los nuevos actores agrarios: post revolución verde”. *Revista de la Universidad Nacional de Rosario*, 1: 1-18.
- González, Karina. (2021). “Análisis de vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático del sector ganadero en la Mancomunidad de la Bioregión del Chocó Andino del noroccidente de Quito, parroquia Nono”. Tesis de grado, Universidad Andina Simón Bolívar.
- Gurri, F. D. 2007. *Los nuevos caminos de la agricultura: procesos de conversión y perspectivas*. Plaza y Valdés, S.A.
- Herrera, Evelyn. 2017. *La comunidad campesina como modelo: La organización social en la conservación de recursos*. Universidad Politécnica de Cataluña de Barcelona (TECH).
- Huerta, Karina, Ayda Martínez, y Adelfa Colon. 2018. “La revolución verde”. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático* 4: 1-6.

- <https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i8.6717>.
- INEC. 2021. *Cifras Agroproductivas*. Ministerio de agricultura y ganadería del Ecuador / Instituto Nacional de Estadísticas. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>.
- . 2010. *Reporte estadístico del Sector Agropecuario*. ESPAC del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Presentaciones/espac_2010.pdf.
- León, Xavier Alejandro. 2018. “Soberanía alimentaria: Sistema Agroalimentario, movimientos campesinos y políticas públicas el Caso de Ecuador”. Tesis de grado, Universidad del País Vasco.
- Liceaga, Iñaki. 2015. *Sembrando en tierra vida: Manual de Agroecología*. Unión europea y la agencia española de cooperación al desarrollo.
- López, L. 2017. *Manual técnico del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum)*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (INTA). <https://repositorio.iica.int/handle/11324/3143>.
- Malo, Inés, Giovanni Bernacchia, y Pablo Arévalo. 2015. “Activación de genes de defensa en plantas de tomate de mesa *lycopersicum esculentum* L., a través de la aplicación de sustancias químicas y naturales”. *La Granja* 21 (1): 61-8. <https://doi.org/10.17163/lgr.n21.2015.05>.
- Marín, Vidal, Jorge Martínez, y Evert Herrera. 2016. “Comportamiento agronómico de 12 cultivares de tomate (*Lycopersicum Esculentum* Mill) en Tisma, Masaya, Nicaragua”. *La Calera*, 16: 1-7.
- Masera, Omar, Marta Astier, y Santiago López. 2000. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El Marco de evaluación MESMIS*. Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A.C.
- McMichael, Philip. 2015. *Regímenes alimentarios y cuestiones agrarias*. Fernwood Publishing.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2019. “Agricultura, la base de la economía y la alimentación”. *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. 9 de septiembre. <https://www.agricultura.gob.ec/agricultura-la-base-de-la-economia-y-la-alimentacion/>.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2020. “Sector productivo de Azuay genera nuevos espacios de comercialización”. *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. 20 de abril. <https://www.agricultura.gob.ec/sector-productivo-de-azuay-genera->

- nuevos-espacios-de-comercializacion/.
- Mooney, Pat. 2019. *La insostenible Agricultura 4.0: Digitalización y poder corporativo en la cadena alimentaria*. Grupo ETC.
- Municipio de Paute. 2022. “V Festival de la Manzana en Bulán-Paute”. *Paute*. 10 de mayo. <https://www.paute.gob.ec/noticias/v-festival-de-la-manzana-en-bulan-paute/>.
- Organización Naciones Unidas (FAO). 2014. *Metas e Indicadores: Para la Agenda de Desarrollo Post-2015 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas. <http://www.fao.org/post-2015>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD). 2001. “Indicadores medioambientales para la agricultura”. *Métodos y resultados*, 3. <https://www.oecd.org/env/consumption-innovation/1960514.pdf>.
- Proyecto GAD Parroquial de Bulán. 2021. “Proyecto de rescate de culturas y tradiciones parroquiales: período 2019-2023”. *GAD parroquial Bulán*. <https://gadbulan.gob.ec/azuay/proyecto-rescate-de-culturas-y-tradiciones/>.
- Radio Ciudad Cuenca. 2022. “La papa y maíz es lo que más se cultiva en Azuay”. *Radio Ciudad Cuenca*. 29 de julio. <https://radiociudad.gob.ec/2022/07/29/la-papa-y-maiz-es-lo-que-mas-se-cultiva-en-azuay/>.
- Rakesh, P.S., Cherian Annie, Ashutosh Masih, Edwin Mojan, Geethu Rachel, y Sunny Goutham. 2013. “Chemical use in farming and its health and environmental implications in a rural setting in southern India”. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* 5 (5): 90-5. <https://doi.org/10.9790/2402-0559095>.
- Restrepo, José, Diego Ángel, y Martín Prager. 2000. *Actualización Profesional en Manejo de Recursos Naturales, Agricultura Sostenible y Pobreza Rural*. Universidad Nacional de Colombia / Fundación para la Investigación y el Desarrollo Agrícola (FIDAR) / Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal.
- Rodríguez Delgado, I., Pérez Iglesias, H. I., García Batista, R. M., & Quezada Mosquera, A. J. (2020). Efecto del manejo agrícola en propiedades físicas y químicas del suelo en diferentes agroecosistemas. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(5): 389-398. ISSN: 2218-3620
- Rosset, Peter, y Miguel Altieri. 2018. *Agroecología: ciencia y política*. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA).
- Ruíz, José. 1994. “La agricultura sostenible como alternativa a la agricultura

convencional: conceptos y principales métodos y sistemas”. *ERIA*, 161-73.
<http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/34808.pdf>.

Win, Theint Theint, Myat Thu, Tin Myat Swe, Thet kyaw Ko, Tun Tun Aung, Htike Htike Ei, Nwe Nwe Win. 2020. “Degradation of Soil Quality in Mandalay Region of Myanmar Due to Overuse of Pesticides in Agriculture”. *Asia-Pacific Journal of Rural Development* 30 (1-2): 113-38.
<https://doi.org/10.1177/1018529120977247>.

Anexos

Anexo 1: Generalidades de la entrevista

Nombre y apellido

Extensión en hectáreas del predio

Ubicación de la finca

latitud (x.y °)

longitud (x.y °)

altitud (m)

precisión (m)



Fotografía del sitio de estudio

Haga clic aquí para subir el archivo. (<5MB)

Económicos

¿El predio o sitio de producción es propio?
Si

No

¿Qué tipos de cultivo posee su predio?
Tomate

Papa

Frutos

Tomate de árbol

Otros

¿Cuántos metros cuadrados son destinadas a la siembra del tomate?

¿Cuántos invernaderos de tomate tiene?

¿Cuántas cajas de tomate por cosecha produce?

¿Cuánto invirtió en la siembra de la última cosecha?

¿Cuál fue el monto de venta de su última cosecha?

¿Conoce el destino de su producción?

Si

No

¿Cuál es su destino de su producción?
Mercados locales

Mercados nacionales fuera de la ciudad

Mercados internacionales

Otros

¿Realiza rotación en sus cultivos?

Si

No

No responde

¿Con qué cultivos realiza la rotación?
Pimiento

Árboles de frutas

Tomate de árbol

Otros

Ambiental

- ¿Cómo maneja su cultivo?
- Cultivo bajo invernadero
- Cultivo abierto
- Otros

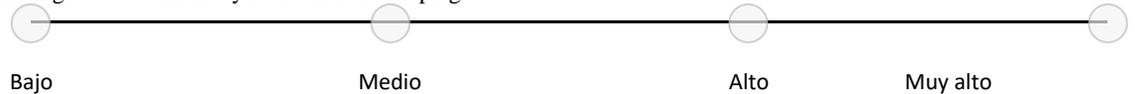
- ¿Cómo prepara el suelo para la producción de tomate?
- Labranza del suelo
- Uso de fertilizantes
- Uso de abonos orgánicos
- Pesticida
- Otros

¿Qué fertilizantes utiliza?

¿Qué pesticidas utiliza?

- ¿Considera usted que existe un aumento y resistencia de plagas?
- Si
- No

¿Cómo calificaría el grado de aumento y resistencia de las plagas?



- ¿Qué tipo de plagas representan un problema frecuente y costoso para su cultivo?
- Mosca blanca
- Binador
- Bortritis
- Otros

- ¿Cultiva el tomate en asociación otro cultivo?
- Si
- No

- ¿Emplean prácticas pecuarias en su finca?
- Si
- No

¿Tiene animales de crianza?
Si

No

¿Cuál es el destino final de sus animales de crianza?
Venta en los mercados

Autoconsumo

Otros

¿Tiene áreas destinadas a la producción forestal?
Si

No

¿Qué hacen con los residuos de cosecha?
Compostaje

Quema

Deposición en vertederos

Otros

¿Cuál es su sistema de riego?
Riego con aspersores

Riego con difusores

Riego por surcos

Riego por goteo

Riego subterráneo

Otros

¿Qué variedades de tomate se maneja?
Tomate Cherry

Tomate Riñón

Tomate Chonto

Tomate Prieto

Tomate Charleston

Tomate de Titán

Tomate Sheila

Otros

Social

¿Posee usted acceso a los servicios básico, como agua potable y electricidad?
Si

No

¿Su familia labora en la producción de su cultivo?
Si

No

¿Tiene empleados que laboran en el cultivo?
Si

No

¿Cuál es el rubro en empleados de su última siembra?

¿Cuánto gastó en mano de obra en su última cosecha?

¿Pertenece usted a una organización agrícola en su comunidad?
Si

No

¿Cuál es el motivo por el que no pertenece a una organización, qué falta en ellas?
Organización

Miembros

Costos para pertenecer

No representa beneficios

Otros

¿Qué beneficios tiene el pertenecer a esta organización?
Capacitaciones

Talleres

Ferias de intercambio

Expansión del mercado

¿Existe apoyo por parte del GAD parroquial a los productores de tomate?
Si

No

¿Qué tipo de apoyo recibe?

¿Por qué no recibe apoyo?

- ¿De dónde viene el financiamiento para la implementación del cultivo?
- Préstamos bancarios
- Ahorros familiares
- Otros

Fuente y elaboración propias

Anexo 2: Uso de fertilizantes e insecticidas en los cultivos

Fuente y elaboración propias

Anexo 3: Parte de los desechos de los cultivos sobrantes

Fuente y elaboración propias

Anexo 4: Sistema de riego por goteo dentro de los cultivos



Fuente y elaboración propias

Anexo 5: Cajas de almacenamiento de tomates



Fuente y elaboración propias

Anexo 6: Agricultores propietarios de los diferentes predios



Fuente y elaboración propias



Fuente y elaboración propias