

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**



**“SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE AGRICULTURA
FAMILIAR EN EL CANTÓN PENIPE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO,
ECUADOR”**

Presentada por:

JUAN PABLO HARO ALTAMIRANO

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
DOCTORIS PHILOSOPHIAE EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

Lima - Perú

2022

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**“SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE AGRICULTURA FAMILIAR
EN EL CANTÓN PENIPE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO, ECUADOR”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
Doctoris Philosophiae (Ph.D.)**

Presentada por:

JUAN PABLO HARO ALTAMIRANO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ph.D. Alexander Rodríguez Berrio
PRESIDENTE

Ph.D. Hugo Soplín Villacorta
ASESOR

Ph.D. Julio Alegre Orihuela
MIEMBRO

Ph.D. Raúl Blas Sevillano
MIEMBRO

Ph.D. Miryam Magdalena Borbor Ponce
MIEMBRO EXTERNO

DEDICATORIA

A Dios, a mi Madre Myriam Patricia Altamirano Yáñez,

a mi Padre, Pedro Marcelo Haro Oñate (+)

a mis hermanos, a mis abuelos, Pilar fundamental durante toda mi vida,

que con su amor comprensión compañía y estímulo constante,

me motivaron a desarrollar y culminar con éxito todos mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a mi Madre Dolorosa, por sus bendiciones

A mi Madre, Myriam, por su amor, paciencia y sostén de mi vida

A mi familia, por su apoyo constante,

A todas las autoridades de la querida Universidad Nacional Agraria La Molina, por el don de gente que promulgan y los cobija.

A mi Asesor, por sus conocimientos, enseñanzas liderazgo y profesionalismo, al Ph.D. Hugo Soplín Villacorta

A los miembros del jurado, por todos los aportes y recomendaciones hechas a la presente investigación, Ph.D. Julio Alegre y Ph.D. Raúl Blass.

A todos los profesores y personal administrativo que conforman el Doctorado de Agricultura sustentable, por su consideración, respeto y amistad, el demostrar siempre que la unión de la familia Molinera constituye el motor principal para alcanzar el éxito.

A mi querido cantón Penipe, pueblo de la solidaridad, pueblo de mi origen y descendencia al cual siento que le debo mucho y en el cual lucharé hasta verle como un cantón potencialmente productivo.

A mi querida Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, cuna de mi formación y permitir cumplir mis sueños de poder ser parte de la Comunidad Politécnica, especial agradecimiento a las Autoridades.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.2	OBJETIVOS	3
1.2.1	General	3
1.2.2	Específicos	3
1.3	JUSTIFICACIÓN	3
1.4	HIPÓTESIS.....	4
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1	AGRICULTURA FAMILIAR.....	5
2.1.1	La finca como un sistema de producción.....	6
2.1.2	Tipología de la Agricultura Familiar	7
2.1.3	Agricultura familiar y seguridad alimentaria.....	7
2.1.4	Agricultura familiar y cambio climático.....	8
2.1.5	Importancia de la Agricultura familiar en el Ecuador	8
2.1.6	Antecedentes de la agricultura en la zona de estudio	10
2.2	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	11
2.2.1	Unidad de estudio de los sistemas de producción.....	12
2.2.2	Características de un sistema de producción	12
2.2.3	Sistemas de producción agroecológica	13
2.2.4	Sistemas de producción convencional.....	15
2.3	DISEÑO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.....	16
2.3.1	Identificación de limitantes y potencialidades dentro de los sistemas de producción..	17
2.3.2	Propuestas de alternativas tecnológicas.....	18
2.4	FASES DE EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.....	19
2.4.1	Sistemas de información geográfica y análisis territorial	19
2.4.2	Zonificación.....	21
2.4.3	Caracterización	21
2.4.4	Tipificación.....	22
2.4.5	Determinación de un marco teórico específico.....	23
2.4.6	Tipos de variables intervinientes	24

2.4.7 Método de Ward	24
2.5 EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.....	25
2.5.1 Análisis multivariado.....	26
2.5.2 El Marco de Evaluación MESMIS	28
2.5.2.1 Investigación Agraria desde la perspectiva de sistema.....	29
2.5.2.2 Puntos críticos de evaluación.....	30
2.5.3 Atributos generales de sustentabilidad.....	30
2.5.3.1 Productividad	30
2.5.3.2 Estabilidad.....	31
2.5.3.3 Resiliencia.....	31
2.5.3.4 Confiabilidad.....	31
2.5.3.5 Adaptabilidad.....	32
2.5.3.6 Equidad	32
2.5.3.7 Autodependencia.....	32
2.5.4 Esquema operativo de MESMIS.....	33
2.5.4.1 Primer paso: Determinación del objetivo de estudio	35
2.5.4.2 Segundo paso: Determinación de los puntos críticos del sistema.....	36
2.5.4.3 Tercer paso: Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores	36
2.5.4.4 Cuarto paso: Medición y monitoreo de los indicadores.....	37
2.5.4.5 Quinto paso: Presentación e integración de resultados.....	39
2.5.4.6 Sexto paso: Conclusiones y recomendaciones.....	41
2.6 SUSTENTABILIDAD AGRARIA	41
2.6.1 Principios de sustentabilidad.....	42
2.6.2 Dimensiones de sustentabilidad.....	42
2.6.3 Niveles de sustentabilidad.....	43
2.6.4 Sustentabilidad económica.....	43
2.6.5 Sustentabilidad ambiental	44
2.6.6 Sustentabilidad social.....	45
2.7 DESARROLLO SUSTENTABLE	46
2.7.1 Del desarrollo sustentable a la agricultura sustentable	46
2.7.2 La escala y el período de análisis.....	47
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	48

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN.....	48
3.2 MATERIALES	49
3.3 METODOLOGÍAS.....	50
3.3.1 Diseño de la investigación.....	50
3.3.2 Determinación de la muestra.....	51
3.3.3 Técnicas de recolección y análisis de información	53
3.3.4 Metodologías para caracterización y tipificación de los sistemas de agricultura familiar 55	
3.3.5 Metodologías para evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción de agricultura familiar.....	57
3.3.6 Metodologías para el diseño de un plan de fortalecimiento, mediante el análisis de la interacción de los aspectos ambientales. Socioculturales y económicos	58
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	60
4.1 CARACTERIZACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE AGRICULTURA FAMILIAR, CANTÓN PENIPE PROVINCIA DE CHIMBORAZO.....	60
4.2 EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE AGRICULTURA FAMILIAR, CANTÓN PENIPE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.....	68
4.3 PLAN DE FORTALECIMIENTO, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES, SOCIOCULTURALES Y ECONÓMICOS, PARA MEJORAR EL PROCESO DE SOSTENIBILIDAD DE LA AGRICULTURA FAMILIAR, CANTÓN PENIPE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO	89
V. CONCLUSIONES	100
VI. RECOMENDACIONES	101
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
VIII. ANEXOS.....	109

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Aspectos característicos del núcleo familiar, relacionados al sistema productivo de la agricultura familiar	5
Cuadro 2. Distribución de la muestra.....	53
Cuadro 3. Caracterización de la agricultura familiar, dimensión sociocultural	61
Cuadro 4. Caracterización de la agricultura familiar, dimensión económica productiva	63
Cuadro 5. Caracterización de la agricultura familiar, dimensión ambiental.....	65
Cuadro 6. Análisis de los puntos críticos de los sistemas productivos de la agricultura familiar, cantón Penipe, mediante la metodología MESMIS	73
Cuadro 7. Escala de sustentabilidad de los sistemas productivos de la agricultura familiar ...	79
Escala de sustentabilidad de los sistemas productivos de la agricultura familiar cantón Penipe	79
Cuadro 8. Evaluación de atributos, puntos críticos y umbrales de los sistemas productivos de la agricultura familiar, cantón Penipe.....	90
Cuadro 9. Propuestas y alternativas dentro de los sistemas productivos, dimensión social, geopolítica y cultural	93
Cuadro 10. Propuestas y alternativas dentro de los sistemas productivos, dimensión económica	95
Cuadro 11. Propuestas y alternativas dentro de los sistemas productivos, dimensión ambiental y productiva	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Agricultura en el PIB nacional- Agricultura familiar	9
Figura 2.	Atributos generales del a sustentabilidad de sistemas, MESMIS	34
Figura 3.	Mapa Político del cantón Penipe	48
Figura 4.	Ubicación geoespacial de las fincas en estudio en el cantón Penipe	60
Figura 5.	Dendograma de los sistemas de producción de la Agricultura familiar cantón Penipe	67
Figura 6.	Caracterización agricultura familiar especializada	69
Figura 7.	Caracterización agricultura familiar diversificada	70
Figura 8.	Caracterización agricultura familiar subsistencia	71
Figura 9.	Sustentabilidad de los sistemas de agricultura familiar especializada (AFE)	82
Figura 10.	Sustentabilidad de los sistemas de agricultura familiar diversificada (AFD)	85
Figura 11.	Sustentabilidad de los sistemas de agricultura familiar de subsistencia (AFS)...	88

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Encuesta de Caracterización de los Sistemas de Agricultura familiar cantón Penipe	109
Anexo 2. Encuesta de evaluación de sustentabilidad Metodología Mesmis	112
Anexo 3. Atributos, puntos críticos para la comparación con los umbrales productivos	117
Anexo 4. Panel Fotográfico	119

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción de agricultura familiar del cantón Penipe, provincia de Chimborazo, Ecuador. De una población de 1055 familias dedicadas a este sistema de producción, se tomó una muestra (n=68), que abarcaban una extensión de estudio de 200 hectáreas, para realizar el proceso de caracterización y tipificación mediante la metodología de Ward, con una distancia euclidiana cuadrada de 90. Se identificaron 3 tipologías: agricultura familiar especializada (AFE), (28%), agricultura familiar diversificada (AFD), (50%), y agricultura familiar de subsistencia (AFS), (22%). Aplicando la metodología de MESMIS, se evaluó la sustentabilidad de cada uno de los sistemas, determinando los atributos, puntos críticos y la construcción de indicadores, validados por especialistas, productores y autoridades locales. De los resultados obtenidos se concluye que, en una escala de 0 a 2, la AFE alcanza los niveles de sustentabilidad con una valoración de (1,56), la AFD, posee un valor considerado como medianamente sustentable (1,32) y la AFS tiene una valoración que la califica como sistema no sustentable (0,77). Se incluyen propuestas y alternativas contrastando con los umbrales productivos, para mejorar la sostenibilidad de la agricultura familiar en el cantón Penipe, provincia de Chimborazo. Las propuestas y alternativas incluyen aspectos de la tenencia de tierra, su ocupación, gestión y ejecución gubernamental, participación, vinculación social, acceso crédito, nivel de ingresos, capacitación frente a innovaciones, dependencia de recursos externos, riesgos de los cultivos, pendiente, erosión, drenaje, agua riego, contenido de materia orgánica, desarrollo radicular, cobertura del suelo, biodiversidad animal y vegetal, manejo de los cultivos, rendimiento para mejorar cada uno de los sistemas de producción y poder alcanzar valores sustentables para el desarrollo agro productivo del cantón Penipe.

Palabras Clave: Caracterización, Tipificación, Sistemas productivos, alternativas, agricultura familiar.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the sustainability of the family farming production systems of the Penipe canton, Chimborazo province, Ecuador. From a population of 1055 families dedicated to this production system, a sample (n = 68) was taken, covering a study area of 200 hectares, to carry out the characterization and typification process using Ward's methodology, with a squared Euclidean distance equal to 90. Three typologies were identified: specialized family farming (AFE), (28%), diversified family farming (AFD), (50%), and subsistence family farming (AFS), (22%). Applying the MESMIS methodology, the sustainability of each one of the systems was evaluated, determining the attributes, critical points and the construction of indicators, validated by specialists, producers and local authorities. From the results obtained, it is concluded that, on a scale of 0 to 2, the AFE reaches sustainability levels with a valuation of (1.56), the AFD has a value considered as moderately sustainable (1.32) and the AFS has a rating that qualifies it as an unsustainable system (0.77). Proposals and alternatives were included, contrasting with the productive thresholds, to improve the sustainability of family farming in the Penipe canton, Chimborazo province. The proposals and alternatives include aspects of land tenure, its occupation, government management and execution, participation, social linkage, access to credit, income level, innovation's training, dependence on external resources, crop risks, slope, erosion, drainage, irrigation water, organic matter content, root development, soil cover, plant and animal biodiversity, crop management, yield to improve each of the production systems in order to be able to achieve sustainable values for the agro-productive development of the Penipe canton.

Key Words: Characterization, typification, productive systems, alternatives, family farming

I. INTRODUCCIÓN

En América Latina, la agricultura familiar está compuesta por una masa relativamente homogénea de pequeños y medianos productores agropecuarios, que representan un sector clave para lograr la erradicación del hambre y el cambio de visión hacia los sistemas agrícolas sostenibles en el mundo, los pequeños agricultores son aliados y responsables de la seguridad alimentaria, el 80% de las explotaciones pertenecen a la agricultura familiar, incluyendo aproximadamente a más de 60 millones de personas, siendo la fuente principal de empleo agrícola en el sector rural (Craviotti *et al.* 2014).

El censo nacional agropecuario (CNP 2000), define que el 40% de la población ecuatoriana reside en la zona rural y que las dos terceras partes son productores agropecuarios, lo que nos permite tener una visión clara para definir la importancia de esta tipología de Agricultura en el Ecuador, alrededor de la mitad de unidades de producción UPA'S (63.5%) poseen extensiones que no superan las 1,4 hectáreas y solo el (6.5%) están en posesión de una superficie mayor a 40 hectáreas, por ende los sistemas de producción con menos de 5 hectáreas contratan mano de obra no permanente, mientras que los predios con más de 10 hectáreas si contratan mano de obra permanente. (Martínez 2013).

Por lo expuesto, es importante evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción de la agricultura familiar dentro de los enfoques: social, ambiental y económico, tratando de cuantificar todos los efectos del proceso de agricultura convencional, para generar alternativas de desarrollo agropecuario, a fin de impulsar la producción de alimentos, mejorar el nivel de vida de los productores, reducir la contaminación ambiental y disminuir los índices de pobreza en el área rural (FAO 2011).

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Una limitante frecuente dentro de la planeación e implementación de proyectos de desarrollo rural es el desconocimiento del estado actual, el comportamiento, características y desarrollo de los sistemas agrícolas dentro del cantón Penipe, el cual restringe el proceso de generación y adopción de alternativas sustentables eficientes, dentro del marco de desarrollo de los aspectos técnicos, sociales, operativos y productivos dentro de las fincas de la localidad.

Además no se evidencian investigaciones sobre procesos de caracterización, evaluación de la sustentabilidad y generación de alternativas agro productivas, y por ello, los sistemas productivos familiares son deficientes, producto del mal manejo de los recursos naturales, la afectación climática constante, el uso excesivo de pesticidas sintéticos, los cuales generan un desequilibrio de todo el sistema productivo, acentuando la problemática situacional, reflejada en la baja productividad local y la pobreza rural, comprometiendo los recursos de generaciones futuras, afectando directamente a la sustentabilidad de los sistemas productivos.

a. Preguntas de la investigación:

- ¿Cuáles son las características principales de los sistemas de producción de Agricultura familiar en el cantón Penipe, provincia de Chimborazo?

¿Qué tipologías presenta el sistema de producción de Agricultura familiar en el cantón Penipe provincia de Chimborazo?

- ¿Serán sustentables los sistemas de producción de Agricultura familiar en el cantón Penipe, provincia de Chimborazo?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General

Determinar la sustentabilidad de los diferentes sistemas de producción de Agricultura familiar en el cantón Penipe, provincia de Chimborazo.

1.2.2 Específicos

- Caracterizar y tipificar los sistemas de producción de Agricultura familiar, en el cantón Penipe, provincia de Chimborazo.
- Evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción de la Agricultura familiar en el cantón Penipe, provincia de Chimborazo.
- Formular propuestas para mejorar la sostenibilidad de la agricultura familiar en el cantón Penipe, provincia de Chimborazo.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El desarrollo propuesto en esta investigación se justifica dentro del marco de necesidad en la que la sociedad ecuatoriana requiere alcanzar mayores niveles de equidad y justicia para los productores locales, buscando implementar un verdadero sistema económico social y solidario, los cuales permitan a su vez mejorar las condiciones de vida de la población rural, tal como lo ampara la Constitución de la República y los objetivos del buen vivir nacional, aspectos que forman parte de la nueva propuesta de enfoque de Desarrollo Rural nacional.

El proceso de evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción debe ser manejado con un enfoque holístico y sistémico, basándose en los objetivos generales y formulando indicadores, los cuales permitan analizar y determinar la tendencia de los sistemas productivos

en sus diferentes dimensiones, con la finalidad de plantear alternativas de desarrollo y fortalecimiento local hacia un proceso de sustentabilidad de la agricultura familiar (Rojas . 2010).

El cantón Penipe está conformado por 7032 habitantes, constituido por 1406 familias aproximadamente, las cuales manifiestan que el principal campo ocupacional es la agricultura y ganadería, y que están siempre en la búsqueda de nuevas estrategias de desarrollo rural integral con la finalidad de asegurar y garantizar la soberanía alimentaria, y mejorar el nivel de vida de enfrentándose constantemente a situaciones adversas como son la baja productividad local, un sistema de comercialización inestable, afectación climática constante por el proceso eruptivo del volcán Tungurahua (PDOT 2016).

La investigación planteada permitirá caracterizar y tipificar de una manera cualitativa y cuantitativa los sistemas actuales de producción de la agricultura familiar del cantón Penipe, contando con las bases necesarias para establecer el proceso de evaluación de la sustentabilidad y la formulación de propuestas en cuanto a las alternativas de desarrollo local sustentable para cada tipología un sistema de la agricultura que se desarrolla en el cantón.

1.4 HIPÓTESIS

Ho: Los sistemas de producción de Agricultura familiar en el cantón Penipe, provincia de Chimborazo, no son sustentables.

Ha: Al menos un sistema de producción de Agricultura familiar en el cantón Penipe, provincia de Chimborazo, es sustentable.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 AGRICULTURA FAMILIAR

Según la organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación, expresa que la agricultura familiar es el sistema y enfoque principal del desarrollo de los sistemas agrarios, el cual está conformado por productores agrícolas, pecuarios, pescadores artesanales y silvicultores, de recursos limitados (FAO 2011). Dentro de las características básicas que presentan los sistemas de Agricultura son a) sistemas complejos, los cuales reflejan múltiples objetivos, b) sistemas dinámicos desarrollados en respuesta a los diferentes cambios climáticos y socioeconómicos, c) sistemas incorporados, los cuales adoptan el conocimiento ancestral dentro de las prácticas convencionales racionales y perceptivas (Grisa y Sabourin 2019).

Los aspectos que identifican a los sistemas de producción expresados por (FAO 2011), dentro de un núcleo familiar se establecen en la Cuadro 1.

Cuadro 1. Aspectos característicos del núcleo familiar, relacionados al sistema productivo de la agricultura familiar

Aspecto	Característica
Aspecto 1	Acceso limitado al recurso capital y recurso a tierra (espacio físico)
Aspecto 2	Uso de mano de obra familiar, incluyendo la mayoría de los miembros, con participación activa en el proceso productivo generando cierta división en la asignación de labores
Aspecto 3	Producción de algún bien agro-silvo-pastoril-acuícola-pesquero, el cual representa la fuente principal de los ingresos, pudiendo complementar con otras actividades no agrícolas, realizadas dentro o fuera de la unidad familiar.

Fuente: FAO (2011)

Estos aspectos permiten definir aquellos sistemas considerados como “familiares”, para poder diferenciarlos de aquellos que no lo son, los cuales pueden ser empresas capitalistas y aquellos hogares que no siendo empresas, no producen bienes agropecuarios o similares (FAO 2011).

Grisa y Sabourin (2019) manifiestan que entre los subsistemas básicos que comprende la agricultura familiar están:

- a. La familia, la cual es encargada de la toma de decisiones, establecimiento de objetivos metas, control y ejecución de todas las actividades operativas del sistema.
- b. la explotación agrícola y ganadera, mediante la cual proporciona alimentos, empleo y dinero para la familia campesina.
- c. los componentes externos de la finca en algunos de los casos comprenden, la ocupación de mano de obra, pudiendo generar un empleo alternativo e ingresos complementarios para el bienestar de las familias campesinas.

2.1.1 La finca como un sistema de producción

La finca comprende la totalidad de los recursos existentes, los flujos e interacciones que proceden en una unidad de producción (FAO 2011). En tal sentido un sistema de producción se define como uno de los niveles de jerarquía de los sistemas agrícolas, los cuales poseen diferentes recursos, procesos y componentes de producción, pudiendo combinarse en forma individual o colectiva para poder subsistir, mediante la obtención de productos y el proceso de transacción incluyendo todo tipo de compra y venta, comercialización e inversión (Molina-Murillo *et al.* 2017).

Dentro de una finca, los agro-ecosistemas pueden considerarse como subsistemas, los cuales son manejados e intervenidos por el hombre, donde el componente biótico está representado por un cultivo o un animal cuyo fin es el de proveer bienestar al hombre, aprovechando los recursos

abióticos cómo son las condiciones óptimas de temperatura humedad y el espacio físico para su producción (Reina 2016).

2.1.2 Tipología de la Agricultura Familiar

Martínez (2013), expresa que el criterio discriminatorio principal para determinar las diferentes tipologías, son los ingresos familiares, teniendo en consideración que pueden existir hogares que no perciben ingresos o que simplemente no declararon, los cuales se incluyen dentro de la agricultura familiar de subsistencia (AFS), con entradas de productos y pocos ingresos que les permiten subsistir.

La tipología de Agricultura familiar especializada (AFE) es característica de aquellos hogares que tienen un ingreso agropecuario predominante comprendido entre el 75% o más, mientras que los hogares cuyos ingresos provenientes de actividades agropecuarias no dominantes entre el 25% o menos son considerados como tipología de Agricultura familiar diversificada (AFD), los cuales obtienen ingresos a través de diferentes actividades no agropecuarias (FAO 2011) y (Martínez 2013).

2.1.3 Agricultura familiar y seguridad alimentaria

Dentro del contexto de la globalización mundial se han realizado grandes esfuerzos para poder garantizar la seguridad alimentaria, buscando reducir los niveles de desnutrición a través del consumo de productos con alta calidad nutricional, tratando de concientizar a la población de reducir el consumo de alimentos procesados, los cuales se caracterizan por tener altas calorías, grasas saturadas, sales y deficiencia en cuanto a contenido proteico, vitamínico y de fibras (Urquía 2014).

La agricultura familiar es la encargada de producir alimentos saludables con alta contenido nutricional, cumpliendo un rol importante para hacer frente a estos perfiles de malnutrición, gracias a su indisoluble relación con varios componentes y ámbitos de la seguridad alimentaria,

la misma que contribuye mediante el manejo agroecológico de sistemas alimentarios, a la obtención de productos sanos para generar y fortalecer las redes de Comercio justo (Schejtman 2008).

2.1.4 Agricultura familiar y cambio climático

El sistema productivo de la agricultura familiar es el más vulnerable afrente al cambio climático, es por ello que la construcción de la resiliencia climática dentro de las comunidades rurales constituye un imperativo para poder garantizar la seguridad alimentaria, por lo cual se requieren políticas que permitan acceder a diferentes fuentes de financiamiento, información y alertas climáticas en la localidad, asistencia técnica y monitoreo constante para poder desarrollar e implementar innovaciones dentro de los procesos sustentables en la agricultura (Rodríguez y Meza 2016).

El cambio climático provoca alteraciones medioambientales constantes, por ende, incertidumbre para realizar una buena planificación agropecuaria, ya que la actividad agrícola constituye una de las actividades humanas más dependientes del clima, considerada por la comisión económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Dentro de este contexto se debe fortalecer todos los procesos de conservación de la biodiversidad, y el aprovechamiento regulado de los recursos naturales existentes, sin comprometer los recursos futuros, tratando de reducir al máximo los riesgos que conllevan el cambio de prácticas de agricultura convencional a una agricultura agroecológica, la misma que ayudará a conservar el medio ambiente y la adaptación al cambio climático (López-Ridaura *et al.* 2002).

2.1.5 Importancia de la Agricultura familiar en el Ecuador

La agricultura en el Ecuador está constituida como una de las principales fuentes de ingreso y empleo dentro de la población rural, actualmente ha sido relegada a un segundo plano, en comparación con otros sectores considerados más dinámicos como son la explotación del petróleo, comercio, servicios varios y la construcción. Dentro de la explotación agrícola como

ente generador de recursos económicos, el objetivo principal es la producción de alimentos los cuales representan el 7.33% del Producto Interno Bruto del país, de acuerdo con el Ministerio de Agricultura y ganadería (Daza 2021), tal como se presenta en la figura 1.

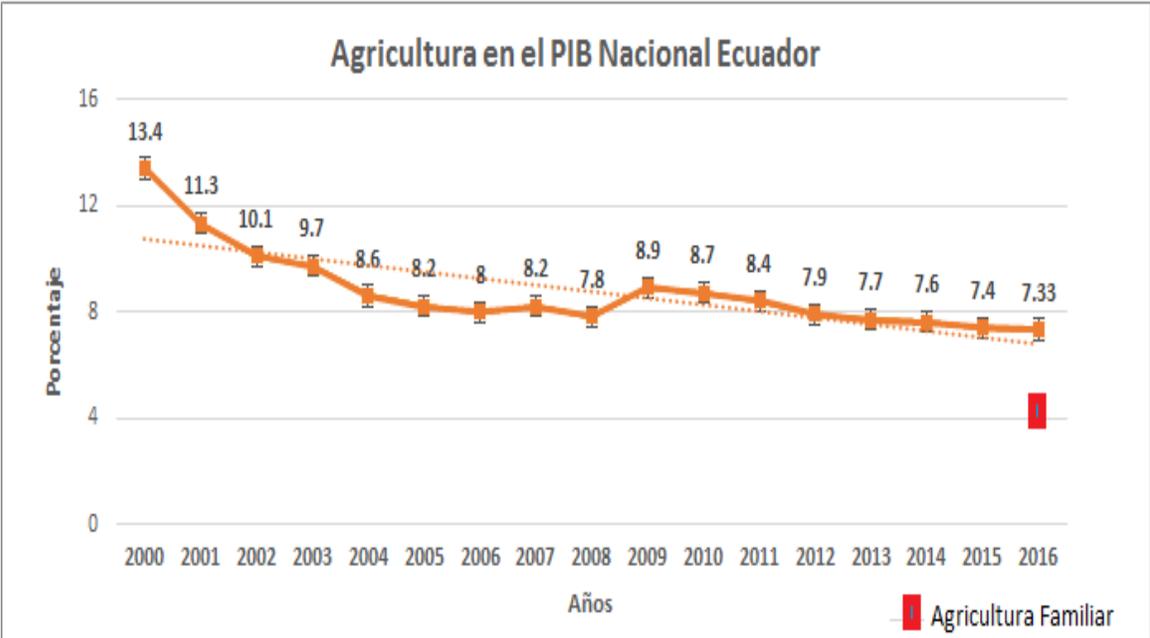


Figura 1. Agricultura en el PIB nacional- Agricultura familiar

Fuente: Daza (2021)

Según Daza (2021), la agricultura familiar representa el 4% del Producto Interno Bruto sustentando aproximadamente el 60% de la demanda total de alimentos a nivel de todo el país que incluyen los rubros agrícolas: papa (91%), legumbres (85%), cebolla colorada (85%), cebolla blanca (81%), col (77%) maíz duro (76%), zanahoria (71%) maíz suave (64%), arroz (49%), fréjol seco (42%) y los rubros pecuarios: carne porcina (82%), carne bovina (73%), carne ovina (70%), leche fresca (71%), huevos de campo (71%). y en términos de producción de exportación está el café, cacao y banano que representan el (80%).

Este sector afronta muchos riesgos principalmente por la inestabilidad y variabilidad de los precios de los productos, tanto para los productores como a los comerciantes, a lo cual se suma una baja productividad, por influencia del cambio climático. Una alternativa para afrontar esta problemática es el impulso de un sistema permanente de garantía y seguridad productiva, dentro del cual el estado pueda subvencionar algunos rubros en beneficio de los pequeños y medianos productores agropecuarios acuícolas, forestales, pescadores artesanales y demás agentes productivos vinculados al agro ecuatoriano (Urquía 2014).

2.1.6 Antecedentes de la agricultura en la zona de estudio

En la mayoría de las zonas rurales del cantón Penipe, los agricultores producen de acuerdo a la influencia de la demanda del mercado local y provincial. Una característica intrínseca de las fincas del cantón es que contienen un número reducido de cultivos para la venta dentro del mercado local y su autoabastecimiento está supeditado a arreglos temporales y espaciales propios de la región. Las fincas se encuentran dispersas dentro del ámbito geográfico espacial dentro de las cuales existen asociaciones de agricultores y comités articulados para el manejo de los recursos hídricos y en menor proporción para el manejo de los rubros agropecuarios como son: maíz, papas, frutas y ganado bovino (PDOT 2016).

La principal actividad económica de la región es la agricultura, sin embargo la misma no cumple con las expectativas de la mayoría de productores locales, debido a que se enfrentan constantemente a los bajos rendimientos productivos, precios bajos en los mercados de comercialización, a la escasa asistencia técnica y crediticia por parte de los entes reguladores de esta competencia, por lo cual dentro del (PDOT 2016), se manifiesta que para el manejo e implementación de sistemas productivos, se deben contemplar las necesidades planificadas y los requerimientos específicos en cuanto al uso de la tierra y explotación de los recursos naturales sustentables, la cual implica la identificación de los componentes territoriales, sus reacciones y la evolución dentro de un tiempo determinado.

Los agricultores del cantón Penipe, en su gran mayoría desarrollan una actividad agrícola convencional, contemplando un mínimo de componentes agroecológicos debido al desconocimiento sobre la producción orgánica a gran escala (PDOT 2016), para lo cual Gavito *et al.* (2017) proponen un enfoque sistemático de investigación, la cual permitirá acercarnos a la comprensión y desarrollo de los procesos productivos locales y, por otro lado, el poder formular alternativas viables que puedan mejorar la producción y eficiencia de los sistemas.

2.2 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Un sistema de producción agropecuaria resulta de la combinación compleja en el espacio y tiempo del asocio de los medios de producción como son tierra agua, aire, recursos naturales y la fuerza de trabajo, que interaccionan directamente para la obtención de los productos, buscando optimizar al máximo el uso eficiente de los recursos disponibles constituidos por entradas y salidas de un sistema, en el cual, mediante la adopción de alternativas tecnológicas, se busca mejorar el bienestar de la población de la localidad (Giraldo y Valencia 2010).

Schejtman (2008) define al sistema de producción como el conjunto estructurado de actividades agrícolas y pecuarias, manejado por un productor y su familia el cual busca garantizar la explotación de su finca, en concordancia con lo expuesto por Moreno (2013), el cual manifiesta que el resultado de la combinación de los medios de producción (tierra y capital), sumado a la fuerza de trabajo disponible dentro de un entorno socioeconómico confluyen al desarrollo productivo local.

Un sistema agrícola adaptado a la definición general de sistemas, está constituido por diferentes componentes y es afectado por varias fuerzas (ecológicas, sociales, económicas, políticas, etc.), las cuales interactúan entre sí incidiendo en las decisiones de los productores, las cuales aplican sobre sus fincas. Estos sistemas en conjunto presentan una base de recursos y limitaciones similares para lo cual una serie de estrategias bien definidas serán apropiadas para lograr el desarrollo e intervención dentro de los conglomerados denominados tipologías agro productivas locales (Urquía 2014).

2.2.1 Unidad de estudio de los sistemas de producción

La unidad de estudio constituye el espacio físico territorial dentro del cual se van a realizar los distintos análisis y evaluaciones del desarrollo sostenible. Esta unidad la designa directamente al investigador según los objetivos que desean alcanzar, pudiendo constituirse por parcelas, fincas, microcuencas, cuencas y regiones (Rodríguez y Meza 2016).

La evaluación y análisis de los sistemas agropecuarios sustentables se centran directamente a nivel de finca, debido a que la evaluación *in situ* refleja nítidamente las limitaciones de la producción agropecuaria, lo que permite abordar y discutir acerca de las barreras sociales técnicas y medioambientales más relevantes (Schejtman 2008).

El área en estudio se define como la unidad geográfica, delimitada por la división política y administrativa, la cual contiene aspectos característicos a la región que pertenece, presentando varios problemas en común, dentro de la cual se realizarán los diferentes estudios. (Priego-Castillo *et al.* 2009)

Escriba el texto aquí

2.2.2 Características de un sistema de producción

Según Moreno (2013), un sistema de producción presenta las siguientes características:

- **Estructura definida:** la misma que es determinada por los arreglos, relaciones y la organización de los componentes, es decir todos los factores que intervienen en el medio ambiente como son: suelo, agua, aire, microorganismos, fuerza trabajo y demás recursos disponibles.
- **Funciones:** implica el análisis de los flujos de entrada y salidas del sistema, dado que dentro de un sistema es necesario comprender las propiedades y funcionalidades de cada uno de los componentes, para regirse dentro de un proceso operativo organizacional.

- **Dinámica:** la cual permite estudiar, analizar y detectar el comportamiento del sistema a través del tiempo.

El proceso de caracterización consiste en la descripción de las fincas de acuerdo a las dimensiones analíticas como son las técnicas productivas, socioculturales, económicas y medioambientales, lo cual implica la generación de un conjunto de variables que distinguen de una finca a otra, por lo tanto, se considera como una etapa determinante en los procesos de investigación de los sistemas agropecuarios (González y Hernández 2016). En este estudio se identifican las diferencias y relaciones fundamentales entre los sistemas de producción convencional y agroecológicos:

2.2.3 Sistemas de producción agroecológica

Giraldo y Valencia (2010) manifiestan que los sistemas de producción agroecológicos han surgido y desarrollado en varios países de la región interandina debido a la aceptación de estas tecnologías alternativas entre los agricultores a pequeña escala, debido a que las sociedades norandinas acumularon un bagaje de conocimientos los cuales permitieron la difusión y utilización dentro de estas localidades, utilizando prácticas de conservación de suelos, diversificación e intensificación de la producción, formulación y uso de abonos verdes, manejo adecuado de la biodiversidad aplicando los principios de lo que hoy se denomina como la propuesta agroecológica (Altieri y Nicholls 2007).

El sistema de producción agroecológica se define como aquel sistema manejado bajo los principios de mantenimiento de la biodiversidad, el uso antrópico de los recursos naturales, el reciclaje de varios procesos y la no utilización de pesticidas químicos y sintéticos (Urquía 2014).

Rodríguez y Meza (2016) expresan que la agricultura ecológica tiene como objetivo mantener y mejorar la funcionalidad de los ecosistemas, basados fundamentalmente en los procesos ecológicos y ciclos adaptados a las condiciones locales, minimizando el uso de insumos que

tengan efectos adversos al medio ambiente, productores y consumidores, por lo cual este tipo de Agricultura combina lo tradicional con la innovación promoviendo un manejo sustentable, relación justa y una buena calidad de vida.

Este sistema productivo referido por Giraldo y Valencia (2010) surge como alternativa frente al sistema de manejo convencional. Desde el punto de vista ecológico las diferencias entre ambos sistemas son bien marcadas en los temas de utilización de los recursos naturales, la cual busca al máximo frenar la reducción de la biodiversidad, el deterioro de los ciclos biológicos y de las cadenas alimentarias (descomposición, sinergias, simbiosis, reciclaje de la materia orgánica, que constituyen los procesos de regeneración de los ciclos naturales).

El establecimiento de la agricultura agroecológica contempla desarrollar los procesos de sistematización, validación y aplicación del conocimiento agrícola tradicional los cuales presentan las siguientes características según Rodríguez y Meza (2016):

- Adopta como base referencial el proceso de rotación y diversificación de los cultivos cuyo objetivo es el frenar el desgaste del recurso suelo y además reducir al máximo la aparición de plagas y enfermedades estacionales.
- Aprovechar al máximo la totalidad de los recursos naturales con las que cuenta la finca, tales como son los desechos orgánicos para el desarrollo del compostaje, el cual favorecerá directamente al proceso de fertilización.
- Utilizar los diferentes recursos naturales como el aprovechamiento forestal, en la conformación de cercos vivos, los mismos que a su vez serán utilizados para repeler insectos y producir forraje alimenticio para la alimentación animal.

- Promover la conservación de variedades locales de semillas pasando por los procesos de selección natural el cual se adapta claramente a las condiciones de los ecosistemas locales, dotándoles de resistencia natural a ciertas fisiopatías, plagas y enfermedades.
- La crianza de especies se realiza al aire libre; la carne, leche a huevos de los animales que viven en estas condiciones representa un gran aporte nutricional y un enriquecimiento de la gastronomía local.

2.2.4 Sistemas de producción convencional

Los sistemas de producción convencional se caracterizan por la utilización de tecnologías, las cuales en cierto grado ocupan insumos de origen sintético, cuyo objetivo principal responde al aumento de la productividad y producción local. Este proceso tomó fuerza con la llamada revolución verde, nombrada por los círculos internacionales que produjo un importante crecimiento de la producción agrícola a partir del año 1943, dentro de las cuales se emplearon técnicas referentes a la selección genética y a la explotación intensiva, basada en la utilización de fertilizantes, pesticidas y herbicidas sintéticos (Altieri y Nicholls 2007). Su importancia radica en la formulación de las perspectivas optimistas con respecto a la erradicación del hambre y a la desnutrición en los países en vías de desarrollo, ocasionando a su vez el deterioro en el medio rural (Urquía 2014).

Guevara *et al.* (2019) destacan que el resultado de esta intervención ha generado altos costos humanos y medioambientales, debido a la aplicación de prácticas incorrectas en el uso de los insumos químicos para la producción, resaltando como consecuencias principales los procesos de erosión y degradación de los suelos, contaminación masiva de humedales, pérdida de la biodiversidad, resistencia de plagas, enfermedades y alto contenido sintético residual en los productos, poniendo en riesgo la salud humana.

Altieri y Nicholls (2007) plantean que entre las consecuencias que han originado la agricultura convencional se pueden anotar las siguientes:

- Alto costo energético, es decir la disminución de la relación de la energía obtenida en comparación con la energía utilizada en la producción, por la dependencia de uso de la energía fósil, la cual es una fuente no renovable, que se agotará en un tiempo determinado, por otro lado, el uso de fertilizantes sintéticos que son producidos mediante un elevado gasto energético.
- Pérdida de la capa arable, debido a las malas prácticas agropecuarias las cuales generan el desgaste y erosión de los suelos, reduciendo así su fertilidad, asociadas al monocultivo que debilitan el consumo de nutrientes y su regeneración, favoreciendo así a la aparición de plagas y enfermedades.
- Contaminación de los recursos naturales directos como son las aguas superficiales, subterráneas, contaminación del aire y la disminución de la biodiversidad debido a los procesos de la deforestación.

Además, la agricultura convencional en conjunto con la utilización de los combustibles fósiles es responsable de la afectación directa del cambio climático, consecuencia del aumento de la concentración de gases de efecto invernadero y el cambio del uso de la tierra. Esta situación genera variantes en todas las latitudes del planeta, siendo así para el caso de América Latina con la experimentación de pérdidas en cuanto a la diversidad biológica, disminución de la productividad la cual pone en grave situación la seguridad alimentaria de las familias y en general de los países, cambios climáticos y la desaparición de los glaciares lo cual afectaría directamente a la disponibilidad del agua para los procesos vitales de los seres vivos (Guevara *et al.* 2019).

2.3 DISEÑO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Para Moreno (2013) un diseño de sistemas de producción constituye la representación simplificada de un sistema real la cual puede ser mental o físico y explicado de forma verbal, gráfica o matemática, en forma cualitativa o cuantitativa, la cual permite mostrar las relaciones entre los diferentes elementos del sistema y su entorno, tomando como punto referencial la

representación de un procedimiento objetivo de tal forma que aun siendo distinto a la entidad presentada, se puede homologar en cuanto a su funcionamiento.

Los sistemas de producción constituyen un conjunto de hipótesis, por lo tanto su validación representa el proceso de comprobación. Partiendo de la caracterización de fincas, se puede pasar a la construcción de un modelo productivo existente en la zona, mediante el empleo de diagramas de flujos, los cuales constituyen de una excelente ayuda para la determinación de las variables y sus interacciones, como un modelo simplificado del mundo real diseñado para entender o explicar el funcionamiento del sistema representado (Rodríguez y Meza 2016).

El diseño contempla la unidad de estudio como un sistema dinámico y complejo, funcionando como un todo en donde el proceso de comprensión de la relación entre los diferentes componentes es fundamental para realizar intervenciones exitosas (Gavito *et al.* 2017).

Una vez definido el o los modelos de producción, se procede a la identificación de las limitaciones y potencialidades conocidas como la herramienta DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas, oportunidades), factores determinantes para el análisis y priorización de atención a la problemática, con la finalidad de proponer alternativas técnicas y operativas para mejorar los sistemas agropecuarios (Guevara *et al.* 2019).

2.3.1 Identificación de limitantes y potencialidades dentro de los sistemas de producción

La agricultura familiar se desarrolla dentro de varios entornos, los mismos que presentan limitaciones particulares, por lo cual, es necesario poder identificarlas y analizarlas mediante un análisis técnico de causa efecto, los mismos que pueden ser controlados o no por los agricultores (Giraldo y Valencia 2010). Una limitación, es una situación o factor que impide alcanzar las metas propuestas a nivel de fincas, centrando su enfoque en cada de ellas, por lo cual, se toma en consideración todas las particularidades que están dentro y fuera del sistema de producción.

El análisis y priorización de la problemática, constituye una etapa donde el equipo investigador dimensiona y entiende, en base a la racionalidad del productor, una situación deficiente o negativa la misma que debe ser valorada bajo los criterios de productividad, competitividad, sostenibilidad y equidad de acuerdo con los siguientes interrogantes según lo manifiestan Balvanera *et al.*(2017):

- Cuál es la problemática que se busca identificar dentro de los sistemas de producción.
- Cuáles son las causas o razones para que sucedan dichas situaciones.
- en qué lugares o localidades se presenta y se visibiliza más del problema.
- Desde cuándo se presenta la problemática en la localidad.
- Con qué frecuencia e intervalos ocurre la problemática.
- Qué expectativas genera entre los productores dicha problemática.
- Cuál es la relación directa entre la problemática con el manejo íntegro del sistema de la finca.

Luego de ordenar las limitaciones de los sistemas productivos de la agricultura familiar, se identifican las potencialidades las cuales deberán disminuir o eliminar las limitaciones existentes a nivel de finca, constituyéndose como el elemento Principal en la toma de decisiones al productor local, quien guiará su familia en el escogimiento de la mejor decisión (Larisa y Fernando 2010), teniendo en cuenta que el objetivo de la unidad familiar es la satisfacción de las necesidades gracias a la utilización de su fuerza de trabajo. Este reconocimiento de las etapas asociadas con las decisiones de la producción facilitará el entendimiento de la llamada” racionalidad campesina”.

2.3.2 Propuestas de alternativas tecnológicas

Las alternativas tecnológicas deben surgir como resultado de la integración de los diversos componentes existentes en el sistema, basado en el análisis interdisciplinar para explicar los procesos biológicos, económicos y de equidad social (Gavito *et al.* 2017). El punto de partida se basa en el conocimiento integral de los sistemas de producción, el cual constituye un insumo

esencial en el proceso de la toma de decisiones para comprender y transformar el entorno natural y social (Rodríguez y Meza 2016).

Se trata de documentar la generación del conocimiento, asociado al uso de tecnologías locales, para obtener información útil que permita diseñar políticas de desarrollo tecnológico local. Pietrarelli (2009) define cuatro estrategias que las familias agropecuarias podrían adoptar para mejorar las condiciones de vida (a) intensificación de los patrones de producción existentes, (b) diversificación de las actividades agropecuarias, (c) expansión de los rubros productivos en las localidades, mediante el asocio, (d) incremento de los ingresos extra prediales provenientes de actividades no agrícolas.

La armonía entre el sistema productivo y el medio ambiente es un gran reto que enfrenta a la humanidad actualmente. Una alternativa frente a esta problemática es desarrollar sistemas sostenibles de producción agropecuaria, promoviendo la reducción del uso de insumos externos los cuales aumentan los costos de operación. La estrategia actual encamina a desarrollar sistemas productivos basados en la formulación de bio insumos generados dentro de la propia finca (Giraldo y Valencia 2010).

2.4 FASES DE EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

2.4.1 Sistemas de información geográfica y análisis territorial

Los sistemas de información geográfica (SIG) procesan, almacenan, integran, actualizan y modifican el análisis espacial mediante el despliegue de todo tipo de información referenciada geográficamente. Los SIG, tienen la capacidad de almacenar y manejar un volumen extenso de información, que abarca la extensión de los terrenos y sus características, generando así los mapas temáticos (González *et al.* 2016).

Orozco y Llano (2016) manifiestan que los SIG, también son utilizados para llevar a cabo análisis sobre procesos agropecuarios, mostrando el uso y aptitud agrícola, abandono de tierras, análisis multiespectral de plagas, enfermedades y recurso hídrico, y un sin número de atributos, los cuales permiten aportar elementos útiles para la generación de alternativas productivas dentro de las propuestas de ordenamiento del uso y actitud del suelo. Señalan, además, que el análisis y manejo del SIG, integrados a escala de cuenca hidrográfica permite evaluar situaciones reales y simular diferentes características morfométricas e hidrológicas, lo cual permite interactuar y superponer distintas capas temáticas en un modelo completo.

Olson y Anderson (2021) afirman que se puede incorporar estudios de teledetección, para realizar seguimientos, monitoreos y evaluaciones a cultivos agrícolas, fundamentando su afirmación, en que los elementos de la naturaleza tienen una respuesta multiespectral propia, denominada *signatura espectral*. De esta forma el estudio de las variaciones espaciales, temporales y espectrales resaltan frente al análisis de la cobertura vegetal, otorgando una perspectiva panorámica y la transmisión de datos en tiempo real.

González *et al.* (2016) indican que las imágenes del satélite representan un instrumento innovador de manejo interactivo para realizar el análisis espacial, generando gran cantidad de información a bajo costo, por lo que, los sensores remotos, constituyen una herramienta idónea para crear y expresar bases de datos relacionadas con grandes extensiones territoriales. Esta tecnología permite definir zonas agroecológicas, analizar la distribución espacial de la producción agrícola, cuantificar áreas cultivadas y determinar el estado de salud de los diferentes cultivos.

Los factores espaciales como son: suelo, clima, topografía, infraestructura, son la base de los recursos sobre los cuales se desarrollarán las actividades agrícolas, la combinación de estos factores brinda un mayor valor agregado a una región, por lo que el empleo de los sensores remotos se torna trascendental dentro del conocimiento del estado y calidad de las fincas, incidiendo directamente en el proceso de la toma de decisiones (Camacho *et al.* 2015).

2.4.2 Zonificación

La zonificación radica en una subdivisión del territorio en zonas homogéneas, desde el punto de vista de la problemática estudiada. Dentro de esta fase, es factible delimitar zonas con características físicas y agronómicas similares, constituyéndose en una actividad preliminar necesaria dentro del análisis de sistemas, cuyo objetivo es individualizar cada uno de los espacios físicos territoriales (Rodríguez y Meza 2016).

González y Hernández (2016) expresa que un trabajo de zonificación previo a la fase de caracterización y tipificación, permite lograr una comprensión de las dinámicas de desarrollo regional, lo cual a su vez, puede ayudar a definir la orientación, sus límites y posibilidades de desarrollo, que una vez identificadas, permiten identificar las condiciones más favorables de crecimiento local.

2.4.3 Caracterización

La caracterización consiste en la descripción y análisis de los aspectos sociales y naturales, constituidos como relevantes, dentro de una área específica, incluyendo en el estudio, los factores físicos como son: el clima, topografía, vegetación, mano de obra, precios, infraestructura, etc., problemáticas, potencialidades y necesidades propias de los agricultores. (González y Hernández 2016).

La caracterización radica en la descripción analítica de todos los componentes funcionales y estructurales de los sistemas agropecuarios, cuya finalidad es establecer los sistemas de producción que prevalece en el área, la cual es considerada como una etapa fundamental y determinante dentro de las investigaciones de los sistemas de producción, Tiene los siguientes objetivos, según Giraldo y Valencia (2010):

- Distinguir desde el punto de vista geográfico ecológico y sociocultural, las variables de importancia a ser evaluadas en el área establecida.
- Obtener información técnica referente a las prácticas productivas y su productividad en el lugar de estudio.
- Comprender todo el proceso de la toma de decisiones de los productores en relación con el funcionamiento del sistema de producción.
- Identificar los factores limitantes tanto endógenos como exógenos (físicos, biológicos y económicos) dentro de las posibilidades de generar alternativas para los sistemas caracterizados.

Escobar *et al* (2016) indican que la información a generarse en este proceso, se clasifica de la siguiente manera:

- Componente Biofísico, genera información referente a: (a) identificación de cultivos existentes, patrones y sistemas de cultivos, (b) identificación de factores determinantes de los agroecosistemas como son: suelos, plagas, efectos climáticos y otros, (c) el reconocimiento de niveles de producción y productividad biótica, (d) diversidad vegetal existentes en fincas.
- Componente económico, análisis los ingresos y egresos de los recursos tierra, capital, trabajo que disponen los sistemas agroproductivos.
- Componente social, analiza los factores históricos que condicional la existencia de los sistemas actuales, el estado de los componentes tecnológicos, los niveles de organización campesina para la producción, comercialización e industrialización de los productos agrarios. En conclusión, el proceso de caracterización y clasificación de fincas ayuda al conocimiento y entendimiento de la dinámica del desarrollo agrícola de una localidad.

2.4.4 Tipificación

La tipificación consiste en identificar todas las unidades de producción representativas dentro de una zona de estudio, lo cual permite distinguir y diferenciar los predios de acuerdo algunas

características significativas, pudiendo agrupar la gran diversidad de productores según la lógica económica, habilidades productivas, experiencia y aplicación tecnológica limitantes y potencialidades. Los criterios más utilizados por los investigadores son: la combinación de los recursos productivos, mano de obra, ingresos familiares, el grado de intensidad de trabajo y las estrategias familiares aplicadas en las fincas (Ordóñez *et al.* 2019).

La determinación de tipologías, parte de un interés operativo el cual busca simplificar la diversidad al momento de identificar grupos de sistemas de producción que presenten potencialidades y restricciones similares. Las tipologías son elaboradas con miras a una intervención técnica mediante un acercamiento comprensivo amplio del sistema agropecuario (Schejtman 2008).

Según Ordóñez *et al.* (2019), las tipologías constituyen una herramienta metodológica que facilitan los procesos de conceptualización de los sistemas analizados en cuanto al manejo productivo para determinar el diseño y establecimiento de las recomendaciones tecnológicas y la modelación sistémica del funcionamiento.

2.4.5 Determinación de un marco teórico específico

El marco conceptual es un modelo teórico cualitativo mediante el cual se establece en un primer nivel el desarrollo de las hipótesis sobre la estructura del funcionamiento, la evolución y desarrollo de las relaciones entre la finca y los demás sistemas. El establecimiento de un marco teórico específico comprende tres tipos de insumos: (a) el bagaje teórico y empírico recopilado por los investigadores, destacando los conceptos de multidimensionalidad de los sistemas agropecuarios (b) la definición de los objetivos generales, específicos del estudio y las metodologías a aplicar (c) la información disponible sobre la zona de intervención, describiendo el desarrollo de la agricultura economía población y otros (Guzmán *et al.* 2012).

El enfoque de sistemas dentro del diseño y desarrollo de la investigación, implica un análisis integral de todos los componentes, representados en una matriz de funciones multivariadas. Esta

multidimensionalidad tiene su punto de partida a través del ordenamiento territorial, el cual reconoce la jerarquía de los sistemas multidimensionales que se requieren clasificar López y Fachelli (2016).

2.4.6 Tipos de variables intervinientes

Giraldo y Valencia (2010) manifiestan que no existen variables específicas que tengan influencia preponderante en la tipificación de sistemas de fincas; sin embargo, es posible identificar grupos descriptores que cumplen un papel importante en la clasificación y tipificación de estos sistemas, tales como:

- indicadores del tamaño de finca.
- indicadores de localización geográfica y agroecológica.
- indicadores del nivel de capitalización e ingresos familiares dentro de la finca.
- indicadores de la estructura de la mano de obra disponible, empleada dentro y fuera de ella la cual incluye el trabajo asalariado o contratado.
- indicadores del manejo de los sistemas productivos existente en la finca (sistemas de cultivo, de producción animal, producción forestal, etc.).
- indicadores del nivel de intensificación tecnológica.
- indicadores de tipo de tenencia de tierra.
- indicadores de calidad y sanidad del suelo.
- indicadores de tipo participación y grado de articulación con los mercados a comercializar.
- indicadores de la capacidad de gestión, cumplimiento de metas y habilidades de los productores.

2.4.7 Método de Ward

López y Fachelli (2016) señalan que fue creado y patentado por Ward en 1963, el cual es conocido como varianza mínima (minimum variance clustering). Los conglomerados se agrupan

de tal manera que se pueden fusionar dos o más grupos, la pérdida de información resulta mínima derivada del proceso de cuantificación en referencia a la suma de las distancias al cuadrado de cada elemento, respecto al centroide del conglomerado que pertenece.

Ward propuso que la pérdida de información que se produce al integrar los distintos individuos en clusters, puede medirse a través de la suma total de los cuadrados de las desviaciones entre cada punto (individuo) y la media del clúster en el que se integra. Para que el proceso de clusterización resulte óptimo, en el sentido de que los grupos formados no distorsionen los datos originales, proponía la siguiente estrategia: en cada paso del análisis, considerar la posibilidad de la unión de cada par de grupos y optar por la fusión de aquellos dos grupos que menos incrementen la suma de los cuadrados de las desviaciones al unirse.

El método de enlace medio dentro de los grupos utiliza la información recopilada de todos los miembros de los conglomerados que se comparan uniéndolos previamente, denotando que la distancia entre dos grupos se calcula como la distancia promedio existente entre todos los miembros del conglomerado (Ardisana *et al.* 2018).

2.5 EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Giraldo y Valencia (2010) expresan que la evaluación de las fincas resulta de un proceso encaminado a determinar sistemáticamente y objetivamente, el estado actual de los sistemas, pudiendo monitorear los cambios existentes en las diferentes interacciones. Esta evaluación se lleva a cabo para: (a) aplicar en sistemas de manejo específicos en un determinado lugar geográfico y bajo el régimen de un determinado contexto sociopolítico, (b) en una escala espacial previamente delimitada (parcela, unidad productiva, comunidad, región o Cuenca), (c) una escala temporal previamente establecida.

Una estrategia para seleccionar indicadores de sostenibilidad es a través de la experiencia e interacción activa de los agricultores, técnicos y representantes de una comunidad, planteando indicadores parciales en las dimensiones sociales, económicas, ambientales y geopolíticas, desagregando una serie de indicadores con su respectiva ponderación o escala de medición, sumado también los indicadores culturales llamados “el saber campesino”, los cuales miden la generación de conocimientos en distintas escalas, propósitos y fuentes (Priego-Castillo *et al.* 2009).

Para Masera *et al.* (2008) la sustentabilidad se define en base a siete atributos generales de los agroecosistemas: (a) productividad, (b) adaptabilidad, (c) estabilidad, (d) confiabilidad, (e) resiliencia, (f) equidad, (g) auto dependencia (autogestión). la sustentabilidad no puede evaluarse per se, sino de manera comparativa o relativa; para esto, existen dos vías fundamentales: (a) comparación longitudinal la cual analiza la evolución de un sistema a través del tiempo, (b) comparación transversal ,que analiza simultáneamente uno o más sistemas de manejo, alternativo o innovador, como un sistema de referencia.

2.5.1 Análisis multivariado

Según sostienen Ardisana *et al.* (2018), las técnicas de análisis estadístico multivariado son seleccionadas como herramientas idóneas para el proceso de tipificación y clasificación de fincas, ya que el análisis se efectúa en un lapso de tiempo y espacio ligado a la relación con los supra sistemas de diversa naturaleza.

Las etapas de análisis estadístico postuladas por Córdoba *et al.* (2012) y López y Fachelli (2016) son las siguientes:

1. Selección de atributos que se comporten como variables: calculando los coeficientes de variación de cada variable, las mismas que funcionarán para poder descartar dentro del análisis de caracterización y tipificación aquellas variables que no tienen poder discriminativo.

2. Análisis factorial para reducir la dimensionalidad del problema: una vez sometidas las variables al proceso discriminatorio, se emplea la técnica de análisis factorial mostrando los siguientes resultados:

- Información de las relaciones existentes entre las variables contenidas en la matriz inicial de datos y las observaciones directas generadas en cada finca.
- Información de estudio de las relaciones entre las variables y observaciones.
- Información que identifica los fenómenos socioeconómicos, agroecológicos, tecnológicos, capacidad de autogestión, que son características de los diferentes tipos de sistemas

3. Análisis de conglomerados usando variables clasificatorias y un número determinado de factores influyentes: la técnica empleada en el análisis de conglomerados o clasificación jerárquica responde a que cada factor principal es una variable sintética formulada, la cual es resultante de la medición y observación de las fincas, las mismas que se representarán en un dendograma, asignando a cada una de ellas una serie de factores y comportamientos identificadas por su posición geográfica.

4. Determinación de los tipos de sistemas de fincas. Cada una de las ramificaciones del dendograma cuenta con la potencialidad de ser seleccionada como un sistema de finca tipo. De acuerdo al nivel de profundidad que se desea alcanzar por parte del proceso investigativo, se determinará la cantidad de fincas a evaluar, ya que a mayor cantidad de análisis se obtendrá homogeneidad de intra-tipos, mayor heterogeneidad inter tipos, mayor costo y esfuerzo.

5. Descripción de las tipologías seleccionada. La descripción se realiza identificando los tipos representativos de fincas, graficando dentro de cada uno de los ejes, para poder analizar,

identificar y distinguir las relaciones entre sí de los tipos de los factores principales y tipos de sistemas de fincas.

2.5.2 El Marco de Evaluación MESMIS

El marco para la evaluación de sistemas de manejo incorporado indicadores de sustentabilidad (MESMIS), es una herramienta metodológica, la cual está dirigida al proceso de evaluación de múltiples dimensiones como son: la económica, social, medioambiental, teniendo como unidad de análisis los agroecosistemas. (Maserá *et al.* 2008).

Escriba el texto aquí

López-Ridaura *et al.* (2002) mencionan que el marco MESMIS, integra 7 atributos generales (propiedades), que los sistemas deben cumplir para resultar ser sostenibles: productividad, confiabilidad, estabilidad, resiliencia, adaptabilidad (flexibilidad), equidad y auto dependencia o autogestión. Esta herramienta metodológica proporciona:

- Una evaluación integral de los sistemas productivos analizados, en los cuales se enfatiza el contexto de los productores campesinos dentro del ámbito local, desde la finca hacia su medio externo.
- Un análisis crítico destinado a mejorar las posibilidades de éxito de las propuestas y proyectos de los sistemas de manejo alternativos, los cuales proponen a su vez un proceso de análisis y retroalimentación, tratando de evitar la calificación de los sistemas de manejo en escalas de sustentabilidad, sino más bien promoviendo un análisis integrado situacional.
- Una comprensión integral de todas las limitantes y potencialidades dentro del proceso evaluativo, las cuales surgen de la interacción del uso de los recursos naturales, Con los aspectos sociales y económicos.
- Una comparación de uno o más sistemas alternativos, frente a un sistema de referencia (comparación transversal), mediante la observación y análisis de los cambios de las propiedades de un sistema de manejo particular a lo largo del tiempo (comparación longitudinal).

- Una estructura flexible y participativa, la cual permite la adaptación a diferentes niveles de información y capacidades técnicas disponibles localmente.

2.5.2.1 Investigación Agraria desde la perspectiva de sistema

Casado y Mielgo (2007) consideran que la investigación de sistemas prediales de fincas agroproductivas, enfatizan la comprensión inicial de los sistemas agrícolas tradicionales evaluados mediante los antecedentes de comportamiento dentro de las zonas, a través de la aplicación de entrevistas o de encuestas a los agricultores, acompañados del proceso de observación *in sin tú*, para conocer las características y comportamiento de los agricultores dentro de sus fincas.

Priego-Castillo *et al.* (2009), recomiendan aplicar una metodología dentro del estudio de sistemas la cual es denominada como “método de agrupación”, la cual considera los siguientes pasos:

- a) Planteamiento de una hipótesis a nivel regional, diseñando y validando un esquema, el cual está sujeto a ser comprobado sobre la estructura social y productiva de la zona en estudio.
- b) Desarrollo de estudios de caso, mediante los cuales se seleccionará e identificará las muestras a partir de las tipologías encontradas, las mismas que servirán como base para la comprobación de las hipótesis y el conocimiento a fondo de la lógica económica y sus estrategias.
- c) Identificación de la distribución histórica, la cual permite conocer la dinámica y comportamiento productivo de la zona, a través del tiempo.
- d) Determinar la racionalidad económica sobre la cual los productores analizan y deciden: qué hacer, sus técnicas y estrategias aplicadas en un tiempo determinado.

Los procesos productivos de acuerdo con la teoría de sistemas, responden a una serie de actividades interdependientes, los cuales son relativamente estables, desarrollados por los

agricultores dentro de las fincas para la obtención de los productos derivados del quehacer agropecuario, los mismos que serán analizadas de acuerdo a las dimensiones económicas, sociales, ambientales y culturales, vinculado al aspecto político, que es un tema fundamental para el análisis de los sistemas (Gavito *et al.* 2017).

2.5.2.2 Puntos críticos de evaluación

López-Ridaura *et al.* (2002) manifiestan que, para la identificación de los puntos críticos, es necesario determinar las fortalezas y debilidades en el ámbito ambiental social y económico, propios del sistema de producción, analizados transversalmente, resaltando los factores que afectan de manera positiva o negativa, mediante la aplicación de indicadores que permiten detectar aquellos condicionantes o puntos críticos que comprometen la sustentabilidad de los sistemas.

2.5.3 Atributos generales de sustentabilidad

Los atributos generales de sustentabilidad constituyen el primer paso para la formulación de los indicadores, dentro de los cuales se tratan aspectos críticos que afectan a la sostenibilidad del sistema los cuales pueden agruparse en dos categorías principales: (a) aquellos atributos que corresponden al funcionamiento interno del sistema por lo cual son dependientes de las interacciones externas (b) atributos comprendidos del mantenimiento interno y externo del sistema los cuales interaccionan entre sí (Astier 2006).

Giraldo y Valencia (2010) mencionan los atributos generales propuestos en el MESMIS, como sigue:

2.5.3.1 Productividad

Es la capacidad que tiene un sistema para proporcionar o generar el nivel requerido de bienes y servicios, representa el valor del atributo en un período determinado de tiempo, refiriéndose a

la disponibilidad de los recursos naturales y económicos, como la habilidad del agroecosistema para proveer el nivel requerido (Giraldo y Valencia 2010).

2.5.3.2 Estabilidad

Es la propiedad del sistema que otorga un equilibrio dinámico estable, la cual representa también la posibilidad de mantener los beneficios proporcionados por el sistema en un nivel no decreciente a lo largo del tiempo, bajo condiciones normales o promedio (Giraldo y Valencia 2010).

Se considera un sistema productivo estable si tiene la capacidad de mantener los mecanismos internos de autorregulación frente a las variables críticas, de manera que se mantengan dentro de los límites permisibles para que el sistema funcione. Esta estabilidad se pone de manifiesto cuando dentro del sistema alguna variable crítica es modificada por una perturbación y este mismo cambio genera señales e interacciones que hacen que esta variable regrese a su estado inicial (López-Ridaura *et al.* 2002).

2.5.3.3 Resiliencia

Es la capacidad que tiene el sistema, de tornar al estado de equilibrio o poder mantener el potencial productivo, después de sufrir graves perturbaciones. La velocidad con la que la variable perturbada o afectada regresa a su estado de equilibrio, refleja la eficiencia de los mecanismos de autorregulación dentro del sistema (Giraldo y Valencia 2010).

2.5.3.4 Confiabilidad

Se refiere a la capacidad del sistema de mantener su productividad o los beneficios deseados, en cuanto a los niveles cercanos al equilibrio frente a las perturbaciones normales, del ambiente. Dichas afectaciones pueden llevar a que una variable crítica ya no se pueda considerar como operativa, en este caso los mecanismos de autorregulación permiten que dicha perturbación sea

reversible, la confiabilidad no es más que la probabilidad de que este suceso pueda ocurrir (Balvanera *et al.* 2017).

2.5.3.5 Adaptabilidad

Es la capacidad que tienen los sistemas de encontrar o identificar nuevos niveles de equilibrio, es decir continuar siendo productivo a través de ofrecer los mismos beneficios frente a los cambios dentro de un largo plazo en su hábitat natural. Está relacionada con la capacidad de respuesta para hacer frente a los cambios que se suscitan dentro de los sistemas, brindando la capacidad de mantener una amplia gama de opciones las cuales permiten estudiar, analizar y cambiar las estrategias según las circunstancias (Gavito *et al.* 2017).

2.5.3.6 Equidad

Es la capacidad que tienen los sistemas de realizar una distribución justa, tanto interna como externa la cual genera beneficios directamente sobre el manejo de los recursos naturales, (Giraldo y Valencia 2010). Se considera que un sistema productivo es equitativo, sí permite distribuir de manera apropiada todos los costos y beneficios entre los agentes sociales que participan en él; el aspecto equidad no solamente tiene un valor ético, sino también constituye un mecanismo de autorregulación social, el cual contribuye a que el sistema pueda persistir y evolucionar adecuadamente.

2.5.3.7 Autodependencia

La autodependencia es la capacidad que poseen los sistemas para controlar y regular las interacciones con el medio externo; dependen en gran medida de que el sistema central ejerza control sobre sus propias interacciones y el medio ambiente. se incluyen los procesos organizativos para poder definir endógenamente sus propios objetivos, metas, prioridades, valores y su identidad (López-Ridaura *et al.* 2002).

Al momento de vincular los atributos mencionados, el desarrollo de los indicadores de sostenibilidad tienden a orientarse sobre las propiedades sistémicas del manejo de los recursos naturales, evitando así generar una larga lista de factores y variables, que al momento del análisis son puramente descriptivos o se encuentran indicadores que no tienen impacto ni claridad dentro del manejo de los sistemas (Balvanera *et al.* 2017).

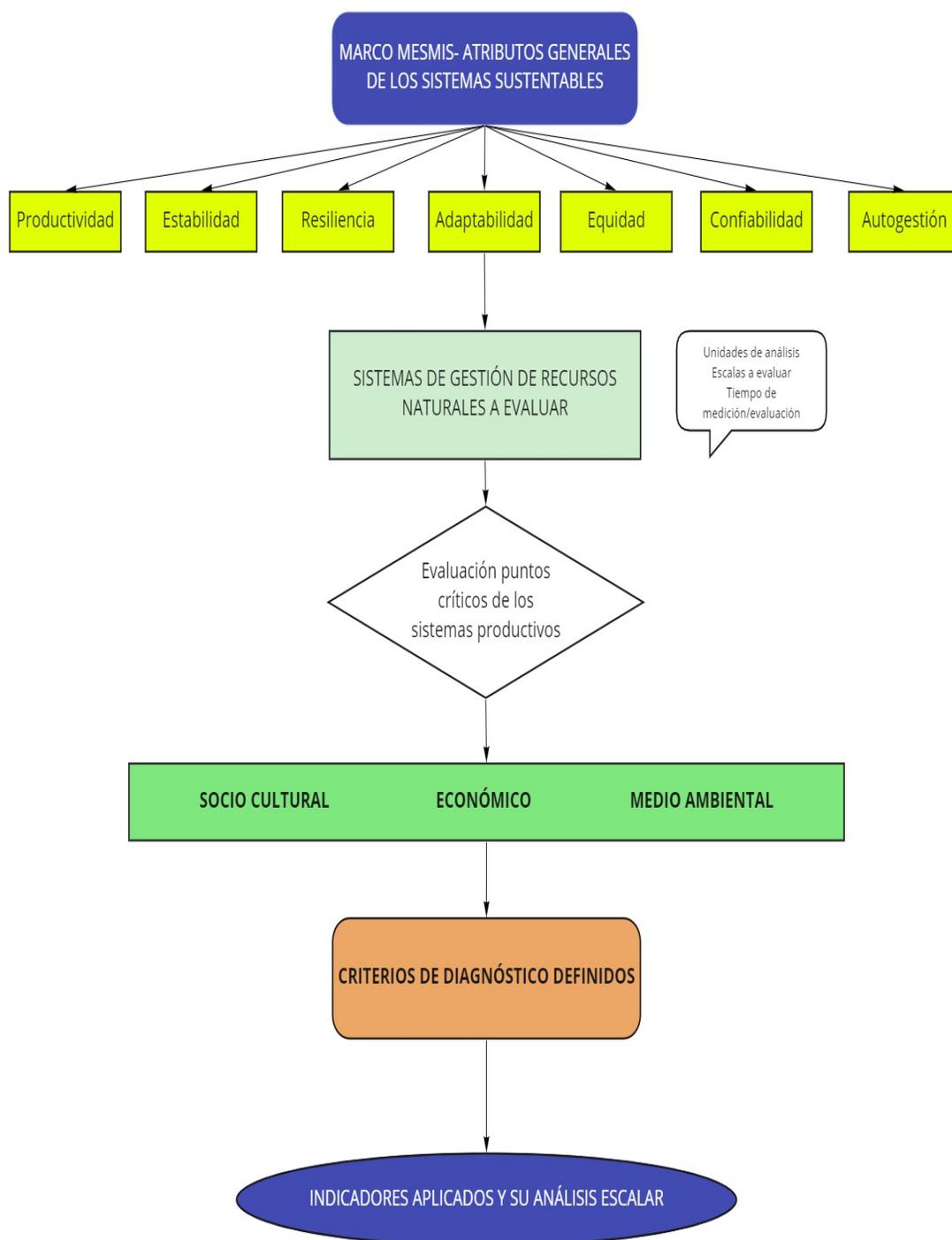
López-Ridaura *et al.* (2002) enuncian que, teniendo en cuenta los atributos básicos para evaluar la sustentabilidad, un sistema de manejo puede ser considerado sustentable cuando permite simultáneamente, lo siguiente:

- Conseguir un nivel alto de productividad en el uso eficiente y sinérgico de los recursos naturales y económicos.
- Proporcionar una producción estable, resiliente y confiable, asegurando el acceso y disponibilidad a los recursos productivos, el uso renovable, la restauración y protección de los recursos locales dentro de una determinada diversidad temporal y espacial.
- Brindar flexibilidad y adaptabilidad para poder amoldarse a nuevas condiciones dentro del entorno socioeconómico y biofísico, mediante la aplicación de los procesos de innovación tecnológica.
- Distribuir económicamente los costos beneficios de los sistemas entre los productores, asegurando el acceso económico y la aceptación cultural de los sistemas propuestos.
- Poseer un nivel aceptable de auto dependencia (autogestión), para responder y controlar los cambios inducidos por el medio externo, conservando la identidad y sus valores.

2.5.4 Esquema operativo de MESMIS

El marco Mesmis, es una metodología utilizada para evaluar la sostenibilidad de los sistemas que manejan recursos naturales expuesta por Astier (2006), esta evaluación tiene como base el análisis de los sistemas de producción agropecuarios, los cuales debido a sus características constituyen una herramienta permanente en construcción, visibilizando una estructura flexible

y adaptable a diferentes condiciones económicas técnicas y de acceso y generación de información.



miro

Figura 2. Atributos generales del a sustentabilidad de sistemas, MESMIS

Operativamente Mesmis consta de seis pasos (a) determinación del objeto de estudio, (b) determinación de los puntos críticos del sistema, (c) selección de criterios de diagnóstico y de indicadores concretos relacionados con los atributos de sustentabilidad, (d) medición y monitoreo de indicadores, (e) análisis e integración de los resultados de evaluación y (f) propuestas recomendadas para la retroalimentación del sistema de manejo y durante el proceso de evaluación (Masera *et al.* 2008).

2.5.4.1 Primer paso: Determinación del objetivo de estudio

Se identifica a los sistemas de manejo a ser analizados incluyendo los contextos sociales económicos ambientales donde se vincularán las escalas espaciales y temporales de la evaluación, Giraldo y Valencia (2010) expresan que un sistema de manejo agropecuario constituye un grupo definido de unidades productivas, que a pesar de diferenciarse entre ellas muestran varias similitudes; esta familiaridad se da a partir del análisis de sus características tanto biofísicas, económicas, sociales, culturales y técnicas.

La manera más sencilla de conceptualizar los sistemas de manejo es mediante la utilización de diagramas, caracterizando los sistemas referenciales predominante en la zona o región y sus sistemas alternativos, para realizar los estudios longitudinales en un transepto escalar de temporalidad (Astier 2006).

Masera *et al.* (2008) expresan que la sostenibilidad no puede evaluarse por sí sola sino de una manera comparativa relativa existiendo dos vías fundamentales, (a) mediante la comparación de la evolución de un sistema a través del tiempo (longitudinal) y (b) mediante la comparación simultánea de uno o más sistemas de manejo alternativo o innovador, frente a un sistema referencial (transversal). En el caso que se realice una evaluación longitudinal se define como sistema referencial al que está bajo análisis del año inicial o año referencial de evaluación y como sistema alternativo al mismo sistema comprendido en los años subsiguientes de la evaluación.

2.5.4.2 Segundo paso: Determinación de los puntos críticos del sistema

Los puntos críticos inciden en la sustentabilidad de los sistemas es decir sobre los aspectos o procesos que limitan la capacidad para sostenerse en un determinado tiempo. Estos puntos críticos facilitan u obstaculizan los procesos productivos, los cuales pueden ser técnicos, ambientales, sociales, económicos y políticos que intervienen de forma individual o combinada en la permanencia de un sistema (Giraldo y Valencia 2010).

La identificación del mayor número de puntos críticos del sistema durante el proceso de caracterización, constituye un factor indispensable, el cual permite establecer las bases y otorgar dimensiones manejables frente a la problemática general. Una vez identificados los puntos críticos del sistema se recomienda relacionarlos directamente con los diferentes atributos de sostenibilidad, con el fin de obtener los resultados óptimos (López-Ridaura *et al.* 2002).

2.5.4.3 Tercer paso: Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores

Los criterios de diagnóstico describen los atributos generales de la sustentabilidad, representando un nivel más detallado de análisis, y constituyen el medio directo entre los puntos críticos, atributos e indicadores, los cuales permiten evaluar de manera coherente y efectiva la sustentabilidad de los sistemas (Moreno 2013).

Según López-Ridaura *et al.* (2002), una vez caracterizados los sistemas, la identificación de las principales problemáticas, debilidades y fortalezas, ayudan a formular los correspondientes indicadores, vinculándolos con atributos y criterios de diagnóstico, generando así los indicadores estratégicos para ser aplicados en el campo evaluativo.

Masera *et al.* (2008) manifiestan que un indicador, realiza un proceso de control y descripción de un proceso específico, son particulares de ciertos temas de investigación. Por ello, no existen

indicadores universales, de tal manera que los indicadores concretos dependerán de las características de la problemática, tipo de acceso, disponibilidad y recopilación de datos.

Astier (2006), menciona las siguientes particularidades con respecto a los indicadores:

- La determinación de los criterios de diagnóstico se seleccionada con la finalidad de describir los atributos generales de sustentabilidad, constituyendo el vínculo entre los atributos, puntos críticos e indicadores, para que estos últimos permitan de manera efectiva y coherente evaluar la sustentabilidad de los sistemas.
- los indicadores propuestos deben ser fáciles de medir y entender; además, deben ser integradores flexibles y adaptados a nivel de agregación de los sistemas.
- los indicadores tienen la capacidad de abarcar dimensiones o áreas de evaluación: (a) social, (b) económica, (c) ambiental, (d) cultural y (e) política.

2.5.4.4 Cuarto paso: Medición y monitoreo de los indicadores

Para la medición y cuantificación de los indicadores, existe una gama extensa de posibilidades, debido a que la determinación de la sustentabilidad, hace referencia al comportamiento del sistema en un determinado tiempo, enfatizado en la selección de los métodos adecuados para la recopilación de información, los cuales incluyen el seguimiento y monitoreo durante un determinado tiempo (Giraldo y Valencia 2010).

El establecimiento de una escala de medición determinará el tipo de indicador adecuado para realizar la evaluación. Dentro del marco MESMIS, estas escalas son adaptadas a nivel de finca, unidad productiva, comunidad, cuenca o región, vinculadas con las respectivas dimensiones de sustentabilidad (Maserá *et al.* 2008).

De la disponibilidad de los recursos humanos y económicos, dependerá de la intensidad y tipo de metodología utilizada para la selección de indicadores. López-Ridaura *et al.* (2002), recomiendan además la combinación de métodos directos e indirectos aplicables, como son (a) revisión bibliográfica, incluyendo información para la identificación de tendencias dentro del comportamiento de los indicadores (b) mediciones directas, análisis de agua, suelo, biodiversidad y (c) entrevistas formales e informales con los agricultores y demás actores de la agricultura familiar campesina.

Las técnicas de medición de los indicadores, según el área de evaluación, propuestas por Giraldo y Valencia (2010) estableciendo de la siguiente manera:

a) métodos para la obtención de indicadores ambientales:

- Realizar una revisión bibliográfica extensa sobre las características regionales ambientales, acceso a base de datos meteorológicos, y datos históricos sobre rendimientos de los cultivos.
- Establecimiento de equipos de medición dentro de las fincas de los agricultores.
- Realizar mediciones directas mediante métodos de muestreo, determinando propiedades edáficas, diversidad de especies manejadas, presencia de plagas, enfermedades y malezas.
- Elaboración de una matriz de coeficientes técnicos para obtener características a través del análisis de las prácticas de los cultivos.
- Aplicación de modelos de simulación para determinar el comportamiento a largo plazo de los rendimientos del sistema.

b) métodos para la obtención de indicadores sociales culturales y económicos:

- Revisión bibliográfica sobre las características socioeconómicas regionales.
- Evaluación histórica de los precios de insumos y productos cosechados dentro del sistema.

- Levantamiento de encuestas familiares y encuestas institucionales por la comunidad u organización.
- Entrevistas abiertas y semi estructuradas con productores de la comunidad, personal de organizaciones, técnicos de la región y autoridades.

2.5.4.5 Quinto paso: Presentación e integración de resultados

Astier (2006), expresa que, en esta etapa de evaluación, se resume e integra los resultados obtenidos mediante el proceso de monitoreo de indicadores, aquí se compara la sustentabilidad de los sistemas de manejo analizados, indicando los principales obstáculos, así como los aspectos que los favorece.

Para que la integración de resultados sea verdaderamente útil y aprovechable, estos deben proporcionar juicios de valor para la toma de decisiones sobre los cambios o modificaciones de efectuar en los sistemas de manejo propuestos, por (Giraldo y Valencia 2010). Se manifiesta además, que la consecución de estos objetivos busca un procedimiento transparente de la presentación y difusión de resultados, en qué quedan explicitados las bondades y problemas analizados por cada uno de los indicadores escogidos en la evaluación de la sustentabilidad.

Operativamente, para poder integrar y sintetizar adecuadamente la información obtenida mediante el monitoreo de los indicadores, según López-Ridaura *et al.* (2002), se debe cubrir con estos cinco aspectos:

- Consolidar los resultados obtenidos por cada indicador en una sola tabla matriz utilizando las unidades originales y unificadas por cada indicador.
- Determinar umbrales o valores de referencia para cada indicador.
- Construir índices por cada indicador, a partir de los valores de referencia o umbrales, de acuerdo con una determinación cualitativa o cuantitativa.

- Presentar los resultados de manera conjunta, a través de tablas gráficas, de acuerdo a las técnicas de análisis de multicriterio.
- Examinar las relaciones incluyendo los efectos de retroalimentación positiva y negativa entre los indicadores.

Generalmente podemos decir que existen 3 tipos de técnicas para la presentación e integración de resultados, destacados por Enrique *et al.* (2020) y López-Ridaura *et al.* (2002):

- Técnicas cuantitativas: las cuales se basan en los métodos de análisis estadísticos multivariados, cuyos métodos utilizados son de tipo factorial, de componentes principales, así como de la función discriminante. Las limitantes de estas técnicas principalmente son las dificultades al momento de asignar un valor numérico a ciertos indicadores de naturaleza cualitativa y la dificultad para estimar los pesos de cada factor.
- Técnicas cualitativas: estas técnicas tienen como objetivo el poder integrar los recursos de la evaluación de una manera sencilla y clara, en los casos que se trabaja con un número considerable de indicadores, permitiendo visualizar conjuntamente el resultado de los diferentes indicadores seleccionados.
- Técnicas gráficas: constituye una técnica mixta, sumada a la información numérica para aquellos indicadores que lo permitan. Dentro de estas técnicas está la popularización del método AMEBA, en el cual, se dibuja un diagrama radial por cada uno de los indicadores escogidos, con la finalidad de realizar el análisis representativo dentro de un eje con sus unidades definidas.

Posteriormente, cada sistema de manejo se los representa en un diagrama, uniendo los puntos correspondientes al valor del sistema en cada eje, al igual que la meta o situación ideal, obteniéndose una figura geométrica específica por cada sistema. El diagrama muestra de manera cualitativa que el nivel de cobertura del objetivo deseado se la obtiene para cada indicador, permitiendo una comparación sencilla, gráfica e integral de las bondades o limitaciones que tienen los sistemas evaluados (Giraldo y Valencia 2010).

2.5.4.6 Sexto paso: Conclusiones y recomendaciones

López-Ridaura *et al.* (2002), expresan que el sexto paso constituye el momento de recapitular los resultados del análisis de sustentabilidad, con el fin de emitir un juicio de valor entre las comparaciones realizadas; constituye un espacio para plantear estrategias o recomendaciones, las cuales permitirán dar inicio a un nuevo ciclo de evaluación de los sistemas de manejo, en un estado cualitativamente diferente.

La presentación de las conclusiones desarrollan una valoración de tipo cuantitativo y cualitativo, acompañada de una discusión de los elementos principales, los mismos que permiten o impiden mejorar la sostenibilidad de los sistemas, incluyendo el análisis sobre los aspectos logísticos, técnicos y metodológicos a recomendar (Astier 2006).

2.6 SUSTENTABILIDAD AGRARIA

Moreno (2013) manifiesta que las sociedades son capaces de generar, percibir y disfrutar el bienestar, a través de la consecución de un objetivo propuesto, aspecto fundamental para poder valorar la sustentabilidad. Este proceso permite alcanzar los rendimientos planificados a corto y largo plazo, aplicando mejoras tecnológicas en los cultivos, fomentando el progreso agrícola en armonía con los aspectos ambientales y socioeconómicos, los cuales forman parte del verdadero desafío de la visión agrícola actual.

Para determinar el éxito de la transición hacia una agricultura sustentable, los productores identifican problemas propios del diario vivir en el campo, determinando un estado de situación actual, los cuales permiten conocer los factores que limitan o potencian la producción, así como el entendimiento de las interacciones entre las dimensiones de sustentabilidad (Astier 2006).

La sustentabilidad está ligada a los procesos biofísicos, el funcionamiento de los ecosistemas y la continua productividad, tienen como objetivo principal, tener una mejor producción tanto en cantidad como en calidad, constante en el tiempo, cuidando los recursos medioambientales y

optimizando el flujo de energía extraída, de tal modo que la tasa extractiva sea menor o igual que la tasa de reposición de los recursos (Giraldo y Valencia 2010).

2.6.1 Principios de sustentabilidad

Priego-Castillo *et al.* (2009) indica que los principios de sustentabilidad se basan en la declaratoria de río en el año 1992, la cual enfatiza sobre la perspectiva de la Biosfera sustentable definiendo cuatro aspectos: (a) una sola tierra, con un futuro común para la humanidad, (b) pensar globalmente y actuar localmente, (c) el principio global necesita la adopción de medidas protectoras frente a una acción determinada, cuando no se conoce con exactitud las consecuencias para el ambiente y los seres vivos, (d) Habilidad colectiva y equidad social, justicia ambiental y calidad de vida de las generaciones presentes y futuras.

La sustentabilidad de los ecosistemas según López-Ridaura *et al.* (2002), se determina a través de tres características principales (a) resistencia frente a perturbaciones tanto naturales como antropogénicas, (b) conveniencia para las sociedades humanas en cuanto a la generación de productos como fuente de alimento, y (c) la escala de comportamiento productivo tanto a nivel temporal como espacial.

2.6.2 Dimensiones de sustentabilidad

Giraldo y Valencia (2010) manifiestan que el escenario de las dimensiones de sustentabilidad comprenden tres elementos centrales: los productores, el territorio en su dimensión geomorfológica y el tiempo, representados como: (a) sostenibilidad económica la cual requiere el desarrollo viable, (b) sostenibilidad social, la cual exige el reparto justo y equitativo de los recursos, (c) sostenibilidad ambiental, la cual se quiere que su desarrollo sea compatible con el mantenimiento de los procesos biológicos en los que se fundamentan los ecosistemas naturales.

2.6.3 Niveles de sustentabilidad

Pengue (2005) expresa que la sustentabilidad puede involucrar dos niveles:

- **Sustentabilidad fuerte:** la cual no admite sustitución de ninguno de los capitales, tanto del recurso natural como el desarrollado por el hombre, ya que considera que ambos son complementarios y no son sustituibles, debido a que se necesita el capital natural para conseguir el manufacturado. El capital natural depende de las leyes de la naturaleza, siendo así el soporte de la vida y de los insumos para la producción.
- **Sustentabilidad débil:** la cual considera a la naturaleza como una forma de capital, la cual en cierto grado puede ser sustituida por el capital de origen humano. Bajo esta percepción, se puede transmitir mediante la generación actual, a las futuras generaciones, un capital no menor a la recibida inicialmente, asumiendo que los diferentes tipos de capital son intercambiables y sustituibles.

2.6.4 Sustentabilidad económica

Masera *et al.* (2008) expresan que la economía de los agricultores en la mayoría de casos es crítica, debido a la baja rentabilidad y productividad, lo cual genera pobreza dentro de las familias campesinas, siendo necesario intensificar la producción de cultivos de óptima calidad, aprovechando las ventajas comparativas que faculta el recurso medio ambiental.

El estado debe apuntar a convertir la agricultura de subsistencia en una agricultura comercial, con visión empresarial, apoyando la infraestructura productiva, dotación de créditos, transferencia de tecnología, asistencia técnica para que la intervención del agricultor no sea meramente antrópica, ya que se necesita tener resultados a corto y mediano plazo (Balvanera *et al.* 2017).

La economía de los agricultores y las industrias depende mucho del mercado, del retorno del capital circulante, la mano de obra invertida y la productividad por todo esto Giraldo y Valencia (2010), expresan que es necesario reducir los costos de producción y aumentar la eficiencia y viabilidad económica, el cual promueve un sistema agrícola diverso y flexible.

Una economía sustentable, hace referencia al número de personas y de bienes que tienen a su disposición, en un nivel constante durante un tiempo determinado, contando con las capacidades de satisfacer las necesidades básicas de las personas sin comprometer los recursos de futuras generaciones (Astier 2006). Esta economía, tiene la capacidad de crear excedentes, los mismos que serán invertidos para poder expandir el conocimiento técnico sobre la base autónoma y constante, manteniendo el equilibrio entre la salud y el bienestar de los ciudadanos, los cuales son temas de interés colectivo, ya que, si los sistemas no generan ganancias aceptables, no podrán ser sustentables.

2.6.5 Sustentabilidad ambiental

Gavito *et al.* (2017) expresan que la sustentabilidad ambiental, constituye la administración eficiente, y racional de los bienes y servicios ambientales, de manera que la población actual evite comprometer la satisfacción de las necesidades básicas y la calidad de vida de las generaciones futuras. El proceso de sustentabilidad ambiental hace énfasis en la dotación de recursos naturales incorporados a las actividades productivas, manteniendo el potencial de la naturaleza, de recomponerse frente a las agresiones antrópicas y de los desechos generados por actividades productivas.

Giraldo y Valencia (2010), indican que se debe incluir en los proyectos de sustentabilidad un estudio ambiental por parte de los productores, debido a que la mayoría de los casos, se registra la sobreexplotación y la contaminación de aguas, resultado principal del contexto del mal manejo del subsistema ambiental y natural.

2.6.6 Sustentabilidad social

Balvanera *et al.* (2017) mencionan que la sustentabilidad social, basado en un sistema de equidad, económica flexible, la cual es resistente a la crisis, y en la cual puede salvaguardar las posibilidades de bienestar de las generaciones futuras, sustentado bajo reformas gubernamentales enfocadas a la calidad y eficiencia de los recursos básicos E Igualdad de las oportunidades en cuanto a la participación social civil.

El rol que cumplen los productores como estructura social, es aportar con sus experiencias, opiniones y vivencias, para consolidar un estudio de línea base en cuanto al desarrollo agrícola sustentable. la sustentabilidad social mejora progresivamente con el apoyo de todos los actores sociales como son: academia, industria, sindicatos, ministerios, ONG's, cámara de productores y comerciantes, etc (Moreno 2013).

Pengue (2005) afirma que en las regiones cuyos principales problemas son la pobreza, migración del campo a la ciudad, degradación de los recursos naturales, inequidad en el reparto y acceso al recurso suelo, y deficiente adaptación de las innovaciones, es necesario que las instituciones público-privadas intervengan en estos factores a través de:

- Encaminar la disminución y erradicación de la pobreza, fomentando la transformación de las comunidades rurales pobres y en actores sociales capaces de potenciar su propio desarrollo, explotando el conocimiento ancestral y revalorizando sus productos.
- La conservación de los recursos naturales, incluyendo la agrobiodiversidad, realizando un manejo ecológico de los recursos productivos ubicados dentro de los ecosistemas frágiles e interviniendo y garantizando la seguridad y soberanía alimentaria a nivel local y regional.

- Fomento de políticas que favorezcan el desarrollo sustentable en cada pueblo o nación, a través de la generación de empleos, mejorando la nutrición, salud, educación y comercio justo entre otros.

Se alcanza un nivel óptimo de sustentabilidad social cuando se aporta dentro de la sociedad civil con valores éticos, identidad cultural, equidad, pluralismo, honestidad, legalidad y disciplina, entre otros. Mediante una justicia social, según menciona (Balvanera *et al.* 2017), se busca beneficiar a toda la humanidad, promoviendo la equidad de género por encima de las consideraciones económicas, incorporando plenamente a la mujer en la vida económica, política y social.

2.7 DESARROLLO SUSTENTABLE

Balvanera *et al.* (2017) expresan que el desarrollo sustentable se define como la satisfacción de las necesidades de generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades. Se logra, a través de un enfoque multidisciplinario, y multiescalar, que abarca la economía, cultura, estructuras sociales y el uso de los recursos naturales.

2.7.1 Del desarrollo sustentable a la agricultura sustentable

El compatibilizar el incremento de la producción agropecuaria para satisfacer la necesidad alimenticia de una población creciente, en conjunto con la conservación de los recursos naturales utilizados para dicha producción, se define como el proceso de una agricultura sostenible (Gavito *et al.* 2017), la cual se rige a los siguientes principios: (a) promover la suficiencia y seguridad alimentaria, (b) conservar los recursos naturales y proteger el medio ambiente, (c) es viable económicamente y (d) es social y culturalmente aceptable (Astier 2006).

2.7.2 La escala y el período de análisis

Pengue (2005) considera que el punto crucial a la hora de conceptualizar la agricultura sustentable dentro del espacio y tiempo es a través de escalas representativas y propias de cada región, determinadas por el tiempo definido para el proceso de evaluación, las cuales se sustentan de acuerdo a los siguientes atributos: (a) la parcela de producción, (b) la explotación agraria, (c) el sistema agrario, (d) la región.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

El estudio se realizó en el cantón Penipe, representado en la figura 3, ubicado al noreste de la provincia de Chimborazo, región sierra Ecuatoriana, conformada por siete parroquias dentro de las cuales seis son consideradas como rurales: El Altar, Puela, Matus, San Antonio de Bayushig, Candelaria, Bilbao y una urbana: la Matriz, Cuenta con una superficie de: 370,95 km², cuyos límites geográficos son: norte: cantón San Pedro de Pelileo y Baños de Agua Santa, sur: cantón Riobamba y Pablo Sexto, este: cantón Palora, oeste: río Chambo.

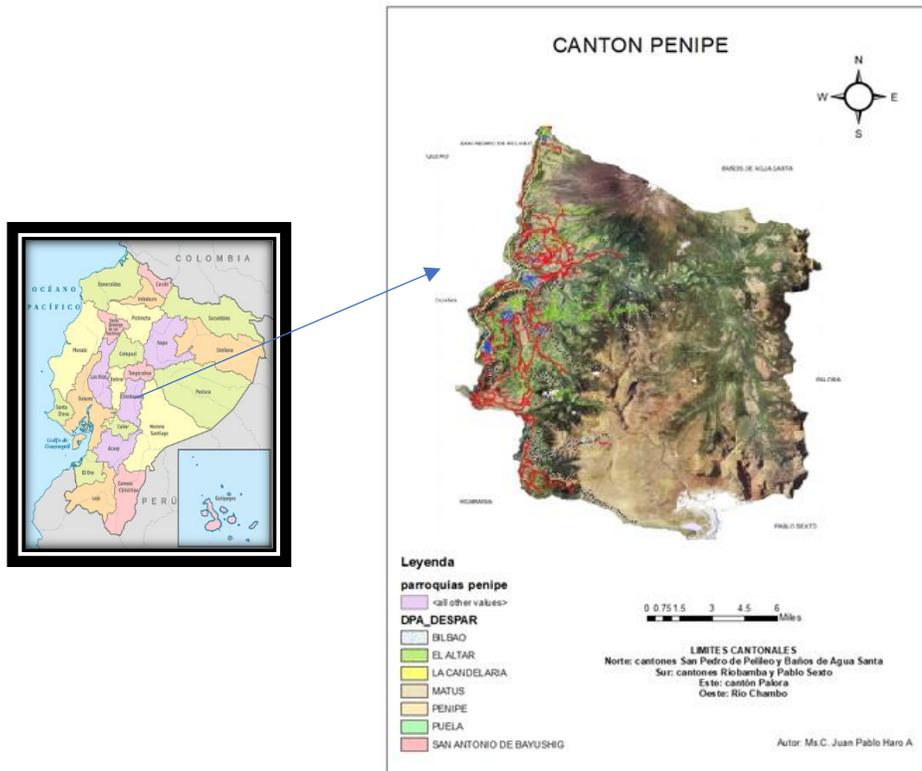


Figura 3. Mapa Político del cantón Penipe

Ubicación geográfica (WGS84)

- Latitud: 1° 34` Sur; 793964,73; 9841403,66 UTM
- Longitud: 78°31`60`` Oeste; 773052,42; 9812385,77 UTM
- Altitud: 2500- 5424 msnm.

3.2 MATERIALES

Software:

- ArcGis 10.4
- R commander
- Infostat
- Microsoft office (Word, Excel)

Equipos y materiales de escritorio

- Laptop
- Impresora
- Scanner
- Cartografía digital
- Fotografía satelital Ecuador 2012
- Drone Mavic Pro 2

Materiales de campo

- GPS
- Cámara fotográfica
- Encuestas y libreta de campo

3.3 METODOLOGÍAS

3.3.1 Diseño de la investigación

El estudio corresponde a un análisis exploratorio, descriptivo observacional, evaluativo-explicativo en base a los siguientes objetivos: caracterizar, tipificar, evaluar y diseñar un plan de fortalecimiento para la agricultura familiar en el cantón Penipe.

La investigación comprende la descripción y diagnóstico de los sistemas productivos, mediante el análisis de los cultivos prevalentes, evaluando las propiedades que determinan el comportamiento dinámico y las propuestas de alternativas sustentables que ayuden a mejorar los sistemas de producción existentes.

En cuanto a la delimitación del área de estudio, se realizó a través de un análisis y diagnóstico territorial, analizando las condiciones sociales, económicas, productivas, ambientales. Dentro de este contexto existen fincas con distinto grado de desarrollo aplicativo tecnológico y económico, con diversas metodologías aplicadas al campo productivo, definiendo 3 etapas en la investigación:

1. Análisis descriptivo: realizando una descripción biofísica del medio natural, las características socioeconómicas relacionadas al sistema de producción agropecuario en estudio.
2. Análisis evaluativo: comprendido entre el proceso de caracterización y tipificación de las fincas de agricultura familiar, evaluando las unidades de producción a través de la formulación de indicadores, para determinar los factores y el desempeño dinámico de las fincas.

3. Análisis de clasificación y diseño de propuestas: el cual consiste en la identificación de las fincas más representativas de la zona, con el fin de establecer propuestas mediante el análisis de la interacción de los aspectos sociales económicos, ambientales y productivos identificando las limitaciones y potencialidades para el planteamiento de las propuestas.

3.3.2 Determinación de la muestra

El universo total para la investigación está constituido por la población del cantón Penipe, que es de 7 032 habitantes según (PDOT 2016).

Una vez definida la población actual, se dividió entre cinco, que son el número de personas promedio por familia, de acuerdo con el censo de población y vivienda (2010) quedando un número de 1 406 familias rurales, de las que el 75% se dedican a la agricultura familiar obteniendo un número de 1 055 familias a ser estudiadas.

a. Segmentación geográfica

Cantón: Penipe

Provincia: Chimborazo

b. Segmentación demográfica

Edad: representantes de familia, productores de la agricultura familiar

c. Número muestral

El universo por tomar en cuenta para realizar el muestreo es de 1 055 familias de la agricultura familiar del cantón Penipe.

Para el cálculo de la muestra se empleó la siguiente fórmula determinada por (Herrera 2011):

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

Dónde:

N: total de la población

Z_α: nivel de confianza (1,96)

p: proporción esperada (0,05)

q: no concurrencia (1-p)

d: precisión (0.05%)

Aplicando la fórmula tenemos:

$$n = \frac{1055 * 1,96^2 * 0,05 * 0,95}{0,03^2 * (1055-1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95}$$

n= 68 encuestas a realizar

Cuadro 2. Distribución de la muestra

Número	Parroquia	Número		Porcentaje	Número de encuestas
		Agricultores (NA)	$W_i=NA/N$		
1	La Matriz	233	0,221	22	15
2	El Altar	233	0,221	22	15
	San Antonio				
3	de Bayushig	155	0,147	15	10
4	Candelaria	140	0,132	13	9
5	Matus	140	0,132	13	9
6	Puela	78	0,074	7	5
7	Bilbao	78	0,074	7	5
	Total	1055	1	100	68

Fuente: El Autor

Donde:

W_i : Peso ponderado para cada parroquia

N_a : Número de agricultores por parroquia

N : Número total de agricultores

Luego de haber determinado el tamaño de la muestra, el siguiente paso fue distribuir el número de familias a ser encuestadas, de acuerdo con las parroquias establecidas para el estudio, determinando el peso ponderado de cada parroquia y el número total de encuestas para cada una dando una totalidad de 68 encuestas.

3.3.3 Técnicas de recolección y análisis de información

Las técnicas de recolección y análisis de información fueron las siguientes:

- Fuentes de información primaria y secundaria: en las cuales se recopiló información básica del cantón Penipe, accediendo a fuentes escritas, estadísticas, mapas que constituyen la información secundaria, la información directa de la zona en estudio a través del proceso

comunicativo oral y documentación institucional que constituyen la generación de información primaria, utilizada para levantar un diagnóstico inicial del cantón.

- Diagnóstico exploratorio: A través del recorrido en el territorio en el cual se recopiló información preliminar que se usó para definir las unidades en estudio, el proceso de zonificación y el diseño muestral.
- La entrevista: desarrollada a través del contacto directo con los productores para generar información de campo acerca del sistema de producción con el que manejan las fincas. Aplicando las entrevistas se establece un diálogo focalizado para obtener información y poder profundizar y los temas de interés; esta técnica permite recolectar información para ser analizada, entendida y representada a través de la dinámica y las prácticas de manejo de los sistemas de producción, generando empatía con los productores, para garantizar una información real y concreta.
- Grupos focales y talleres participativos: establecidas por medio de reuniones grupales con los productores con quienes se trabajó en la investigación, para conocer e identificar limitantes y potencialidades, mediante la interacción y recepción de opiniones en diálogo abierto, aplicando la metodología de la investigación acción participativa (IAP), para consolidar entre todos los miembros del grupo y generar un documento final.
- Encuesta: constituida por una serie de preguntas establecidas por variables, la cual fue aplicada al número muestral, la cual consta de interrogaciones cerradas, estructuradas de tal forma que abarcan aspectos económicos, sociales, culturales, tecnológicos y ambientales (Anexo 1.), esta herramienta se aplica para determinar el proceso de caracterización, tipificación y evaluación de la sustentabilidad de las fincas de producción familiar, la cual constó con los siguientes temas:
 - aspectos generales de la familia campesina, conformación y ocupaciones.
 - aspectos generales de la finca, en cuanto al uso de la tierra y tenencia.
 - aspectos sociales, cómo son los servicios básicos, temas de vivienda y organización.
 - actividades complementarias de ocupación familiar.

- aplicación de aspectos tecnológicos dentro del manejo de los sistemas productivos.
 - uso de mano de obra, acceso a créditos, capacitaciones y temas de interés a capacitarse.
 - aspectos de manejo de fincas agropecuarias, limitaciones y potencialidades del sistema de producción.
- análisis de datos: para el procesamiento de datos, toda la información generada a través de la aplicación de las encuestas de entrevistas, talleres focales y reuniones se ingresaron en una base de datos (matriz excel), para establecer los distintos análisis y necesidades de estudio aplicando el paquete estadístico R studio e infostat. Para la evaluación de las variables se aplicaron métodos de análisis de datos como son: tablas de porcentaje, medidas descriptivas como la desviación estándar; para la clasificación de las tipologías se utilizó el análisis multivariado mediante la aplicación del método de Ward, efectuando el análisis de conglomerados.

3.3.4 Metodologías para caracterización y tipificación de los sistemas de agricultura familiar

En primera instancia se realizó un análisis geoespacial delimitando el área en estudio, teniendo en cuenta en que este espacio físico se encuentran fincas con distintos grados de desarrollo tecnológico y económico, recolectando información escrita y digital de la zona en estudio para la generación de un mapa cartográfico y la interpretación de las fotografías satelitales, cuyas fuentes de información fueron las orto fotos del Ecuador 2012, para su posterior descargo al programa ArcGIS 10.4, dentro de las cuales se definieron los límites distritales, ubicación geográfica de las fincas en estudio y su superficie con el apoyo del Drone Mavic Pro 2.

En la segunda instancia de esta investigación, se aplicó la metodología de investigación acción participativa (IAP) (Colmenares 2012), manteniendo reuniones con los actores locales productivos del cantón, para la planificación y ejecución del trabajo en campo (toma de muestras, análisis *in situ*), para la recolección de información primaria a través de la formulación

de entrevistas, encuestas que fueron validadas por autoridades, representantes parroquiales, técnicos agrícolas de la zona, con el fin de conocer las metodologías y procedimientos de los sistemas de producción de agricultura familiar del cantón, de forma que se pueda estructurar una encuesta acorde con la realidad de esta localidad.

Para la caracterización de los sistemas de producción de agricultura familiar, se planteó recopilar la siguiente información: ubicación, número de personas que conforman el núcleo familiar, características sociales como el nivel de educación, edad, experiencia en el manejo de los cultivos, nivel de utilización de maquinarias, uso y extensión de sus terrenos, tipo de posición, acceso al riego, uso de pesticidas, insecticidas y fertilizantes, semillas y el requerimiento de mano de obra adicional, posibilitando la caracterización, descripción y análisis de las dimensiones agroecológicas, técnico productivas, socio económicas, a través de la aplicación de indicadores seleccionados generando una base de datos para el análisis.

Para realizar el proceso de tipificación, se calcularon los coeficientes de variación, destacando doce variables con alto poder discriminatorio, realizando el análisis de componentes principales utilizados como variables de clasificación en el análisis de conglomerados, por el método de Ward (distancia euclidiana cuadrada) y su representación en un dendograma de las agrupaciones productivas de la agricultura familiar del cantón Penipe.

El proceso de caracterización y tipificación, permitió identificar los sistemas de producción agrícola y los cultivos más importantes en las fincas del cantón, de éstos se seleccionaron las fincas más representativas en un número de tres por cada tipología para evaluar la sustentabilidad.

3.3.5 Metodologías para evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción de agricultura familiar

Para el proceso de evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción de agricultura familiar del cantón Penipe se seleccionaron 3 fincas representativas de cada sistema de producción como son: sistema de producción de agricultura familiar especializada representadas por AFE001, AFE002, AFE003, sistemas de producción de agricultura familiar diversificada representadas por AFD004, AFD005, AFD006, y sistemas de producción de agricultura familiar de subsistencia representadas por AFS007, AFS008, AFS009.

La metodología aplicada corresponde a la estructura operativa de MESMIS, descrita por (López-Ridaura *et al.* 2002), la cual hace referencia a un ciclo de 6 pasos, los 3 primeros pasos están dedicados a la caracterización de los sistemas de producción de agricultura familiar del cantón Penipe, la identificación de los puntos críticos, selección de indicadores específicos los cuales se desarrollaron mediante la metodología expuesta por Dellepiane y Sarandón (2008) y la aplicación de la investigación acción participativa (IAP) en los diferentes talleres realizados con los productores para evaluar las dimensiones socio culturales, económicas productivas y ambientales (Colmenares 2012).

Se aplicaron entrevistas semiestructuradas en las cuales incluyeron aspectos técnicos, financieros, económicos, comerciales, mecanismos de organización y toma de decisiones, con la finalidad de detectar los puntos críticos, para enmarcarlos dentro de cada categoría de análisis (atributos y dimensiones de la sustentabilidad). Posteriormente, en una asamblea con los productores, se estableció una retroalimentación participativa de los hallazgos en esta etapa para que sus puntos de vista y opiniones queden expresados en la lista de puntos críticos (Priego-Castillo *et al.* 2009).

A partir de la identificación de los puntos críticos se definieron los criterios de diagnóstico e indicadores de sustentabilidad, referidos de acuerdo a la relevancia expuesta por los productores,

<< ..

en la medición de indicadores, la recopilación de información se llevó a cabo mediante la aplicación de las encuestas entrevistas, la visita *in situ* a cada una de las fincas permitió realizar muestreos para obtener indicadores productivos (Priego-Castillo *et al.* 2009).

El cálculo de todos los indicadores se realizó siguiendo el siguiente procedimiento: indicador evaluado es igual al valor obtenido ponderado con el valor de referencia, para los casos en los que no se dispuso de información previa se utilizó como valor de referencia, el valor comparativamente más alto entre los casos estudiados (Dellepiane y Sarandón 2008), colocando en una escala del valor más alto con una ponderación de dos, el valor intermedio de uno y el valor más bajo cero (Cuéllar y Beltrán 2016).

Los resultados obtenidos de la evaluación se tabularon para su comparación, y los atributos de sustentabilidad se usaron como eje de análisis en la escala numérica, para definir el nivel de sustentabilidad por indicador y ser representados mediante el diagrama AMEBA de las tipologías de la agricultura familiar, expuestas por (Giraldo y Valencia 2010), estos valores permitieron hacer un análisis sobre las dimensiones y atributos de cada sistema

3.3.6 Metodologías para el diseño de un plan de fortalecimiento, mediante el análisis de la interacción de los aspectos ambientales. Socioculturales y económicos

En base a la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de la agricultura familiar del cantón Penipe, en el cual se evaluaron 3 sistemas de producción, definidos por la agricultura familiar especializada (AFE), agricultura familiar diversificada (AFD), agricultura familiar de subsistencia (AFS) se aplicó la metodología expuesta por López-Ridaura *et al.* (2002), (Rigby *et al.* 2001), las cuales plantean analizar la interacción entre el productor y su sistema, las regulaciones internas y externas de funcionamiento sustentados en los atributos descritos por (Maserá *et al.* 2008), para evaluar cada uno de los puntos críticos del sistema.

Una vez evaluados los puntos críticos, realizamos la comparación con los umbrales propuestos por Altieri *et al.* (2012) y Loiza *et al.* (2014), empleando diferentes niveles de estimación, siendo el valor mínimo de un indicador una escala de (1,25), sobre el cual comienza una tendencia hacia la sostenibilidad. Por tanto, un indicador se dice que está en un nivel sostenible si sobrepasa un nivel designado de cada umbral; los umbrales son establecidos provisoriamente basados en un análisis de las condiciones locales promedio, con la finalidad de poder definir los puntos de inflexión dentro de los cuales el sistema puede funcionar normalmente, garantizando la soberanía alimentaria y productiva, considerando los límites de uso eficiente de los recursos naturales, teniendo en cuenta la capacidad de proveer además servicios ambientales como las entradas y salidas en el sistema agro productivo (Veisi *et al.* 2016).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN Y TIPIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE AGRICULTURA FAMILIAR, CANTÓN PENIPE PROVINCIA DE CHIMBORAZO

Dentro del análisis geoespacial, se delimitó el área en estudio, determinando además la superficie de cada una de las 68 fincas estudiadas, generando una superficie total de análisis de 200 hectáreas como podemos observar en la figura N. 4, lo cual posibilitó la caracterización y descripción por medio de la aplicación de treinta y seis variables, referente a los aspectos socioculturales, económicos, productivos y ambientales del sistema de producción de agricultura familiar en el cantón Penipe, mediante la aplicación de una encuesta entrevista a cada familia en estudio.

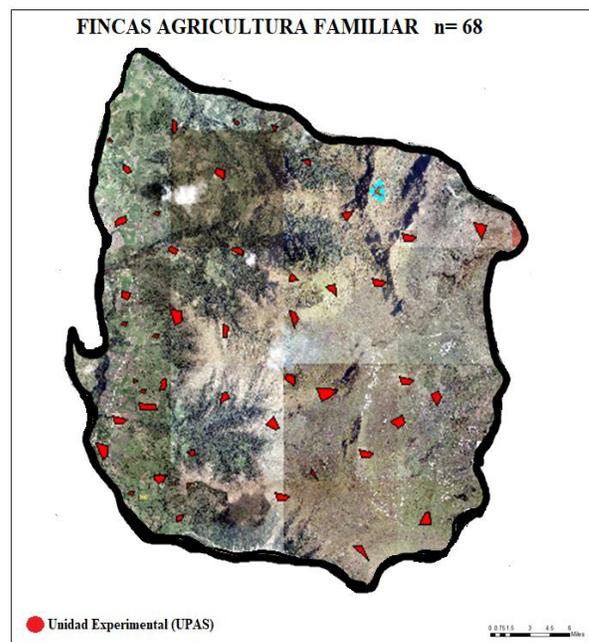


Figura 4. Ubicación geoespacial de las fincas en estudio en el cantón Penipe

La principal actividad económica del cantón es la agricultura, seguida de la actividad pecuaria y otras actividades relevantes que generan ingresos al sistema de producción familiar. A continuación, en el Cuadro 3. se muestran los resultados del proceso de caracterización con respecto a la dimensión sociocultural de la agricultura familiar del cantón Penipe, aplicando once variables en estudio.

Cuadro 3. Caracterización de la agricultura familiar, dimensión sociocultural

Indicadores	Resultados
Personas que conforman la familia	Están mayoritariamente conformadas por 5 personas (31 %), 3 integrantes (22%), 2 personas (18%), 4 personas (16%), 6 personas (9%), 7 personas (4%)
Responsable familiar	Masculino (71%), femenino (29%)
Edad	41-60 años (38%), seguido de un grupo cuya edad oscila entre los 61-80 años (28%) y se completa con agricultores que tienen entre 20-40 años (28%).
Instrucción	(44%) nivel primario, (34%) secundaria, (13%) tecnología o licenciatura, (9%) cuentan con nivel universitario
Vinculación e integración social	No se vincula a ninguna agrupación o asociación (44%), participa de alguna asociación productiva (28%), pertenece a una agrupación de junta de regantes (25%), forma parte de una agrupación comercial (2%), religiosa (1%).
Servicios básicos	(100%) de las familias poseen luz eléctrica en sus viviendas, agua potable (82%), agua entubada (18%), baño (99%), letrina (1%), y servicio telefónico (46%).
Tipo vivienda	Construida en la finca, mayoritariamente de tipo mixta (46%), seguidas de viviendas de ladrillo (31%), bloque (19%), y adobe (4%).
Acceso Salud	Centro de salud sin equipar y personal capacitado (71%), centro de salud equipado y personal bien capacitado (13%), centro de salud sin equipamiento y sin personal capacitado (12%), centro de salud equipado sin personal (3%), sin centro de salud, sin atención (1%).

Indicadores	Resultados
Transporte	Un grupo mayoritario de familias, renta camioneta para su movilización y transporte de productos (43%), posee vehículo para el transporte de productos agropecuarios desde su finca (26%), accede al bus (18%), no posee (12%), posee motocicleta únicamente para su movilización personal (1%)
Comunicación	Los productores utilizan la radio (81%), teléfono celular (60 %), televisión (29%) y por medio de un síndico parroquial o comunal (6%), para informarse de todas las actividades que se generan en la parroquia y en el cantón.
Capacitación	Los productores familiares en un (56%) no reciben ningún tipo de capacitación, el (20%) expresa que mediante el programa hombro a hombro con los técnicos de MAG, han recibido capacitación por lo menos una vez en la localidad, el (14%) manifiesta que ha intervenido en capacitación la Universidad Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, el (8%) de productores manifiestan que han sido capacitados por alguna casa comercial de insumos agropecuarios, y el (1%) manifiesta que han sido capacitados por el GADM Penipe. La población encuestada manifiesta que ha recibido formación en las siguientes temáticas: producción cultivos (37%), elaboración de abonos orgánicos (18%), injertos y podas de frutales (6%), control de plagas y enfermedades (3%), fertilización (3%), elaboración de almácigos (3%), uso maquinaria agrícola (1%), comercio y valor agregado (1%), las temáticas que les interesa mayoritariamente a los productores son: elaboración y manejo de abonos orgánicos (87%), producción de cultivos prioritarios de la zona (82%), comercio y valor agregado (57%), control y manejo de plagas y enfermedades (46%), fertilización (38%), almácigos (19%), injertos y podas (15%), uso maquinaria agrícola (9%).

Fuente: El Autor

En el Cuadro 4. Se muestran los resultados del proceso de caracterización de las fincas de agricultura familiar del cantón Penipe con respecto a la dimensión económica productiva, aplicando diecinueve variables en estudio.

Cuadro 4. Caracterización de la agricultura familiar, dimensión económica productiva

Indicadores	Resultados
Ingresos Finca	Mayoritariamente entre los 387-700 Usd (53%), entre 0-386 Usd, está el (22%), este nivel de ingresos no posee ni siquiera la remuneración básica unificada en el Ecuador que es 494 Usd por mes, esta unificación está lejos del valor de la canasta familiar vital que es mayor a 500 Usd, (INEC 2017) el (21%) posee 701-1000 Usd, solamente un grupo pequeño de familias tiene ingresos mayores a 1001 Usd por mes (4%).
Ingresos otra actividad	Actividades adicionales que generan ingresos a la familia, como son: actividad por jornal (36%), servidor público o jubilado (18%), comercio informal (16%), actividad pecuaria (15%), empleado del sector privado (7%), transportistas (7%), gastronomía (1%).
Acceso crédito	No acceden a ningún préstamo o crédito económico (59%), debido a la falta de conocimiento de los trámites para acceder al mismo, (31%) optan por realizar el crédito en una cooperativa local, (4%) mediante un préstamo familiar, (3%) a través del Banco nacional de fomento del Ecuador, aprovechando a los créditos productivos establecidos por el gobierno, y (3%) a través de la banca privada.
Destino Crédito	Está destinado a la utilización en agricultura (63%) compra de semilla, insumos agrícolas e insumos para la comercialización, para potenciar el rubro pecuario (20%) para la compra de vitaminas, desparasitantes, alimento por temporadas, otro destino es el equipamiento de tiendas de abarrotes, arreglo de vehículos, gasto familiar del hogar (10%) y compra de tierras para la producción (7%).
Tenencia tierra	Distribuida de la siguiente manera: propia (93%), arrendada (6%), sociedad (1%),
Título propiedad	(88%) si posee, (12%) no posee título de propiedad
Superficie	Desde 0.36 – 1 ha (40%), seguido de 1.1-3 ha (28%), más de 5,1 ha (18%), y minoritariamente, 3.1-5 ha (7%), y menos de 0.35 ha (7%)

Indicadores	Resultados
Riego	(65%) de terrenos poseen riego medianamente tecnificado, y un (35%) no poseen riego, por lo que se dificulta la producción intensiva.
Mano obra adicional	El (56 %) contratan mano de obra adicional debido a que requieren apoyo para realizar las labores pre culturales, culturales y cosecha de los cultivos, y un (44%) no contrata mano de obra, ya que las labores productivas, las realizan únicamente con mano de obra familiar.
Cédula cultivos	Del total de superficie estudiada (200 ha), está compuesta de los siguientes cultivos: maíz suave 76,09 ha (39.1%), pasto 54ha (27.7%), destinado al uso en especies menores, ganado vacuno, porcino caprino y caballar, cultivo de papas 14.04 ha, correspondiente al (7.2%), manzana 8.66 ha (4.4%), frejol 7.41 ha (3.81%), tomate de árbol con 5.70 ha (2.9%), mora 5.2 ha (2.6%), habas 4.72 ha (2.4%), claudia 3.97 ha (2.04%), frutilla 3.93 ha (2.02%), durazno 2.28ha (1.17%), aguacate 1.70 ha (0.88 %), limón 1.31 ha (0.68%) arveja 1.2 ha (0.62%), alfalfa 1.25 ha (0.64%), pera 1.19 ha (0.61%), hortalizas 0.615 ha (0.32%), tomate riñón 0.516 ha (0.27%), oca 0.5 ha (0.26%), zapallo 0.16 ha (0.08%).
Sistema de manejo productivo	El 70% Agricultura convencional, 20% producción limpia mixta, 10% producción orgánica.
Semilla certificada	Especialmente utilizada en cultivos de papa, arveja y hortalizas (20%)
Almácigos	Únicamente para la reproducción de especies frutales (10%)
Mecanización	Utilizada en el trabajo agrícola, está representada por el uso de mano de obra no calificada denominado jornal en un (46%), labranza con tractor y aperos (40%) y el uso de yunta (14%),
Plantas injertas	Utilizadas en la producción de frutales típicos del sector (33%)
fertilización	Constituida por, fertilización mixta, resultado de mezclar abono de especies menores, ganado vacuno, porcino, y abono procesado como compost, con la incorporación de mezclas químicas en (58%), fertilización netamente orgánica (35%), y fertilización química (7%).

Indicadores	Resultados
Destino producción	Para la venta (79%), autoconsumo de los productos (20%), y para semilla (1%).
Lugares comercio	Son diversos para los productos provenientes de la agricultura familiar, debido a que no se cuenta con un alto grado de asociatividad para poder buscar mercados con precios justos y se comercializa mayoritariamente en el mercado mayorista Riobamba (35%), en la Chacra directamente a los comerciantes (30%), mediante ferias organizadas como el consejo provincial (8%), otras provincias (7%), y en un (3%) en el mercado del cantón Penipe.
Calidad	De los productos agrícolas lo definen los productores en base al tamaño de los productos en un (51%), en base a su presentación (49,2%) y a la forma (0.1%).

Fuente: El Autor

En el Cuadro 5. Se muestran los resultados de proceso de caracterización de las fincas de agricultura familiar del cantón Penipe con respecto a la dimensión ambiental, determinando seis variables en estudio.

Cuadro 5. Caracterización de la agricultura familiar, dimensión ambiental

Indicadores	Resultados
Ocupación del terreno	Destinado a la agricultura (90%), actividad pecuaria (8%), y minoritariamente para la actividad forestal (1%), y barbecho (1%), esto debido a la falta de mano de obra y recursos económicos para producir.
Rastrojo de los cultivos	Declaran que incorpora al suelo como abono orgánico (63%), lo utiliza para el consumo de los animales (21%), realizan compostaje (9%), y no realizan ninguna acción o lo queman (7%) debido al desconocimiento del uso de este material vegetal.

Indicadores	Resultados
Prácticas de conservación ambiental	Cortinas rompevientos con especies forestales como el lupino (<i>Lupinus albus L.</i>), aliso (<i>alnus glutinosa L.</i>), yagual (<i>polylepis incana sp.</i>), y la realización de surcos a nivel (44%).
Gestión Malezas	Mediante la aplicación de herbicidas selectivos, pre emergentes y post emergentes (26%).
Gestión Plagas	Mediante la aplicación de plaguicidas, insecticidas de contacto (70%).
Gestión enfermedades	Con la aplicación de fungicidas sistémicos, translaminares y de contacto (69%).

Fuente: El Autor

Para realizar la tipificación de fincas, la información sistematizada del proceso de caracterización se analizó seleccionando 12 variables con alto poder discriminante cuyo ($CV > 50\%$), descartándose aquellas con valor inferior. Se obtuvo una matriz completa de correlaciones entre las variables fuertemente vinculadas entre sí como son: tamaño finca, ingresos familiares, actividad predominante, contratación mano obra, acceso al crédito, vivienda, nivel organizativo, riego, título propiedad de la finca, sistema producción, destino de la producción y conservación de los recursos, analizadas con el paquete estadístico (R_commander) sobre la base de los análisis multivariados siguiendo los lineamientos recomendados por Renolfi y Pérez (2005).

Al aplicar el método de Ward y distancia euclidiana al cuadrado, al igual que lo hizo Martínez (2013), se conformaron tres grupos de sistemas, como lo muestra la figura 5. El primero corresponde al segmento de producción de agricultura familiar diversificada (AFD) con un 50%, el conglomerado número 2, corresponde al sistema de producción de agricultura familiar especializada (AFE) con un 28% y el tercer conglomerado que agrupa menor parte de productores, representa la agricultura familiar de subsistencia o autoconsumo (AFS) con un 22%.

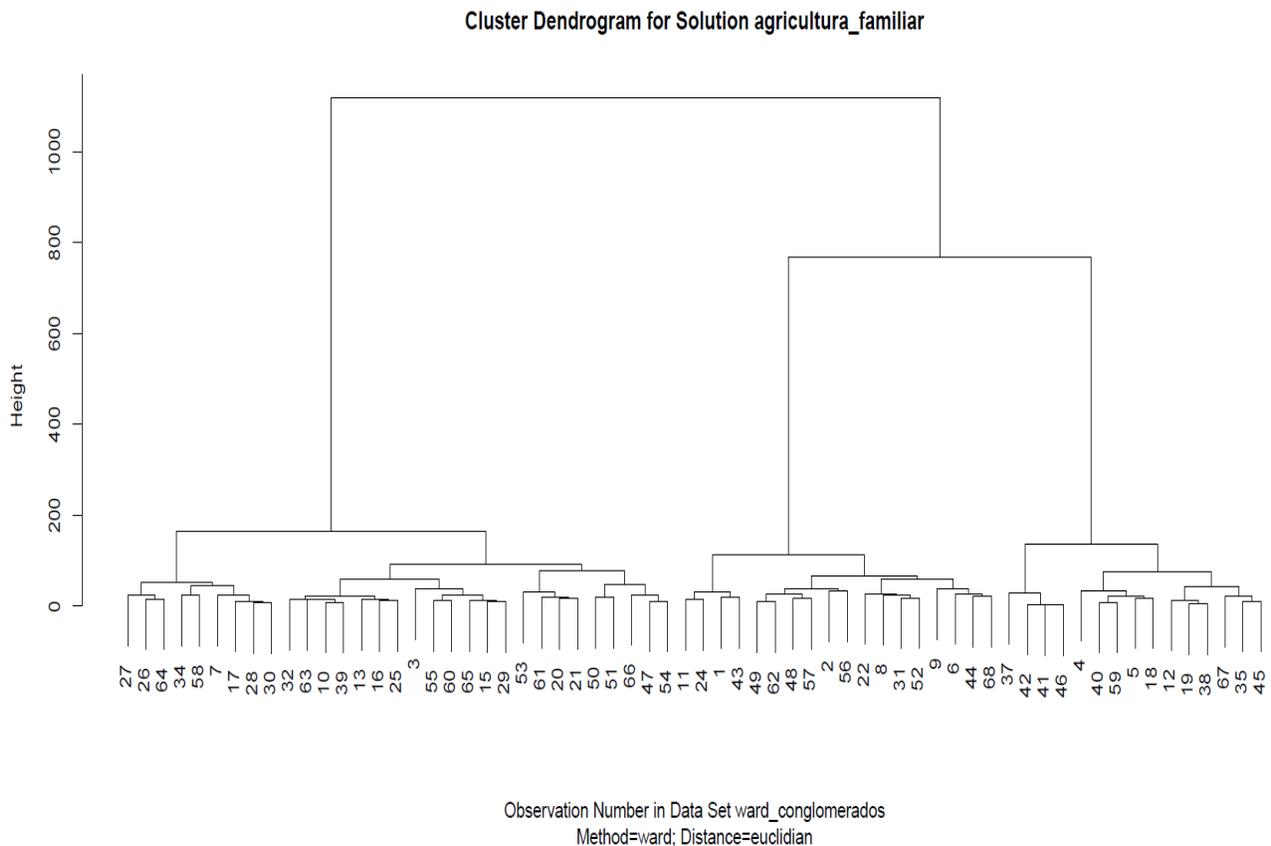


Figura 5. Dendrograma de los sistemas de producción de la Agricultura familiar cantón Penipe

Sistema de producción de Agricultura familiar diversificada (AFD). Este tipo de sistemas de producción está conformado por 34 familias, las mismas que se encuentran ubicadas en las parroquias: La Matriz, El Altar, Matus, Puela, San Antonio de Bayushig, Bilbao. Con un promedio de edad de 53 años; la totalidad de encuestados cuentan con los servicios básicos en sus hogares, tendencia promedio de superficie es de 0,36 a 1 hectárea. El 56% de las familias contrata mano de obra adicional para realizar sus actividades agrícolas en un número de 8 jornales por campaña, los cultivos representativos de este sistema de producción son: maíz (28%), pasto (22%), papas (13%), aguacate (10%), Mora (5%) y sus ingresos promedio fluctúan entre los 378 a 700 USD por mes.

Sistema de producción de Agricultura familiar especializada (AFE). Esta tipología de sistemas de producción, está conformado por 19 familias, las mismas que se encuentran ubicadas en las parroquias: La Matriz, El Altar, Matus, Puela, San Antonio de Bayushig y Candelaria, con un promedio de edad de 54 años, la totalidad de encuestados cuentan con los servicios básicos en sus hogares, con una tenencia promedio de superficie que representa más de 5,1 hectáreas, el 95% de las familias contratan mano de obra adicional para realizar sus actividades agrícolas con un promedio de 2 jornales por campaña, los cultivos representativos de este sistema de producción son: maíz (43%), pasto (15%), papas (8%), tomate árbol (6%), mora (5%) y sus ingresos promedio son de 701 a 100 USD por mes.

Sistema de producción de Agricultura familiar de subsistencia (AFS), este tipo de sistema de producción está conformado por 15 familias, las mismas que se encuentran situadas en las parroquias: El Altar, Matus y San Antonio de Bayushig, con un promedio de edad de 48 años, la totalidad de encuestados cuenta con los servicios básicos dentro de sus viviendas, con una tenencia promedio de superficie de 0,36 a 1 hectárea, caracterizándose este sistema de producción por no contratar mano de obra adicional para realizar sus actividades agrícolas, ya que su producción en su mayoría la dedican al autoconsumo, los cultivos representativos de este sistema de producción son: maíz (28%), pasto (22%), papas (13%), aguacate (10%) y Mora (5%), sus ingresos promedio suman 115 USD por mes.

4.2 EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE AGRICULTURA FAMILIAR, CANTÓN PENIPE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

Paso 1. Definición del objeto de evaluación: se estableció como objetivo principal la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción de agricultura familiar especializada (AFE), agricultura familiar diversificada (AFD), agricultura familiar de subsistencia (AFS), en el cantón Penipe, partiendo de la determinación de los puntos críticos del sistema, vinculando con los atributos e indicadores, validados mediante la ejecución de reuniones participativas en la cual se aplicó la metodología de la investigación acción

participativa, referida por Colmenares (2012), constituida por el trabajo en conjunto con los productores, especialistas de la zona y autoridades del cantón Penipe, provincia de Chimborazo.

Paso 2. Determinación de las características críticas de los sistemas: Masera *et al.* (2008) expresan que las características de un sistema son aquellos aspectos que mejoran o limitan los atributos en cuanto al aspecto productivo. Estas características críticas, considerados como puntos bajos dentro del proceso de caracterización de fincas, permiten analizar cada una de las tipologías para determinar mediante la valoración con escalas si es sistemas de producción es sustentable.

El sistema de producción de agricultura familiar especializada (AFE), como se observa en la Figura 6, muestra como características críticas a: el desconocimiento del manejo técnico de cultivos, referidos a la falta de capacitación, deficiente manejo de plántulas y semillas, generando en la mayor parte de fincas monocultivos y una baja cantidad de productos destinados al autoconsumo familiar, siendo en su mayoría comercializados en los mercados locales.



Figura 6. Caracterización agricultura familiar especializada

El sistema de producción de agricultura familiar diversificada (AFD), Figura 7, entre sus características críticas está: bajo nivel asociativo, deficiente manejo de semillas, plagas, enfermedades de los cultivos, bajo índice de acceso a créditos y al bajo destino de sus productos para el autoconsumo familiar.



Figura 7. Caracterización agricultura familiar diversificada

El sistema de producción de agricultura familiar de subsistencia (AFS), la Figura 8, muestra las siguientes características críticas de esta tipología: ingresos económicos, que están por debajo de la remuneración básica mensual, falta de capacitación en cuanto al manejo de semillas, manejo productivo, control de plagas y enfermedades, prácticas de riego, técnicas de conservación del medio ambiente, procesos de mecanización rural; bajo nivel asociativo local, falta de acceso al crédito y deficiente acceso al transporte para movilizar los productos, agravándose con la poca o nula intervención gubernamental reflejada en los niveles críticos de esta tipología de agricultura familiar.

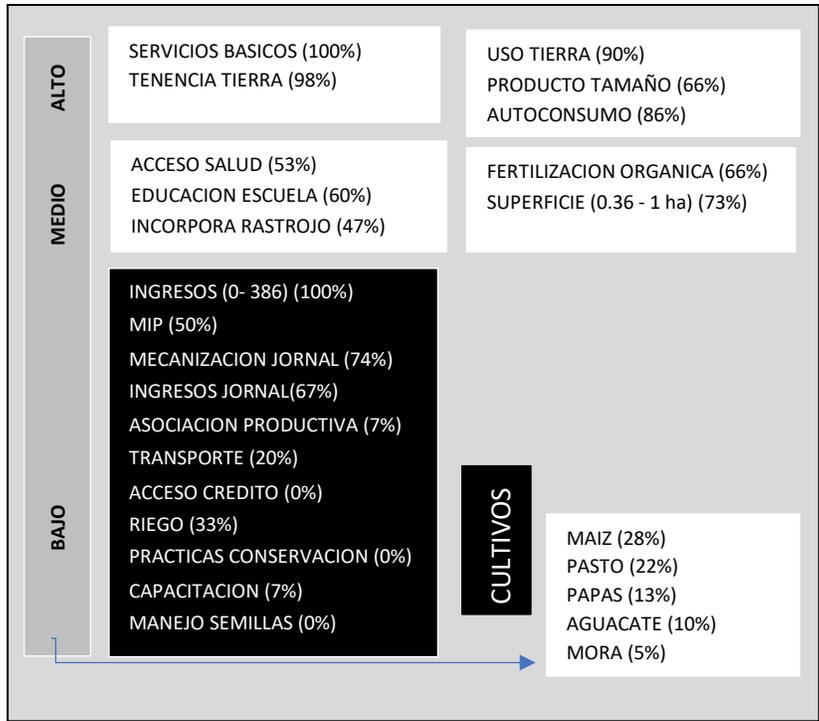


Figura 8. Caracterización agricultura familiar subsistencia

Escobar *et al.* (2016), expresan que según la metodología de MESMIS, las características o puntos críticos dentro de un sistema productivo, determinan la supervivencia del mismo, que a su vez se agruparán a través de uno o varios atributos de sostenibilidad, determinando los criterios de diagnóstico, los cuales, permitirán plantear indicadores, los cuales fueron estandarizados y transformados en una escala de 0 (no sustentable) a 2 (sustentable), según la metodología utilizada por Dellepiane y Sarandón (2008) y Cuéllar y Beltrán (2016), (Cuadro 6).

Todos los valores se adecuaron a esta escala, posibilitando la integración de varios indicadores de distinta naturaleza, esta estandarización se realizó teniendo en cuenta el carácter local de los indicadores que contemplan el criterio de universalidad de la sustentabilidad, formulados específicamente para el sector en estudio.

Por lo tanto, los valores de cada parámetro de comparación (0,1,2) fueron establecidos sobre la base de datos para cada tipología de agricultura familiar del cantón Penipe, sacando un promedio para cada sistema de producción, para establecer un valor total de cada una y dividir para 37 que constituye el número total de puntos críticos analizados.

Cuadro 6. Análisis de los puntos críticos de los sistemas productivos, agricultura familiar, cantón Penipe, mediante la metodología

MESMIS

#	PUNTOS CRITICOS	Atributo	Criterio de Diagnóstico	Indicador	Parámetro de Comparación	Escala Medición	A	A	A	AFE	A	A	A	AFD	A	A	A	AFS	Dimensiones
							F1	F2	F3	X	F1	F2	F3	X	F1	F2	F3	X	
1	Baja productividad Planeación	Productividad	Eficiencia Productiva	Planificación de Fincas y registros de Producción	Fincas sin ningún tipo de planificación y registro de producción	0	2	1	1	1,3	1	1	0	0,7	0	0	0	0,0	Económica
					Fincas con al menos una herramienta para planificación y registros de producción	1													
					Fincas con planificación y registros de producción	2													
2	Baja productividad beneficio costo	Productividad	Eficiencia Productiva	Relación Beneficio Costo de la finca	<1	0	2	2	1	1,7	1	0	0	0,3	0	0	0	0,0	Económica
					1	1													
					>1	2													
3	Baja productividad Rendimiento	Productividad	Eficiencia Productiva	Rendimiento de la finca	Bajo media nacional	0	1	1	1	1,0	1	1	0	0,7	0	0	0	0,0	Económica
					Dentro media nacional	1													
					Sobre media nacional	2													
4	Suelos no aprovechables por la pendiente	Estabilidad	Eficiencia, uso y conservación de recursos	Pendiente del terreno	35 % o más	0	1	2	2	1,7	2	2	2	2,0	2	2	2	2,0	Ecológica
		Resiliencia			5-25%	1													
		Confiabilidad			0-5 %	2													
5	Limitado desarrollo radicular	Estabilidad	Eficiencia, uso y conservación de recursos	Profundidad efectiva del suelo	Profundidad efectiva suelo 0-10 cm	0	2	2	2	2,0	2	2	2	2,0	2	1	1	1,3	Ecológica
		Resiliencia			Profundidad efectiva suelo 11- 25 cm	1													
		Confiabilidad			Profundidad efectiva suelo 26- 50 cm	2													
6	Limitado desarrollo vegetal	Estabilidad	Eficiencia, uso y conservación de recursos	Grado de cobertura suelo	< 25 % suelo cubierto todo el año	0	2	2	2	2,0	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0	Ecológica
		Resiliencia			50% suelo cubierto todo el año	1													
		Confiabilidad			100% suelo cubierto todo el año	2													
7	Incremento visible en los niveles de erosión de los suelos	Estabilidad	Eficiencia, uso y conservación de recursos	Erosión	Suelos con > 50% erosión	0	1	2	2	1,7	1	2	1	1,3	1	1	1	1,0	Ecológica
		Resiliencia			Suelos con el 10% a 30% erosión	1													
		Confiabilidad			Suelos sin erosión	2													

<<Continuación>>

#	PUNTOS CRITICOS	Atributo	Criterio de Diagnóstico	Indicador	Parámetro de Comparación	Escala Medición	A F E 1	A F E 2	A F E 3	A F E X	A F D 1	A F D 2	A F D 3	A F D X	A F S 1	A F S 2	A F S 3	A F S X	Dimensiones
8	Infiltración de agua en los suelos	Estabilidad	Eficiencia, uso y conservación de recursos	Textura	Arena muy fina, fina, media, gruesa	0													Ecológica
		Resiliencia			Textura Areno franco	1	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0	
		Confiabilidad			Textura franca, franco arenoso	2													
9	Poca disponibilidad de agua para riego	Estabilidad	Eficiencia, uso y conservación de recursos	Disponibilidad de Agua Riego	Sólo agua de lluvia	0													Ecológica
		Resiliencia			De 15 a 22 días	1	2	2	1	1,7	2	1	1	1,3	1	1	1	1,0	
		Confiabilidad			De 4 a 8 días	2													
10	Drenaje de los suelos	Estabilidad	Eficiencia, uso y conservación de recursos	Drenaje del terreno	Excesivo y mal drenado	0													Ecológica
		Resiliencia			Moderadamente drenado	1	2	2	2	2,0	2	2	2	2,0	2	1	1	1,3	
		Confiabilidad			bien drenado	2													
11	Suelos pobres en Materia Orgánica	Estabilidad	Eficiencia, uso y conservación de recursos	% MO en el suelo	< de 1.5 %	0													Ecológica
		Resiliencia			de 1.6 a 4.9 %	1	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0	
		Confiabilidad			> de 5 %	2													
12	Falta Implementar prácticas agronómicas de conservación de suelos.	Estabilidad	Eficiencia, uso y conservación de recursos	Practicas Agronómicas de conservación de suelos	1 práctica	0													Ecológica
		Resiliencia			De 2 a 4 prácticas	1	2	2	2	2,0	1	2	1	1,3	0	0	0	0,0	
		Confiabilidad			>4 prácticas	2													
13	Riqueza de especies vegetales	Estabilidad	Diversidad	Biodiversidad Vegetal	< 2 especies	0													Ecológica
		Resiliencia			2 a 4 especies	1	2	2	2	2,0	2	2	2	2,0	2	2	2	2,0	
		Confiabilidad			> 4 especies	2													
14	Riqueza de especies animales	Estabilidad	Diversidad	Biodiversidad animal	< 2 especies	0													Ecológica
		Resiliencia			2 a 4 especies	1	2	2	2	2,0	2	2	2	2,0	2	2	2	2,0	
		Confiabilidad			> 4 especies	2													
15	Tendencia al monocultivo.	Estabilidad	Diversidad	Asociación de cultivos agrícolas	1 especie (monocultivo)	0													Ecológica
		Resiliencia			De 2 a 3 especies	1	2	1	1	1,3	1	2	1	1,3	1	1	1	1,0	
		Confiabilidad			> de 3 especies	2													

<<Continuación>>

#	PUNTOS CRITICOS	Atributo	Criterio de Diagnóstico	Indicador	Parámetro de Comparación	Escala Medición	A F E 1	A F E 2	A F E 3	A F E X	A F D 1	A F D 2	A F D 3	A F D X	A F S 1	A F S 2	A F S 3	A F S X	Dimensiones
16	Afectación siniestral productiva	Estabilidad	Impacto ambiental	Afectaciones climáticas Productivos	Alta frecuencia heladas, granizo/ ciclo	0													Ecológica
		Resiliencia			Media frecuencia heladas, granizo/ ciclo	1	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0	
		Confiabilidad			Baja frecuencia heladas, granizo/ ciclo	2													
17	Desconocimiento de la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos	Estabilidad	impacto ambiental	Incidencia o manejo de plagas y enfermedades	Alta > 50 %	0													Ecológica
		Resiliencia			Media 11 - 49 %	1	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0	0	0	0	0,0	
		Confiabilidad			Baja < 10%	2													
18	Zona climática de producción	Estabilidad	impacto ambiental	Zonas de temperatura	Muy fría < 10 C	0													Ecológica
		Resiliencia			Fría 10- 13 C	1	2	2	2	2,0	2	2	2	2,0	2	2	2	2,0	
		Confiabilidad			Templada >13 a 22 C	2													
19	Bajo nivel de análisis dentro del sistema de producción	Adaptabilidad	Capacidad de cambio e innovación	Capacitación y generación de conocimientos	El productor nunca ha sido capacitado no genera conocimientos	0													Social
					El productor ha sido capacitado, pero no genera conocimientos	1	2	1	2	1,7	2	1	1	1,3	0	0	1	0,3	
					El productor es capacitado y genera conocimientos	2													
20	Baja capacidad de innovación	Adaptabilidad	Capacidad de cambio e innovación	Adopción de innovaciones	El productor nunca innova en su sistema productivo	0													Social
					El productor planea continuar con la actividad, pero no desea innovar	1	2	2	2	2,0	2	1	1	1,3	0	0	0	0,0	
					El productor planea continuar con la actividad incorporando innovaciones en el sistema	2													
21	Baja capacidad de adopción al cambio.	Adaptabilidad	Capacidad de cambio e innovación	Perspectivas a Futuro	Los productores no desean continuar en la actividad productiva.	0													Social
					Los productores continúan con la actividad productiva, pero sin perspectivas a futuro de un cambio o mejora.	1	2	2	2	2,0	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0	
					Los productores continúan con la actividad productiva, además desean incorporar mejoras en el sistema de producción.	2													

<<Continuación>>

#	PUNTOS CRITICOS	Atributo	Criterio de Diagnóstico	Indicador	Parámetro de Comparación	Escala Medición	A F E 1	A F E 2	A F E 3	AFE X	A F D 1	A F D 2	A F D 3	AFD X	A F S 1	A F S 2	A F S 3	AFS X	Dimensiones
22	Falta conocimiento y aplicación de prácticas agroecológicas	Adaptabilidad	Capacidad de cambio e innovación	Nivel de conocimiento y aplicación de prácticas agroecológicas	El productor no conoce sobre agroecología ni conoce las consecuencias o beneficios que pueden generarse de algunas prácticas.	0													Ecológica
					El productor tiene una visión y conocimiento intermedio de la agroecología y aplica de 1 a 2 prácticas agroecológicas	1	1	2	1	1,3	2	1	1	1,3	0	0	0	0,0	
					El productor conoce sobre agroecología, y aplica más de 2 prácticas agroecológicas	2													
23	Posesión efectiva tierra	Adaptabilidad	Derechos de propiedad	Tenencia Tierra	Préstamo o hipoteca	0													Social
					Arrendado	1	2	2	2	2,0	2	2	2	2,0	2	2	1	1,7	
					Propio	2													
24	Inequidad en la toma de decisiones productivas familiares	Equidad	Consenso familiar	Participación familiar	Sólo el productor es responsable de la actividad productiva y es quien toma las decisiones.	0													Social
					Además del productor, otros integrantes de la familia participan de la actividad productiva, pero no intervienen en la toma de decisiones.	1	1	2	1	1,3	1	1	2	1,3	1	1	1	1,0	
					Además del productor, otros integrantes de la familia participan de las actividades productivas e intervienen en la toma de decisiones.	2													
25	Índice de escolaridad	Equidad	Calidad de vida	Escolaridad	Primaria	0													Social
					Secundaria- tecnología	1	1	2	1	1,3	1	1	1	1,0	0	1	0	0,3	
					Tercer nivel- Posgrado	2													
26	Desconocimiento de políticas gubernamentales	Equidad	Marco legal políticas agropecuarias	Políticas gubernamentales agrícolas	No existen políticas gubernamentales para el sector agrícola	0													Geopolítica
					Existen políticas gubernamentales para el sector agrícola, pero no se cumplen	1	1	1	1	1,0	1	1	0	0,7	0	0	0	0,0	
					Existen políticas gubernamentales para el sector agrícola y se cumplen a cabalidad	2													

<<Continuación>>

#	PUNTOS CRITICOS	Atributo	Criterio de Diagnóstico	Indicador	Parámetro de Comparación	Escala Medición	A F E 1	A F E 2	A F E 3	A F E X	A F D 1	A F D 2	A F D 3	A F D X	A F S 1	A F S 2	A F S 3	A F S X	Dimensiones
27	Gestión y ejecución gubernamental	Equidad	Marco legal políticas agropecuarias	Transparencia en la Gestión local	No existe una gestión local transparente	0													Geopolítica
					Existen una gestión local transparente pero no está enfocada al sector agrícola	1	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0	0	0	0	0,0	
					Existen una gestión local transparente	2													
28	Presencia de instituciones estatales para la planificación agrícola	Equidad	Participación y vinculación social	Instituciones de planificación y producción agrícola	1 institución	0													Geopolítica
					2-3 instituciones	1	1	1	1	1,0	1	1	0	0,7	1	1	0	0,7	
					>4 instituciones	2													
29	Falta de participación y vinculación social	Autogestión	Participación y vinculación social	Integración social	Los productores no participan en asambleas, reuniones, organizaciones o grupos sociales.	0													Social
					Los productores participan al menos en una organización o grupo social asistiendo a reuniones y/o capacitaciones.	1	2	1	2	1,7	2	2	1	1,7	1	1	0	0,7	
					Los productores participan en más de una organización o grupo social asistiendo a reuniones y/o capacitaciones.	2													
30	Dependencia de recursos externos.	Autogestión	Autosuficiencia	Uso de recursos externos	Utiliza más del 50% de recursos externos	0													Económica
					Utiliza de 50 a 25 % de recursos externos	1	1	2	1	1,3	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0	
					Utiliza menos de 25% de recursos externos	2													
31	Baja diversificación de ingresos económicos.	Autogestión	Autosuficiencia	Fuentes Alternativas de Ingresos	No posee fuentes alternativas de ingresos alternativos al predio	0													Económica
					Además de la venta sus productos, recibe un tipo de ingreso alternativo al predio.	1	1	2	2	1,7	2	2	2	2,0	1	1	1	1,0	
					Además de la venta de sus productos, recibe más de dos tipos de ingresos alternativos al predio	2													
32	Capacidad acceder crédito	Autogestión	Autosuficiencia	Acceso crédito	No accedido a ningún tipo de crédito	0													Económica
					Tiene acceso ocasional algún tipo de crédito productivo	1	2	2	2	2,0	2	1	1	1,3	1	0	0	0,3	
					Posee libre acceso y ha realizado créditos productivos	2													

<<Continuación>>

#	PUNTOS CRITICOS	Atributo	Criterio de Diagnóstico	Indicador	Parámetro de Comparación	Escala Medición	A F E 1	A F E 2	A F E 3	A F E X	A F D 1	A F D 2	A F D 3	A F D X	A F S 1	A F S 2	A F S 3	A F S X	Dimensiones
33	Baja diversificación de productos	Autogestión	Autosuficiencia	Diversificación de la producción	La unidad ofrece menos de 3 productos para la comercialización	0													económico/Social
					La unidad ofrece entre 3 y 10 productos para la comercialización	1	2	2	2	2,0	2	1	1	1,3	1	0	0	0,3	
					La unidad ofrece más de 10 productos para la comercialización	2													
34	Limitado abastecimiento de plántulas y semillas.	Autogestión	Autosuficiencia	Autoabastecimiento de semillas y plántulas	< 50% autoabastecimiento de plántulas y semillas	0													Ecológica
					50% abastecimiento de plántulas y semillas	1	1	1	1	1,0	1	2	1	1,3	1	1	1	1,0	
					>50% autoabastecimiento de plántulas y semillas	2													
35	Limitada articulación comercial.	Autogestión	Diversidad	Canales de Comercialización	No hay ningún canal de comercialización (producción de autoconsumo)	0													Económica
					Parte de la producción destinada de 1 a 2 canales de comercialización	1	1	1	1	1,0	1	1	1	1,0	1	0	0	0,3	
					Parte de la producción destinada a más de 2 canales de comercialización	2													
36	Soberanía alimentaria	Autogestión	Soberanía alimentaria	Autosuficiencia alimentaria	La finca cuenta con menos de 3 productos para la autosuficiencia alimentaria.	0													Ecológica
					La finca cuenta entre 3 a 6 productos para la autosuficiencia alimentaria.	1	2	2	2	2,0	2	1	1	1,3	1	0	0	0,3	
					La finca cuenta con más de 6 productos para la autosuficiencia alimentaria.	2													
37	Limitado acceso a los servicios básicos.	Autogestión	Autosuficiencia humana	Servicios básicos en la vivienda	La vivienda cuenta con 2 servicios básicos.	0													Social
					La vivienda tiene 3 servicios básicos.	1	2	2	2	2,0	2	2	2	2,0	1	1	1	1,0	
					La vivienda cuenta con cuatro servicios básicos.	2													
VALOTACIÓN TOTAL POR SISTEMAS DE PRODUCCIÓN							A F E			57,66	A F D			48,66	A F S			28,66	
PROMEDIO POR SISTEMAS DE PRODUCCIÓN										1,56				1,32				0,77	

Mediante la metodología expuesta por Cuéllar y Beltrán (2016), los cuales escalan a un valor de 10-100%, el proceso evaluativo de la sustentabilidad de los sistemas, graduando dentro de su escala a una ponderación máxima de 2 y mínima de 0,2, definido que el rango entre 1,4 y 2 resulta el nivel sustentable; en cuanto al valor intermedio considerado en su investigación del 50 al 69%, con una ponderación que oscila entre 1 a 1,39 representado por un nivel medianamente sustentable y el valor de 10 al 49%, con un valor escalar que oscila entre 0,20 a 0,99 que corresponde al nivel no sustentable, de acuerdo como se expresa en el Cuadro 7, de la escala de sustentabilidad de los sistemas productivos de la agricultura familiar.

Cuadro 7. Escala de sustentabilidad de los sistemas productivos de la agricultura familiar

Escala de sustentabilidad de los sistemas productivos de la agricultura familiar cantón Penipe				
ESCALA	SUSTENTABILIDAD	AFE	AFD	AFS
0,20 -0,99	No sustentable			0.77
1 - 1.39	Medianamente sustentable		1.32	
1.4 - 2	Sustentable	1.56		

Fuente: El Autor

Mediante la evaluación de los 37 puntos críticos dentro de los sistemas de producción, a través de la metodología expuesta por Masera *et al.* (2008), referente al marco MESMIS, los cuales describen y analizan las dimensiones económicas, ambientales, sociales, de lo cual, se obtiene que para la agricultura familiar especializada (AFE) un valor de (1.56) lo que resulta como un sistema productivo sustentable; para la agricultura familiar diversificada (AFD) se obtiene un valor de (1.32), considerándose como un sistema de producción medianamente sustentable; y para la agricultura familiar de subsistencia (AFS) se obtiene un valor de (0,77) considerándolo como un sistema no sustentable como podemos observar en el Cuadro 7, correspondiente a los niveles escalares de sustentabilidad de los sistemas productivos de la agricultura familiar del cantón Penipe provincia de Chimborazo.

El sistema de producción de **Agricultura familiar especializada (AFE)** del cantón Penipe, está dentro del rango de sistema sustentable, expuesto en la figura 9, detallando a continuación el análisis de los indicadores de cada dimensión: **dimensión económica** registran las siguientes ponderaciones: acceso al crédito por parte de los productores (2), establecimiento de la relación beneficio costo por finca (1,7), fuentes alternativas de ingresos familiares (1,7), dentro de los rangos sustentables; la implementación de un sistema de planificación de fincas, registros de producción, uso de recursos externos (1,3), valores que están sobre los umbrales de sustentabilidad, de acuerdo con el estudio de López-Ridaura *et al.* (2002) afirmando que los sistemas sustentables, tienen acceso sobre beneficios crediticios, lo cual facilita la creación de un capital directo para la inversión, sumado a la implementación continua de un sistema de planificación de fincas y registros productivos, los mismos que permiten controlar, manejar y fortalecer las actividades productivas de cada una de las fincas; y los indicadores rendimiento de finca, generación de canales de comercialización con un valor de (1) en concordancia con Bravo *et al.* (2017), los cuales manifiestan que la productividad va ligada a la búsqueda de nuevos nichos de mercado, por lo que los valores de este sistema, se encuentran dentro del rango de la media nacional, con una ponderación medianamente sustentable.

Dentro de la **dimensión ecológica** del sistema de producción (AFE), se tiene los siguientes valores promedio: profundidad efectiva del suelo, grado de cobertura vegetal, drenaje de los suelos, implementación de prácticas de conservación ambiental, biodiversidad animal y vegetal, zonas óptimas de temperatura para la producción agrícola y autosuficiencia alimentaria (2), grado de la pendiente, niveles de erosión del suelo, disponibilidad de agua de riego (1,7), dentro de los rangos sustentables, la implementación de asociación de cultivos, niveles de conocimiento de aplicación de prácticas agroecológicas (1,3), la mayoría de estos atributos cuantificados, pueden ser vistos como recursos renovables (Giraldo y Valencia 2010), señalando que la capacidad biológica de los recursos renovables, es constituido por el potencial de regeneración, con un manejo adecuado, en cuánto el indicador textura del suelo, contenido de materia orgánica, autoabastecimiento de semillas, plántulas, , afectaciones climáticas productivas, incidencia de plagas y enfermedades (1), encontrándose con una ponderación

medianamente sustentable, las cuales influyen directamente al manejo del sistema productivo (Enrique *et al.* 2020).

La **dimensión social y geopolítica** en la evaluación de los sistemas de producción (AFE) se obtienen los siguientes valores: adopción de innovaciones agro productivas, perspectivas a futuro por parte de las familias, tenencia o posesión de tierra, diversificación de la producción, servicios básicos en la vivienda (2), capacitación y generación de conocimientos, integración social dentro del territorio (1,7), encontrándose en el rango sustentable; el nivel de escolaridad y el grado de participación familiar en actividades productivas (1,3), resaltando una mejora en la calidad de vida de las familias del cantón Penipe de esta tipología, destacando además, la importancia del nivel de integración social y nivel de adopción de conocimientos ecológicos, que han permitido incrementar sus ingresos, Sarandón *et al.* (2006), mientras que las deficientes políticas gubernamentales agrícolas, el bajo proceso de transparencia de la gestión local, y la falta de intervención de las instituciones de planificación y producción agrícola (1) cuentan con valores medianamente sustentables, debido a que los productores manifiestan que la intervención local gubernamental no se da en la medida de la necesidad y requerimiento del sector, tal como lo expresan Foladori y Tommasino (2000) en su estudio, que, al no existir políticas públicas, ni gestión local en beneficio del sector agropecuario, se genera un retroceso en la intervención del sistema agro productivo, sumado a la falta de generación de proyectos y/o programas de desarrollo local.

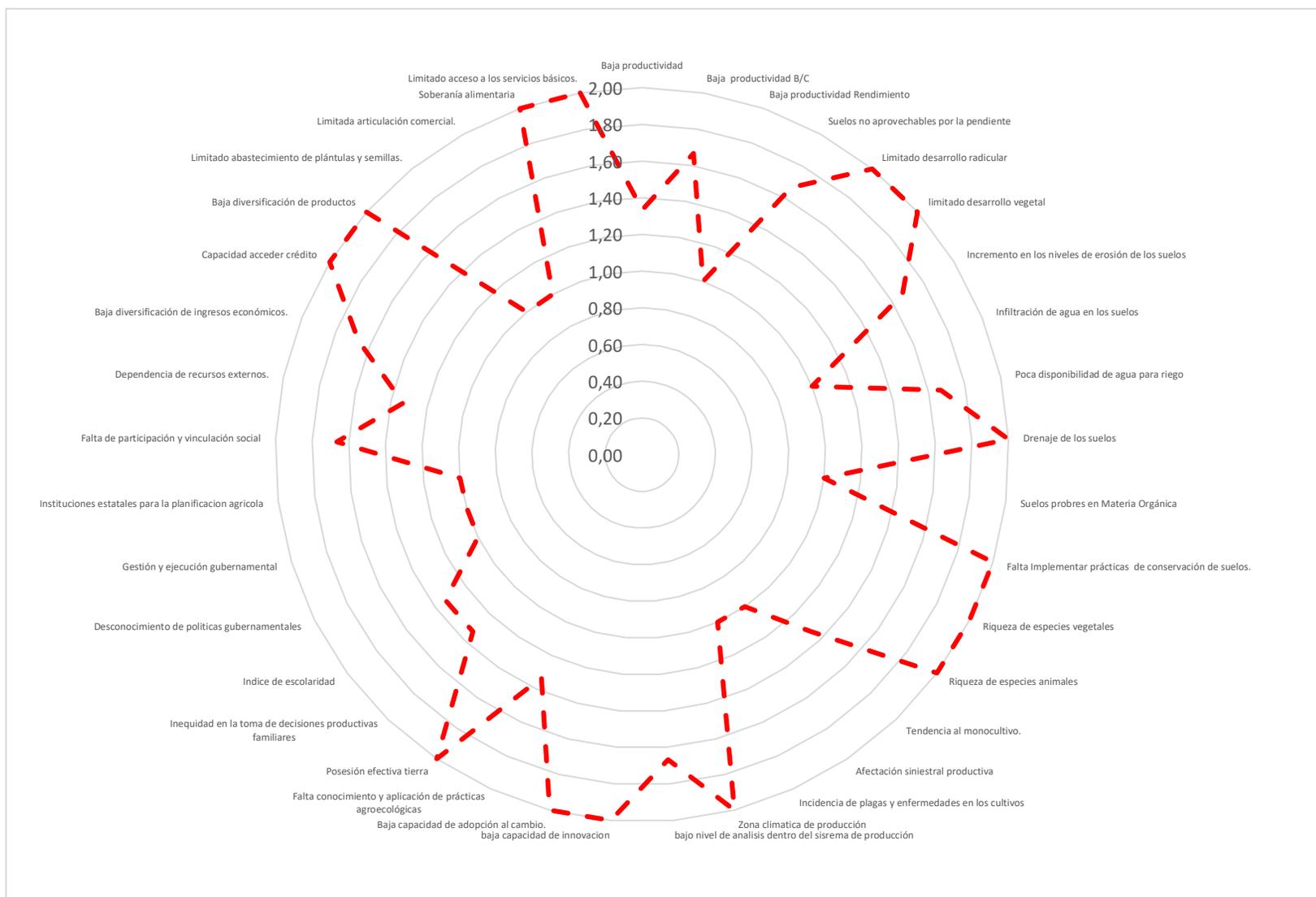


Figura 9. Sustentabilidad de los sistemas de agricultura familiar especializada (AFE)

El sistema de producción de la **agricultura familiar diversificada (AFD)** del cantón Penipe, está definida dentro del rango del sistema medianamente sustentable, expuestos en la Figura 10, detallando a continuación cada uno de los indicadores de cada dimensión: **dimensión económica** como son las fuentes alternativas de ingresos económicos (2), acceso a crédito productivo, suficiencia alimentaria (1,3), dentro de los rangos sustentables, el uso de recursos externos, generación de canales de comercialización (1), dentro de los rangos medianamente sustentables, tal como lo expresa Espinola *et al.* (2017), la generación de ingresos alternativos se da a través del desarrollo de otras actividades productivas, obteniendo dinero circulante para realizar cualquier operación dentro del núcleo familiar; un buen sistema de planificación de fincas, manejo del registro productivo, y el rendimiento en fincas (0,7), el análisis de la relación beneficio costo (0,3), se encuentran por debajo de la media de sustentabilidad, denotando deficiencias de planificación desde la siembra, manejo y cosecha, además la dependencia del uso continuo de pesticidas, fertilizantes sintéticos, contribuyen al deterioro y encarecimiento del sistema productivo, ratificando lo expuesto por Bravo *et al.* (2017), el cual manifiesta que la dependencia que tienen las fincas, hacia el uso de insumos externos, generan gastos adicionales al sistema agro productivo.

La **dimensión ecológica** del sistema de producción de (AFD), proyectan los siguientes valores: grado de la pendiente, profundidad efectiva del suelo, drenaje de los suelos, biodiversidad animal y vegetal, zonas con temperatura óptima para el establecimiento de sistemas productivos (2), dentro de los rangos sustentables, la disponibilidad de agua de riego en las fincas, aplicación de prácticas de conservación ambiental, implementación del asocio de los cultivos, niveles de conocimiento de aplicación de prácticas agroecológicas, autoabastecimiento de semillas y plántulas, autosuficiencia alimentaria, niveles bajos de erosión del suelo (1,3), materia Orgánica, clase textural, afectaciones climáticas productivas, incidencia de plagas y enfermedades, grado de cobertura vegetal (1), dentro de los rangos de medianamente sustentables, tal como lo expresa Gavito *et al.* (2017) el manejo adecuado de los servicios ambientales, la aplicación de prácticas conservacionistas y el conocimiento de técnicas agroecológicas, garantizan la conservación de los mismos para el uso y conservación de las generaciones futuras.

La **dimensión social y geopolítica** del sistema de producción de (AFD) tienen los siguientes valores: tenencia de tierra, servicios básicos en la vivienda (2), integración social (1,7), dentro de los rangos sustentables, la capacitación y generación de conocimientos, adopción de innovaciones, participación familiar en el sistema productivo y la diversificación de la producción (1,3), tal como lo afirma Sarandón *et al.* (2006) destacando el mejoramiento en la calidad de vida mediante el acceso a los servicios básicos y la importancia del proceso de integración social; perspectivas que tienen los productores a futuro, nivel de escolaridad, transparencia en la gestión local (1), están en el rango de aspectos medianamente sustentables; las políticas gubernamentales agrícolas, instituciones de planificación y producción agrícola (0,7) se encuentran en el rango no sustentable, señalado además por Foladori y Tommasino (2000), ya que la falta de capacitación, intervención local a través de proyectos de desarrollo reflejan bajos índices sociales y de desarrollo dentro del sistema productivo.

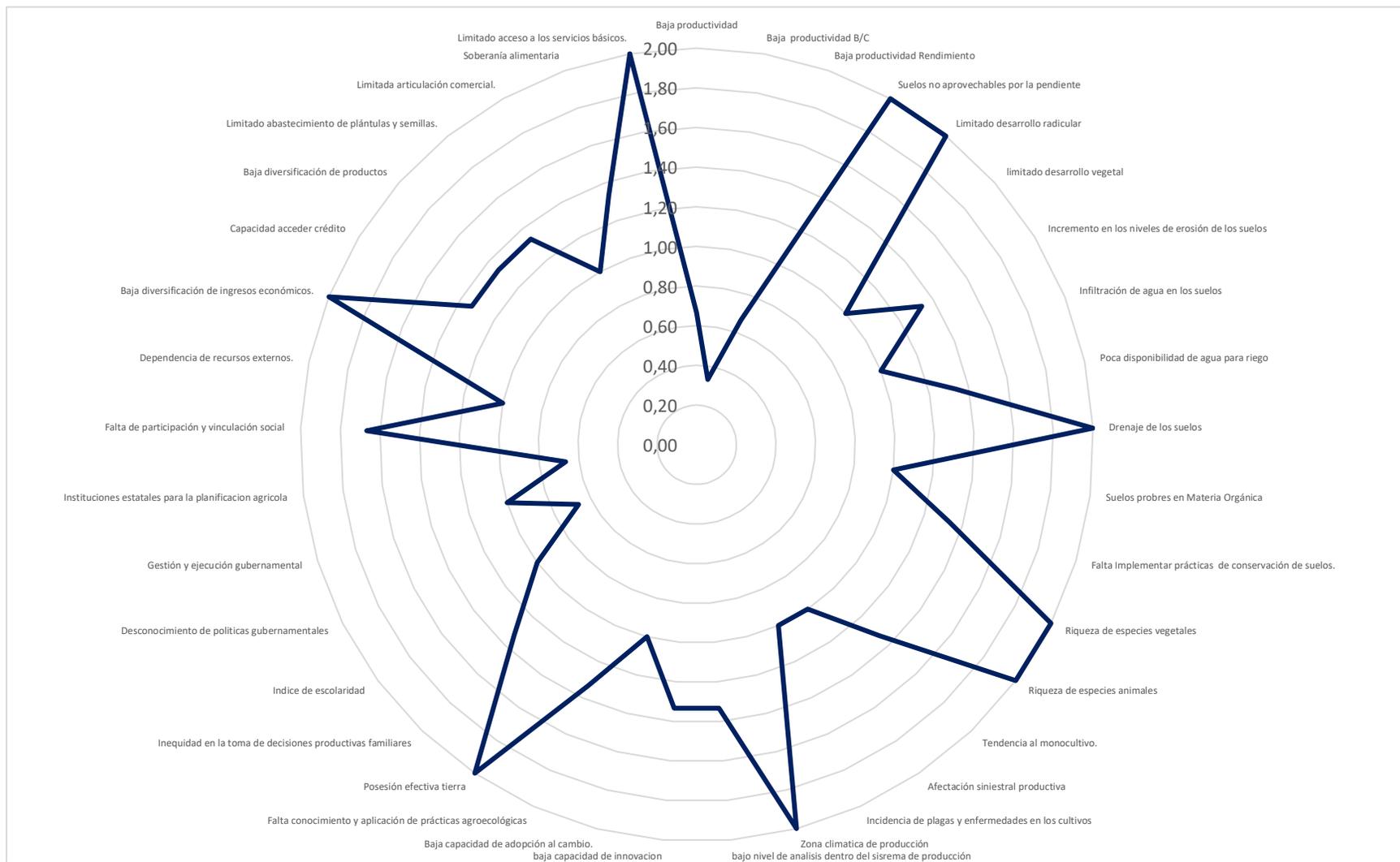


Figura 10. Sustentabilidad de los sistemas de agricultura familiar diversificada (AFD)

Según Toro-Mujica *et al.* (2011) los sistemas de producción que contribuyen en alto grado al deterioro del medio ambiente no son considerados como sostenibles, ya que a medida que pasan las generaciones aumentan sus costos de producción, reflejados en la reducción de los ingresos y seguridad alimentaria, sin olvidar el deterioro al medio ambiente derivados de estas actividades no sostenibles, encontrándose al sistema de producción de la **agricultura familiar de subsistencia (AFS)**, dentro del rango en la evaluación de sistemas, como no sustentables, expresada en la Figura 11, en relación a los indicadores de la **dimensión económica**: uso de recursos externos, fuentes alternativas de ingresos (1), dentro del rango medianamente sustentable; acceso a créditos productivos, generación de canales de comercialización (0,3), implementación de sistemas de planificación de fincas y registro de producción, relación beneficio costo, rendimiento productivo de finca (0) están dentro del rango no sustentable, tal como lo expresa Espinola *et al.* (2017), el recurso capital obtenido en cada finca a través de la generación de liquidez económica, el acceso continuo a créditos productivos, juegan un papel preponderante al momento de establecer y desarrollar un sistema agropecuario.

La **dimensión ecológica** del sistema de producción de (AFS), muestra los siguientes valores: pendiente, zonas de temperatura óptima productiva para la producción, biodiversidad animal, vegetal (2) de acuerdo con lo expresado en el PDOT (2016) debido a que la región posee aptitud agrícola para desarrollar una variabilidad de cultivos agrícolas; tenencia tierra (1,7), dentro del rango sustentable; la profundidad efectiva del suelo, drenaje suelos (1,3), grado de cobertura vegetal, asociación de cultivos, niveles de erosión del suelo, textura del suelo, disponibilidad de agua de riego, contenido de materia orgánica, abastecimiento de plántulas, semillas y afectaciones climáticas productivas y las perspectivas a futuro que tienen los productores de esta tipología (1), están dentro del rango medianamente sustentable; la autosuficiencia alimentaria, el nivel de escolaridad (0,3), incidencia de plagas, enfermedades, niveles de conocimiento, en cuanto a la aplicación de prácticas agroecológicas (0), en acuerdo con lo manifestado por Gavito *et al.* (2017), encontrándose en el rango de aspectos no sustentables para los sistemas productivos, los cuales expresan que el desconocimiento del manejo agroecológico, la afectación e incidencia de plagas y enfermedades, afectan directamente al manejo del sistema productivo.

La **dimensión social y geopolítica** del sistema de producción de (AFS), expresan los siguientes valores para los indicadores: tenencia de tierra (1,7), siendo el único aspecto dentro de esta dimensión que se encuentra en el rango de sustentable; las perspectivas de futuro que tienen los productores de esta tipología, el nivel de participación familiar, servicios básicos en la vivienda, abastecimiento de plántulas y semillas (1), están dentro del rango de medianamente sustentable; la integración social, intervención de instituciones de planificación y producción agrícola (0,7), nivel de escolaridad, capacitación, generación de conocimientos, plan de diversificación de la producción, autosuficiencia alimentaria (0,3), adopción de innovaciones, prácticas agronómicas de conservación de suelos, manejo de plagas y enfermedades, políticas gubernamentales, transparencia de gestión local, (0) relacionado con los descrito por Foladori y Tommasino (2000), se encuentran dentro de un rango de aspectos no sustentables, ya que la no intervención local por parte de los entes encargados de las competencias productivas, generan problemas de migración, desempleo, desnutrición y pobreza ,etc., reflejándose en los bajos índices de los indicadores socioeconómicos en el sistema productivo.

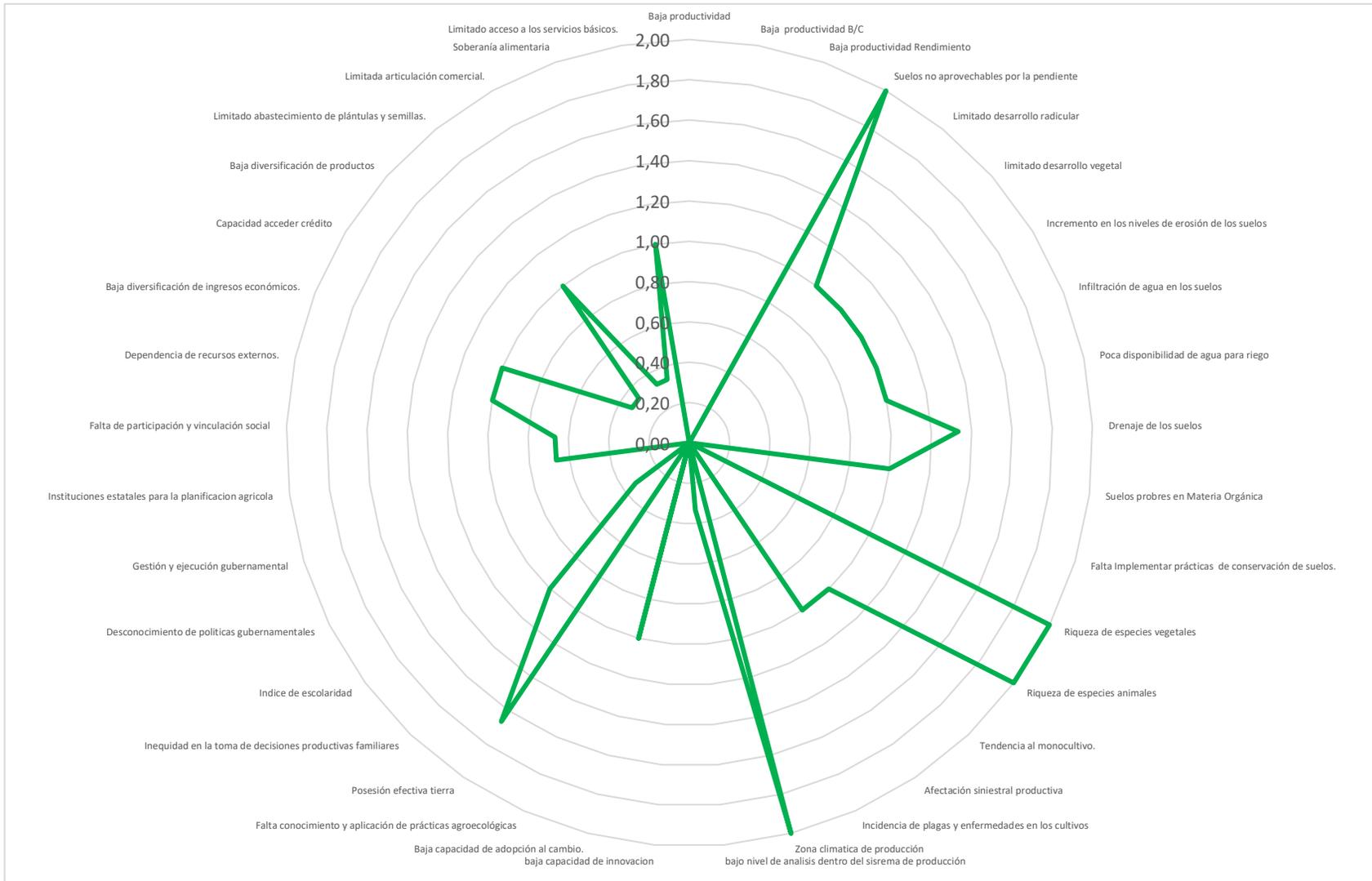


Figura 11. Sustentabilidad de los sistemas de agricultura familiar de subsistencia (AFS)

4.3 PLAN DE FORTALECIMIENTO, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES, SOCIOCULTURALES Y ECONÓMICOS, PARA MEJORAR EL PROCESO DE SOSTENIBILIDAD DE LA AGRICULTURA FAMILIAR, CANTÓN PENIPE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

De acuerdo con el análisis de cada uno de los atributos de sustentabilidad como son: productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad, equidad y autogestión, establecidos en la metodología MESMIS, se analizó cada uno de los 37 puntos críticos, propuestos en la evaluación de la sustentabilidad, de los sistemas de producción de agricultura familiar del cantón Penipe, establecidos como indicadores, mediante la comparación de cada uno de los promedios de las tipologías de agricultura familiar diversificada (AFD), agricultura familiar especializada (AFE) y agricultura familiar de subsistencia (AFS), con los umbrales productivos, establecidos provisoriamente basados en el análisis de las condiciones locales promedio, con la finalidad de definir los puntos de inflexión dentro de los cuales el sistema puede funcionar normalmente, propuestos por Altieri *et al.* (2012) y Loiza *et al.* (2014), dentro del cual, un indicador se encuentra en un nivel sostenible, si sobrepasa el nivel del umbral designado (1,25), asignándolo con la letra (S), sobre el cual comienza una tendencia hacia la sustentabilidad.

En cambio si el indicador no sobrepasa este valor del umbral se considera como un parámetro no sustentable, detallando con la letra (NS), considerando, que se encuentra por debajo de los límites eficientes del sistema productivo Veisi *et al.* (2016), como podemos observar en el Cuadro 8, los mismos que serán analizados, para generar posteriormente las alternativas hacia un sistema sustentable, aplicable a todas las dimensiones y tipologías de producción de agricultura familiar del cantón Penipe.

Cuadro 8. Evaluación de atributos, puntos críticos y umbrales de los sistemas productivos de la agricultura familiar, cantón Penipe

ATRIBUTOS	PUNTO CRÍTICOS	RESULTADOS \bar{X} FINCAS			UMBRAL	INTERPRETACIÓN		
		AFE \bar{X}	AFD \bar{X}	AFS \bar{X}		AFE	AFD	AFS
Productividad	Productividad (planeación)	1.33	0.67	0.00	1.25	S	NS	NS
Productividad	Productividad (B/C)	1.67	0.33	0.00	1.25	S	NS	NS
Productividad	Productividad (Rendimiento)	1.00	0.67	0.00	1.25	NS	NS	NS
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Pendiente	1.67	2.00	2.00	1.25	S	S	S
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Desarrollo radicular	2.00	2.00	1.00	1.25	S	S	NS
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Desarrollo vegetal	2.00	1.00	1.00	1.25	S	NS	NS
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Erosión	1.67	1.33	1.00	1.25	S	S	NS
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Infiltración Suelos	1.00	1.00	1.00	1.25	NS	NS	NS
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Agua Riego	1.67	1.33	1.00	1.25	S	S	NS
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Drenaje	2.00	2.00	1.33	1.25	S	S	S
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Materia Orgánica	1.00	1.00	1.00	1.25	NS	NS	NS
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Practicas Conservación	2.00	1.33	0.00	1.25	S	S	NS
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Biodiversidad Vegetal	2.00	2.00	2.00	1.25	S	S	S
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Biodiversidad animal	2.00	2.00	2.00	1.25	S	S	S
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Tendencia al monocultivo.	1.33	1.33	1.00	1.25	S	S	NS
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Siniestros productivos	1.00	1.00	1.00	1.25	NS	NS	NS
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Incidencia plagas y enfermedades	1.00	1.00	0.00	1.25	NS	NS	NS
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Zona climática de producción	2.00	2.00	2.00	1.25	S	S	S
Adaptabilidad	Capacitación, generación conocimientos	1.67	1.33	0.33	1.25	S	S	NS

<<Continuación>>

ATRIBUTOS	PUNTOS CRÍTICOS	RESULTADOS \bar{X} FINCAS			UMBRAL	INTERPRETACIÓN		
		AFE \bar{X}	AFD \bar{X}	AFD \bar{X}		AFE	AFD	AFS
Adaptabilidad	Innovación	2.00	1.33	0.00	1.25	S	S	NS
Adaptabilidad	Adopción innovaciones	2.00	1.00	1.00	1.25	S	NS	NS
Adaptabilidad	conocimiento y aplicación de prácticas agroecológicas	1.33	1.33	0.00	1.25	S	S	NS
Adaptabilidad	Tenencia tierra	2.00	2.00	1.67	1.25	S	S	S
Equidad	Inequidad en la toma de decisiones	1.33	1.33	1.00	1.25	S	S	NS
Equidad	Índice de escolaridad	1.33	1.00	0.33	1.25	S	NS	NS
Equidad	Desconocimiento de políticas gubernamentales	1.00	0.67	0.00	1.25	NS	NS	NS
Equidad	Gestión y ejecución gubernamental	1.00	1.00	0.00	1.25	NS	NS	NS
Equidad	instituciones estatales de planificación agrícola	1.00	0.67	0.67	1.25	NS	NS	NS
Autogestión	participación y vinculación social	1.67	1.67	0.67	1.25	S	S	NS
Autogestión	Dependencia de recursos externos.	1.33	1.00	1.00	1.25	S	NS	NS
Autogestión	Baja diversificación de ingresos económicos.	1.67	2.00	1.00	1.25	S	S	NS
Autogestión	Capacidad acceso crédito	2.00	1.33	0.33	1.25	S	S	NS
Autogestión	diversificación de productos	2.00	1.33	0.33	1.25	S	S	NS
Autogestión	abastecimiento de plántulas y semillas.	1.00	1.33	1.00	1.25	NS	S	NS
Autogestión	articulación comercial.	1.00	1.00	0.33	1.25	NS	NS	NS
Autogestión	Soberanía alimentaria	2.00	1.33	0.33	1.25	S	S	NS
Autogestión	acceso a los servicios básicos.	2.00	2.00	1.00	1.25	S	S	NS

S: Sustentable

NS: No sustentable

Fuente: El Autor

- **Agricultura familiar especializada:** sus indicadores expresados como no sustentables (NS), Cuadro 8, se concentran en aspectos de productividad y rendimiento óptimo de los cultivos, riesgos climáticos, bajo contenido de materia orgánica, procesos deficientes de infiltración debido a la clase textural que predomina en el sector, abastecimiento de plántulas, semillas incidencia de plagas y enfermedades, bajo nivel de articulación comercial, deficientes procesos de gestión y ejecución gubernamental e instituciones estatales de planificación agrícola que no trabajan articuladamente en el sector, afectando directamente el desarrollo de esta tipología hacia los niveles óptimos de sustentabilidad.
- **Agricultura familiar diversificada:** sus indicadores, referidos como no sustentables (NS), Cuadro 8, son: falta de capacitación sobre el manejo de los cultivos, bajo nivel de adopción de innovaciones, alta dependencia en cuanto al uso de recursos externos, frecuentes riesgos climáticos, bajos rendimientos productivos, por ende, bajos ingresos al sistema de producción, deficiente acceso al crédito, dentro del aspecto de conservación de los recursos naturales encontramos terrenos con afectación de la pendiente, deficiencia en el desarrollo radicular de los cultivos, baja cantidad de materia orgánica en los suelos, poca disponibilidad de agua de riego, suelos mal drenados, por ende reducido desarrollo vegetal, y deficientes procesos de gestión e intervención gubernamental en favor del sistema agropecuario.
- **Agricultura familiar de subsistencia:** sus indicadores, entendidos como no sustentables (NS), Cuadro 8, parten de una baja articulación social, y un deficiente apoyo gubernamental a esta tipología, falta de capacitación sobre el manejo productivo, por ende, baja generación y adopción de innovaciones, alta dependencia de los recursos externos, reducida ocupación y tenencia de la tierra, bajo acceso al recurso crédito, riesgo climático constante en los cultivos, rendimientos bajos y por consiguiente, ingresos reducidos al sistema de producción, dentro del aspecto conservación de los recursos encontramos afectación de las fincas, por situarse dentro de pendientes pronunciadas, poca disponibilidad del recurso hídrico para el riego, poca concentración de materia orgánica y cobertura vegetal permanente en los suelos, resultando un pobre desarrollo radicular y vegetal.

Se plantean las alternativas y propuestas, asociando dentro de cada una de las dimensiones: socio cultural, económica y ambiental (técnica productiva), analizando las problemáticas reflejadas en el análisis de los umbrales productivos, de los procesos considerados como no sustentables, para cada tipología de agricultura familiar del cantón Penipe, agrupándolas de ser necesario debido a su requerimiento de intervención dentro de la localidad (Altieri *et al.* 2012).

Ayora (2017) expresa que la totalidad de propuestas y alternativas tienen un enfoque de agricultura sustentable, pues la mira hacia la transición de una agricultura tradicional al proceso de intensificación sostenible, según destaca, promueve la innovación de los procesos agroecológicos, aplicando la generación y almacenamiento de información agrícola Bigdata, innovación de la agricultura inteligente, digital y el desarrollo de la bio economía como medios de generación de recursos económicos a los sistemas productivos, expresados en el Cuadro 9, 10,11.

Cuadro 9. Propuestas y alternativas dentro de los sistemas productivos, dimensión social, geopolítica y cultural

Problemática	Propuestas y alternativas dentro de los sistemas productivos	Tipologías	Responsables
Tenencia de tierra y ocupación	<ul style="list-style-type: none"> Optimización del recurso edáfico a través de la formación de sistemas operativos sustentables agropecuarios, forestales, promoviendo un plan de diversificación y rotación de los cultivos en cada ciclo productivo. 	AFS	<ul style="list-style-type: none"> Academia Ministerio de Agricultura y Ganadería
Gestión y ejecución gubernamental	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento de políticas públicas agrarias a través de los entes máximos de regulación agropecuaria, en beneficio de los productores, (Precio y comercio justo) así como también promover una mayor participación de las entidades 	AFE AFD AFS	<ul style="list-style-type: none"> Academia Municipalidad Prefectura

Problemática	Propuestas y alternativas dentro de los sistemas productivos	Tipologías	Responsables
	<ul style="list-style-type: none"> • gubernamentales y no gubernamentales dentro del territorio, desarrollando planes y proyectos que resuelvan problemáticas y necesidades. • Vinculación directa de la academia, para el desarrollo de proyectos de investigación, vinculación y transferencia de ciencia y tecnología. • Generación de una base de datos local de todos los procesos productivos mediante la aplicación <i>Bigdata</i>, sentando las bases de los procesos de planificación productiva y aviso de alerta temprana sobre la variación climática. • Impulsar la asesoría técnica focalizada sobre los rubros que se desarrollan en el cantón, promoviendo además la generación de prácticas <i>in si tú</i> y días de campo. 		
Participación y vinculación social	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la vinculación asociativa, con la finalidad de mantener reuniones de planificación, ejecución y coordinación de actividades de desarrollo agropecuario. • Participación, formación y generación de encadenamientos productivos locales. • Manejo del recurso humano mediante la transferencia de conocimientos y habilidades científicas asociadas al rescate de los saberes ancestrales e identidad cultural. 	AFS AFD	<ul style="list-style-type: none"> • Academia • Ministerio de Agricultura y Ganadería • Municipalidad • Prefectura

Fuente: El Autor

Cuadro 10. Propuestas y alternativas dentro de los sistemas productivos, dimensión económica

Problemática	Propuestas y alternativas dentro de los sistemas productivos	Tipologías	Responsables
Acceso al crédito	<ul style="list-style-type: none"> Facilitar los procesos y requisitos de acceso a los créditos productivos incrementando las líneas de acción. 	AFD AFS	<ul style="list-style-type: none"> Entidades crediticias Banco Nacional de fomento
Análisis Ingresos	<ul style="list-style-type: none"> Implementación de los registros contables por sus sistemas y componentes dentro de las fincas Análisis del costo beneficio, económico, ambiental y social Promover emprendimientos acompañados de los canales de comercialización 	AFD AFS	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio Agricultura y Ganadería Municipalidad Prefectura Gobiernos parroquiales

Fuente: El Autor

Cuadro 11. Propuestas y alternativas dentro de los sistemas productivos, dimensión ambiental y productiva

Problemática	Propuestas y alternativas dentro de los sistemas productivos	Tipologías	Responsables
Falta de Capacitación y adopción de innovaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Realización de cursos prácticos. talleres de capacitación y extensión agropecuaria con enfoque de innovación tecnológica. • Implementación de parcelas demostrativas sobre técnicas agroecológicas de aprovechamiento, conservación y restauración de recursos naturales. • Implementación de la agricultura de precisión (manejo de sistemas satelitales, utilización de mejoras genéticas y tecnología agrícola) 	AFD AFS	<ul style="list-style-type: none"> • Academia • Ministerio de Agricultura y Ganadería • Prefectura
Dependencia de recursos externos	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de bio insumos comprendidos como fertilizantes, bio estimulantes y productos para el control del MIP. • Fortalecimiento de la producción de abonos locales, compost, humus, etc. 	AFD AFS	<ul style="list-style-type: none"> • Academia • Ministerio de Agricultura y Ganadería • Municipalidad • Prefectura
Riesgo de los cultivos	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de variedades resistentes, aplicación del calendario lunar. • Manejar registros ante situaciones adversas dentro del cantón Penipe. 	AFE AFD AFS	<ul style="list-style-type: none"> • Ministerio de Agricultura y ganadería – Seguro Agrícola

<<Continuación>>

Problemática	Propuestas y alternativas dentro de los sistemas productivos	Tipologías	Responsables
Pendiente, erosión drenaje	<ul style="list-style-type: none"> • En terrenos con pendientes pronunciadas, implementar barreras rompe vientos (lupino, aliso, yagual) con doble propósito, aplicación de prácticas conservacionistas • Terrenos susceptibles a erosión eólica e hídrica aumento de la cobertura vegetal permanente, reducción del uso innecesario de prácticas de mecanización agrícola en contra de la pendiente y elaboración de zanjas para la retención de la humedad • Actividad agrícola diversificada, rotación de los cultivos • 	AFE AFD AFS	<ul style="list-style-type: none"> • Municipalidad • Prefectura
Agua de riego	<ul style="list-style-type: none"> • Para el uso en los cultivos, abatir la evapotranspiración e incentivar la infiltración, mediante la aplicación de técnicas de detección de humedad • Dotación de sistemas tecnificados, para subsanar la escasez de caudal insuficiente para el riego parcelario (micro aspersión, goteo, etc) 	AFD AFS	<ul style="list-style-type: none"> • Prefectura • Ministerio de Agricultura y ganadería • Ministerio Ambiente • Juntas de riego
Materia Orgánica	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de áreas de compostaje, <i>in si tú</i> para la producción de abono orgánico • Materia prima para enriquecer los bio insumos 	AFE AFD AFS	<ul style="list-style-type: none"> • Ministerio de Agricultura y ganadería

<<Continuación>>

Problemática	Propuestas y alternativas dentro de los sistemas productivos	Tipologías	Responsables
Biodiversidad animal	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación y remodelación de sombreadores, establos con la finalidad de un aporte multipropósito al sistema productivo. • Manejo del registro genético, sanitario y productivo • 	AFD AFS	Ministerio de Agricultura y Ganadería
Desarrollo radicular, cobertura del suelo y Biodiversidad vegetal (diversificación de cultivos)	<ul style="list-style-type: none"> • Formar un banco de semillas y germoplasma para el almacenamiento de semillas y manejo adecuado de las especies y variedades locales • Promover la asociación de los cultivos, sistemas de rotación continua, para mantener la energía de los sistemas de producción. • Implementar viveros comunales de árboles multipropósito, frutales y huertos familiares. 	AFD AFS	<ul style="list-style-type: none"> • Academia • Municipalidad • Prefectura • Ministerio de Agricultura
Manejo, desarrollo vegetal y rendimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la utilización de semillas certificadas, seleccionadas y resistentes. • Desarrollar procesos y principios agroecológicos como son: fijación de nitrógeno, reciclaje de nutrientes, alelopatía, manejo integrado de plagas y enfermedades, secuestro de carbono. 	<ul style="list-style-type: none"> • AFD AFS	<ul style="list-style-type: none"> • Municipalidad • Prefectura Ministerio de Agricultura

<<Continuación>>

Problemática	Propuestas y alternativas dentro de los sistemas productivos	Tipologías	Responsables
	<ul style="list-style-type: none">• Plan de fertilización y utilización de bioestimulantes de crecimiento agroecológicos (Laboratorio de bioinsumos)• Plan de cosecha, postcosecha y comercialización		

Fuente: El autor

Todas estas tipologías de sistemas de producción de la agricultura familiar del cantón Penipe, expresa sus requerimientos y necesidades de poder adoptar nuevas experiencias o tecnologías desde una visión superior que permita alcanzar niveles de sustentabilidad planteadas por Altieri *et al.* (2012) las cuales dentro de las alternativas propuestas se busca intervenir mediante acciones prioritarias dentro de los sistemas productivos, nuevas estrategias de manejo o modificación productiva, fortalecimiento de los enfoques interdisciplinarios e identificación de desarrollo de las nuevas capacidades las cuales serán cubiertas mediante la adopción de innovaciones tecnológicas, procesos de investigación y vinculación articulando varias escalas espaciales de análisis lo que provee el diseño de nuevos sistemas alternativos de producción.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones socioeconómicas imperantes (prepandemia), en las que se llevó a cabo la presente investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- En base a una muestra de 68 fincas, de un total de 1055, caracterizadas según las dimensiones socio-cultural, económico-productiva y ambiental, se identificaron 3 tipologías: agricultura familiar diversificada (AFD) con 34 fincas que representa en 50% del total de encuestados; agricultura familiar especializada (AFE) con 19 fincas que representa el 28% y la agricultura familiar de subsistencia o autoconsumo (AFS) con 15 fincas representando un 22%.
- Aplicando el marco metodológico MESMIS a los sistemas productivos de la agricultura familiar del cantón Penipe, empleando una escala de 0 a 2, se determinó que el sistema productivo de la agricultura familiar especializada (AFE), es sustentable con una valoración de (1,56); el sistema de producción de agricultura familiar diversificada (AFD), es medianamente sustentable, con una valoración de (1,32) y el sistema de producción de agricultura familiar de subsistencia, con un valor de (0,77), se considera como un sistema no sustentable.
- Las propuestas, contrastando con los umbrales productivos para cada dimensión, incluyen aspectos de la tenencia de tierra, su ocupación, gestión y ejecución gubernamental, participación, vinculación social, acceso al crédito, nivel de ingresos, capacitación frente a innovaciones, dependencia de recursos externos, riesgos de los cultivos, pendiente, erosión, drenaje, agua de riego, contenido de materia Orgánica, desarrollo radicular, cobertura del suelo, biodiversidad animal y vegetal, manejo de los cultivos y rendimiento, para mejorar cada uno de los sistemas familiares de producción y poder alcanzar valores sustentables para el desarrollo agro productivo del cantón Penipe.

VI. RECOMENDACIONES

- Repetir este ensayo, bajo condiciones de pandemia, para evaluar la existencia de cambios en la tipología, caracterización y sostenibilidad de los sistemas imperantes de agricultura familiar en el cantón Penipe.
- Para la evaluación y adopción de tecnologías e implementación de programas dentro del marco de sustentabilidad de fincas se puede realizar un proceso evolutivo conforme avance la comparación ex -ante, ex -post, Analizando íntegramente los atributos como son productividad, resiliencia, adaptabilidad, confiabilidad, equidad, estabilidad y autogestión de los procesos de cada tipología de Agricultura.
- Diversificar los sistemas de producción de las 3 tipologías presentadas en la localidad, con el propósito de que el productor no dependa únicamente de un número determinado de cultivos.
- Mejorar la infraestructura agrícola de la localidad en cuanto al manejo de los pequeños sistemas de producción, así como el manejo agroecológico y técnico de los cultivos manejados en los sistemas de producción de Agricultura familiar.
- Se debe seguir trabajando sobre los indicadores que ocasionan que los sistemas no sean sustentables, con el propósito de que se alcance la sustentabilidad de los sistemas de producción de Agricultura familiar.
- Poner en práctica el plan de evaluación y generación de alternativas y propuestas ya que se establece las acciones y parámetros para mejorar los procesos de sustentabilidad de Agricultura familiar en el cantón Penipe, provincia de Chimborazo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altieri, MA; Koohafkan, P; Gimenez, EH. 2012. Agricultura verde: Fundamentos agroecológicos para diseñar sistemas agrícolas biodiversos, resilientes y productivos. *Agroecología* 7(1):7-18.

Altieri, MA; Nicholls, CI. 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación (en línea). *Ecosistemas* 16(1). Consultado 18 sep. 2021. Disponible en <https://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/133>.

Ardisana, E; Gaínza, B; Torres, A; Fosado, O; Ardisana, E; Gaínza, B; Torres, A; Fosado, O. 2018. Agricultura en sud américa: La huella ecológica y el futuro de la producción agrícola. *Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades* (5):90-101.

Astier, M. 2006. Medición de la sustentabilidad en los sistemas agroecológicos. VII Congreso SEAE Zaragoza (Serie SEAE) 1(1):7.

Ayora, LM. 2017. Sustentabilidad y modelamiento de fincas agrícolas en la cuenca media y baja del río Supe (Barranca - Lima) (en línea) (En 2017-11-14t15:30:29z). Universidad Nacional Agraria La Molina. Consultado 21 sep. 2021. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2905>.

Balvanera, P; Astier, M; Gurri, F; Zermeño, I. 2017. Resiliencia, vulnerabilidad y sustentabilidad de sistemas socioecológicos en México. 88:9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.005>.

Bravo, C; Marín, H; Marrero, P; Ruiz, ME; Torres, B; Navarrete, H; Durazno, G; Changoluisa, D. 2017. Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonia Ecuatoriana. *Bioagro* 29(1):23-36.

Camacho, HI; Fernández, YM; Soria, J; Escalona, MJ. 2015. Enfoque metodológico para la construcción de una Geobase como apoyo a la investigación en agricultura y recursos naturales. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía* 2015(87):39-50. DOI: <https://doi.org/10.14350/rig.37303>.

Casado, GIG; Mielgo, AMA. 2007. La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable (en línea). *Ecosistemas* 16(1). Consultado 18 sep. 2021. Disponible en <https://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/135>.

Colmenares, AM. 2012. Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. *Voces y Silencios. Revista Latinoamericana de Educación* 3(1):102-115. DOI: <https://doi.org/10.18175/vys3.1.2012.07>.

Córdoba, M; Balzarini, M; Bruno, C; Costa, JL. 2012. Principal component analysis with georeferenced data: An application in precision agriculture. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 44:27-39.

Craviotti, C; Martínez Valle, L; Schneider, S; Cáceres, DM; Palacios, P; Escher, F; Schiavoni, G; Pardías, S; Vértiz, P; Riella, A; Angulo, S; Guzmán, E; Diez, A; Sabourin, E. 2014. Agricultura familiar en Latinoamérica: Continuidades, transformaciones y controversias. Ediciones CICCUS. Centro de Integración, Comunicación, Cultura y Sociedad. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. s.l., s.e. 327 p.

Cuéllar, EL; Beltrán, J. 2016. Sustentabilidad territorial de los procesos de ocupación urbano-rurales en Usme, Bogotá-Colombia. *Gestión y Ambiente* 19:13-33.

Daza, E. 2021. Acuerdo comercial entre la Unión Europea y Ecuador: impactos en la agricultura. *PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP* 14(1):35-47.

Dellepiane, A; Sarandón, S. 2008. Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas, en la zona hortícola de La Plata, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología* 3(3):67-78.

Enrique, FCN; Salazar, HKM; Niño, YSM. 2020. Evaluación de sustentabilidad en agroecosistemas campesina en el Municipio de Cabrera, provincia del Sumapaz. Revista Pensamiento Udecino 4(1):49-66.

Escobar, HC; Burbano, TCL; Ibarra, TB; Belalcazar, JAM. 2016. Caracterización de los sistemas productivos de café en Nariño, Colombia. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 19(1):105-113. DOI: <https://doi.org/10.31910/rudca.v19.n1.2016.260>.

Espinola, JE; Pla Aragonés, LM; Montañez, EJ; Leyva, JW; Cáceres, VA. 2017. Evaluación de la sustentabilidad del sistema agrícola de la Comunidad de Huapra (Perú) (en línea) (En universidad de la habana: 2017-01-24t11:19:59z). . Consultado 20 sep. 2021. Disponible en <https://repositori.udl.cat/handle/10459.1/59084>.

FAO. 2011. Marco Estratégico de mediano plazo de cooperación de la FAO en Agricultura Familiar en américa latina y el Caribe (en línea). s.l., FAO. Disponible en https://mail.ipdrs.org/images/en_papel/archivos/agri_fam_fao.pdf.

Foladori, G; Tommasino, H. 2000. El enfoque técnico y el enfoque social de la sustentabilidad. Revista Paranaense de Desenvolvimento (98):67-75.

Gavito, ME; van der Wal, H; Aldasoro, EM; Ayala-Orozco, B; Bullén, AA; Cach-Pérez, M; Casas-Fernández, A; Fuentes, A; González-Esquivel, C; Jaramillo-López, P; Martínez, P; Masera-Cerruti, O; Pascual, F; Pérez-Salicrup, DR; Robles, R; Ruiz-Mercado, I; Villanueva, G. 2017. Ecología, tecnología e innovación para la sustentabilidad: retos y perspectivas en México. Revista Mexicana de Biodiversidad 88:150-160. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.09.001>.

Giraldo, R; Valencia, FL. 2010. Evaluación de la sustentabilidad ambiental de tres sistemas de producción agropecuarios, en el corregimiento Bolo San Isidro, Palmira (Valle del Cauca) (en línea) (En 2019-11-08t21:21:31z). Revista de Investigación Agraria y Ambiental; Vol. 1, Núm. 2 (2010); 7-17. Consultado 30 sep. 2021. Disponible en <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/29356>.

González, A; Amarillo, G; Amarillo, M; Sarmiento, F. 2016. Drones Aplicados a la Agricultura de Precisión. *Publicaciones e Investigación* 10:23-37. DOI: <https://doi.org/10.22490/25394088.1585>.

González, HA; Hernández, JR. 2016. Zonificación agroecológica del Coffea arabica en el municipio Atoyac de Álvarez, Guerrero, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía* 2016(90):105-118. DOI: <https://doi.org/10.14350/rig.49329>.

Grisa, C; Sabourin, E. 2019. Agricultura Familiar: de los conceptos a las políticas públicas en América Latina y el Caribe (en línea). s.l., s.e. Consultado 26 ago. 2021. Disponible en <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02776075>.

Guevara, AJ; Villagran, EA; Velasquez, FA; González, KD; Guevara, AJ; Villagran, EA; Velasquez, FA; González, KD. 2019. Evaluación del comportamiento poscosecha de uchuva provenientes de sistemas de producción convencionales y agroecológicos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 10(6):1273-1285. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.1492>.

Guzmán, A; Abt, M; Brassiolo, M. 2012. Tipificación de las estrategias de uso del bosque por pequeños productores campesinos en Santiago del Estero. *Quebracho - Revista de Ciencias Forestales* 20(1-2):39-48.

Herrera, M. 2011. fórmula para el cálculo de la muestra de poblaciones finitas var categórica (en línea, sitio web). Consultado 19 sep. 2021. Disponible en <https://investigacionpediahr.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-cc3a1lculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>.

INEC. 2017. Programa_Nacional_de_Estadistica-2017.pdf (en línea, sitio web). Consultado 20 sep. 2021. Disponible en https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Normativas%20Estadisticas/Planificacion%20Estadistica/Programa_Nacional_de_Estadistica-2017.pdf.

Larisa, V; Fernando, D. 2010. Planificación del uso de la tierra en cuencas altas con base en el riesgo de erosión y la productividad del suelo. *51(1):20*.

Loiza, W; Carvajal, Y; Ávila, ÁJ. 2014. Evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas en la microcuenca Centella (Dagua, Colombia). *Colombia Forestal* 17(2):161. DOI: <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a03>.

López, P; Fachelli, S. 2016. Análisis de clasificación. Metodología de la investigación social cuantitativa 1(Dipòsit Digital de Documents Universitat Autònoma de Barcelona):5-101.

López-Ridaura, S; Masera, O; Astier, M. 2002. Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. the MESMIS framework. *Ecological Indicators (Serie Hyatt S.I.)* 2(1):135-148. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1470-160X\(02\)00043-2](https://doi.org/10.1016/S1470-160X(02)00043-2).

Martínez, L. 2013. La Agricultura Familiar en el Ecuador Informe del Proyecto Análisis de la Pobreza y de la Desigualdad en América Latina Rural (en línea). s.l., Centro Latinoamericano para el desarrollo Rural. Disponible en https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1434745799147AgriculturaFamiliarEcuadorMartinez_editado.pdf.

Masera, O; Astier, M; Lopez-Ridaura, S; Galván-Miyoshi, Y; Ortíz-Avila, T; García-Barrios, L; García-Barrios, R; Gonzales, C; Speelman, E. 2008. El proyecto de evaluación de sustentabilidad MESMIS (en línea). s.l., Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Consultado 15 sep. 2021. Disponible en <https://hal.inrae.fr/hal-02824491>.

Molina-Murillo, SA; Barrientos, G; Bonilla, M; Garita, C; Jiménez, A; Madriz, M; Paniagua, J; Rodríguez, JC; Rodríguez, L; Treviño, J; Valdés, S. 2017. ¿Son las fincas agroecológicas resilientes? Algunos resultados utilizando la herramienta SHARP-FAO en Costa Rica. *Ingeniería* 27(2):25-39. DOI: <https://doi.org/10.15517/ri.v27i2.27859>.

Moreno, LLV. 2013. Diagnóstico de la complejidad de los diseños y manejos de la biodiversidad en sistemas de producción agropecuaria en transición hacia la sostenibilidad y la resiliencia. *Agroecología* 8(1):33-42.

Olson, D; Anderson, J. 2021. Review on unmanned aerial vehicles, remote sensors, imagery processing, and their applications in agriculture. *Agronomy Journal* 113(2):971-992. DOI: <https://doi.org/10.1002/agj2.20595>.

Ordóñez, HR; Navia, JF; Ballesteros, W. 2019. Tipificación de sistemas de producción de café en La Unión Nariño, Colombia. *Temas Agrarios* 24(1):53-65. DOI: <https://doi.org/10.21897/rta.v24i1.1779>.

Orozco, ÓA; Llano, G. 2016. Sistemas de Información enfocados en tecnologías de agricultura de precisión y aplicables a la caña de azúcar, una revisión. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín* 15(28):103-124. DOI: <https://doi.org/10.22395/rium.v15n28a6>.

PDOT, P. 2016. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Penipe (en línea, sitio web). Consultado 25 ago. 2021. Disponible en <https://penipe.gob.ec/index.php/canton/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-del-canton-penipe>.

Pengue, WA. 2005. La importancia de la agricultura familiar en el desarrollo rural sostenible. Rosario, Argentina Suplemento Especial Técnico Económico., s.e.:4.

Pietrarelli, LT. 2009. Transformación tecnológica-productiva de sistemas agropecuarios de la región central de la Provincia de Córdoba entre 1997 y 2004 (en línea). s.l., Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Córdoba. Consultado 18 sep. 2021. Disponible en <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/18170>.

Priego-Castillo, GA; Galmiche-Tejeda, A; Castelán-Estrada, M; Ruiz-Rosado, O; Ortiz-Ceballos, A. 2009. Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: estudios de caso de unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. *Universidad y ciencia* 25(1):39-57.

Reina, JL. 2016. Sustentabilidad de los sistemas agropecuarios en la zona del proyecto de riego Carrizal-Chone etapa I (Manabí, Ecuador) (en línea). Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 138 p. Consultado 26 ago. 2021. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2222>.

Renolfi, MC de; Pérez, SFO. 2005. Tipificación de los sistemas productivos agropecuarios en el área de riego de Santiago del Estero, Argentina. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía* 36(140):63-88.

Rigby, D; Woodhouse, P; Young, T; Burton, M. 2001. Constructing a farm level indicator of sustainable agricultural practice. *Ecological Economics* 39(3):463-478. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00245-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00245-2).

Rodríguez, AG; Meza, LM. 2016. Agrobiodiversidad, agricultura familiar y cambio climático (En 2016-07-14t20:16:14z). Naciones Unidas, Santiago 1:92.

Rojas, A. 2010. Policultivos de la mente: enseñanzas del campesinado y de la agroecología para la educación en la sustentabilidad. En *Vertientes del Pensamiento Agroecológico*. s.l., s.e. p. 175-212.

Sarandón, SJ; Zuluaga, MS; Cieza, R; Janjetic, L; Negrete, E. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología* 1:19-28.

Schejtman, A. 2008. Alcances sobre la Agricultura familiar en América Latina. Santiago de Chile. Latin American Center for Rural Development (Rimisp) (Serie 104513) 1(Programa Dinámicas Territoriales Rurales):50.

Toro-Mujica, P; García, A; Gómez-Castro, AG; Acero, R; Perea, J; Rodríguez-Estévez, V. 2011. Sustentabilidad de agroecosistemas. *Archivos de Zootecnia* 60(232):15-39. DOI: <https://doi.org/10.21071/az.v60i232.4914>.

Urquía, N. 2014. La seguridad alimentaria en México. *Salud Pública de México* 56(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura):92-98.

Veisi, H; Liaghati, H; Alipour, A. 2016. Developing an ethics-based approach to indicators of sustainable agriculture using analytic hierarchy process (AHP). *Ecological Indicators* 60:644-654. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.012>.

Otra actividad: Ama casa, Jornal, construcción, comercio, empleado público o privado

ASPECTO SOCIAL DE LA UNIDAD FAMILIAR

Integración social			
no se vincula ()	asociación comunal o barrial ()	asociación parroquial ()	una organización constituida ()

organización constituida: deportiva, religiosa, educativa, productiva, comercial, junta de regantes

Servicios Básicos					Tipo de vivienda				
Luz ()	Agua Potable ()	Agua entubada ()	Letrina ()	Baño ()	Teléfono ()	Adobe ()	Mixta ()	Bloque ()	Ladrillo ()

Acceso Crédito				Destino Crédito			
Ninguno ()	BAN ()	Cooperat iva ()	Banca Privada ()	Compra de tierras()	Agrícola ()	Pecuario ()	Otros ()

Acceso Salud				
Sin atención y sin centro de salud ()	centro salud sin equipamento y sin personal capacitado ()	Centro de Salud equipado sin personal capacitado ()	Centro de Salud sin equipar y personal capacitado ()	Centro salud equipado y personal bien capacitado ()

Acceso transporte				
no posee ()	renta camioneta ()	acceso bus ()	Posee motocicleta ()	posee vehículo ()

Medios de comunicación			
papelotes ()	radio ()	televisión ()	celular ()

ASPECTO ECONOMICO PRODUCTIVO AMBIENTAL

Tenencia tierra				Título de propiedad		Numero de lotes ()	Posee riego		Contrato mano de obra adicional	
No posee ()	Sociedad ()	Arrendada ()	Propia ()	si ()	no ()	Superficie Total ()	Si ()	No ()	si () N.	no ()

Superficie de terreno destinado a:				
barbecho ()	agricultura ()	pecuaria ()	forestal ()	otros ()

Cultivos que maneja:																
Cultivo	Sup. (ha)	semilla certificada	almácigos	Mecanización	plantas injertas	Fertilización Orgánica. Mixta Química	Malezas	Prácticas de conservación	Manejo Plagas	Manejo enfermedades	Inversión (usd)	Problemática	lugar venta/ % autoconsumo	rendimiento	precio	calidad

Lugar venta: terreno, parroquia, cantón, mercado provincial, mercado nacional

Calidad: tamaño, forma, color, presentación **Prácticas conservación:** Barreras vivas, surcos, abonado

Mecanización: Animales, Mecánica, Las dos anteriores

Problemas: Precios bajos, Intermediarios, transporte, mal manejo de cultivos, falta de crédito

Cuál es la razón principal para dejar sus tierras en descanso.					Que uso le da al rastrojo o residuo de su cultivo?				
Para producir más ()	Por falta de mano de obra familiar ()	Por falta de recursos para la compra de insumos ()	Para evitar erosión y el empobrecimiento del suelo ()	Otra ()	Ninguno o lo quema ()	Compostaje – Abonos Orgánicos ()	Lo incorpora al suelo ()	Lo utiliza para el consumo de sus animales ()	Otra ()

Capacitación:						
no recibe ()	junta parroquial ()	MAG ()	ONGS ()	Casa comercial ()	GADM Penipe ()	Universidad ()
En qué temas ha recibido:						
Almácigos ()	Injertos y podas ()	Producción cultivos ()	uso maquinaria agrícola ()	Abonos orgánicos ()	Fertilización ()	Control de P y E ()
En qué temas le gustaría recibir						
Almácigos ()	Injertos y podas ()	Producción cultivos ()	uso maquinaria agrícola ()	Abonos orgánicos ()	Fertilización ()	Control de P y E ()

MUCHAS GRACIAS...!

Anexo 2. Encuesta de evaluación de sustentabilidad Metodología Mesmis

Puntos críticos	Atributo	Criterio de diagnóstico	Indicador	Parámetro de comparación
Baja productividad	Productividad	Eficiencia productiva	Planificación de fincas y registros de producción	Fincas sin ningún tipo de planificación y registro de producción
				Fincas con al menos una herramienta para planificación y registros de producción
				Fincas con planificación y registros de producción
Baja productividad	Productividad	Eficiencia productiva	Relación beneficio costo de la finca	<1
				1
				>1
Baja productividad	Productividad	Eficiencia productiva	Rendimiento de la finca	Bajo media nacional
				Dentro media nacional
				Sobre media nacional
Suelos no aprovechables por la pendiente	Estabilidad	Eficiencia, uso y conservación de recursos	Pendiente del terreno	35 % o más
	Resiliencia			5-25%
	Confiabilidad			0-5 %
Limitado desarrollo radicular	Estabilidad	Eficiencia, uso y conservación de recursos	Profundidad efectiva del suelo	Profundidad efectiva suelo 0-10 cm
	Resiliencia			Profundidad efectiva suelo 11- 25 cm
	Confiabilidad			Profundidad efectiva suelo 26- 50 cm
Limitado desarrollo vegetal	Estabilidad	Eficiencia, uso y conservación de recursos	Grado de cobertura suelo	< 25 % suelo cubierto todo el año
	Resiliencia			50% suelo cubierto todo el año
	Confiabilidad			100% suelo cubierto todo el año
Incremento visible en los niveles de erosión de los suelos	Estabilidad	Eficiencia, uso y conservación de recursos	Erosión	Suelos con > 50% erosión
	Resiliencia			Suelos con el 10% a 30% erosión
	Confiabilidad			Suelos sin erosión
	Estabilidad		Textura	Arena muy fina, fina, media, gruesa

Infiltración de agua en los suelos	Resiliencia	Eficiencia, uso y conservación de recursos		Textura areno franco
	Confiabilidad			Textura franca, franco arenoso
Poca disponibilidad de agua para riego	Estabilidad	Eficiencia, uso y conservación de recursos	Disponibilidad de agua riego	Sólo agua de lluvia
	Resiliencia			De 15 a 22 días
	Confiabilidad			De 4 a 8 días
Drenaje de los suelos	Estabilidad	Eficiencia, uso y conservación de recursos	Drenaje del terreno	Excesivo y mal drenado
	Resiliencia			Moderadamente drenado
	Confiabilidad			Bien drenado
Suelos pobres en materia orgánica	Estabilidad	Eficiencia, uso y conservación de recursos	% mo en el suelo	< de 1.5 %
	Resiliencia			De 1.6 a 4.9 %
	Confiabilidad			> de 5 %
Falta implementar prácticas agronómicas de conservación de suelos.	Estabilidad	Eficiencia, uso y conservación de recursos	Practicas agronómicas de conservación de suelos	1 práctica
	Resiliencia			De 2 a 4 prácticas
	Confiabilidad			>4 prácticas
Riqueza de especies vegetales	Estabilidad	Diversidad	Biodiversidad vegetal	< 2 especies
	Resiliencia			2 a 4 especies
	Confiabilidad			> 4 especies
Riqueza de especies animales	Estabilidad	Diversidad	Biodiversidad animal	< 2 especies
	Resiliencia			2 a 4 especies
	Confiabilidad			> 4 especies
Tendencia al monocultivo.	Estabilidad	Diversidad	Asociación de cultivos agrícolas	1 especie (monocultivo)
	Resiliencia			De 2 a 3 especies
	Confiabilidad			> de 3 especies
Afectación siniestral productiva	Estabilidad	Impacto ambiental	Siniestros productivos	Alta frecuencia heladas, granizo/ ciclo
	Resiliencia			Media frecuencia heladas, granizo/ ciclo
	Confiabilidad			Baja frecuencia heladas, granizo/ ciclo
Desconocimiento de la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos	Estabilidad	Impacto ambiental	Incidencia o manejo de plagas y enfermedades	Alta > 50 %
	Resiliencia			Media 11 - 49 %
	Confiabilidad			Baja < 10%

Zona climática de producción	Estabilidad	Impacto ambiental	Zonas de temperatura	Muy fría < 10 c
	Resiliencia			Fría 10- 13 c
	Confiabilidad			Templada >13 a 22 c
Bajo nivel de análisis dentro del sistema de producción	Adaptabilidad	Capacidad de cambio e innovación	Capacitación y generación de conocimientos	El productor nunca ha sido capacitado no genera conocimientos
				El productor ha sido capacitado pero no genera conocimientos
				El productor es capacitado y genera conocimientos
Baja capacidad de innovación	Adaptabilidad	Capacidad de cambio e innovación	Adopción de innovaciones	El productor nunca innova en su sistema productivo
				El productor planea continuar con la actividad pero no desea innovar
				El productor planea continuar con la actividad incorporando innovaciones en el sistema
Baja capacidad de adopción al cambio.	Adaptabilidad	Capacidad de cambio e innovación	Perspectivas a futuro	Los productores no desean continuar en la actividad productiva.
				Los productores continúan con la actividad productiva, pero sin perspectivas a futuro de un cambio o mejora.
				Los productores continúan con la actividad productiva, además desean incorporar mejoras en el sistema de producción.
Falta conocimiento y aplicación de prácticas agroecológicas	Adaptabilidad	Capacidad de cambio e innovación	Nivel de conocimiento y aplicación de prácticas agroecológicas	El productor no conoce sobre agroecología ni conoce las consecuencias o beneficios que pueden generarse de algunas prácticas.
				El productor tiene una visión y conocimiento intermedio de la agroecología y aplica de 1 a 2 prácticas agroecológicas
				El productor conoce sobre agroecología, y aplica más de 2 prácticas agroecológicas
Posesión efectiva tierra	Adaptabilidad	Derechos de propiedad	Tenencia tierra	Préstamo o hipoteca
				Arrendado
				Propio
Inequidad en la toma de decisiones productivas familiares	Equidad	Consenso familiar	Participación familiar	Sólo el productor es responsable de la actividad productiva y es quien toma las decisiones.
				Además del productor, otros integrantes de la familia participan de la actividad productiva, pero no intervienen en la toma de decisiones.

				Además del productor, otros integrantes de la familia participan de las actividades productivas e intervienen en la toma de decisiones.
Índice de escolaridad	Equidad	Calidad de vida	Escolaridad	Primaria
				Secundaria- tecnología
				Tercer nivel- posgrado
Desconocimiento de políticas gubernamentales	Equidad	Marco legal políticas agropecuarias	Políticas gubernamentales agrícolas	No existen políticas gubernamentales para el sector agrícola
				Existen políticas gubernamentales para el sector agrícola, pero no se cumplen
				Existen políticas gubernamentales para el sector agrícola y se cumplen a cabalidad
Gestión y ejecución gubernamental	Equidad	Marco legal políticas agropecuarias	Transparencia en la gestión local	No existe una gestión local transparente
				Existen una gestión local transparente pero no esta enfocada al sector agrícola
				Existen una gestión local transparente
Presencia de instituciones estatales para la planificación agrícola	Equidad	Participación y vinculación social	Instituciones de planificación y producción agrícola	1 institución
				2-3 instituciones
				>4 instituciones
Falta de participación y vinculación social	Autogestión	Participación y vinculación social	Integración social	Los productores no participan en asambleas, reuniones, organizaciones o grupos sociales.
				Los productores participan al menos en una organización o grupo social asistiendo a reuniones y/o capacitaciones.
				Los productores participan en más de una organización o grupo social asistiendo a reuniones y/o capacitaciones.
Dependencia de recursos externos.	Autogestión	Autosuficiencia	Uso de recursos externos	Utiliza más del 50% de recursos externos
				Utiliza de 50 a 25 % de recursos externos
				Utiliza menos de 25% de recursos externos
baja diversificación de ingresos económicos.	Autogestión	Autosuficiencia	Fuentes alternativas de ingresos	No posee fuentes alternativas de ingresos alternativos al predio
				Además de la venta sus productos, recibe un tipo de ingreso alternativo al predio.
				Además de la venta de sus productos, recibe más de dos tipos de ingresos alternativos al predio
Capacidad acceder crédito	Autogestión	Autosuficiencia	Acceso crédito	No accedido a ningún tipo de crédito
				Tiene acceso ocasional algún tipo de crédito productivo

				Posee libre acceso y ha realizado créditos productivos
Baja diversificación de productos	Autogestión	Autosuficiencia	Diversificación de la producción	La unidad ofrece menos de 3 productos para la comercialización
				La unidad ofrece entre 3 y 10 productos para la comercialización
				La unidad ofrece más de 10 productos para la comercialización
Limitado abastecimiento de plántulas y semillas.	Autogestión	Autosuficiencia	Autoabastecimiento de semillas y plántulas	< 50% autoabastecimiento de plántulas y semillas
				50% abastecimiento de plántulas y semillas
				>50% autoabastecimiento de plántulas y semillas
Limitada articulación comercial.	Autogestión	Diversidad	Canales de comercialización	No hay ningún canal de comercialización (producción de autoconsumo)
				Parte de la producción destinada de 1 a 2 canales de comercialización
				Parte de la producción destinada a más de 2 canales de comercialización
Soberanía alimentaria	Autogestión	Soberanía alimentaria	Autosuficiencia alimentaria	La finca cuenta con menos de 3 productos para la autosuficiencia alimentaria.
				La finca cuenta entre 3 a 6 productos para la autosuficiencia alimentaria.
				La finca cuenta con más de 6 productos para la autosuficiencia alimentaria.
Limitado acceso a los servicios básicos.	Autogestión	Autosuficiencia humana	Servicios básicos en la vivienda	La vivienda cuenta con 2 servicios básicos.
				La vivienda tiene 3 servicios básicos.
				La vivienda cuenta con cuatro servicios básicos.

Anexo 3. Atributos, puntos críticos para la comparación con los umbrales productivos

ATRIBUTO	PUNTO CRITICO	UMBRAL
Productividad	Productividad (planeación)	1,25
Productividad	Productividad (B/C)	1,25
Productividad	Productividad (Rendimiento)	1,25
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Pendiente	1,25
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Desarrollo radicular	1,25
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Desarrollo vegetal	1,25
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Erosión	1,25
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Infiltración de Suelos	1,25
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Agua Riego	1,25
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Drenaje	1,25
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Materia Orgánica	1,25
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Practicas Conservación	1,25
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Biodiversidad Vegetal	1,25
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Biodiversidad animal	1,25
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Tendencia al monocultivo.	1,25
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Siniestros productivos	1,25
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Incidencia Plagas y enfermedades	1,25
Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad	Zona climática de producción	1,25
Adaptabilidad	capacitación generación conocimientos	1,25
Adaptabilidad	innovación	1,25
Adaptabilidad	adopción innovaciones	1,25
Adaptabilidad	conocimiento y aplicación de prácticas agroecológicas	1,25
Adaptabilidad	Tenencia tierra	1,25
Equidad	Inequidad en la toma de decisiones	1,25
Equidad	índice de escolaridad	1,25

Equidad	Desconocimiento de políticas gubernamentales	1,25
Equidad	Gestión y ejecución gubernamental	1,25
Equidad	instituciones estatales de planificación agrícola	1,25
autogestión	participación y vinculación social	1,25
Autogestión	Dependencia de recursos externos.	1,25
Autogestión	Baja diversificación de ingresos económicos.	1,25
Autogestión	Capacidad acceso crédito	1,25
Autogestión	diversificación de productos	1,25
Autogestión	abastecimiento de plántulas y semillas.	1,25
Autogestión	articulación comercial.	1,25
Autogestión	Soberanía alimentaria	1,25
Autogestión	acceso a los servicios básicos.	1,25

Anexo 4. Panel Fotográfico



Fotografía 1. Recopilación de criterios para establecer objetivos y metas de investigación



Fotografía 2. Aplicación de la entrevista encuesta a los productores



Fotografía 3. Aplicación entrevista encuesta a los productores



Fotografía 4. Recorrido in situ medición de indicadores



Fotografía 5. Aplicación de la entrevista encuesta a los productores y recopilación experiencias



Fotografía 6. Logo Agricultura Familiar Penipe



Fotografía 7. Toma de muestras aéreas y aplicación encuesta



Fotografía 8. Seguimiento y monitoreo de las actividades agropecuarias



Fotografía 9. Toma aérea de los sistemas productivos 1



Fotografía 10. Toma aérea de los sistemas productivos 2