

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA
MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE



**SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS
AGROPECUARIOS EN LA ZONA DEL PROYECTO DE RIEGO
CARRIZAL-CHONE ETAPA I (MANABÍ, ECUADOR)**

**Tesis para optar el grado de
Doctoris Philosophiae**

José Lizardo Reina Castro

LIMA-PERÚ

2016

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE

**“SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS
AGROPECUARIOS EN LA ZONA DEL PROYECTO DE RIEGO
CARRIZAL - CHONE ETAPA I (MANABÍ, ECUADOR)”**

Tesis para optar el grado de

Doctoris Philosophiae (Ph.D.)

Presentada por:

JOSÉ LIZARDO REINA CASTRO

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

**Ph.D. Salomón Helfgott Lerner
PRESIDENTE**

**Dr. Alberto Julca Otiniano
PATROCINADOR**

**Dra. Carmen Felipe-Morales Basurto
MIEMBRO**

**Dr. Raúl Blas Sevillano
MIEMBRO**

**Ph.D. Robert Rafael Rutte
MIEMBRO EXTERNO**

DEDICATORIA

A mi esposa, Myriam Duarte Silva, quien me brindó su amor, compañía, estímulo y su apoyo constante, igualmente a mi madre y todos mis hijos que con su comprensión me motivaron a culminar mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, a mi familia y a todos mis profesores del Programa de Agricultura Sustentable, de la Universidad Nacional Agraria La Molina, muy especialmente al Doctores Alberto Julca y Manuel Canto por sus sabias orientaciones, durante todo el periodo de estudio.

Un agradecimiento muy especial a las autoridades de mí noble Universidad Técnica de Manabí, por su valioso apoyo e igualmente a la SENESCYT, por su financiamiento económico de los dos últimos años de estudio.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	01
1.1. Planteamiento del problema	02
1.2. Objetivos	03
1.3. Justificación	03
1.4. Hipótesis	04
II. REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. La agricultura en el Ecuador	06
2.2. La provincia de Manabí	07
2.2.1. El proyecto de riego Carrizal-Chone, primera etapa	09
2.2.2. Redes de riego y drenaje	11
2.3. Los agroecosistemas.	13
2.3.1. Sistemas agropecuarios	14
2.3.2. Caracterización de los sistemas agropecuarios	15
2.3.3. Sistemas agro-silvopastoriles	16
2.3.4. Aptitud Agrícola de la zona de estudio	18
2.3.5. Ventajas y desventajas del uso de los sistemas Agrosilvopastoriles	19
2.3.6. Implementación de arreglos agrosilvopastoriles en áreas silvícolas y frutales establecidas.	20
2.3.7. Zonificación de los sistemas	21
2.4. La sustentabilidad	21
2.4.1. La agroecología y la sustentabilidad.	29
2.5. Desarrollo rural sostenible con enfoque territorial (DRSET)	35
2.5.1. Elementos conceptuales del Desarrollo Rural sostenible	37
2.5.2. La Cohesión social y la cohesión territorial	38
2.5.3. Dimensiones del Desarrollo Rural con Enfoque Territorial	39
2.5.4. Dimensión Sociocultural	40
2.5.5. Dimensión Económica	41
2.5.6. Dimensión Ambiental	42

2.5.7. Dimensión Político-Institucional	43
2.5.8. Dimensión político-institucional con enfoque territorial	46
2.6. Evaluación de la sustentabilidad	47
2.7. Sistema de evaluación: Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de los recursos naturales Incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS)	53
2.8. Indicadores de sustentabilidad	56
III. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. Descripción de la zona de estudio	61
3.2. Materiales, equipos y herramientas	62
3.3. Metodología	62
3.3.1. Diseño de la Investigación	62
3.3.2. Descripción de metodologías	64
3.3.2.1. Caracterización de las fincas agropecuarias	64
3.3.2.2. Zonificación de las áreas agrosilvopastoriles	66
3.3.2.3. Evaluación de la sustentabilidad	67
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. Caracterización de las fincas agropecuarias	72
4.1.2. Género del responsable de la finca	72
4.1.3 Edad del jefe de familia	73
4.1.4. Nivel de Educación	74
4.1.5. Tenencia de la tierra	75
4.1.5.1. Distribución de la superficie de las fincas en el ámbito del proyecto	76
4.1.6. Tipos de cultivos	77
4.1.7. Control de plagas y enfermedades	78
4.1.8. Sistema de riego	79
4.1.9. Especies forestales	80
4.1.10. Producción pecuaria	80
4.1.11. Organizaciones de productores existentes	81
4.1.12. Mercado y comercialización	81
4.1.13. Servicios básicos y vivienda	82
4.1.14. Formas de tratamientos de los residuos sólidos	83

4.1.15. Tipificación de los sistemas agropecuarios	83
4.2. Zonificación de los sistemas agro-silvopastoriles	85
4.2.1. Mapa de reconocimiento	86
4.2.2. Mapa de cobertura, uso del suelo	86
4.2.3. Mapa de pendientes	87
4.2.4. Mapa de las zonas destinadas a los sistemas agro-silvopastoriles	88
4.2.5. Características y limitaciones encontradas en el sistema de riego Carrizal-Chone	89
4.2.6. Derivaciones	91
4.3. Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas agrosilvopastoriles	92
4.3.1. Definición del sistema	92
4.3.2. Indicadores de sustentabilidad	94
V. CONCLUSIONES	99
VI. RECOMENDACIONES	100
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
VIII. ANEXO	118
ANEXO 1: ENCUESTA	119

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cultivos con mayor aporte para la producción agrícola en el Ecuador.	06
Tabla 2. Efectos negativos de la agricultura industrializada.	27
Tabla 3. Indicadores de sustentabilidad para el área de influencia del proyecto.	69
Tabla 4. Tratamiento de los residuos sólidos	83
Tabla 5. Tomas de agua del sistema de riego	90
Tabla 6. Tomas de agua del sistema de riego, sin uso	90
Tabla 7. Total de derivaciones del sistema de riego	91
Tabla 8. Resumen de la evaluación de sustentabilidad del sistema agropecuarios en el área del Proyecto de Riego Carrizal-Chone.	96
Tabla 9. Valoración de atributos de los sistemas agropecuarios presentes en la zona del proyecto Carrizal-Chone.	97
Tabla 10. Índices integrados de las diferentes dimensiones de la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios estudiados.	98

ÍNDICES DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Microregiones de la Provincia de Manabí	08
Figura 2. Promedios mensuales de precipitaciones (mm), evapotranspiración y temperatura del cantón Chone (1984-2011).	09
Figura 3. Proyecto de riego Carrizal-Chone, primera etapa (Manabí, Ecuador).	10
Figura 4. Aptitud de los suelos	18
Figura 5: Soportes del desarrollo sostenible	25
Figura 6. El rol de la agroecología en la agricultura sustentable	30
Figura 7. Desarrollo sostenible del sistema territorial (Sepúlveda, 2008).	40
Figura 8. Pirámide de información (Sepúlveda, 2008).	59
Figura 9. Estado de un sistema según los colores seleccionados (Sepúlveda, 2008).	60
Figura 10. Ubicación del proyecto de riego Carrizal-Chone en Manabí, Ecuador.	61
Figura 11. Fases del estudio para evaluar la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios del proyecto de riego Carrizal-Chone.	63
Figura 12. El ciclo de evaluación en el MESMIS (Masera <i>et al.</i> , 1999)	68
Figura 13. Esquema de colores para calificar la sustentabilidad (Adaptado de Sepúlveda, 2008).	71
Figura 14. Género del responsable de la finca agropecuaria en la zona de estudio.	73
Figura 15. Edad de jefe de familia de las fincas agropecuarias en la zona de estudio.	74
Figura 16. Nivel de instrucción de los responsables de las fincas agropecuarias en la zona de estudio.	75
Figura 17. Propiedad de la finca agropecuaria en la zona de estudio.	76
Figura 18. Superficie de las fincas agropecuarias en el ámbito del proyecto estudiado.	77
Figura 19. Diferentes tipos de cultivo encontrados en la zona de estudio.	78
Figura 20. Métodos de control de plagas usados en la zona de estudio.	78
Figura 21. Sistemas de riego usado en el ámbito del Proyecto de Riego Carrizal-Chone.	79
Figura 22. Especies forestales existentes en las fincas agropecuarias en la zona de estudio.	80

Figura 23. Tipo de crianzas en el ámbito del proyecto Carrizal-Chone.	81
Figura 24. Fuentes de agua usada en la zona del proyecto de riego Carrizal-Chone.	82
Figura 25. Situación de la vivienda en la zona de Carrizal-Chone.	83
Figura 26. Dendograma de las fincas agropecuarias en la zona del proyecto Carrizal-Chone, obsérvese la formación de tres grupos	84
Figura 27. Participación de fincas agropecuarias en el agrupamiento de estas en la zona del proyecto Carrizal-Chone.	85
Figura 28. Diagrama simplificado de la finca agropecuaria	94
Figura 29. Dimensiones de la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios	98

ÍNDICE DE MAPAS

	Pág.
Mapa 1. Mapa de reconocimiento	86
Mapa 2. Mapa de cobertura y uso	87
Mapa 3. Mapa de porcentajes de pendientes	88
Mapa 4. Mapa de zonas destinadas a los sistemas agro-silvopastoriles	89
Mapa 5. Mapa de toma principales de aguas	90

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 1. Vista de la tubería principal en tubería de plástico reforzado	12
Fotografía 2. Paso de tubería por medio del puente	12
Fotografía 3. Puente vehicular	12
Fotografía 4. Alimentador 1 en tuberías de plástico	13
Fotografía 5. Alimentador 2 en tuberías de plástico	13

SIGLAS DE INSTITUCIONES

INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
CNA	Censo Nacional Agropecuario
UPAs	Unidad de Producción Agropecuaria
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador
EL PHIMA	Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de Manabí
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca del Ecuador
CADIS	Centro de Apoyo de Desarrollo Integral Sostenible
INERHI	Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos del Ecuador
CRM	Centro de Rehabilitación de Manabí
SENAGUA	Secretaria Nacional del Agua
CONADE	Consejo Nacional de Desarrollo
EMBRAPA	Empresa Brasileña de Investigación agropecuaria
IICA	El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
UTM	Universidad Técnica de Manabí
ESPAM	Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

RESUMEN

El objetivo principal de la presente investigación fue evaluar la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios de la zona de influencia del Proyecto de Riego Carrizal-Chone, Etapa I, en la provincia de Manabí, Ecuador.

Para la caracterización se partió de la delimitación del área de estudio y para la obtención de la información se aplicó la metodología recomendada por la FAO que es “Desarrollo de tecnología participativa” (DTP), que nos permitió la participación interactiva con los involucrados directos a través de encuestas, charlas y talleres. Para la zonificación de los sistemas agro-silvopastoriles, se utilizó imagen satelital ALOS de 10 metros de resolución, obtenido en el Instituto Geográfico Militar del Ecuador (IGM) y el Sistema de Información Geográfica (SIG). Una vez analizada y procesada la información se determinó mapas de cobertura y uso del suelo y pendiente en porcentaje, obteniendo finalmente el mapa de las zonas de los sistemas agro-silvopastoriles del área del proyecto de Riego Carrizal-Chone del embalse La Esperanza.

Para la evaluación de la sustentabilidad se utilizó la MESMI, complementada con lo propuesto por Sepúlveda (2008), Arnés (2011) y lineamientos de Astier *et al.* (2002); para facilitar el análisis de las múltiples dimensiones de la evaluación, los indicadores fueron estandarizados, a una escala de 0 a 5, siendo 5 el mayor y 0 el más bajo relacionado con la sustentabilidad.

Se logró determinar los sistemas productivos y la calidad de vida de las familias inmersas en el proyecto, visualizando desde el punto de vista ambiental, social, económico y una débil organización comunitaria. Según el análisis Cluster, se determinó tres grupos de fincas agropecuarias, siendo uno de ellos, el mayor, que representa a los sistemas agrosilvopastoriles con un 77 por ciento. Se determinó que las zonas destinadas para los sistemas agro-silvopastoriles, correspondieron a 1 413 ha con pendiente que va del 6 al 11 por ciento. Finalmente la sustentabilidad del sistema, se ubicó en Inestable, con un índice promedió estandarizado de 2.14.

Palabras claves: SIG, MESMIS, agro-silvopastoril, mapas, riego y zonificación.

ABSTRACT

The main objective of this research was to evaluate the sustainability of agricultural systems in the area of influence of the Project Carrizal-Chone Irrigation, Stage I, in the province of Manabí, Ecuador.

The characterization was based on the delimitation of the study area and to obtain information recommended by the FAO methodology is "Participatory technology development" (DTP), which allowed us to interactive participation with those directly involved through applied surveys, lectures and workshops. The zoning of the agro-silvopastoral systems, ALOS satellite image of 10 meter resolution obtained in Ecuador Military Geographical Institute (IGM) and the Geographic Information System (GIS) was used. Once analyzed and processed information coverage maps and land use and pending in percentage was determined, finally getting a map of the areas of agro-silvopastoral systems in the project area Carrizal-Chone irrigation reservoir La Esperanza.

The assessment of the sustainability MESMIS used, supplemented as proposed by Sepulveda (2008), Harness (2011) and aluminum Astier guidelines (2002); to facilitate analysis of the multiple dimensions of evaluation, indicators were standardized on a scale of 0-5, with 5 being the highest and 0 the lowest related to sustainability.

It was possible to determine the production systems and the quality of life for families immersed in the project, viewing from an environmental, social, economic and weak community organization. According Cluster analysis, three groups of agricultural farms is determined, one of them, the largest, representing agroforestry systems with 77 percent It was determined that the areas intended for agro-silvopastoral systems, corresponded to 1 413 ha slope goes from 6 to 11 percent. Finally, the sustainability of the system, came in unstable with a standardized rate averaged 2.14.

Keywords: GIS, MESMIS, agro-silvopastoral, maps, irrigation and zoning.

I. INTRODUCCIÓN

La provincia de Manabí de la República del Ecuador, ha mantenido una posición importante dentro de la economía nacional, al constituir el centro de producción de café, cacao y plátano para exportación, también de maíz, yuca, algodón, frutas y hortalizas para el consumo interno. Según el INEC (2010), fue la provincia de mayor superficie agrícola del país, con 1'156 941 hectáreas que representan el 15.84 por ciento del área total.

El proyecto de riego Carrizal-Chone, constituye uno de los principales proyecto hídricos de la provincia de Manabí. El área de la cuenca es 445 km² y su capacidad de almacenamiento es de 450 millones de metros cúbicos de agua que es utilizada para consumo humano y riego para la agricultura. Estuvo valorizado en 120 millones USD y debería permitir el riego de 7 250 ha.

Los análisis convencionales que se utilizan para determinar los resultados de los sistemas agropecuarios (por ejemplo el de costo/beneficio) no son adecuados para evaluar su funcionamiento a largo plazo, ya que no integran al análisis las dimensiones sociales y ambientales, las cuales adquieren cada día mayor relevancia (Flores y Sarandón, 2004). La evaluación de la sustentabilidad, mediante el enfoque sistémico que incluyen indicadores ambientales, económicos, sociales y político-institucional (Sepúlveda, 2008), ha recibido atención recientemente, dado su potencial como herramienta para la toma de decisiones.

Para este estudio se utilizó el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Índices de Sustentabilidad (MESMIS), complementada con lo propuesto por Sepúlveda (2008), Arnés (2011) y Astier *et al.* (2002). La incipiente información sobre la sustentabilidad de los sistemas agrícolas y pecuarios en el Ecuador y muy especialmente en la provincia de Manabí, muestra la importancia de este tipo de trabajo de investigación.

1.1. Planteamiento del Problema

El proyecto de riego Carrizal-Chone, localizado en el cantón Bolívar, provincia de Manabí en Ecuador, constituye un proyecto emblemático dentro de los recursos hídricos disponibles, para impulsar el desarrollo agropecuario de esta importante zona productiva. Este proyecto tiene como propósito principal, regar en su primera etapa 7 250 ha con un costo de aproximadamente 120 millones de dólares (SENAGUA, 2011) y beneficiar a los pobladores de los cantones de Bolívar, Tosagua, Junín y Chone dotándoles de agua para consumo humano y riego para la agricultura.

Existe una carencia de información actualizada sobre la situación de las fincas agropecuarias instaladas en la zona de este proyecto. De manera general se observa que existe una agresiva deforestación, destrucción de grandes áreas de bosque natural para convertirlos en zonas agrosilvopastoriles y cultivos de ciclo corto, sin mitigar el impacto ambiental que causa. También se evidencia un excesivo uso de fertilizantes, pesticidas y quemas de residuos de cosecha, que luego son acarreados por la escorrentía del agua de lluvia hasta los ríos, causando contaminación a los mismos. También habría una ausencia de sistemas agropecuarios establecidos técnicamente, que permitan mitigar los impactos de erosión en los suelos con pendientes y mejorar la producción y conservación de los recursos en la zona del proyecto.

Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son las características de las fincas agropecuarias del área de influencia del Proyecto de Riego Carrizal-Chone I Etapa, provincia de Manabí, Ecuador?
- ¿Cuáles son las zonas potenciales para el establecimiento de sistemas agrosilvopastoriles en el área de influencia del Proyecto de Riego Carrizal-Chone I Etapa, provincia de Manabí, Ecuador?
- ¿Serán sustentables los sistemas agropecuarios de la zona de influencia del Proyecto de Riego Carrizal-Chone I Etapa, provincia de Manabí, Ecuador?

1.2. Objetivos

Objetivo General

- Caracterizar y evaluar la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios en la zona de influencia del Proyecto de Riego Carrizal-Chone I Etapa, provincia de Manabí, Ecuador.

Objetivos Específicos

- Caracterizar las fincas agropecuarias en la zona del proyecto de riego Carrizal-Chone I Etapa, provincia de Manabí, Ecuador.
- Zonificar los sistemas agro-silvopastoriles en la zona de influencia del Proyecto de Riego Carrizal Chone - Etapa I, provincia de Manabí, Ecuador.
- Evaluar la sustentabilidad de los sistemas agrosilvopastoriles en la zona del Proyecto de Riego Carrizal Chone - Etapa I, provincia de Manabí, Ecuador

1.3. Justificación

En los últimos años, la creciente conciencia sobre el negativo impacto ambiental, social y cultural de ciertas prácticas de la agricultura moderna, ha llevado a plantear la necesidad de un cambio hacia un modelo agrícola más sustentable (Gliessman, 2001; Sarandón, 2002).

En esta última década, los sistemas productivos agropecuarios de Manabí y del Litoral del Ecuador se han intensificado como consecuencia del avance de la deforestación, quema indiscriminada de residuos de cosecha en épocas de verano, ampliación de las áreas agrícolas y ganaderas y la incorporación de nuevas tecnologías por parte de productores tanto nacionales como extranjeros.

En el Ecuador, los resultados sobre el manejo de los recursos naturales hasta la presente fecha, no han sido tan alentadores, más bien se observa la escases de agua, el deterioro del suelo y otros recursos naturales. En la provincia Manabí las áreas afectadas por procesos erosivos, la pérdida de suelos debida a la erosión en las diferentes cuencas hidrográficas varían hasta 77 tn/ha/año, y alrededor del 75 por ciento del suelo de la provincia está sometido a procesos fuertes e intensivos de erosión. El PHIMA (2009) reporta una tasa de erosión de 17 tn/ha/año en la cuenca de Chone, valor considerado alto.

La incipiente información sobre la sustentabilidad de los sistemas agrícolas, los puntos críticos y la aplicación de prácticas convencionales de manejo de cultivos que degradan los recursos naturales, han ocasionados múltiples consecuencias, entre ellas: la disminución de la vida útil de los embalses de las cuencas hidrográficas y alteraciones del ciclo hidrológico, que se pone de manifiesto sobretodo en épocas invernales, cuando la provincia enfrenta inundaciones y deslaves (Consejo Provincial de Manabí, 2005). Esto hace necesario realizar estudios que permitan determinar en forma adecuada la sustentabilidad, con el propósito de disponer de una herramienta para proponer alternativas de buen manejo en las zonas de influencia de este importante proyecto.

1.4. Hipótesis

Los sistemas agropecuarios instalados en el área de influencia del Proyecto de riego Carrizal- Chone I Etapa, en la provincia de Manabí (Ecuador), son sustentables.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La agricultura en el Ecuador

La agricultura, es uno de los sectores más importantes de la economía ecuatoriana, dando ocupación al 38.75 por ciento de la población activa y contribuyendo con el 17.75 por ciento al PIB. Las exportaciones de productos agrícolas, son las que más divisas generan después del petróleo. Los principales productos que se cultivan son banano, arroz, trigo, maíz, cebada, plátano, palma africana, caña de azúcar, entre otros (Reina y Hetz, 2004).

El último Censo Nacional Agropecuario del Ecuador (CNA), en el año 2 000, cuantifica el uso de la tierra para el sector agropecuario en 12'355 831 hectáreas, en las que se incluyen los montes y bosques, pastos, cultivos transitorios y permanentes, barbechos, descanso, páramos y otros no especificados (INEC, 2002). Las estadísticas del Comercio Exterior del Ecuador por el período 2011- 2013, señalan que entre los principales productos de exportación están el banano, cacao y aceite de palma, elaborados de productos del mar, manufactura de metales y flores.

De acuerdo a la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2013), los cultivos que en el ámbito nacional aportaron con mayor volumen a la producción fueron el banano, caña de azúcar, arroz, palma africana, maíz duro seco y papa (Tabla1).

Tabla 1. Cultivos con mayor aporte para la producción agrícola en el Ecuador.

CULTIVO	PRODUCCIÓN (Tm)	
	2011	2012
Banano	7'427 726	7'012 244
Caña de Azúcar	8'131 829	7'378 922
Palma Africana	2'097 356	2'649 051
Arroz	1'477 941	1'565 535
Maíz duro seco	830 150	1'215 193
Papa	339 038	285 100

Fuente: ESPAC (2013)

Elaborado por: INEC – Unidad de Estadística Agropecuaria.

La producción pecuaria se desarrolla progresivamente, el ganado vacuno de carne y leche supera las 4'500 000 cabezas, más de la mitad corresponden a raza criolla. La producción de carne se concentra principalmente en la Costa, mientras que la producción de leche se concentra principalmente en la Sierra (INEC, 2010).

De acuerdo a la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2013) la superficie agrícola del Ecuador es de 11'761 012 ha de las cuales, los pastos naturales representan el 13,80 por ciento y los cultivados representan el 27,44 por ciento; seguido de los montes y bosques con un 30,09 por ciento, las categorías de cultivos permanentes el 12,49 por ciento, transitorios y barbecho el 8,53 por ciento y descanso representan el 1,63 por ciento. Las tierras en páramos y otros usos llegan a un 6,0 por ciento del total. El sistema de tenencia de la tierra dominante en el Ecuador es de plena propiedad con título, con el 77,75 por ciento de la superficie bajo UPAs¹. Las tierras ocupadas sin título del Estado o propiedad privada llegan a representar el 8,75 por ciento y las arrendadas (con pagos en dinero, especies o servicios) parecen alcanzar tan solo el 1,75 por ciento, otras tenencias simples y mixtas representan el 14,75 por ciento del área.

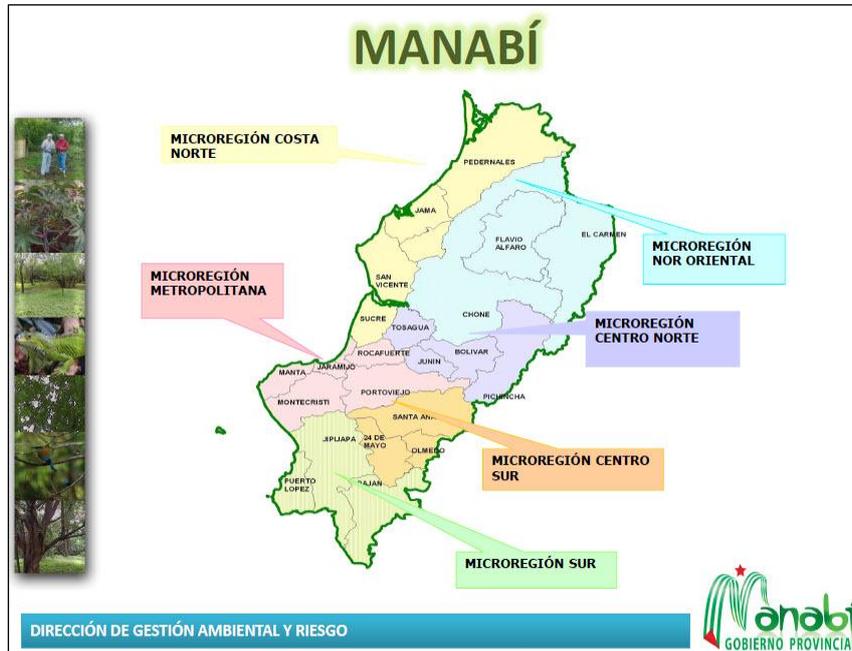
¹ Unidad de Producción Agropecuaria (UPA), según INEC, es una extensión de tierra mayor a 500 m² dedicado total o parcialmente a la producción agropecuaria, considerada como una unidad económica.

En el Ecuador, las UPAs menores de 2 ha representan el 43.47 por ciento (366 058 UPAs) del total (842 882 UPAs) y cubren apenas el 2.75 por ciento de la superficie (251 850) a diferencia de las UPAs mayores de 100 ha que representan el 2.37 por ciento (19 557 UPAs) y cubren el 42.75 por ciento de la superficie total de las UPAs.

Una proyección de los censos según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) para el año 2010 señala que el 37.30 por ciento de la población del Ecuador es población rural. Lógicamente, no toda esta población rural está dedicada a las labores agrícolas, pero en forma directa o indirecta dependen de la actividad agropecuaria.

2.2. La provincia de Manabí

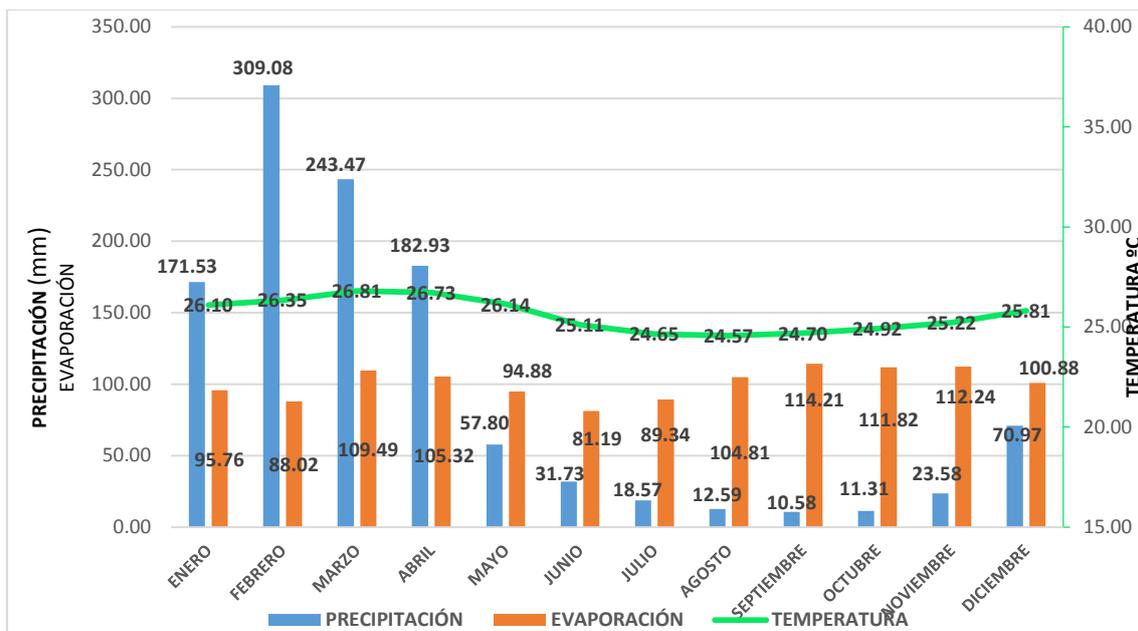
Manabí es una provincia ecuatoriana que se divide en 6 microregiones: Costa Norte, Nororiental, Centro Norte, Central o Metropolitana, Centro Sur y Sur (Figura 1). Su capital es Portoviejo y tiene una población de 1'369.780 habitantes (INEC, 2010), que representa el 9,46 por ciento de la población nacional y constituye la tercera provincia más poblada de Ecuador. La Provincia de Manabí, básicamente es agropecuaria, produce cacao, melón, sandía, naranjas, pepinillos, piñas, papayas, bananos, entre otros. La ganadería es la primera del país con 977 142 cabezas de ganado vacuno (INEC, 2012) y mantiene una intensa actividad agrícola, con productos como cacao, café, banano, maíz, arroz, plátano, algodón y gran variedad de frutales. Existen áreas boscosas donde se puede encontrar balsa, caña guadua, laurel, guayacán, roble, cedro y tangaré.



Fuente: Consejo Provincial de Manabí, 2014

Figura 1. Microregiones de la Provincia de Manabí

El clima es cálido y seco en el norte del litoral, y cálido y húmedo al sur de la costa y en el interior. Es bastante equilibrado, con temperaturas promedio que alcanzan 25°C, aunque las máximas pueden llegar a 36°C. Existe una zona con clima tropical sabana hacia la costa y otra de tropical monzón, que ocupa el sector occidental (Consejo Provincial de Manabí, 2010). Estudios realizados por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos sugieren que los cambios climáticos están transformando algunas provincias en desiertos, entre ellas está Manabí, Loja y El Oro. Esto se ve reflejado en la distribución y concentración de las precipitaciones anuales como se puede apreciar en la Figura 2, que entre los meses de enero hasta mayo, concentra las mayores precipitaciones y un promedio anual de 1 144.15 mm (1984-2011).



Fuente: INAMHI, procesado por Pacheco 2015.

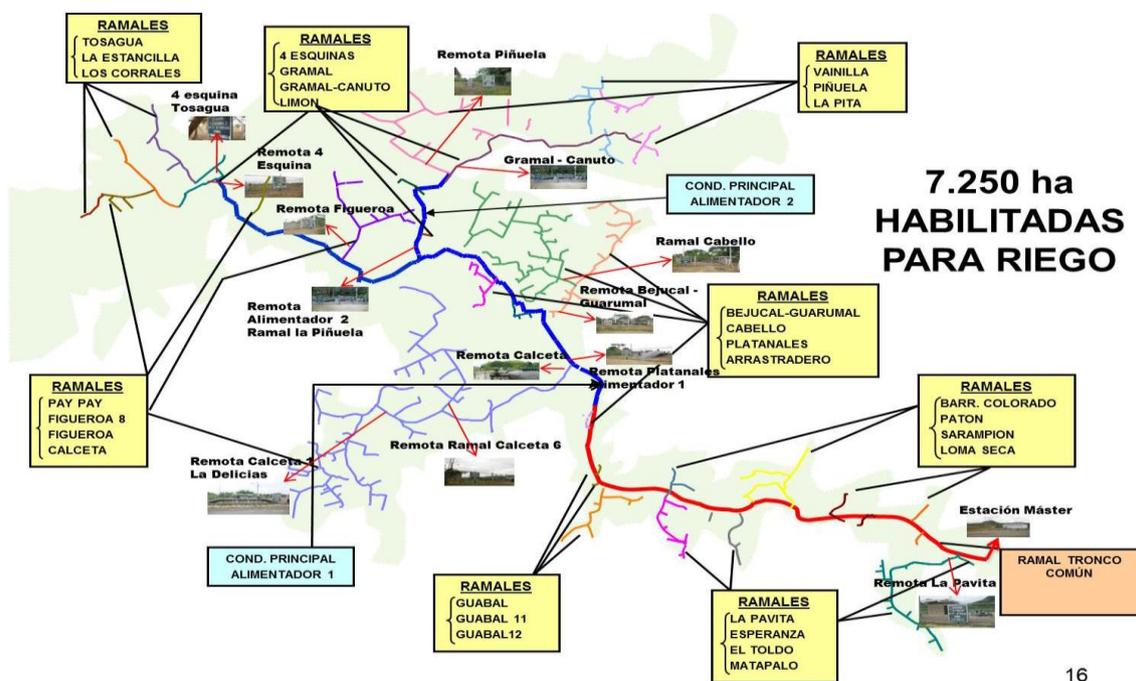
Figura 2. Promedios mensuales de precipitaciones (mm), evapotranspiración y temperatura del cantón Chone (1984-2011).

2.2.1. El proyecto de riego Carrizal-Chone, primera etapa

El proyecto de riego Carrizal-Chone fue identificado y estudiado inicialmente en los Estudios Hidroeconómicos realizados por la Misión Alemana entre los años 1972 – 1974. Esta misión realizó un estudio de planificación y analizó la factibilidad del proyecto, paralelamente el rediseño de la Presa la Esperanza, fue elemento clave del proyecto. La presa fue iniciada por un consorcio liderado por INTECSA y su construcción se terminó a fines de 1996 por la empresa DRAGADOS. La presa se puso en operación a principios de 1997.

Las misiones de la Organización de Estados Americanos (OEA) y Japan International Cooperation Agency (JICA) continuaron con la planificación de los recursos hidráulicos de la región y formularon el Plan Hidráulico de Manabí, dentro del cual se sitúa el proyecto Carrizal – Chone, la presa La Esperanza y varios trasvases, incluyendo el trasvase de Daule–Peripa hacia el embalse de La Esperanza.

El proyecto en su primera etapa costó US\$ 120 millones y está ubicado en la parte central de la Provincia de Manabí, en el área de influencia de los cantones: Chone, Tosagua y Bolívar que corresponden a la cuenca del río Carrizal-Chone en su curso medio y bajo, incluyendo la parte alta del estuario del río Chone. Se pretendía regar un área total de 7 250 hectáreas en la primera etapa del proyecto (Figura 3).



Fuente: SENAGUA, 2010

Figura 3. Proyecto de riego Carrizal-Chone, primera etapa (Manabí, Ecuador).

En el área a regar en la primera etapa, se ubican una serie de comunidades rurales, entre las que se puede anotar La Pavita, Quiroga, Barranco Colorado, Sarampión, Patón, Caimito, Guabal, Loma seca, Platanales, el Corozo, Las Delicias, Sauce, Calceta, San Lorenzo, El Limón, El Morro, Arrastradero, Cabello, Guarumal, Gramal, Canuto, La Vainilla, Los Pozos, La Madera, Cristo Negro, Los Corrales y Tosagua (CPM, 2013).

Según Bello (2013), en el Informe final sobre la I Etapa del proyecto de Riego Carrizal-Chone, mediante GPS logró obtener de 991 usuarios registrados con contrato, una superficie de 2 574.35 hectáreas regadas, lo que representa el 35.51 por ciento del total de las hectáreas programadas en la primera Etapa.

Según TAMS-PBI-PLATEC (1997), los datos meteorológicos de la estación de la Estancilla son los siguientes:

Temperatura media Anual	25.8 0c
Precipitación media Anual	842.5 mm
Humedad relativa media Anual	77.3 %
Evaporación media Anual	1477.7 mm
Heliofania media Anual	1049.6 horas
Nubosidad media	5.8 octavos
Velocidad media del viento	1.9 m /s

Según el Foro de RRHH (2006), señala que, el embalse La Esperanza fue construido con el objetivo principal de suministrar agua para riego de 7 250 ha y facilitar el desarrollo del sector agropecuario, afectado por variaciones climáticas, inundaciones y sequías. Entre otros objetivos del proyecto, se señalan los siguientes:

- Drenar y mitigar las inundaciones de la cuenca en época de precipitaciones intensas, a través de encauzamientos de ríos y la red de drenaje.
- Controlar la salinización de la parte baja de la cuenca, en el estuario del río Chone, a través de impedir el ingreso de agua salada del mar.
- Evacuar los caudales de crecidas de los ríos Carrizal y Chone; y
- Mejorar las condiciones socioeconómicas de la población a ser beneficiada.

2.2.2. Redes de riego y drenaje

La I Etapa del Proyecto de Riego del Carrizal Chone, según Bello (2013), comprende el siguiente grupo de obras:

- a. **La Tubería Principal**, construida de plástico reforzado con fibra de vidrio en diámetros nominales DN 2200 mm (4.236 m), DN 2000 mm (5.432 m) y DN 1800 mm (660m). Total 10 328,00 m de tubería (Foto 1).



Foto 1. Vista de la tubería principal en tubería de plástico reforzado

La tubería principal tiene 9 ramales, en la margen derecho 92 ramales y en el margen izquierdo 96 ramales. Además, una serie de obras como 9 puentes de paso de la tubería por ríos-esteros de la zona, así como también 16 pasos de caminos o fincas (Fotos 2 y 3).



Foto 2. Paso de tubería por medio del puente



Foto 3. Puente vehicular

- b. Alimentador 1**, el mismo que está construida con tuberías de plástico reforzado con fibra de vidrio en diámetros nominales DN 1800 mm (2.795 m), DN 1600 mm (3.375 m), DN 1300 mm (1.110 m), DN 1200 mm (3.222 m) y DN 1100 mm (1.176 m), con un total 11.678 m (Foto 4).



Foto 4. Alimentador 1 en tuberías de plástico



Foto 5. Alimentador 2 en tuberías de plástico

- c. El **Alimentador 2**, en Tuberías de plástico reforzado con fibra de vidrio en diámetros nominales DN 1300 mm (1.970 m) y DN 1200 mm (645 m), con un total 2.615 m (Foto 5).
- d. **Sistema de Distribución**, constituido por tuberías de PVC y de plástico reforzado con fibra de vidrio en diámetros nominales que van desde DN 63 mm hasta DN 1100 mm, tiene una longitud de 114.555 m.

El Proyecto de Riego Carrizal-Chone, actualmente está bajo la dependencia del Concejo Provincial de Manabí, de conformidad con la Nueva Constitución del Ecuador, 2008.

2.3. Los agroecosistemas.

Los agro sistemas o agroecosistemas se definen como un sistema de recursos biológicos y naturales gestionados por los seres humanos con el propósito principal de la producción de alimentos, así como otros bienes socialmente valiosos no alimenticios y servicios ambientales (Wood *et al.*, 2000). También se les puede conocer como sistema de manejo lo que puede ser sistema de manejo agrícola, pecuario o forestal definiéndose como un arreglo de componentes, un conjunto o colección de cosas, unidas o

relacionadas entre sí de tal manera que formen y actúan como una unidad, una entidad o un todo (Hart, 1985).

Es posible distinguir cuatro tipos de marcos metodológicos según la escala espacial: a) nacionales o macro regionales que tienden a la formulación de políticas, b) análisis regionales, c) evaluación de sistemas de manejo (unidades de producción), d) modelos integrales la cual implica la combinación de anteriores niveles.

Según Masera *et al.*, (1999), indicaron que en el agro sistema se integran componentes físicos, biológicos y socioeconómicos. Lo define, a éste como la interacción entre sus elementos que determinan las entradas, las salidas y los límites del sistema. Dentro de los componentes físicos están: sustrato geológico, suelo, clima, parcela de cultivo; dentro de los biológicos están: plantas, animales y microorganismo; y en los componentes socioeconómicos se incluyen: familia, unidad de producción, etcétera. Las entradas y salidas son todos flujos de productos materiales, energía o información hacia el interior o el exterior del sistema.

De acuerdo con la definición de Soriano y Aguiar (1998), un agroecosistema puede ser entendido como un ecosistema que es sometido por el hombre a frecuentes modificaciones de sus componenetes bióticos y abióticos. Estas modificaciones introducidas por el hombre en los agroecosistemas afectan prácticamente todos los procesos estudiados por los ecólogos, y abarcan desde el comportamiento de los individuos y la dinámica de las poblaciones hasta la composición de las comunidades y los flujos de materia y energía (Ghersa y Martínez, 1991), citado en Maicelo (2014).

2.3.1. Sistemas agropecuarios

Un sistema agropecuario es una combinación compleja, finalizada, coherente en el espacio y tiempo de medios de producción (tierra, agua, herramientas), de fuerza de trabajo y de productores (Mazoyer, 1989). Es un conjunto de actividades de la tierra y recursos conexos ligados a la producción agropecuaria, en la que se optimiza la utilización de los recursos disponibles; estos buscan mejorar el bienestar del poblador a través de una tecnología adecuada que mejore los beneficios o salidas del sistema (Sánchez, 1995).

Un sistema agropecuario es un conglomerado de fincas individuales que en su conjunto presentan una base de recursos, patrones empresariales, de subsistencia y limitaciones de la familia similares; y para los cuales sean apropiadas estrategias de desarrollo e intervenciones también similares (FAO y Banco Mundial, 2001).

Tres aspectos deben concurrir para que los sistemas agrícolas sean sustentables en el tiempo: productividad de la planta, animal, calidad medioambiental y viabilidad económica (Neher, 1992). La sustentabilidad ecológica debe permitir que el predio agrícola produzca bienes en forma continua y de esta manera obtenga rentabilidad.

Los sistemas agropecuarios pueden ser vistos como una jerarquía de parcelas, fincas y regiones; una parcela es un subsistema de una finca; una finca es subsistema de una región (Hart, 1990).

La unidad de estudio “es el espacio territorial en el cual se realiza el análisis y evaluación de su desarrollo sostenible”. La unidad de análisis la escoge el investigador según los objetivos que persiga, pudiendo estar constituida por fincas, microcuencas, cuencas, poblados, distritos, etc. (Sepúlveda *et al.*, 2002), citado por Rodríguez y Jiménez (2007).

La finca o fundo es la unidad que funciona como un sistema, con una estructura compuesta por un subsistema socioeconómico conformado por el agricultor y su familia así como con sus equipos y bienes agrícolas, y los agroecosistemas conformados por cultivos y crianzas, que interactúan en forma interna y a su vez con los procesos físicos y bióticos de la región a la que pertenece (Caballero, 1986).

2.3.2. Caracterización de los sistemas agropecuarios

Es la descripción y análisis de los aspectos naturales y sociales relevantes de un área. La información incluye factores físicos (clima, topografía), ecológicos (suelos, vegetación), socioeconómicos (infraestructura, mano de obra, precios, uso de la tierra, problemas y necesidades de los agricultores (Montagnini, 1992).

Los objetivos de la caracterización son: 1. Conseguir información técnica de referencia sobre las practicas productivas y la productividad en el lugar de estudio; 2. Entender el

proceso de toma de decisión de los productores en relación con el funcionamiento de sus sistemas de producción; y 3. Identificar los principales factores limitantes (físicos, biológicos y económicos) y las posibilidades de generar alternativas para los sistemas caracterizados (León-Velarde y Quiroz, 1994).

Estos autores señalan que en un programa de investigación y desarrollo rural, se debe plantear la caracterización de sistema finca-objetivo. La metodología debe incluir la selección del área y la obtención de información básica, relevante y necesaria para diseñar y evaluar en el tiempo de los sistemas agropecuarios prevalecientes. Así mismo, es necesario reconocer la existencia de tecnologías utilizadas por los productores, las cuales en su mayoría están adaptadas a las condiciones del lugar.

Dentro de una finca, los agroecosistemas pueden considerarse como subsistemas. Un agroecosistema consiste en un ecosistema intervenido por el hombre donde el componente biótico está representado por un cultivo y/o un animal, cuyo fin sea el proveer bienestar al hombre; igualmente se consideran como componentes bióticos las arvenses, los insectos y los organismos presentes tanto en el aire como en el suelo (Malangón y Prager, 2001).

Según FAO (1991) los sistemas de agricultura familiar tienen las siguientes características básicas:

- Son muy complejos y reflejan los múltiples objetivos que tiene la población que los integra;
- Son bien dinámicos y se han desarrollado en respuesta a los cambios en el medio ambiente natural y socio-económico;
- Incorporan un patrimonio de conocimiento indígena;
- Pueden ser modificados, ya que la población rural se comporta racionalmente y es receptiva a los cambios.

2.3.3. Sistemas agro-silvopastoriles

Ronchi y Nardone (2003), citado por Nahed (2008), señalaron que para identificar si un sistema agro-silvopastoril no está siendo sustentable se pueden usar los siguientes indicadores: degradación del paisaje, degradación de pasturas comunales, abandono de

tierras marginales, bajo nivel de integración entre agricultura y ganadería, fragmentación de la tierra, alta dependencia de la compra de forrajes, reducción del uso de razas local, entre otros.

Nahed (2008) señala, que un sistema agro-silvopastoril es sustentable si es capaz de reproducirse a sí mismo por tiempo razonable, y si puede cambiar oportunamente, cuando las condiciones así lo exigen, para seguir funcionando en el largo plazo. Para que esto ocurra, los recursos y procesos ecológicos y sociales que lo hacen funcionar deben ser capaces de reproducirse, y por lo tanto de autorregularse, de coordinarse para ser compatibles, de amortiguar oportunamente las perturbaciones coyunturales adversas, de reorganizarse y de adaptarse cuando se presentan cambios estructurales internos y externos.

Según Iglesias *et al.*, (2011), se recomienda incrementar el uso de los sistemas agro-silvopastoriles en el contexto en que se desarrollan los sistemas agropecuarios actuales, por sus resultados económico-productivos y su contribución al equilibrio de los agroecosistemas.

Bajo el nombre de sistemas agrosilvopastoriles (SASP) se agrupa un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implica la combinación o asociación deliberada de un componente leñoso (forestal o frutal) con ganadería y/o cultivos en el mismo terreno (Nair, 1985; Nair, 1989), con interacciones significativas ecológicas y/o económicas (Kapp, 1989), o solo necesariamente biológicas (Somarriba, 1998), entre los componentes.

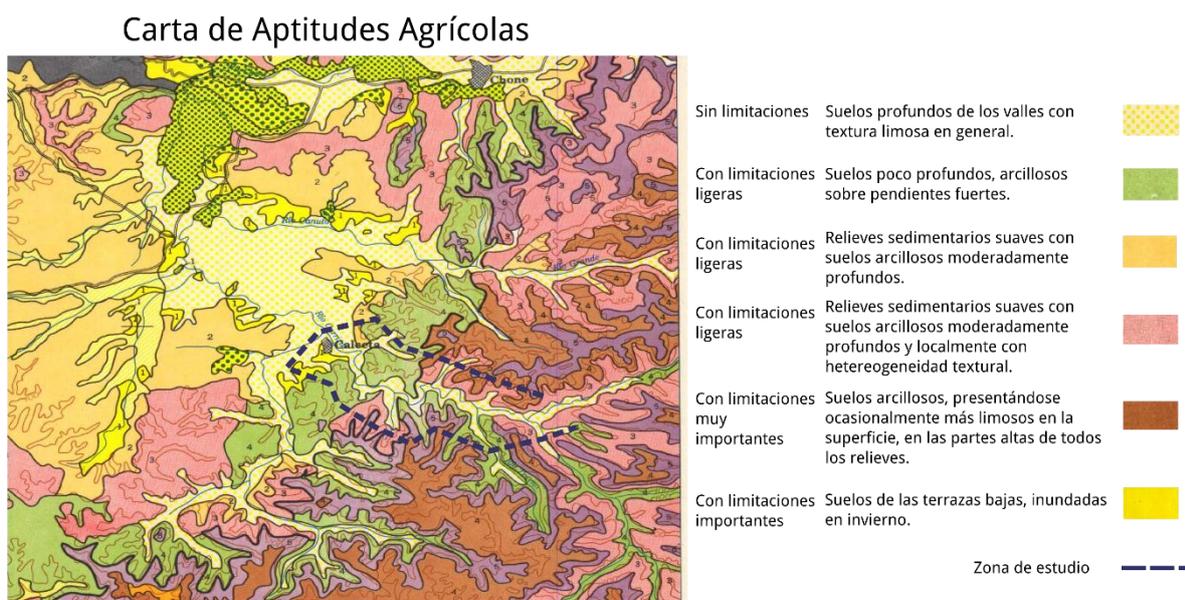
Los sistemas de producción denominados sistemas silvopastoriles, constituyen una modalidad de sistemas agroforestales (Jiménez y Vargas, 1998). Un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria que asocia la presencia de árboles o arbustos con pastos, forrajes y animales bajo un sistema de manejo integral (Pezo e Ibrahim 1966). Estos árboles pueden o no ser de tipo forrajeros, aunque las plantas generalmente empleadas en este tipo de sistemas comúnmente se le conoce como especies de uso múltiple, por la gran diversidad que su aprovechamiento implica.

Esta característica “multipropósito” de las especies que integran un sistema silvopastoriles es la generalidad de los ejemplos en el trópico, aunque no es necesario que todos los componentes se encuentren presentes de manera simultánea en el terreno (Somarriba 1992; Nair 1993), citados por Pezo e Ibrahim (1996). Lo anterior permite, que la utilización de los recursos obtenidos no solamente sea para consumo inmediato por el ganado, sino que el sistema aportará bienes (forrajes, abonos, frutas, sombra, biocidas, madera, leña, postes, leche, carne, etc.) en un mediano y largo plazo.

2.3.4. Aptitud Agrícola de la zona de estudio

La clasificación de los suelos según su capacidad de uso es un ordenamiento sistemático de carácter práctico e interpretativo, fundamentado en la aptitud natural que presenta el suelo para producir constantemente bajo tratamiento continuo y usos específicos.

Según la carta de aptitud agrícola de los suelos del Ecuador del Ministerio de Agricultura y Gandería del 2014, los suelos de la zona de estudio del proyecto de riego Carrizal-Chone primera etapa, prevalecen los suelos con limitaciones ligeras, pocos profundos, arcillosos sobre pendientes fuertes, en menor escala los suelos con limitaciones muy importantes, como se aprecia en la Figura 4.



Fuente: IGM - OSROM
Ministerio de Agricultura y Ganadería

Figura 4. Aptitud agrícola de los suelos del proyecto de riego Carrizal-Chone, primera etapa (Manabí, Ecuador).

2.3.5. Ventajas y desventajas del uso de los sistemas Agrosilvopastoriles

Varios autores han analizado las ventajas y desventajas de los SASP. De acuerdo con Ruiz (1983), algunos de los factores que favorecen la presencia de la ganadería en los SASP son:

- Los pequeños productores, con limitaciones de área, pueden llegar a producir en los bosques alimentos de origen animal (leche, carne) sin sacrificar el área dedicada a cultivos. Se logra así una diversificación de insumos de mano de obra y la naturaleza de los productos del sistema de finca.
- Además de las ventajas directas, los productores pueden obtener beneficios económicos resultantes de la leña, postes, madera y forraje. Los tres últimos son de uso eventual para beneficio del componente ganadero.
- La ganadería permite la utilización y el control de los pastos y las malezas que compiten con el desarrollo de los árboles juveniles. En el caso de los árboles frutales o las palmas, la labor de limpieza que hace el ganado sobre el pastizal facilita la cosecha de los frutos.
- El pastoreo de la vegetación de cobertura reduce el riesgo de incendios.
- En el caso de asociaciones de ganadería con cultivos, la principal ventaja radica en que entre el 60 y 70 por ciento de la biomasa vegetal puede usarse en la alimentación del ganado sin causar competencia con la alimentación humana.
- En el caso particular de ganadería asociada con árboles fijadores de nitrógeno (AFN), es lógico que estos contribuyan a la fertilidad del suelo, además de ser un suplemento proteínico cuando sus hojas y ramas comestibles son utilizadas como forraje.

Por otro lado, también es importante reconocer que hay desventajas. Las más importantes son:

- El efecto de compactación que ejerce el pisoteo del ganado sobre el suelo.
- La cosecha mecanizada de cultivos, la henificación o el ensilado son dificultadas por la interferencia de los árboles, a menos que la plantación de estos se planifique con esos fines, ya sea usando líneas simples o franjas.
- En repetidas oportunidades algunos SASP se han considerado como prácticas de subsistencia, y como este término está cargado de connotaciones negativas, los SASP podrían no ser aceptados en un ámbito más amplio.
- El grado de desconocimiento de las técnicas agrosilvopastoriles y la falta de personal entrenado, hacen que el avance previsto disminuya por la escasez de recursos y por la complejidad del tema.
- La experimentación formal de estas combinaciones es compleja no solo desde el punto de vista práctico, sino también biométrico, y requiere de un compromiso a largo plazo que pocas instituciones están dispuestas a asumir.

2.3.6. Implementación de arreglos agrosilvopastoriles en áreas silvícolas y frutales establecidas.

La actual coyuntura económica que atraviesan los países en vías de desarrollo del área del subtrópico americano ha obligado a reorientar los sistemas productivos, por lo que se ha ido al rescate de estas tecnologías agrosilvopastoriles, encaminadas principalmente a permitir actividades agropecuarias en condiciones de alta fragilidad y limitaciones productivas, donde se intenta lograr una gestión económica más eficiente, alterando al mínimo la estabilidad ecológica; ello contribuye a alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de producción y, como consecuencia, mejorar el nivel de vida de la población rural (Renda *et al.*, 1997).

Por su parte, Mosquera *et al.* (2005) transformaron áreas forestales de *Albizia saman* (algarrobo del país) y *Enterolobium cyclocarpum* (oreja de negro), y de los frutales *Pouteria mammosa* (mamey) y *Mangifera indica* (mango) en sistemas integrados con pastoreo de animales, donde incluyeron ganado vacuno y ovino como una fuente adicional de ingresos en la finca.

En el establecimiento integrado de árboles, pasturas y ganadería se resaltan diversas preocupaciones de los productores, y entre las más frecuentes se encuentran: la falta de ingreso debido al relativo bajo índice de crecimiento de las arbóreas, la ubicación óptima espacial y temporal de las especies que intervienen, y la selección de éstas.

En este sentido se han realizado varios trabajos con el objetivo de contribuir con la orientación adecuada sobre el establecimiento de arreglos agrosilvopastoriles ajustados a las realidades biológicas, tecnológicas, sociales y económicas de diferentes regiones del subtrópico americano, donde la inclusión del componente agrícola ha tenido como finalidad hacer un mejor uso del suelo y obtener producciones e ingresos adicionales a corto plazo, mientras la arbórea alcanzaba el crecimiento adecuado para la introducción de los animales.

2.3.7. Zonificación de los sistemas

La zonificación es una actividad preliminar necesaria en el análisis de sistemas. Tiene como objetivo individualizar contrastes y potenciales agroecológicos y socioeconómicos dentro de una región (Groppo, 1993). Consiste en subdividir el territorio en situaciones homogéneas desde el punto de vista de la problemática estudiada. En esta fase, es posible delimitar en la región de las zonas con características físicas y agronómicas homogéneas y formular hipótesis en cuanto a la problemática que presentan las zonas estudiadas (Jiménez, 1995). Según Armuelles (1970), zonificación agrícola es el estudio, análisis y delimitaciones de zonas homogéneas en lo que se refiere a los recursos físicos y socio-económicos con el propósito de lograr su mejor aprovechamiento e incluye el concepto de instalación y reubicación de las actividades y servicios del sector agrícola.

2.4. La sustentabilidad

El diccionario Webster II de la Universidad de Riverside define sustentabilidad como "mantenerse en existencia"; "mantenerse"; "durar"; "soportar". La agricultura sustentable abarca todas las definiciones anteriores. Incluye consideraciones para una adecuada cantidad de comida para el futuro y también se refiere a temas relacionados con el uso eficiente de los recursos, utilidades para el agricultor y el impacto hacia el medio ambiente (Darts, 2012).

El concepto de desarrollo sustentable (DS) tiene como punto de referencia el Informe de la Comisión Bruntland, donde se le describe como un *“proceso capaz de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas”* (ONU, 1987), citado por Sepúlveda (2008).

Debido al grave deterioro ambiental y social existente en el ámbito mundial, organismos como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO por su siglas en inglés), la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD por su siglas en inglés), así como los gobiernos de muchos países han adoptado directrices generales con el objetivo de lograr un desarrollo sustentable (World Commission on Environment and Development, 1987).

Gallopín (2003), señala que el desarrollo sustentable no es una propiedad sino un proceso de cambio direccional, mediante el cual el sistema mejora de manera sustentable a través del tiempo.

Según Gliessman (2002), la transición para agroecosistemas sostenibles comprende por lo menos tres niveles fundamentales: el primer nivel prevé la mejora de la eficiencia de las prácticas convencionales para reducir el uso de insumos externos dañinos al medio ambiente. El segundo nivel de la transición, se refiere a la sustitución de insumos convencionales por insumos alternativos. El tercer nivel de la transición está representado por el rediseño de los agroecosistemas con la incorporación de un conjunto de prácticas y principios agroecológicos y principalmente, la biodiversidad dentro del agro-ecosistema.

Según Rodríguez *et al.*, (2007), la sustentabilidad no es un problema ecológico, social, ni económico, sino una combinación de los tres. La necesidad de este proceso de transformación se deriva del mal uso de los recursos por el hombre, generado por el cambio social global debido al aumento de la población, el crecimiento económico, el avance tecnológico y la pobreza (Jiménez-Herrero, 1989).

La agricultura sostenible se refiere a la búsqueda de rendimientos duraderos, a largo plazo, a través del uso de tecnologías de manejo ecológicamente adecuadas, lo que requiere la optimización del sistema como un todo y no sólo el rendimiento máximo de un producto específico (Altieri, 2002).

Según Kates *et al.*, (2001), Devuyst *et al.*, (2001) y Ness *et al.*, (2007) el objetivo de la evaluación de sustentabilidad es proporcionar a los encargados de adoptar decisiones, una valoración de ámbito local o global que integre los sistemas de naturaleza y sociedad a corto y largo plazo, a fin de ayudar a determinar qué acciones deben o no ser emprendidas para favorecer una sostenible relación entre sistemas.

Para que la agricultura se sostenga, para que mantenga satisfechas las necesidades actuales y futuras del mundo, debe proteger y mejorar la calidad del aire, del suelo y del agua; esto es, debe ser "amigable" con el medio ambiente. También debe hacer un mejor trabajo de comunicación con sus "clientes"... los consumidores de alimentos del mundo.

Darst (2012), continua señalando que la agricultura sustentable requiere del esfuerzo de todos los agricultores del mundo. Las empresas de "gran escala" y los pequeños agricultores tienen un papel que realizar en este cada vez más intenso el negocio de producir cosechas. Para sostener a ambos, grandes y pequeños agricultores, la gente debe de continuar proveyendo la infraestructura para mover los insumos y productos, los recursos educativos para la generación y transferencia del conocimiento y los marcos de reglamentación para asegurar un clima estable de negocios. Esto último, debe incluir el desarrollo de mecanismos que aseguren a los consumidores una comida segura, sana y de alta calidad.

La FAO señala, que agricultura sustentable es el manejo y conservación de los recursos naturales y la orientación de cambios tecnológicos e institucionales de manera de

asegurar la satisfacción de las necesidades humanas en forma continuada para la presente y futuras generaciones. Tal desarrollo sustentable conserva el suelo, el agua, y recursos genéticos animales y vegetales; no degrada al medio ambiente; es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable (FAO, 1992).

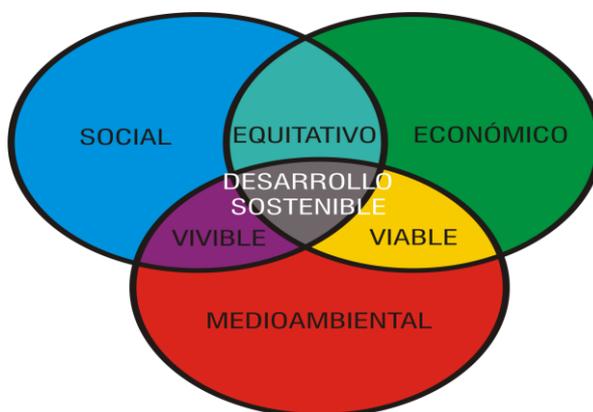
Allen *et al.* (1991), proponen una definición de agricultura sustentable en la que se reconoce la interrelación entre los componentes productivos, ambientales, económicos, y sociales de la agricultura. Los autores señalan que: “Una agricultura sustentable es aquella que equilibra equitativamente intereses relacionados con la calidad ambiental, la viabilidad económica, y la justicia social entre todos los sectores de la sociedad”.

Para Allen *et al.* (1991), es esencial que la sustentabilidad se extienda no sólo a través del tiempo sino a nivel mundial, y que considere el bienestar no sólo de generaciones futuras sino de todas las personas y seres vivos de la biósfera. Allen y Sachs (1993) sostienen que la agricultura sustentable debería incluir no sólo el proceso productivo, sino el conjunto del sistema alimenticio y agrícola. Más aún, estos autores señalan que categorías como clase, género, y raza deberían ser tenidos en cuenta en el debate acerca del significado y las implicancias que conlleva una agricultura sustentable.

La sustentabilidad se define como la habilidad de un sistema de mantener la productividad aun cuando sea sometido al “stress o perturbaciones” (Conway, 1994). Según Dixon y Fallon (1989) sustentabilidad (o, más correctamente, cosecha sostenida) significa utilizar el recurso sin reducir su stock físico. Para Masera *et al.* (1999) la sustentabilidad puede definirse como el mantenimiento de una serie de objetivos (o propiedades) deseados a lo largo del tiempo.

Según Rendón (2004), para la medición de sustentabilidad en el sector agropecuario nacional, es necesario el desarrollo de metodologías de evaluación que reflejen la pertinencia social, económica y ambiental de las diversas alternativas presentes o futuras en cuanto al manejo de producción. Para ello, se estima que el reto más grande al acoger el concepto de sustentabilidad, es el diseño de metodologías de evaluación que dejen determinar el grado de sustentabilidad de los sistemas, y las alternativas que existen para su desarrollo futuro, lo que ha detonado el desarrollo de los indicadores de sustentabilidad fijados a cumplir dicha necesidad.

El calentamiento global es una amenaza tanto para los ecosistemas del planeta como para las sociedades habituadas a un equilibrio real entre su entorno y su cultura (Gore, 2006).



Fuente: Dréo, 2007

Figura 5. Soportes del desarrollo sostenible

Analizando la trayectoria del concepto, resulta paradójico observar, como el término ha sido víctima de un manejo enrarecido de su significado y ha sufrido continuos vaivenes entre posturas desarrollistas y ambientalistas. Aunque haya un claro consenso como muestra la Figura 5, en que la sostenibilidad viene de la mano de tres componentes, lo cierto es que el aspecto económico es, aún hoy, considerado por muchos autores el factor que sitúa al concepto de sostenibilidad más cerca o más lejos de la crítica sistémica. Las grandes crisis o depresiones económicas han sido periodos donde el concepto de desarrollo sostenible ha contado con un mayor fulgor crítico incluso romántico, mientras que en fases de bonanza económica pocos pensaban en los males ambientales ni en el agotamiento de los recursos planetarios.

Tras haber mostrado una perspectiva poco alentadora de los logros alcanzados en la medición de la sostenibilidad, se considera firmemente que en vez de torturar las cifras para obtener un sólo número que mida el desempeño ambiental o el bienestar social, se recomienda hacer uso de indicadores económicos, sociales y ambientales con un enfoque multicriterio, adaptando para cada circunstancia o zona unos indicadores u otros. De un mismo modo, su ponderación dependerá del sistema en el que trabajemos.

Podemos concluir añadiendo que no existe una única definición de sostenibilidad. Debe definirse localmente y atendiendo a la diversidad ambiental y sociocultural, pero sin perder la perspectiva global que nos ayuda a planificar a distintas escalas y a considerar valores universales.

El término de sustentabilidad es complejo y pueden encontrarse diversas definiciones. Lo que es cierto, es que surgió después de que fue evidenciado que la capacidad de carga de los ecosistemas había sido alcanzada. Es así, que desde hace décadas este término, ha estado presente tanto en los discursos políticos, medios de comunicación masivos y es objetivo de diversos y variados en trabajos académicos, llegando a ser del dominio popular. Lograr la sustentabilidad en el manejo de los recursos naturales, requiere de trabajo interdisciplinario así como la participación del estado en sus diversos niveles, y la colaboración entre países (Del Rosario, 2010).

Si el concepto de sustentabilidad como tal es complejo, su evaluación lo es aún más, pues involucra la utilización de tecnología, inversión financiera, conocimiento y aplicación de prácticas ecológicas. La evaluación de la sustentabilidad es un reto pues debe reflexionar sobre cambios éticos y filosóficos respecto a las necesidades y grado de responsabilidad hacia la conservación de la diversidad de las especies, culturas, sociedades y medio ambiente (Torres *et al.*, 2004).

De la sustentabilidad han surgido nuevos conceptos como la *agricultura sustentable*. El estudio de la agricultura sustentable nació a finales de la década de los 80's. El principal motivo de su surgimiento fue la necesidad que se tenía y que aún persiste en el subsector agrícola, por asegurar la seguridad alimentaria, es decir, una producción estable de alimentos, sin disminuir la calidad ambiental. También se busca la erradicación de la pobreza, conservar y proteger al ambiente y los recursos naturales.

La agricultura sustentable es definida por Altieri (1994) como un modo de agricultura que intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías y prácticas de manejo que mejoren la eficiencia biológica del sistema. La agricultura sustentable busca una distribución justa y equitativa de los costos y beneficios derivados de la producción agrícola, procura el desarrollo de tecnologías y sistemas de manejo que se adaptan a las condiciones ecológicas, sociales y económicas

locales, además que busca disminuir las desigualdades actuales en el acceso a recursos productivos. En otras palabras, la agricultura sustentable trata ser viable económicamente, pero también socialmente aceptable y ambientalmente efectiva (Masera *et al*, 1999).

El proceso evaluativo ha de cobrar un enfoque participativo donde los evaluadores sean, entre otros, los propios agentes inmersos en el sistema. Cuantos más agentes incorpore la evaluación, más completa y justa será, sin embargo esto conlleva un mayor gasto de tiempo y de recursos. Podemos concluir añadiendo que no existe una única definición de sostenibilidad, ésta debe definirse localmente y atendiendo a la diversidad ambiental y sociocultural, pero sin perder la perspectiva global que nos ayuda a planificar a distintas escalas y a considerar valores universales.

Aunque se reconoce el papel crucial de la agricultura en el desarrollo humano, se considera que los procesos agrícolas son las actividades antrópicas que más utilizan recursos naturales fundamentales, como tierra y agua. La agricultura convencional, considerada como altamente degradadora del ambiente, es la principal causa de la devastación de los bosques, de la sobreexplotación de los suelos, de la contaminación de los ríos, de la contaminación de las aguas por agrotóxicos y del empobrecimiento de la biodiversidad (Van Raij, 2003).

En la bibliografía frecuentemente se reporta que la agricultura industrial provoca gran cantidad de externalidades negativas (efecto no contabilizado en los costes monetarios de producción) ocasionadas por actividades productivas que se basan en la utilización de tecnologías modernas y altamente contaminantes, como se indica en la Tabla 2.

Tabla 2. Efectos negativos de la agricultura industrializada.

RECURSO	EXTERNALIDAD	ACCIONES
Suelo	Erosión hídrica y eólica	-Eliminación de flora en terreno baldío -Laboreo excesivo y profundo -No reposición de materia orgánica -Quema de residuos de cosechas

	Degradación química y exceso de sales	-Sobrepastoreo -Riego con agua salobre -Intrusión salina por sobreexplotación de acuíferos -Aplicación de plaguicidas y abonos industriales
	Degradación biológica y física	-Laboreo excesivo y profundo -No reposición de materia orgánica -Quema de residuos de cosechas -Aplicación de plaguicidas y abonos industriales
Atmósfera	-Efecto invernadero y cambio climático -Reducción de la capa de ozono -Lluvia ácida -Polución	-Combustión de motores de maquinaria agrícola -Aplicación de plaguicidas y abonos industriales -Quema de residuos de cosechas -Sobrecumulación de estiércol
Agua	Contaminación de los recursos marinos y pluviales	-Aplicación de plaguicidas y abonos industriales -Sobrecumulación de estiércol
Recursos genéticos	Pérdida de diversidad genética y conocimiento agropecuario	-Siembra de híbridos y variedades exógenas y explotación de razas de ganado con base genética reducida e inadaptada a ecosistemas locales
Vida salvaje	Disfunción fisiológicas	-Aplicaciones de plaguicidas y abonos industriales
	Muerte	-Quema de residuos de cosechas
Seres Humanos	Disfunción fisiológicas y muerte	-Aplicación de plaguicidas y abonos industriales

Fuente: Guzmán *et al.*, 2000.

Agricultura sustentable ha sido utilizado como un "términos paraguas" abarcando varias aproximaciones ideológicas de la agricultura, incluyendo: agricultura orgánica, agricultura biológica, agricultura alternativa, agricultura ecológica, agricultura de bajos insumos, agricultura biodinámica, agricultura regenerativa, permacultura y agroecología (Hansen, 1996).

Conway (1994) considera la sustentabilidad de la agricultura como "la capacidad de un agroecosistema para mantener su producción a través del tiempo superando, por un lado, las tensiones y forzamientos ecológicos y, por otro, las presiones de carácter socioeconómico".

Para la American Society of Agronomy (1989), una agricultura sustentable es aquella que, a largo plazo, promueve la calidad del medio ambiente y los recursos bases sobre los cuales depende la agricultura; provee las fibras y alimentos necesarios para el ser humano; es económicamente viable y mejora la calidad de vida de los agricultores y la sociedad en su conjunto.

FAO (1991), define la agricultura sustentable como el “manejo y la conservación de la base de los recursos naturales y la orientación de cambio tecnológico e institucional, de manera a asegurar la obtención y la satisfacción continua de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras. Tal desarrollo sustentable en la agricultura resulta en la conservación del suelo, del agua y de los recursos genéticos animales y vegetales; además de no degradar el ambiente, ser técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable”.

Una agricultura sustentable, a la vez, persigue una distribución justa y equitativa de los costes y beneficios asociados a la producción agrícola; se preocupa por el rescate crítico de prácticas de manejo utilizadas por diferentes etnias y culturas, y busca reducir las desigualdades en el acceso a recursos productivos. Asimismo, intenta desarrollar tecnologías y sistemas de manejo adaptado a la diversidad de condiciones ecológicas, sociales y económicas locales. Trata de ser rentable económicamente, sin dejarse llevar por una lógica de corto plazo (Maserá *et al.*, 2000).

2.4.1. La agroecología y la sustentabilidad.

Según Altieri y Nicholls (2000), los objetivos de la agricultura sustentable son la producción estable y eficiente de recursos productivos; la seguridad y autosuficiencia alimentaria; el uso de prácticas agroecológicas o tradicionales de manejo; la preservación de la cultura local y de la pequeña propiedad; la asistencia de los más pobres a través de un proceso de autogestión; un alto nivel de participación de la comunidad en decidir la dirección de su propio desarrollo agrícola; y la conservación y regeneración de los recursos naturales.

Para el cumplimiento de estos objetivos, la agricultura sustentable utiliza como principal herramienta a la agroecología, que se convierte en un punto clave (Figura 6).



Fuente: Altieri y Nicholls, 2000.

Figura 6. El rol de la agroecología en la agricultura sustentable

La agroecología es una visión multidimensional de los agroecosistemas, porque incluye la genética, la edafología o la agronomía, para incorporar un entendimiento de los niveles ecológicos y sociales de coevolución, estructura y función (Altieri, 1994). La agroecología muestra el gran potencial que se origina al estructurar la biodiversidad para crear sinergismos positivos que proporcionen a los agroecosistemas la capacidad de permanecer y retornar a un estado original de estabilidad natural (*Ibid*).

A pesar de la dificultad en la conceptualización de sustentabilidad, es un hecho que es una necesidad su evaluación como un punto de partida para mejorar los sistemas productivos. Así, se han tenido avances en el desarrollo de marcos de análisis y evaluación que hacen operativo dicho término de manera coherente.

Según Rendón (2004), para la medición de sustentabilidad en el sector agropecuario nacional es necesario el desarrollo de metodologías de evaluación que reflejen la pertinencia social, económica y ambiental de las diversas alternativas presentes o futuras en cuanto al manejo de producción. Para ello, se estima que el reto más grande al acoger el concepto de sustentabilidad, es el diseño de metodologías de evaluación que dejen determinar el grado de sustentabilidad de los sistemas, y las alternativas que existen para su desarrollo futuro, lo que ha detonado el desarrollo de los indicadores de sustentabilidad fijados a cumplir dicha necesidad.

La Agroecología es entendida como “un enfoque científico destinado a apoyar la transición de los actuales modelos de desarrollo rural y de agricultura convencionales para estilos de desarrollo rural y de agriculturas sostenibles” (Caporal y Costabeber, 2000; 2002).

La agricultura sostenible se refiere a la búsqueda de rendimientos duraderos, a largo plazo, a través del uso de tecnologías de manejo ecológicamente adecuadas, lo que requiere la optimización del sistema como un todo y no sólo el rendimiento máximo de un producto específico (Altieri, 2002).

Un concepto más amplio es proporcionado por Sevilla Guzmán (1997), para quien la Agroecología propone el manejo ecológico de los recursos naturales “a través de una acción social colectiva de carácter participativo, realizándose a través de un enfoque holístico y de una estrategia sistémica, que busque reconducir el curso alterado de la coevolución social y ecológica, mediante el establecimiento del control de las fuerzas productivas para frenar las formas de producción degradantes y expoliadoras de la naturaleza y de la sociedad”. La dimensión local desempeña el papel central como portadora de un potencial endógeno que, a través de la articulación de los saberes, permite la implantación de sistemas y estilos de agricultura potencializadores de la biodiversidad ecológica y sociocultural, proyectando métodos de desarrollo sostenible.

A los conceptos citados se agrega el presentado por la EMBRAPA (2006), en el documento “Marco Referencial en Agroecología” que tiene como objetivo contribuir a la construcción colectiva de un programa institucional con enfoque agroecológico en esa institución. En este documento la relación Agroecología y Sustentabilidad es referida como: “La Agroecología solamente puede ser entendida en su plenitud cuando se relaciona directamente al concepto de sustentabilidad y justicia social. En ese sentido, la Agroecología se concreta cuando, simultáneamente, cumple con los dictámenes de la sustentabilidad económica (potencial de renta y trabajo, acceso al mercado), ecológica (manutención o mejoría de la calidad de los recursos naturales), social (inclusión de las poblaciones más pobres y seguridad alimentaria), cultural (respecto a las culturas tradicionales), política (movimiento organizado para el cambio) y ética (cambio dirigido a los valores morales trascendentes)” (EMBRAPA, 2006).

La Agroecología, a partir de un enfoque sistémico, adopta el agro-ecosistema como una unidad de análisis, teniendo como propósito proporcionar las bases científicas (principios, conceptos y metodologías) para apoyar el proceso de transición del actual modelo de agricultura convencional para estilos de agriculturas sostenibles.

La agroecología se sirve del concepto de agro-ecosistema como unidad de estudio y considera el análisis del mismo desde una perspectiva sistémica, teniendo en cuenta los recursos humanos y naturales que definen su estructura, tanto los factores sociales como naturales (Guzmán *et al.*, 2000).

Los sistemas ecológicos son modificados por el hombre para producir alimento, fibra y otros productos agrícolas a través de una serie de procesos de producción o artificialización, siempre generando un cierto grado de modificación de los sistemas naturales. Los aspectos claves que se modifican en un agroecosistema con relación a los ecosistemas naturales son el flujo de energía, el ciclo de los nutrientes y los mecanismos de regulación de poblaciones (Gliessman, 2002).

El enfoque agroecológico puede ser definido como la “aplicación de los principios y conceptos de la Ecología en el manejo y diseño de agroecosistemas sostenibles” (Gliessman, 2002) que, partiendo del conocimiento local, e integrado al conocimiento científico, dará lugar a la construcción de nuevos saberes socio-ambientales, alimentando así, permanentemente el proceso de transición agroecológica (Costabeber, 2007).

Según Guzmán y Mielgo (2000), la transición agroecológica a nivel de finca, implica la sustitución de tecnologías contaminantes y altamente dependientes de capital y de técnicas de manejo degradantes del medio físico, por otras menos dependientes de capital y de mayor sensibilidad local, que permiten el mantenimiento de la diversidad biológica y de la capacidad productiva del sustrato natural a largo plazo.

Según Gliessman (2002), la transición para agroecosistemas sostenibles comprende por lo menos tres niveles fundamentales: el primer nivel prevé la mejora de la eficiencia de las prácticas convencionales para reducir el uso de insumos externos dañinos al medio ambiente. El segundo nivel de la transición, se refiere a la sustitución de insumos

convencionales por insumos alternativos. El tercer nivel de la transición está representado por el rediseño de los agroecosistemas con la incorporación de un conjunto de prácticas y principios agroecológicos y principalmente, la biodiversidad dentro del agroecosistema.

En el enfoque agroecológico, los primeros objetivos son la optimización del equilibrio del agroecosistema como un todo, entendiendo las complejas relaciones existentes entre las personas, los cultivos, el suelo, la agua y los animales, que alimentan la moderna noción de sustentabilidad, y no la maximización de la producción de una actividad en particular Caporal y Costabeber (2002).

La discusión sobre desarrollo sustentable es muy amplia y compleja (Maser et al., 2000, Astier *et al.*, 2008). El desarrollo sustentable se cuentan entre los conceptos más ambiguos y controvertidos de la literatura (Gallopín, 2003). Una de las principales dificultades es que este concepto se ha convertido en cliché y tiende a ser usado y definido de manera inconsistente. La diversidad de intereses, problemas, perspectivas y escalas en juego es simplemente demasiada amplia para llegar a un consenso.

Aunque se reconoce el papel crucial de la agricultura en el desarrollo humano, se considera que los procesos agrícolas son las actividades antrópicas que más utilizan recursos naturales fundamentales, como tierra y agua. La agricultura convencional, considerada como altamente degradadora del ambiente, es la principal causa de la devastación de los bosques, de la sobreexplotación de los suelos, de la contaminación de los ríos, de la contaminación de las aguas por agrotóxicos y del empobrecimiento de la biodiversidad (Van Raij, 2003).

El concepto de agricultura sustentable es una respuesta relativamente reciente a la declinación en la calidad de la base de los recursos naturales, asociada a una agricultura moderna (Altieri, 2002).

Los objetivos operacionales del concepto de desarrollo sustentable definido por la “World Comisión on Environment and Development” son los siguientes: reactivar el crecimiento; cambiar el modo de crecimiento; satisfacer las necesidades básicas de trabajo, alimentación, energía, agua y salud; asegurar un nivel sustentable de población;

conservar y aumentar los recursos básicos; reorientar la tecnología y controlar el riesgo; combinar el medio ambiente con la economía en la toma de decisiones; reorientar las relaciones económicas internacionales; y hacer el desarrollo más participativo (WCED, 1987; Lelé, 1991).

El desarrollo sustentable no es aún un concepto acabado, sino una idea que transita entre el *desarrollo*, entendido como un estadio socioeconómico y político de una comunidad, y la *sustentabilidad*. Ésta se refiere a la capacidad de soporte de la biosfera, un fin a ser perseguido con el objetivo de garantizar su preservación en una visión de futuro.

Según Galloppin (2003), el desarrollo sustentable no es una propiedad sino un proceso de cambio direccional, mediante el cual el sistema mejora de manera sustentable a través del tiempo.

El comportamiento de un sistema está determinado tanto por las vinculaciones causales entre sus variables como por las variaciones en los valores de las variables mismas. Conviene, pues, usar un enfoque sistémico en la observación de los fenómenos de nuestro mundo. El proceso de puesta en práctica del desarrollo sustentable exige complementar la aplicación de un enfoque sistémico con la integración de perspectivas múltiples (Galloppin, 2003).

Para lograr el desarrollo sustentable tiene especial importancia entender las relaciones entre las dimensiones ecológicas, sociales y económicas (Galloppin, 2001). Además, la puesta en práctica del concepto requiere evaluar el progreso hacia el desarrollo sustentable mediante indicadores de sustentabilidad. Para lograr el desarrollo sustentable en el plano mundial, lo mejor es que las distintas regiones caractericen el desarrollo sustentable de acuerdo con sus intereses y situación concreta (Galloppin, 2003), y así hacer justicia a la diversidad cultural, social, económica y ecológica del mundo, y fomentar las múltiples maneras de interpretar el desarrollo sustentable (Galloppin, 2001).

La base conceptual de la sustentabilidad está en el reconocimiento de que los recursos naturales del mundo son finitos y que las limitaciones biofísicas del planeta limitan el crecimiento económico. El alcance de la sustentabilidad tiene como principal desafío el

cambio en los patrones de consumo, no pudiendo prevalecer la lógica del mercado sobre la lógica de las necesidades (Ferraz, 2003).

La sustentabilidad es un concepto dinámico que cambia con el tiempo, con la escala espacial, con las preocupaciones de la época, con el nivel tecnológico y el conocimiento de cómo funcionan los ecosistemas (Dixon y Fallon, 1989).

No se puede responder adecuadamente a los interrogantes que plantea la sustentabilidad sin responder también a tres cuestiones básicas, ¿Sustentabilidad para quién? ¿Cómo? En otras palabras, ¿Quién decide, a través de qué proceso sociopolítico, quién lleva a la práctica el concepto y de qué manera? (Astier y Masera, 1996).

Con la sustentabilidad se plantea una complejidad en cuanto a su multidimensión, a la escala temporal y espacial que se pretenda abarcar, y a la necesidad de un abordaje interdisciplinario de la misma. La búsqueda de una mayor sustentabilidad objetiva los cambios por medio de la mejoría del potencial de renta y trabajo (económico), mejoría de la calidad de recursos naturales (ecológico), inclusión de las poblaciones más pobres y seguridad alimentaría (social).

2.5. Desarrollo rural sostenible con enfoque territorial (DRSET)

El desarrollo rural sostenible, destaca el uso racional de los recursos naturales como elemento fundamental de cualquier estrategia de desarrollo, no solo por su importancia para las generaciones presentes y futuras, sino porque esos recursos constituyen uno de los activos más importantes del medio rural.

El enfoque territorial, que brinda Sepúlveda (2008), al desarrollo sostenible, enfatiza la dimensión local, el territorio, como unidad de planificación y gestión, necesariamente articulando lo local y lo nacional. En ese sentido, parte del supuesto que toda propuesta de desarrollo debe sustentarse en una Política de Estado, en un Proyecto País, cuyos objetivos sean la inclusión y la cohesión social y territorial, a efectos de promover el bienestar de la sociedad rural y de potenciar su contribución estratégica al desarrollo del país. Este concepto orientó y permitió incorporar en la presente investigación, un nuevo

componente que es lo Político Institucional, además de los aspectos económico, social y ambiental.

Los postulados del enfoque de desarrollo sostenible rural, naturalmente inciden en la gestión de las políticas públicas, pues las políticas territoriales se convierten en el instrumento para estimular los procesos de desarrollo en los territorios, siempre y cuando también se forje un proceso de consolidación de la cooperación entre agentes involucrados en el proceso de desarrollo (Sepúlveda, 2008).

El desarrollo sostenible se está convertido en uno de los hitos más importantes tanto en la investigación como en la agenda política. En el contexto de la gestión de recursos naturales, entender y evaluar los cambios de índole socio-ambiental que se producen en estos sistemas complejos supone un gran desafío, y el diseño de alternativas más sostenibles es ya una necesidad (Arnés, 2011).

En la vertiente de la economía ambiental, la ineficiencia y la ineficacia del mercado, han sido señaladas como las principales responsables por la degradación de los recursos naturales. Así, se ha exhortado a gestionar apropiadamente esos recursos y, al mismo tiempo, a darles la debida importancia a los aspectos participativos y distributivos del desarrollo, tanto entre generaciones, como entre los distintos grupos sociales de una misma generación (Sepúlveda, 2008).

Tradicionalmente se utilizó el término rural para caracterizar territorios cuya dinámica social y económica dependía predominantemente de la agricultura. Sin embargo, este esquema ha sido sustituido en la última década por una visión que refleja la realidad del mundo rural latinoamericano (IICA, 2000).

En la actualidad el medio rural se ha poblado de múltiples actividades productivas no agrícolas, tal como la producción de artesanías, el turismo rural, servicios ambientales y un sinnúmero de servicios de apoyo a los anteriores y a la producción agropecuaria. Ello demuestra cómo la población rural ha modificado sus estrategias de sobrevivencia, diversificando fuentes de empleo e ingresos y, de paso, transformando también el perfil de los territorios rurales.

Esa diversificación, a la par del proceso de crecimiento de los centros poblados (urbanos) y de una mayor demanda por los servicios que ofrece el espacio rural, tanto para recreación como para residencia, han variado la relación entre “el campo” y “la ciudad”. La tendencia a establecer centros poblados en el medio rural se traduce en un acercamiento espacial entre lo rural y urbano invalidando la diferenciación dicotómica entre ambas categorías. Asimismo, y sobre todo en virtud del desarrollo de las comunicaciones, se ha dado una transformación en el estilo de vida y en los valores comúnmente asociados a lo rural.

Sustentados en esas observaciones, se argumenta que esa nueva condición de fluidez entre el campo y la ciudad se refleja fehacientemente en un gradiente, en la cual ambas categorías se aproximan funcionalmente, e incorporando las nuevas dinámicas de los territorios rurales (Rodríguez y Saborío, 2008) y poblaciones con características intermedias, que seguramente constituyen una porción sustantiva de los habitantes del continente.

El IICA, en la década del 90 da origen a un proceso que cobra forma en la formulación de un enfoque sistémico e integral, que considera tanto los factores endógenos como los factores exógenos relacionados con el desarrollo de las zonas rurales. Esta visión se conoce como desarrollo rural sostenible con enfoque territorial (DRSET).

Los postulados del enfoque DSR naturalmente inciden en la gestión de las políticas públicas, pues las políticas territoriales se convierten en el instrumento para estimular los procesos de desarrollo en los territorios, siempre y cuando también se forje un proceso de consolidación de la cooperación entre agentes públicos y privados. En esa dinámica, el papel del Estado debe apuntar a la provisión de bienes públicos, a la dirección y regulación de la economía y a la construcción de la democracia y la institucionalidad.

El territorio es el escenario en el cual los diferentes grupos sociales viven y realizan sus actividades, utilizando los recursos naturales que disponen y generando modos de producción, consumo e intercambio, que responden a ciertos valores culturales y que se enmarcan, asimismo, en una organización político- institucional determinada, Sepúlveda *et al.* (2003).

2.5.1. Elementos conceptuales del Desarrollo Rural Sostenible

El Desarrollo Rural Sostenible con Enfoque Territorial (DRSET) se concibe como un proceso que busca transformar la dinámica de desarrollo del territorio mediante una distribución ordenada de las actividades productivas, de conformidad con el potencial de sus recursos naturales y humanos. Tal perspectiva exige la puesta en marcha, en el territorio, de políticas económicas, sociales, ambientales y culturales sustentadas en procesos descentralizados y participativos.

Para precisar más este concepto, se puede añadir que lo que se busca es generar un cambio en las bases económicas y en la organización social, a nivel local, que sea el resultado de la movilización de las fuerzas sociales organizadas, de manera que aproveche el potencial de la población. Eso implica crear nuevos mecanismos de acceso a las oportunidades sociales, fortalecer la viabilidad económica local y la capacidad de inversión y de gasto de las instituciones públicas, y asegurar la conservación de los recursos naturales.

La perspectiva territorial del desarrollo rural sostenible busca formular una propuesta centrada en las personas y afianzada en los puntos de interacción entre los sistemas socioculturales y los sistemas ambientales. Está asociada a iniciativas innovadoras que se sustentan en la articulación de las capacidades locales, teniendo en cuenta que las comunidades tienden a especializarse en actividades en las que tienen ventajas comparativas (Haveri, 1996).

2.5.2. La Cohesión social y la cohesión territorial

La cohesión social y la cohesión territorial son los objetivos mayores del enfoque territorial (Echeverri, 2002).

Mientras que la cohesión territorial es entendida como el proceso paulatino de integración espacial de los territorios de un país, a través de una gestión y distribución balanceada de los recursos. Ese proceso se canaliza por medio de las instituciones públicas y privadas y es catalizado por las organizaciones de los territorios.

La posibilidad de fundar la cohesión social sobre la base de la cohesión territorial le confiere al desarrollo rural una orientación más pragmática y apegada a la realidad de los procesos económicos, sociales, culturales, políticos y ambientales que rigen el destino de las naciones (Sepúlveda, 2008).

En la práctica, los propósitos de cohesión social y de cohesión territorial cobran vida en la construcción de mecanismos solidarios que fomenten una mayor articulación entre los sectores modernos y los sectores que han ido quedando a la zaga del desarrollo, como son las familias campesinas, las mujeres, las comunidades indígenas, los jóvenes y las personas que se han visto obligadas a migrar por razones políticas o económicas.

Sin embargo, para construir esos mecanismos, es necesario contar con la participación de socios estratégicos o actores sociales que apoyen la puesta en marcha de las políticas de desarrollo rural sostenible, que conlleven a lograr objetivos como:

- Promover los conceptos de cooperación, de corresponsabilidad y de inclusión económica y social.
- Subrayar la importancia de fortalecer el capital humano (la capacidad de las personas), el capital social (las relaciones y redes que facilitan la gobernabilidad) y el capital natural (la base de recursos naturales).
- Promover una buena gestión del conocimiento (aspectos como la adquisición y la diseminación de conocimiento son de particular relevancia), para que la sociedad rural no quede marginada de los nuevos avances en materia de ciencia y tecnología, y se rescaten además los métodos autóctonos y el saber tradicional.
- Propiciar esquemas de cooperación que se adapten a las demandas de los pobladores y agentes del desarrollo; es decir, a la diversidad natural y política del territorio.

2.5.3. Dimensiones del Desarrollo Rural con Enfoque Territorial

La aproximación multidimensional a los problemas que condicionan el desarrollo es apenas un reflejo de la compleja realidad de los sistemas nacionales y de los componentes que se busca modificar para transformar el medio rural. En primer lugar,

es necesario recordar que cada dimensión tiene sus características propias; sin embargo también está condicionada por las otras dimensiones, a las que a su vez condiciona.

Según Sepúlveda (2008), el desarrollo se concibe como un proceso multidimensional e inter-temporal, enmarcado en una cuadrícula cuyos ejes son la equidad, la sostenibilidad, la competitividad y la gobernabilidad. La Figura 7 representa un sistema territorial compuesto por las cuatro dimensiones del desarrollo sostenible: social, económica, ambiental y político-institucional; así como, por las interacciones al interior de cada una de ellas y entre una dimensión y otra. El espacio de interacción entre las dimensiones está representado por la esfera y se define como el “*espacio de desarrollo sostenible*”.

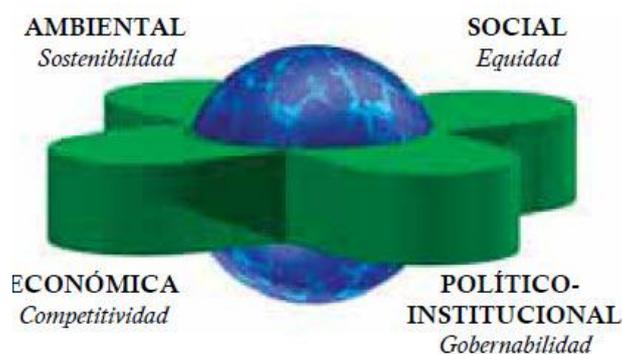


Figura 7. Desarrollo sostenible del sistema territorial (Sepúlveda, 2008).

2.5.4. Dimensión Sociocultural

En el centro de la discusión del DRSET se encuentra el ser humano, su organización social, cultura, modos de producción y patrones de consumo. Se trata, entre otros, de un proceso de fortalecimiento de sujetos, grupos y organizaciones para que puedan constituirse en actores sociales y consolidarse como tales. De ahí que la equidad destaque como uno de los objetivos primordiales del desarrollo.

Asimismo, en esa dimensión se reconoce la diversidad cultural como uno de los elementos distintivos de la ruralidad latinoamericana. Esta diversidad se refiere a la

identidad étnica, y a los aspectos culturales que amalgaman y diferencian a las sociedades.

La diversidad cultural como elemento de análisis retoma el principio básico del desarrollo endógeno. Este plantea que la población local debe comandar su propio proceso de desarrollo y acoge la diversidad cultural inherente a los grupos humanos como el potencial para satisfacer el bienestar común.

Las diferencias de género, de edad, de etnia, deben mirarse entonces, como recursos socioculturales que exigen una estrategia de desarrollo específica; no obstante deben articularse al tejido social a fin de lograr el bien común.

Por lo tanto, los lazos de interacción social resultan decisivos para promover y consolidar el proceso de participación y democratización regional y local.

En el contexto anterior, es importante destacar el concepto de capital social, que hace referencia a “la capacidad de actuar sinérgicamente, generando redes y concertaciones al interior de la sociedad” (Kliksberg, 1998). Este concepto tiene como una de sus premisas la capacidad de negociación de las organizaciones humanas, la cual está relacionada con su capacidad para generar institucionalidad y de que esta incluya los valores e intereses fundamentales de las organizaciones. El territorio también resulta clave para esta dimensión, porque es el espacio en el cual la población crece, se desenvuelve, transforma y relaciona, por medio de actividades productivas, económicas, sociales y culturales, pero también porque esas acciones modifican el paisaje y se convierte en un reflejo del desarrollo cultural de la población.

2.5.5. Dimensión Económica

Esta dimensión se relaciona con la capacidad productiva y el potencial económico de los territorios rurales para generar los bienes y riquezas necesarios para el presente y el futuro, de sus habitantes. Se reconoce la importancia del trabajo conjunto de todos los sectores productivos (perspectiva multisectorial) para vincular actividades primarias con actividades propias del procesamiento y el comercio de productos finales todo en un marco de uso sostenible de los recursos naturales.

Para esto, se promueve la formación de cadenas agroalimentarias y de *clusters*, los cuales permiten enlazar las actividades primarias con las actividades intermedias y pasar, así, de una economía sectorial a una economía territorial.

Al incluir las cadenas agroalimentarias y los *clusters* como elementos de análisis, esta dimensión incorpora, también, la tecnología (insumos, maquinarias). Esta se emplea tanto en la producción agropecuaria y forestal, como en la transformación, el procesamiento y el transporte de productos.

Estos argumentos sientan la base para discusión de la competitividad, requisito fundamental para el desarrollo de una economía territorial, y junto a ella, la erradicación de la pobreza, a través de una distribución equitativa de los beneficios del desarrollo.

Forman parte esencial de esta dimensión el acceso a los activos productivos, la creación de mercados para actividades sostenibles (agricultura, turismo, tecnologías de la información), el establecimiento y la promoción de mercados e industrias locales, y la valoración de los recursos naturales en los ámbitos nacional y local.

La capacidad de gestión de los productores es otro componente fundamental, pues de ella depende que se logre avanzar de un estadio de producción tradicional a otro moderno. La capacidad de manejar de forma eficiente y competitiva las unidades productivas, en un contexto de cambios drásticos, tanto desde la oferta (producción) como desde la demanda (mercados) es sin duda, un factor decisivo para garantizar el éxito de la transformación productiva.

Las relaciones económicas y productivas de las unidades territoriales son tan importantes como las que se generan en los mercados, pues ambos afectan y modifican las tendencias productivas tradicionales.

2.5.6. Dimensión Ambiental

La incorporación del ambiente en las estrategias de desarrollo surge, de la necesidad, de proteger los recursos naturales y recuperar aquellos que han sido degradados por el ser humano. Agua, suelo, bosques, biodiversidad y poblaciones humanas constituyen un

solo sistema y son interdependientes: un cambio en uno de los componentes genera un cambio en los otros.

Esta dimensión reconoce al ambiente como base de la vida y, por lo tanto, como fundamento del desarrollo. También reconoce al ser humano como parte integral del ambiente y valora, con especial atención, los efectos positivos y negativos, de su accionar en la naturaleza, pero también, la forma en que la naturaleza afecta a los seres humanos.

Por otra parte, los sistemas ambientales (las cuencas hidrográficas, p.ej.) muchas veces traspasan las fronteras nacionales. Por eso, el manejo de los recursos naturales exige una visión comprensiva y participativa del tema, que incluye tanto a los actores locales como a los nacionales e internacionales.

En efecto, la participación ciudadana resulta fundamental. Una ciudadanía alerta y activa es la mejor garantía para generar un cambio e impulsar patrones de uso que aseguren un equilibrio entre la producción y la conservación.

Por último, en esta dimensión se destaca el papel de los sectores público y privado, sus mecanismos de interacción y los dispositivos legales que puedan hacer viable el uso racional de los recursos naturales y del ambiente.

2.5.7. Dimensión Político-Institucional

Según Sepúlveda (2008), la dimensión Político-institucional tiene como prioridad la gobernabilidad democrática y la participación ciudadana. La democracia hace posible la reorientación del sendero del desarrollo y, por lo tanto, la reasignación de recursos, permitiendo su redistribución entre diferentes actividades y grupos sociales. Los elementos en que se apoya la dimensión son: *a*) El fortalecimiento institucional, *b*) la participación ciudadana en procesos de toma de decisión, *c*) la autonomía administrativa de los gobiernos locales y las comunidades. Todo ello bajo la égida, la transparencia y el predominio de valores que apoyen los procesos democráticos. Para tal fin se debe considerar la estructura y el funcionamiento del sistema político (nacional, regional y local) ya que este es el nicho para tomar decisiones sobre el modelo de desarrollo que se

desea seguir. El sistema institucional público responde a las características del sendero de desarrollo escogido. En esta instancia se hace necesario dialogar con los actores que representan a los diversos grupos de interés y planificar los diversos tipos de equilibrios políticos por medio del proceso de negociación.

El resultado final de estas negociaciones se refleja en el tipo y el volumen de recursos que se asignen a distintos programas y proyectos que, de una u otra forma, beneficiarían al territorio y satisfacen las demandas y necesidades de los grupos. De esa forma, la dimensión política e institucional involucra al sistema institucional público y privado, a las organizaciones no gubernamentales y a las organizaciones gremiales y grupos de interés, entre otros. El proceso de descentralización del aparato público, el fortalecimiento de los gobiernos locales y un interés renovado por la democratización, permiten vislumbrar un nuevo papel para los gremios de la sociedad civil y para las ONG's. Eso implica un reordenamiento del aparato público, en sentido amplio, y de los canales, formas y mecanismos de participación de la sociedad civil en los procesos de toma de decisiones.

Los gobiernos regionales/locales y el sector público, sin embargo, continuarán desempeñándose como articuladores del proceso y, en casos en que la participación directa de la sociedad civil resulte imposible, también como promotores de las acciones de DS.

Desde la perspectiva de DRSET, los espacios locales y regionales se transforman en foros de negociación e intercambio de demandas de los grupos sociales, en los cuales, los técnicos del sector público – como instancia que representa al Estado – cumplen solamente la función de agentes del desarrollo. Ambas partes (actores y agentes) pueden llegar a conformar equipos que promuevan y ejecuten propuestas de desarrollo coherentes con las demandas de las mayorías (Sepúlveda, 2008).

La sinergia que se logre entre las instancias de gobiernos locales, nacionales y las organizaciones de la sociedad civil, puede convertirse, en un escenario para la formulación de políticas DRS, acorde a las características de cada territorio (Sepúlveda, 2008).

Esta transformación pretende acrecentar de manera significativa los mecanismos de participación política de la sociedad civil, cambio que resulta esencial para consolidar el proceso de fortalecimiento de los gobiernos locales y de las instituciones regionales, y para lograr un cambio en el “modo de estar” del gobierno central en cada unidad territorial (Sepúlveda, 2008).

La comunidad organizada será la que defina cuáles son los problemas que más la afectan, la que proponga soluciones y la que, seguramente, estará dispuesta a cofinanciar algunos de los proyectos. A las acciones impulsadas por la comunidad organizada, el Estado debe responder de forma orgánica y sistemática, apoyando incluso iniciativas dirigidas a fomentar la capacidad de gestión de las organizaciones de la sociedad civil, para que puedan asumir muchas de las funciones que tradicionalmente le corresponde al Estado y para las que los ciudadanos no han sido debidamente preparados (Sepúlveda, 2008).

Adicionalmente, es necesario aprovechar el nuevo papel que asume el sector privado y los mecanismos de interacción entre ambos. Este principio es parte de una de las hipótesis básicas de cualquier propuesta de desarrollo con visión de largo plazo: la necesidad de incentivar la autonomía y la capacidad de gestión de los actores sociales-agentes económicos. La agricultura sostenible requiere un sistema de gobernanza mundial que promueva la seguridad alimentaria en los regímenes y políticas comerciales, y que reexamine las políticas agrícolas para promover los mercados agrícolas locales y regionales. Para hacer frente al gran ritmo de cambio y a la creciente incertidumbre, hay que concebir a la sostenibilidad como un proceso, y no como un punto final determinado que hay que alcanzar. Esto, a su vez, requiere el desarrollo de marcos de gobernanza, de financiación, técnicos, y políticos, que apoyen a los productores agrícolas y a los gerentes de recursos involucrados en un proceso dinámico de innovación (Sepúlveda, 2008).

La CEPAL (1994), indica que las políticas públicas orientadas a coordinar acciones para el desarrollo del hombre utilizando el ámbito de una cuenca hidrográfica como base de gestión han tenido diferentes enfoques, y una desigual evolución en los países de América Latina y el Caribe. Sin embargo el tema a vuelto a recobrar vigencia desde 1990 desde el momento en que los países de la región se han abocado seriamente al

tema de alcanzar un desarrollo sustentable conciliando crecimiento económico, equidad y sustentabilidad ambiental.

En el estudio realizado por Del Rosario (2010), sobre diseño de un índice de sustentabilidad en agro-ecosistemas de producción de bioenergía, en el Valle de Mexicali, consideraron importante la contribución por parte del gobierno federal, estatales, municipales a la transición energética, coherencia con la ley y las futuras normas (porque no existen normas en materia de bioenergía), y participación de la sociedad civil en la formulación de políticas y programas de desarrollo.

2.5.8. Dimensión político-institucional con enfoque territorial

El enfoque territorial busca desplazar el eje articulador de las estrategias de desarrollo rural del ámbito del proceso productivo al ámbito del territorio. Se busca, entonces, pasar de la formulación de políticas que privilegian una visión sectorial de la realidad a políticas que se centran en el “*lugar*” y que privilegian las múltiples dimensiones que componen un espacio.

La dimensión Político-institucional tiene como prioridad la ***governabilidad democrática y la participación ciudadana***. La democracia hace posible la reorientación del sendero del desarrollo y, por lo tanto, la reasignación de recursos, permitiendo su redistribución entre diferentes actividades y grupos sociales (Sepúlveda, 2008).

Los resultados obtenidos en el estudio sobre sustentabilidad de la caficultura en el ámbito *Familiar en el Estado de Espírito Santo – Brasil*, permitieron poner de manifiesto algunos aspectos relevantes a la hora de diseñar Políticas Públicas de Desarrollo Rural relacionadas con éste sector (De Muner, 2011).

Desde una perspectiva de corte ético y ambiental, el DRS, según Sepúlveda (2008), plantea la necesidad de: ***a***) la vida humana pueda continuar indefinidamente; ***b***) las individualidades humanas tengan la posibilidad de crecer y multiplicarse; ***c***) las particularidades culturales puedan sobrevivir; ***d***) las actividades humanas se procesen dentro de límites que no pongan en peligro la diversidad, la complejidad y el sistema

ecológico que sirve de base a la vida. De ahí que la sostenibilidad haga referencia a factores de orden sociocultural, económicos, ambientales y político–institucionales.

El enfoque territorial, que brinda Sepúlveda (2008) al desarrollo sostenible, enfatiza la dimensión local, el territorio, como unidad de planificación y gestión, necesariamente articulando lo local y lo nacional. En ese sentido, parte del supuesto que toda propuesta de desarrollo debe sustentarse en una Política de Estado, en un Proyecto País, cuyos objetivos sean la inclusión y la cohesión social y territorial, a efectos de promover el bienestar de la sociedad rural y de potenciar su contribución estratégica al desarrollo sostenible de un país. Se busca, entonces, pasar de la formulación de políticas que privilegian una visión sectorial de la realidad a políticas que se centran en el “lugar” y que privilegian las múltiples dimensiones que componen un espacio.

2.6. Evaluación de la sustentabilidad

Se han propuesto diversos métodos de diagnóstico (e.g., FESLM, IICA, CIFOR, SAFE), uno que se está empleando en la actualidad en varios países latinoamericanos con bastante éxito es el método MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales mediante Indicadores de Sustentabilidad) mencionado por Masera *et al.* (1999) y que se muestra en el Anexo 3.

Yunlong y Smith (1994) han sugerido, que la sostenibilidad de la agricultura y ganadería debe ser evaluada desde la perspectiva de la solidez de los sistemas ecológicos, la aceptación social y la viabilidad económica. La *solidez ecológica* se refiere a la conservación y mejora del medio ambiente natural. La *viabilidad económica* apunta al mantenimiento de los rendimientos y la productividad de los cultivos y del ganado, y la *aceptabilidad social* hace mención a la autonomía, la igualdad y la mejora de la calidad de vida.

Según Kates *et al.*, (2001), Devuyt *et al.*, (2001) y Ness *et al.*, (2007) el objetivo de la evaluación de sustentabilidad es proporcionar a los encargados de adoptar decisiones, una valoración de ámbito local a global que integre los sistemas de naturaleza y sociedad a corto y largo plazo, a fin de ayudar a determinar qué acciones deben o no deben ser emprendidas para favorecer una sostenible relación entre sistemas.

La evaluación de la sustentabilidad se ve afectada por problemas inherentes a la propia multidimensión del concepto (ecológica, económica, social, cultural y temporal). Por lo tanto requiere un abordaje holístico (Andreoli y Tellarini, 2000) y sistémico, donde predomine el análisis multicriterio, que ha mostrado ser adecuado para el análisis de la sustentabilidad en agroecosistemas (Mendoza y Prabhu, 2000; Evia y Sarandón, 2002).

La evaluación de la sustentabilidad se lleva a cabo y es válida solamente para: (a) sistemas de manejo específicos en un determinado lugar geográfico y bajo un determinado contexto social y político; (b) una escala espacial (parcela, unidad de producción, comunidad o cuenca) previamente determinada; y (c) una escala temporal. Estas son condiciones previas que según Maser *et al.* (1999) se deben cumplir en un proceso de evaluación.

La evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas requiere transformar aspectos complejos en otros más claros, objetivos y generales que permitan detectar tendencias a nivel de sistema, denominados indicadores.

Hoy en día existe una evidente necesidad de idear un modelo basado en una relación equilibrada entre la sociedad y la naturaleza por ello consideramos que la evaluación ha de ser un proceso adaptativo, de continuo aprendizaje y experimentación, un ciclo de evaluación-acción-evaluación.

A grandes rasgos, encontramos tres grandes grupos de evaluaciones de sostenibilidad; aquellos que diseñan una lista bastante amplia de indicadores, aquellos que determinan índices agregados de sostenibilidad y ofrecen como resultado un único valor, y aquellos que proponen marcos metodológicos más flexibles ya que parten de supuestos muy generales para luego ir adaptándose al contexto específico (Maser *et al.*, 1999). Los marcos de evaluación son más útiles a la hora de emprender investigaciones más profundas y complejas pero si no se dispone del tiempo necesario quizá convenga escoger una metodología más sencilla.

La sostenibilidad es un paradigma que pretende cumplir simultáneamente con objetivos de dimensiones productivas, económicas, sociales, culturales y ecológicas o ambientales (Sarandón, 2002).

Para que el análisis de sostenibilidad sea operativo, es conveniente caracterizar el comportamiento de un número apropiado de indicadores relevantes. Éstos deben ser adecuados a los objetivos y escala de análisis, integrar variables, ser sensibles a un amplio rango de condiciones y a los cambios en el tiempo, poderse medir de manera fácil y confiable, y ser sencillos de entender (Sarandón, 2002; Masera *et al.*, 1999).

Para la evaluación de la sustentabilidad a partir de indicadores Astier y Masera, 1996 afirman que es necesario sobrepasar el mero ejercicio académico a partir de marcos rigurosos, generales, a escalas demasiado grandes, bajo el criterio del evaluador externo que hacen que estos ejercicios sean meramente calificadores y poco operativos. De allí que para evaluar la sustentabilidad se requieran procesos de participación y autogestión realizados por las propias comunidades.

Según Guba y Lincoln (1989), las evaluaciones se caracterizan por el cambio de varias generaciones. Las de 1ª generación son aquellas que se centran en medir y cuantificar los resultados obtenidos, siendo realizadas normalmente por un investigador especializado en instrumentos de medición. Las de 2ª generación, exigían un poco más de planificación; en este sentido describían las fortalezas y debilidades en relación con unos objetivos previamente establecidos y a partir de la medición de los cambios operados en las variables analizadas, se contrastaban con los objetivos. Las evaluaciones llamadas de 3ª generación, se caracterizaban por poner el énfasis en la necesidad de incorporar valoraciones y juicios a la evaluación. Esto supuso un gran avance para la ciencia evaluativa ya que obligó a apreciar y a reconocer la existencia de una pluralidad de valores y, por tanto, una pluralidad de criterios de valoración, en la sociedad donde se desenvuelven los programas, los proyectos o planes a evaluar.

Por último, las de 4ª generación se consideran evaluaciones interactivas ya que tanto su contenido como su propósito se definen a través de un proceso negociado (y no *a priori*), en el que participan directamente todos los implicados (stakeholders). También se la considera una evaluación constructivista ya que la metodología utilizada se basa en

el paradigma interrogativo frente al paradigma científico: las realidades sociales y de comportamiento son construcciones mentales y por ello los diseños experimentales son sustituidos por procesos holísticos (Guba y Lincoln, 1989).

Las evaluaciones de sostenibilidad emergieron como una de las herramientas más útiles para hacer operativo el concepto de desarrollo sostenible. Aunque no todas las evaluaciones contemplan los mismos principios, es importante tener claro cuáles son los objetivos que se persiguen para idear o basarse en la que mejor se adapte tanto a las circunstancias que se precisen como a la definición de desarrollo sostenible que se considere oportuna. Hoy en día existe una evidente necesidad de idear un modelo basado en una relación equilibrada entre la sociedad y la naturaleza por ello consideramos que la evaluación ha de ser un proceso adaptativo, de continuo aprendizaje y experimentación, un ciclo de evaluación-acción-evaluación.

Los marcos sistémicos identifican atributos propios del comportamiento del sistema de manejo haciendo hincapié en aspectos funcionales y en relaciones de reciprocidad (Holling, 2001). Con estos atributos se pretende reflejar los elementos necesarios para que el sistema se regule o se transforme. Un marco sistémico busca la sostenibilidad del sistema en su conjunto, no la sostenibilidad de las partes por las que está formado ya que en ocasiones esto no ocurre.

Respecto al área de evaluación, hay marcos que se centran en sólo un área, como el marco PICABUE, el MARPS, que se centran en el área social, o los llevados a cabo por otros investigadores que abogan por un enfoque agrícola (Stockle *et al.*, 1994; Lewandowski *et al.*, 1999). Sin embargo, no hemos de perder de vista la integridad del concepto de sostenibilidad, otorgando a priori un peso igualitario a las tres áreas de evaluación: La ambiental, la social y la económica. Tener claro el tipo de evaluación a desempeñar es vital para el diseño de la investigación.

El tipo de escala de evaluación es una de las características más controvertidas y difíciles de acotar dada la alta interdependencia entre los procesos que suceden a nivel local, regional y global. La evaluación multiescalar, posee tres dimensiones distintas (López-Ridaura *et al.*, 2005). Por un lado la escala espacial que se relaciona con el

espacio físico donde se tiene en cuenta tanto la extensión como la precisión con que se detallan los procesos.

Por otro lado está la escala temporal que hace referencia al tiempo transcurrido pudiéndose medir de manera absoluta o por intervalos de meses, semanas o incluso días, dependiendo de las características de los procesos. Por último está la escala institucional, que refleja las interacciones entre los agentes que controlan la dinámica del sistema. Esta escala parte de la unidad más simple que es el individuo hasta la más extensa que es el ámbito nacional o global.

Para evaluar la sustentabilidad se requiere un esfuerzo verdaderamente interdisciplinado e integrador, que aborde el análisis tanto de los procesos ambientales, como de los fenómenos de tipo socioeconómicos (Masera, 1999). Por ello, los indicadores deben constituirse en instrumentos para hacer la sostenibilidad más operacional. Sin embargo es importante tener en mente que no existen indicadores universales, sino más bien que estos deben ser ajustados a las necesidades de información que presuponen las decisiones que estos indicadores deben apoyar (Müller, 1996).

La evaluación de la sustentabilidad se ve afectada por problemas inherentes a la propia multidimensión del concepto (ecológica, económica, social, cultural y temporal). Por lo tanto requiere un abordaje holístico (Andreoli y Tellarini, 2000) y sistémico, donde predomine el análisis multicriterio, que ha mostrado ser adecuado para el análisis de la sustentabilidad en agroecosistemas (Mendoza y Prabhu, 2000; Evia y Sarandón, 2002).

Según Sarandón (2002) la sustentabilidad no puede evaluarse *per se* sino de manera comparativa o relativa, para esto existen dos vías: (a) comparar la evolución de un mismo sistema a través del tiempo (comparación longitudinal), o (b) comparar simultáneamente uno o más sistemas de manejo alternativo o innovador con un sistema de referencia (comparación transversal).

Uno de los marcos para la evaluación de sustentabilidad en el sector agropecuario es el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), el cual se deriva del Marco de Evaluación del Manejo

Sustentable de Tierras, conocido como el FESLM. Este marco se encuentra dentro de los más populares en México y América latina durante los últimos diez años.

La forma de hacer operativos los principios de la agricultura sustentable es a través de marcos de evaluación que incluyen indicadores de sustentabilidad. En la actualidad existe una creciente necesidad de desarrollar métodos para evaluar el desempeño de los sistemas socioambientales, y guiar las acciones y las políticas para el Manejo Sustentable de Recursos Naturales- MSRN.

Los marcos de evaluación constituyen un vínculo entre el desarrollo teórico del concepto y su aplicación práctica (von Wirén-Lehr, 2001). Comúnmente presentan una estructura jerárquica que va de lo general (principios o atributos) a lo particular (indicadores).

En los últimos años, diversos autores han desarrollado y aplicado métodos para la evaluación de la sustentabilidad. Algunos de ellos han puesto el acento en la definición de indicadores ambientales, sociales y económicos (CIAT, 1998; UNDS, 2001). Otros en el establecimiento metodologías de evaluación basadas en la determinación de índices de sustentabilidad, en las cuales se agrega o sintetiza la información de los indicadores en un solo valor numérico (Taylor *et al* 1993). Estos enfoques no ofrecen un marco analítico sólido para la derivación de indicadores. Su construcción requiere decisiones arbitrarias en cuanto a la selección, la ponderación y la agregación de los indicadores (Morse y Fraser, 2005).

El último grupo de métodos son los marcos de evaluación. Estos son propuestas metodológicas que permiten guiar el proceso de evaluación mediante diferentes etapas o pasos. Parten de atributos de objetivos generales que son aplicables en diferentes situaciones y sistemas de manejo, y que sirven de guía para derivar criterios e indicadores más específicos (De Camino e Muller, 1993; FAO, 1994; GIDSA, 1996; Masera *et al.*, 2000).

Se pueden identificar tres ventajas principales del desarrollo de los marcos de evaluación: ofrecen un marco analítico para el estudio y la comparación de sistemas de manejo alternativos sobre una base multidimensional; permiten priorizar y seleccionar

un conjunto de indicadores para el monitoreo de un sistema de manejo; permiten guiar procesos de planificación y toma de decisiones (Galván-Miyoshi, Masera, López-Ridaura, 2008).

Masera *et al.* (1999), Astier *et al.* (2008), presentan una herramienta para evaluar con seguridad la sustentabilidad de los agroecosistemas a partir de una selección de criterios y diagnósticos y de indicadores, posibilitando evaluar el manejo de los recursos naturales, permitiendo una visualización del comportamiento de una unidad rural en una forma más amplia.

2.7. Sistema de evaluación: Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de los recursos naturales Incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS)

El proyecto del MESMIS se inició entre 1994 y 1997, cuando la Fundación Rockefeller de México solicitó desarrollar un método para evaluar la sustentabilidad de los proyectos productivos que integran la Red —Manejo de Recursos Naturales. Se aplicó la metodología a cinco estudios de caso, en sistemas agrícolas, forestales y pecuarios de diferentes regiones de la Nación.

El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de los recursos naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS), surge del esfuerzo multidisciplinario de varias instituciones de desarrollo mexicanas que trabajan en distintos aspectos del manejo de agro-ecosistemas complejos. Los primeros artículos fueron publicados en 1999 por los investigadores Omar Masera, Marta Astier, Luis García-Barrios y Santiago López-Ridaura, quienes a lo largo de esta última década, han conseguido implementar la herramienta tanto a nivel nacional como internacional (Masera *et al.*, 1999).

El Equipo multidisciplinario del MESMIS, es: El Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO–UNAM), Centro de Investigaciones en Ciencias Agropecuarias (CICA–UAEM), Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) y Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiable (GIRA A.C).

El MESMIS es una de las herramientas más ventajosas para hacer operativo el concepto de sustentabilidad en el sector agropecuario nacional y de América latina, ya que ha permitido clarificar y reforzar las cuestiones teóricas de la discusión sobre el tema, así como proporcionar sugerencias técnicas y políticas para el diseño de sistemas de manejo de recursos naturales sustentables (Astier *et al.*, 2008).

Para Masera *et al.* (1999) el concepto de sustentabilidad según marco de evaluación MESMIS se define a partir de cinco atributos generales de los agroecosistemas o sistemas de manejo: (a) productividad; (b) estabilidad, confiabilidad y resiliencia; (c) adaptabilidad; (d) equidad; (e) autodependencia (autogestión).

Los objetivos principales que persigue el marco MESMIS son ayudar a evaluar la sostenibilidad de sistemas de manejo de recursos naturales, haciendo énfasis en el contexto de los productores campesinos y en el ámbito local, desde la parcela hasta la comunidad, brindando una reflexión crítica destinada a mejorar las posibilidades de éxito de las propuestas de sistemas de manejo alternativos y de los propios proyectos involucrados en la evaluación (Masera *et al.*, 1999).

El sistema MESMIS, busca entender de manera integral tanto las limitaciones como las oportunidades para la sostenibilidad de los sistemas de manejo que surgen de la intersección de procesos ambientales con el ámbito social y con el económico. También permite comparar a los sistemas de manejo en términos de sostenibilidad, ya sea mediante la confrontación de uno o más sistemas alternativos con un sistema de referencia (comparación transversal) o bien mediante la observación de los cambios de las propiedades de un sistema de manejo particular a lo largo del tiempo (comparación longitudinal).

El MESMIS se propone como un proceso de análisis y retroalimentación. Se busca evitar que el análisis proporcione simplemente una calificación de los sistemas de manejo en escalas de sostenibilidad. Asimismo, propone un proceso de evaluación participativo que enfatiza dinámicas de grupo y una retroalimentación continua del equipo evaluador. Constituye una herramienta en desarrollo. La experiencia de su aplicación permitirá mejorar el propio marco. En este sentido, debe entenderse al MESMIS como un método para organizar (pero no agotar) la discusión sobre

sostenibilidad y la forma de hacer operativo el concepto y es por todo esto por lo que será la herramienta metodológica en la que nos basaremos en el presente trabajo.

Según la metodología MESMIS, la sostenibilidad de un sistema de recursos naturales se define por siete atributos generales: Productividad, Equidad, Resiliencia, Estabilidad, Confiabilidad, Adaptabilidad, y Autogestión.

El MESMIS contribuyó para el trabajo interdisciplinario y de los sistemas complejos, forjó a los sistemas como —totalidades organizadas; proporcionó ideas sobre el —ciclo adaptativo con respecto a dinámica de regulación-transformación de los sistemas, así como su organización jerárquica en diferentes escalas espaciales y temporales, y en cuanto a los procesos de autorganización; también se dió coherencia teórica a los atributos sistémicos de los sistemas de manejo (Astier *et al.*, 2008).

De esta forma, se pretendió entender de manera integral las limitantes y las posibilidades para fortalecer la sustentabilidad de los sistemas de manejo que surgieron de la intersección de procesos ambientales con los ámbitos social y económico. En el proceso de evaluación, el MESMIS muestra una estructura flexible para adaptarse a diferentes niveles de información y capacidades técnicas disponibles localmente, e implica un proceso de evaluación participativo, con dinámicas de grupo y una retroalimentación constante del grupo evaluador.

El segundo paso consiste en determinar las fortalezas y debilidades de los sistemas de manejo. Se analizan los aspectos o los procesos que limitan o fortalecen la capacidad de los sistemas para sostenerse en el tiempo, esto es necesario para la evaluación porque permite centrar y dar dimensiones manejables al problema bajo análisis.

El tercer paso, incluye la selección de criterios de diagnóstico e indicadores estratégicos. Se identifican los diferentes indicadores que permitirán evaluar el grado de sustentabilidad de los sistemas de manejo propuestos, donde no existe una lista de indicadores universales (Bakkes *et al.*, 1994). Los indicadores dependerán de las características del problema específico bajo estudio, de la escala del proyecto, del tipo de acceso y de la disponibilidad de datos. En esta parte se determinan los niveles de sustentabilidad, por ejemplo, 5 lo más sustentable y cero lo menos sustentable.

Una vez seleccionados los indicadores económicos, sociales y económicos que se utilizarán para la evaluación, éstos son medidos, como lo indica el cuarto paso. Se debe detallar el procedimiento para evaluar cada indicador, ya que existen diversos procedimientos, es decir, un indicador se puede medir de diferentes maneras, por eso es importante elegir una forma accesible para hacerlo, y evitar sesgos por descuidos o por otro motivo.

Como quinto paso, se deben integrar los resultados. Es un momento importante y complicado, ya que se trabaja con indicadores que tienen información muy diversa, aunque pertenezcan al mismo ámbito, social, económico y ambiental. El diseño de índices de sustentabilidad (Taylor *et al.*, 1993) que facilitan la integración y comprensión de resultados. Aunque algunos expertos han optado por técnicas cualitativas como el método AMIBA (Brink *et al.*, 1991 citado en Masera *et al.*, 1999). Él o los evaluadores podrán elegir el método que consideren más conveniente.

Por último, una vez analizados los resultados, se proporcionan las conclusiones y recomendaciones (sexto paso). Se indica qué ámbito (social, ambiental o económico) y qué indicadores mostraron los valores más o menos sustentables. Se emiten las recomendaciones sobre las fallas o aciertos de los sistemas en comparación con otro o con él mismo en el tiempo.

2.8. Indicadores de sustentabilidad

Un indicador es una variable, seleccionada y cuantificada que nos permite ver una tendencia que de otra forma no es fácilmente detectable (Sarandón 2002). El indicador es una expresión sintética y específica, que señala una condición, características o valor determinado en el tiempo. Los indicadores pueden ser cuantitativos y cualitativos, dependiendo de la naturaleza de lo que se requiere evaluar, estos deben ser medibles, y verificables, deben permitir el reconocimiento del éxito, fracaso o avance de la intervención (Faustino, 2001).

Es un estudio sobre las opciones para una estrategia ambiental en América Latina (WRI/USAID/LAC 1991, citado por Müller 1996) se han diferenciado tres tipos de

indicadores: i) indicadores que se describen la disponibilidad de recursos; ii) indicadores que se refieren a la productividad; e iii) indicadores relacionados con la eficiencia.

Müller (1996) recomienda que los indicadores tengan que pasar por un proceso de selección en el cual deben ser evaluados a la luz de una serie de criterios de calidad, especialmente eficacia/costo, su poder explicativo y significación en relación con el problema específico. Entre sus características están:

- Deben ser fáciles de medir.
- Deben tener correspondencia con el nivel de agregación del sistema.
- Debe ser posible repetir las mediciones.
- Deben dar una explicación significativa.
- Deben adaptarse al problema específico que se requiere analizar.
- Deben ser sensibles a los cambios en el sistema.
- Deben dar información básica, con el fin de permitir la evaluación de los *trade-offs* entre las diferentes dimensiones de la sostenibilidad.

Existe toda una gama de posibilidades para medición de indicadores, puesto que la sostenibilidad se refiere al comportamiento del sistema de manejo en el tiempo, se tendrá que hacer énfasis en métodos de toma de información que incluya el monitoreo de procesos durante cierto periodo de tiempo, el análisis de series históricas o el modelaje de ciertas variables (Masera, 1999).

Los indicadores de sostenibilidad que en general no pueden ser considerados universales, han sido desarrollados por profesionales ligados a la agricultura sustentable. Por la forma de inferir las condiciones de un agroecosistema, son pocos utilizables por los agricultores (Gómez *et al.*, 1996; Masera *et al.*, 1999). Por ellos los indicadores de sostenibilidad deben ser construidos respetando el conocimiento local, así como las diferentes formas del conocimiento de los grupos sociales involucrados (Ferraz 2002; Marques *et al.*, 2001).

Un indicador, según Abbot y Guijt (1999), es algo que ayuda a entender e interpretar un conjunto de informaciones sobre procesos complejos, eventos o tendencias. Para Mitchell (1997) un indicador es una herramienta que permite la obtención de información sobre una realidad dada. Asimismo, Beaudoux *et al.*, (1993), afirman que los indicadores sirven para medir y comparar, siendo una herramienta que ayuda en la toma de decisiones en los métodos.

En un trabajo pionero basado en el principio de indicadores agroecológicos con respecto a la calidad del suelo y en la salud del cultivo en dos sistemas agrícolas (una sobre el cultivo de cacao y otra sobre el cultivo de yuca), se definieron para validar la sustentabilidad, con una metodología práctica de fácil medición y entendimiento por propios actores locales en Bahía, Brasil (Araujo *et al.*, 2008).

Por tanto, los indicadores de sustentabilidad permiten la visualización de fenómenos, poniendo de relieve las tendencias, lo que permite simplificar, cuantificar, analizar y comunicar de un modo más simple información compleja (Singh *et al.*, 2009).

Según Nahed (2008), los indicadores deben poder detectar las propiedades más relevantes de los sistemas agrosilvopastoriles y sus tendencias de cambio; dichas propiedades son atributos o cualidades que los sistemas deben cumplir para ser sostenibles.

Los indicadores de sustentabilidad permiten la visualización de fenómenos, poniendo de relieve las tendencias, lo que permite simplificar, cuantificar, analizar y comunicar de un modo más simple información compleja (Singh *et al.*, 2009).

No existe un conjunto de indicadores preestablecidos que permitan su utilización en forma universal. De esta manera, el desarrollo de los indicadores debe ser realizado teniendo en cuenta las características locales de los agroecosistemas a analizar y de los objetivos del análisis (Sarandón 2002).

La medición de agroecosistemas a partir de indicadores requiere la construcción colectiva de una herramienta metodológica basada en la experiencia, el conocimiento de las comunidades involucradas y grupos facilitadores que contemplen un enfoque de

investigación participativa mediante el cual se promueva el dialogo de saberes (Acevedo, 2003; Astier *et al.*, 2003; Delgado, 2000; Moya *et al.*, 2002; Castaño, 1993).

Los análisis sistémicos contemplan como recursos del sistema: agua, suelo, flora, fauna, aire, recursos culturales y áreas únicas; y como elementos de operación del sistema y otros exógenos el componente técnico y socioeconómico (Avila, 1989 y Weber, 1990) citados por De Camino y Muller (1993).

Para Sepúlveda (2008), los indicadores e índices altamente agregados, se encuentran en la punta de una pirámide de información cuya base la constituyen datos primarios derivados de monitoreo y análisis de datos. En ese contexto, los indicadores representan una síntesis de la realidad (Figura 8).



Figura 8. Pirámide de información (Sepúlveda, 2008).

El biograma es un diagrama multidimensional que grafica el “estado de un sistema”, la imagen revela el grado de desarrollo sostenible de la unidad de análisis en cuestión, los aparentes desequilibrios entre las diversas dimensiones y, por ende, los posibles niveles de conflicto existentes. Además de generar un “estado de la situación actual” de la unidad estudiada, el Biograma, por su propia naturaleza, permite realizar un análisis comparativo del sistema analizado en diversos momentos de su historia; es decir, su evolución. Por ejemplo, se puede analizar el grado de desempeño de una región determinada en las dimensiones ambiental, social, económica e institucional, para un

periodo de 20 años, o bien, comparar su desarrollo en esas dimensiones con otras regiones, para un mismo período (Sepulveda, 2008).

En el **Biograma** utilizado por el IICA se consideran cinco colores para caracterizar fácilmente el *estado* de desarrollo sostenible de la unidad de análisis (Sepulveda, 2008). Cuando el área sombreada equivale a un índice por debajo de 0.2, éste se representa en rojo, simbolizando un estado del sistema con una alta probabilidad de colapso. Para niveles entre 0.2 y 0.4 se utiliza el color anaranjado, indicando una situación crítica. De 0.4 a 0.6 el color es amarillo, correspondiendo a un sistema inestable. De 0.6 a 0.8 la representación es en azul, simbolizando un sistema estable. Finalmente de 0.8 a 1 el color es verde y se considera como la situación óptima del sistema. En la Figura 9 se puede apreciar tal distribución de colores con su respectivo significado.

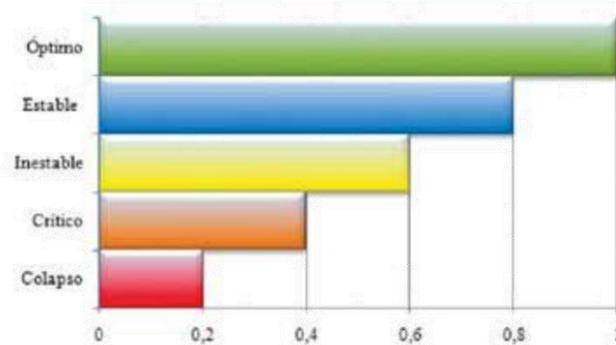


Figura 9. Estado de un sistema según los colores seleccionados (Sepúlveda, 2008).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

La investigación se realizó en el área del Proyecto de Riego Carrizal-Chone que está influenciado por el embalse La Esperanza, ubicado en la parte central de la Provincia de Manabí, República del Ecuador, que corresponde el área de la **primera etapa** del Proyecto de riego Carrizal-Chone, que está ubicado, entre las coordenadas (UTM PSA56) Oeste 583965; Norte 9914673 y Este 603946; Norte 9899560, siendo el área de influencia del orden de 7 250 hectáreas que se abastece desde el embalse La Esperanza (Figura 10).

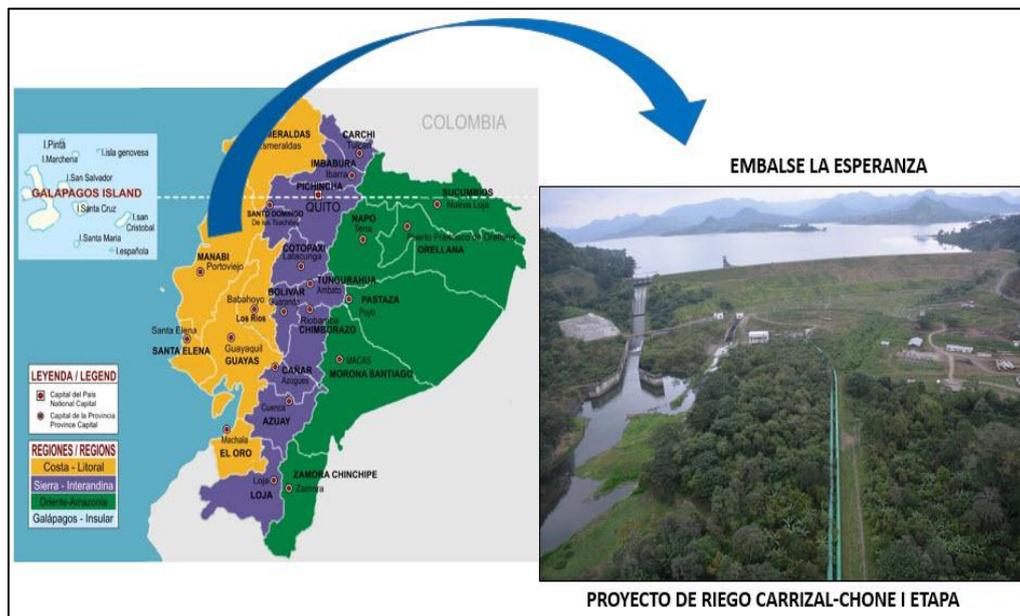


Figura 10. Ubicación del proyecto de riego Carrizal-Chone en Manabí, Ecuador.

3.2. Materiales, equipos y herramientas

Los materiales, equipos y herramientas de trabajo fueron:

- Encuestas estructuradas
- Cámara fotográfica
- Grabadora
- GPS
- GIS
- Proyector
- Vehículos
- Mapas
- Computadoras
- Otros

3.3. Metodología

3.3.1. Diseño de la Investigación

La presente investigación es un estudio no experimental con un diseño descriptivo-observacional, evaluativo-explicativo, e interactivo (Villasante, 1993), citado en Merma (2011). En la Figura 11 se presenta un esquema de las fases que comprende este estudio.

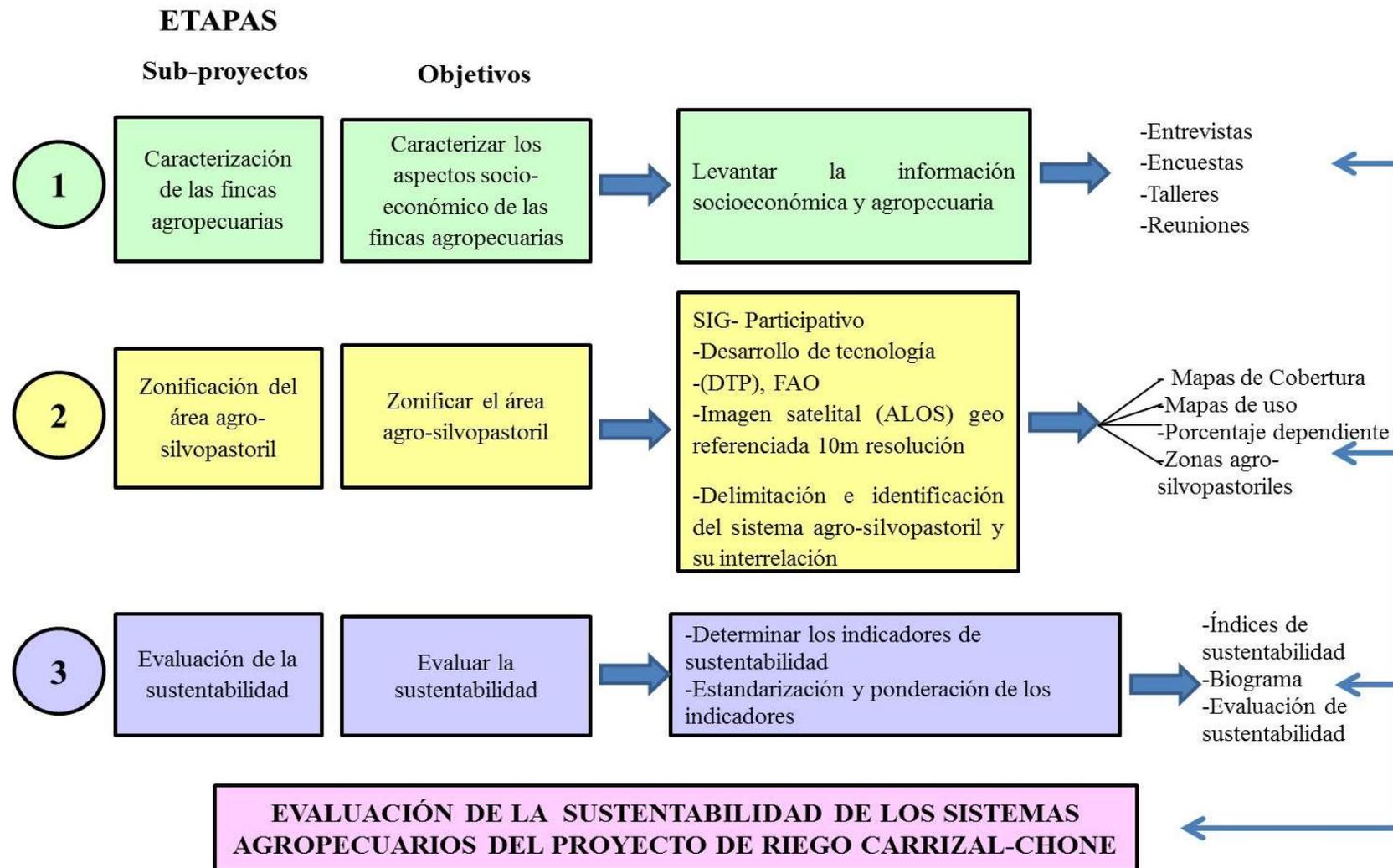


Figura 11. Fases del estudio para evaluar la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios del proyecto de riego Carrizal-Chone.

3.3.2. Descripción de metodologías

3.3.2.1. Caracterización de las fincas agropecuarias

La caracterización de las fincas agropecuarias se realizó con el apoyo de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Agrícola de las Universidad Técnica de Manabí y la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “MFL”. Se aplicó la metodología recomendada por la FAO que es “Desarrollo de tecnología participativa” (DTP), que nos permitió la participación interactiva con los involucrados directos a través de encuestas, charlas y proyecciones audiovisuales.

Toda la información geográfica generada en el proyecto fue georeferenciada a la proyección cartográfica WGS84 Zona 17 Sur. Los puntos y recorridos tomados con el GPS fueron almacenados en una base de datos geoespacial de forma organizada y de fácil acceso por cualquier software de información geográfica. Todos los mapas que resultaron de este estudio fueron exportados a formato shape que es el más común.

a. Tamaño de la muestra

Se encuestó 97 productores, de un universo de 2 730 productores de la zona de influencia y aplicando la fórmula de muestreo de asignación proporcional, propuesta por INCAGRO, aplicada en varias investigaciones de la UNALM, citada en Merma (2011).

$$n = \frac{\frac{4PQ}{d^2}}{\frac{4PQ}{d^2} - 1 + \frac{1}{N}}$$
$$n = \frac{100}{1.036} = 97$$

Donde:

n:	tamaño de muestra
N:	Población Objetivo (2 730)
P:	Probabilidad de acierto 0.5 (generalmente se asume este valor)
Q:	Probabilidad de error 0.5
d:	% de error (0.10)

El tamaño de la muestra tuvo un nivel de confianza de 95 por ciento y error de muestreo (d) de 10 por ciento, lo cual dio un tamaño mínimo de muestra de n=97 encuestas.

b. Técnicas de recolección de la información:

- ***Fuentes de información primaria y secundaria:*** Se recopiló información básica de la provincia y la zona de influencia del embalse La Esperanza, accediendo a fuentes escritas, estadística, mapas y otros (información secundaria), e información directa de la zona en estudio a través de la comunicación oral y documentos institucionales.
- ***El sondeo o diagnóstico exploratorio:*** Es un diagnóstico preliminar que se usó para definir las unidades en estudio, el diseño de la muestra y la zonificación del área agro-silvopastoril.
- ***Encuesta:*** Es un cuestionario con variables priorizadas aplicadas a 97 productores que conforman la muestra, que sirvió para la caracterización de la fincas agropecuarias de la zona de estudio.
- ***Entrevista personal a los agricultores:*** Es el contacto directo con productores seleccionados que sirvió para evaluar la sustentabilidad de las fincas.
- ***Grupos focales y talleres participativos:*** Fueron reuniones grupales con líderes productores seleccionados para identificar limitantes y potencialidades y diseñar alternativas tecnológicas, previa invitación formal.

La encuesta constituyó un cuestionario previamente elaborado, dirigido al productor agropecuario, con preguntas abiertas y cerradas. Considero aspectos geográficos, económicos, ambientales, tecnológicos, sociales y político-institucionales, un total de 28 variables (13 cuantitativas y 15 cualitativas), en el Anexo 1 se presentan los detalles de la misma.

c. Otras fuentes de información

Para la recolección de información secundaria se realizó también visitas a varios organismos gubernamentales vinculados al desarrollo agropecuario de la provincia de Manabí, como: La Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA), Consejo Provincial de Manabí, Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGAP) y varias Universidades de la provincia.

d. Análisis de la información

Para el procesamiento primario de los datos, se usó una hoja de cálculo (Excel) y de para el analisis de conglomerados se aplicó el paquete estadístico (SPSS V.2012 y MINITAB). El agrupamiento se realizó utilizando el método de Ward, el cual conforma grupos donde la varianza entre grupos es la máxima y dentro de los grupos es la mínima y con distancia eucladiana al cuadrado y a través de la estadística descriptiva se procedió a reunir, representar y resumir datos que fueron recopilados mediante las técnicas de investigación planteadas. Éstos fueron representados en tablas y gráficos de barras y circulares a fin de ofrecer una información clara y fácil de comprender.

3.3.2.2. Zonificación de los sistemas agrosilvopastoriles

La zonificación de los sistemas agro-silvopastoriles del área de influencia, se realizó usando un Sistema de Información Geográfica Participativa. Se formaron grupos de participación con pobladores de las comunidades que se benefician del embalse La Esperanza.

Se utilizó un mapa base (cartografía oficial), obtenidos en el Instituto Geográfico Militar del Ecuador (IGM) del área de influencia. Adicionalmente, se adquirió una imagen satelital (ALOS) de 10 metros de resolución (escala aproximada 1:10000). Los

puntos de control GPS fueron tomados con un receptor Garmin 60CsX. Se utilizó la opción de promedio para disminuir el error horizontal en las coordenadas. Los puntos fueron sobrepuestos sobre la imagen para su validación visual.

Se generaron los mapas de cobertura y uso del suelo a través de una clasificación supervisada. Se calculó la pendiente a partir Modelos Digitales de Terreno SRTM y adicionalmente se incorporó la ubicación de las tomas de agua de la primera etapa del sistema de riego. La información generada se validó con información obtenida en SENAGUA, Empresa Carrizal Chone, Alcaldías y el Honorable Consejo Provincial de Manabí. Se realizó la zonificación y ubicación de los ámbitos geográficos de las áreas productivas y agro-silvopastoriles, de la zona de influencia.

3.3.2.3. Evaluación de la sustentabilidad

Para evaluar la sustentabilidad se siguió el esquema propuesto por Masera *et al.* (1999) mediante los pasos descritos a continuación:

Definición del sistema

Se identificaron los componentes de los sistemas, los insumos que reciben, la interrelación de los flujos internos y los productos que generan, tanto en términos biofísicos como socioeconómicos.

Implementación del sistema MESMI

Según Masera *et al.*, (1999), la estructura marco MESMI consiste en ciclos de evaluación de 6 pasos, (Figura 12). Definido el sistema y sus interacciones, en forma participativa y en varios talleres se determinaron los objetos de la evaluación, se identificaron todos los puntos críticos y se seleccionaron los criterios de diagnóstico e indicadores más significativos, en relación a las propiedades o atributos de los agro-ecosistemas así como, la dimensión de evaluación a la que corresponden (social, económica, ambiental y político institucional), señalado por Arnés (2011).

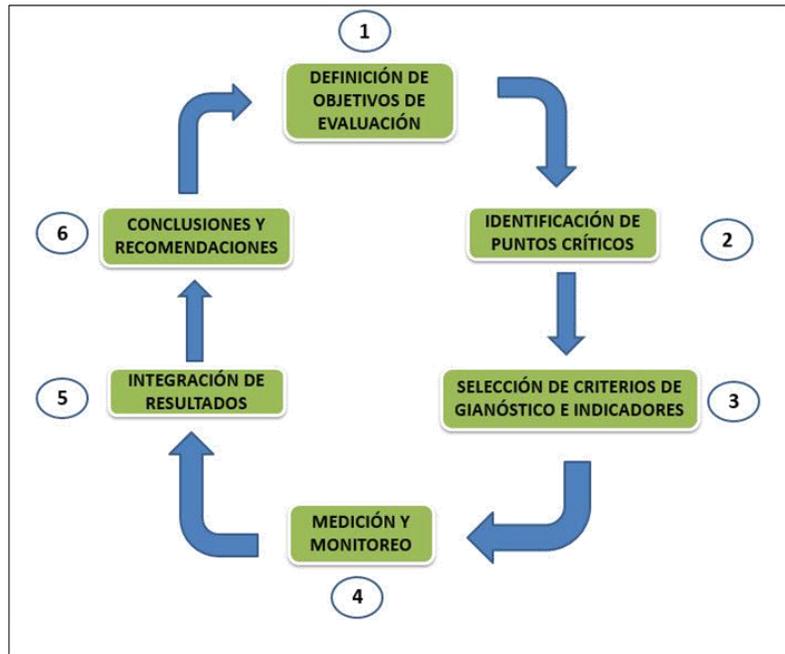


Figura 12. El ciclo de evaluación en el MESMIS (Maserá *et al.*, 1999)

En los últimos tres pasos, la información obtenida por medio de los indicadores se integran a través de técnicas y análisis multicriterio (cualitativos y cuantitativos) mezclado, a fin de obtener un juicio de valor acerca de los sistemas de gestión de recursos y para proporcionar sugerencias e ideas destinadas a mejorar sus condiciones socio-ambiental perfil. MESMIS intenta generar un proceso cíclico que, mediante la integración efectiva de la evaluación en la toma de decisiones proceso, mejora las probabilidades de éxito en el diseño de alternativas y la implementación de proyectos de desarrollo.

Construcción de indicadores

Los indicadores se construyeron de acuerdo a la metodología MESMIS, complementada con lo propuesta por Sepúlveda (2008), Arnés (2011) y lineamientos de Astier *et al.* (2002). Se consideró al indicador como una variable seleccionada y cuantifica cada que hace clara una tendencia, que de otra forma no es fácilmente detectable (Sarandón 2002). Se eligieron indicadores que fueran fáciles de obtener, de interpretar, que brindaran la información necesaria, y que permitieran detectar tendencias en el ámbito de finca, atendiendo a los expuestos por Nahed (2008), como se aprecia en la Tabla 3.

Tabla 3. Indicadores de sustentabilidad para el área de influencia del proyecto.

ATRIBUTOS	CRITERIOS DE DIAGNÓSTICO	FORTALEZAS Y DEBILIDADES	INDICADORES
Productividad	Eficiencia	Baja productividad pastos	1. Rendimiento Pasto saboya (<i>Panicum maximum</i>)
			2. Uso de riego tecnificado
			3. Mantenimiento de pasturas
			4. Uso de residuos para forraje
			5. Carga animal
		Baja productividad forestal	6. Cobertura vegetal
	Baja productividad animal	7. Producción de leche	
		8. Producción de carne bovina	
Equidad	Distribución de costos y beneficios		9. Vivienda propia
			10. Acceso a la educación
			11. Acceso a salud y cobertura sanitaria
			12. Servicios Básicos
Estabilidad	Conservación de recursos	Alto grado de erosión	13. Control de erosión del suelo
	Diversidad de espacio y tiempo	Dominio del monocultivo	14. Diversidad de especies, (animales y agrícola) en las fincas
			15. Control efectivo de enfermedades parasitarias
			16. Conservación del paisaje
		17. Implementación del GAD del plan de desarrollo sustentable para SASP	
Adaptabilidad	Capacidad de innovación	Fracaso de los paquetes tecnológicos	18. Grado de aceptación innovación tecnológica
			19. Asimilación cambios ambientales
Auto seguridad	Participación, control y organización	Falta de cooperación entre los agricultores	20. Participación en Asambleas
			21. Uso de insumos externos
			22. Acceso al crédito
			23. Existencia de políticas para manejo sustentable del SASP

En la construcción de los indicadores, se aplicó lo sugerido por Sepúlveda (2008), un desarrollo rural con enfoque territorial, compuesto por las cuatro dimensiones del desarrollo sostenible: social, económica, ambiental y político-institucional; así como,

por las interacciones al interior de cada una de ellas y entre una dimensión y otra. El espacio de interacción entre las dimensiones está representado por la esfera y se define como el “*espacio de desarrollo sostenible*” (Figura 5).

La dimensión Político-institucional tiene como prioridad la gobernabilidad democrática y la participación ciudadana. La democracia hace posible la reorientación del sendero del desarrollo y, por lo tanto, la reasignación de recursos, permitiendo su redistribución entre diferentes actividades y grupos sociales (Sepúlveda, 2008).

Estandarización y ponderación de los indicadores

Para facilitar el análisis de las múltiples dimensiones de la sustentabilidad, los datos fueron estandarizados de 0 a 5, siendo 5 el mayor y 0 el más bajo relacionada con la sustentabilidad, rango similar fue utilizada por Meza y Julca (2015) en un trabajo donde se evaluó la sustentabilidad de sistemas de producción agrícola. Todos los valores, independientes de su unidad original, se transformaron o adecuaron a esta escala, aplicando el método propuesto por Arnés (2001), mediante la siguiente fórmula:

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

Donde: 5 es el valor asignado para una sustentabilidad óptima.

Tras aplicar la fórmula los valores medidos de cada uno de los indicadores, resulta un índice estandarizado. Esto posibilitó la integración de varios indicadores de distinta naturaleza, en otros más sintéticos o robustos. En este trabajo, la ponderación se realizó por discusión y consenso entre los integrantes del grupo de trabajo y productores agrícolas. El peso de cada indicador refleja la importancia del mismo en la sustentabilidad, datos que se obtuvieron también a través de las encuestas y se confrontaron con la realidad de la zona.

Los datos se obtuvieron mediante encuestas, entrevistas, talleres y observaciones a campo realizadas por el autor y estudiantes de la Facultad de Ingeniería Agrícola de las Universidad Técnica de Manabí y la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “MFL.

Presentación de los resultados

Se aplicó la metodología desarrollada por IICA, que ya es utilizada como instrumento en tres países: Brasil, Colombia y Perú, de manera que resulta amigable, aún para aquellos usuarios que no tienen familiaridad con el programa (Sepúlveda, 2008). En el Biograma utilizado por el IICA, se consideran cinco colores para caracterizar fácilmente la situación de sostenibilidad del sistema agropecuario analizado. El área sombreada equivale a un índice entre 0 a 1, representada por el color rojo, simbolizando un estado del sistema con una alta probabilidad de colapso. Para niveles entre 1.1 a 2 se utiliza el color fucsia, indicando una situación crítica. De 2.1 a 3 el color es amarillo, correspondiendo a un sistema inestable. De 3.1 a 4 la representación es en azul, simbolizando un sistema estable. Finalmente de 4.1 a 5 el color es verde y se considera como la situación óptima del sistema (Figura 13).

SITUACIÓN	COLOR	RANGO
Óptimo	Verde	4.1-5
Estable	Azul	3.1-4
Inestable	Amarillo	2.1-3
Crítico	Fucsia	1.1-2
Colapso	Rojo	0-1

Figura 13. Esquema de colores para calificar la sustentabilidad (Adaptado de Sepúlveda, 2008).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de las fincas agropecuarias

Santistevan *et al.* (2014), señalan que cuando las fincas de una localidad son muy diversas y complejas, es necesario hacer una caracterización como paso previo para cualquier proyecto posterior. Para Bolaños (1999), no es más que la descripción de las principales características y las múltiples interrelaciones en las organizaciones. Estos estudios permiten una mejor planificación y la distribución más eficiente de los recursos destinados a mejorar el funcionamiento de los diferentes sistemas productivos que conforman el entorno de la población estudiada (Castaldo *et al.*, 2003). Para Malagon & Prager (2001), la caracterización es una etapa importante para la investigación de los sistemas de producción y consiste en determinar un conjunto de variables que distinguen a una zona o unidad de producción en particular y que la hace diferente a otras. Entre otras cosas, busca distinguir los aspectos sobresalientes para la investigación en el área seleccionada, identificar los sistemas prevalecientes e identificar los factores limitantes.

4.1.2. Género del responsable de la finca

Respecto al género del responsable de la finca, el 72 por ciento pertenecen al género masculino y las mujeres alcanzan el 28 por ciento (Figura 14). Estos resultados son parecidos a los reportados por el INEC (2010), que reportó una mayor cantidad de varones en las fincas en el Ecuador, lo que se explica porque la actividad predominante es la agricultura. En un trabajo anterior realizado en el ámbito de la primera etapa del proyecto Carrizal-Chone, Reyna y Sornoza (2006), encontraron que el 66 por ciento de las propiedades correspondieron a varones y el 34 por ciento a mujeres.

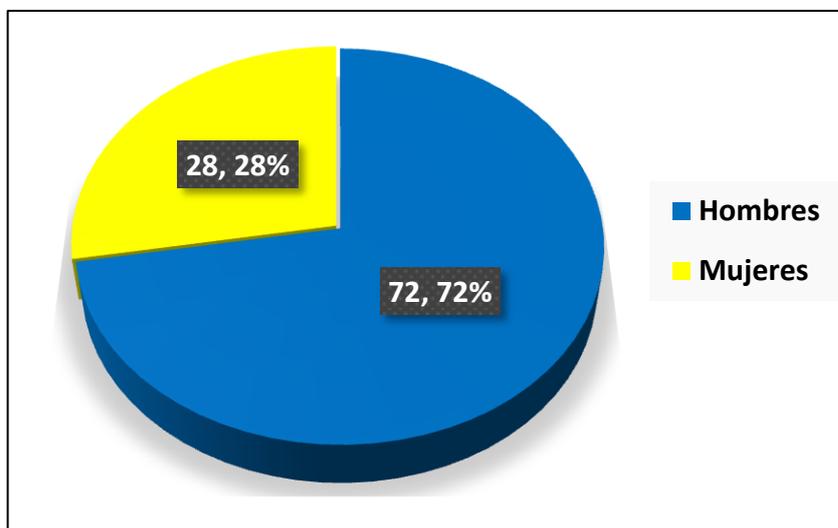


Figura 14. Género del responsable de la finca agropecuaria en la zona de estudio.

4.1.3 Edad del jefe de familia

La edad del jefe de familia en las fincas estudiadas varía desde 24 hasta 83 años de edad. El grupo más significativo es el de 50 a 60 años (34 por ciento) de los agricultores encuestados, seguido por los de 40 a 50 años (24 por ciento), los de edad entre 60 a 70 años (14 por ciento), los de 70 a 90 años (16 por ciento) y los más jóvenes están entre los 20 a 40 años (12 por ciento). En un trabajo realizado en la misma zona por Reyna, *et al.* (2006), encontraron que la edad de los jefes de familia es mayormente estaba entre los 40 y 60 años de edad, ver Figura 15. Esto debido a que la pobreza rural, acentuada durante las últimas décadas en nuestro país, ha obligado a que los miembros más jóvenes de la familia emigren a las ciudades o a otros países.

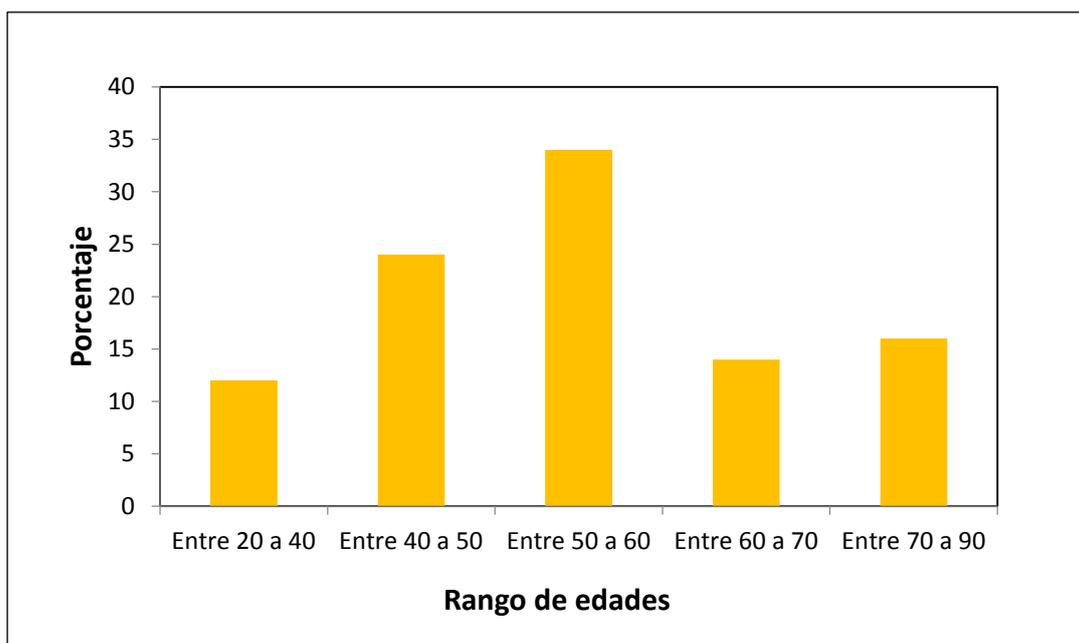


Figura 15. Edad de jefe de familia de las fincas agropecuarias en la zona de estudio

4.1.4. Nivel de Educación

En la Figura 16, se puede apreciar que el mayor nivel de educación corresponde a la educación primaria con un 59 por ciento, seguido del nivel de la secundaria con 21 por ciento, 9 por ciento estudios universitarios y tan solo un 2 por ciento tiene estudios de postgrado. Similares resultados obtuvieron Reyna *et al.* (2006) y García y Mejía (2012), que señalan que los jefes de familia en las propiedades del Carrizal-Chone, tienen el 62 y el 69 por ciento de instrucción primaria respectivamente y de secundaria los dos sobre pasan el 20 por ciento, lo que se confirma el bajo porcentaje de educación universitaria y técnica.

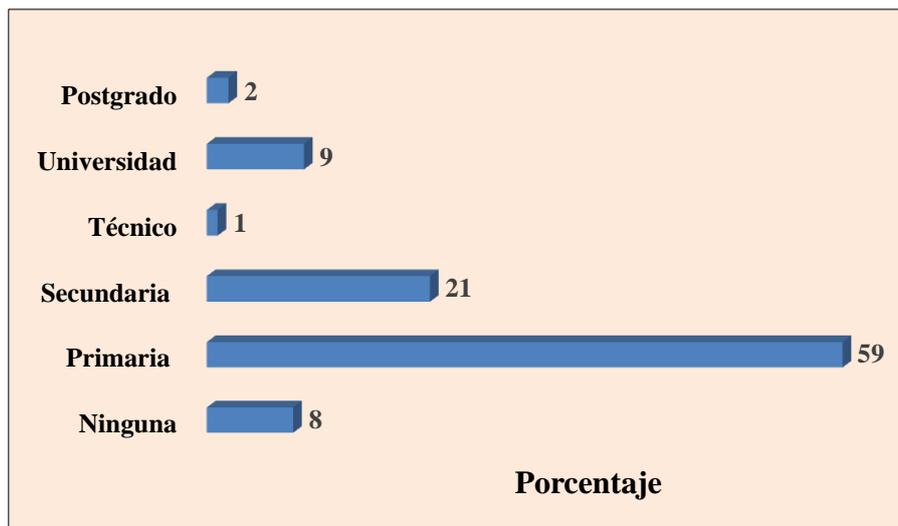


Figura 16. Nivel de instrucción de los responsables de las fincas agropecuarias en la zona de estudio.

4.1.5. Propiedad de la finca

En el análisis de la propiedad de la finca (Figura 17), se puede apreciar que 77 por ciento de los productores tienen su título de propiedad, seguido de los poseionarios con el 15 por ciento, las tierras arrendadas y comunales corresponden al 4 por ciento cada una de ellas. Estos resultados se aproximan a los obtenidos por García y Mejía (2012), que obtuvieron el 85 por ciento con título de propiedad, lo que permite que sean calificados la mayoría de los productores como sujetos de créditos. Igualmente, Projetec (2008), en su estudio socioeconómico, establece que el 80.5 por ciento de las propiedades en el ámbito del proyecto Carrizal-Chone, disponen de título de propiedad.

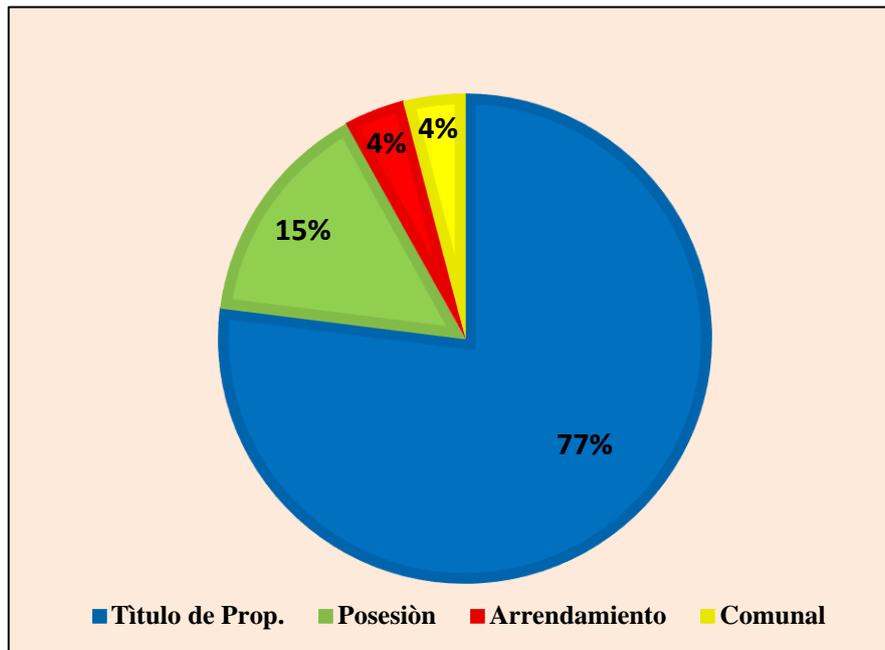


Figura 17. Propiedad de la finca agropecuaria en la zona de estudio.

Según la información proporcionada por el Honorable Consejo Provincial de Manabí (2013), en la zona del proyecto estudiado, las propiedades menores de cinco hectáreas, corresponden el 85.70 por ciento, que representan a 1 633 propiedades y el 14.3 por ciento a las propiedades superiores a cinco hectáreas (272 propiedades), mostrando una inequidad en la distribución de las superficies. Esta situación sugiere la necesidad de formar asociaciones de productores, para acceder a programas de capacitación, comercialización de sus productos agrícolas y la mejora de los sistemas de riego.

4.1.5.1. Distribución de las superficies de las fincas en el ámbito del proyecto

En la Figura 18 se observa que las propiedades con menos de 5 hectáreas corresponden al 55.8 por ciento del total de las fincas que se encuentran dentro del área del proyecto, resultados que se aproximan al estudio realizado por Projetec (2008), en la zona de Carrizal-Chone, Primera Etapa, donde se encontró que el 77,7 por ciento de propiedades tenían un área de 1 ha hasta 5 ha. Además son similares a trabajos anteriores realizados por Honorable Consejo Provincial de Manabí (2013) y el trabajo realizado por Reyna *et al.* (2006).

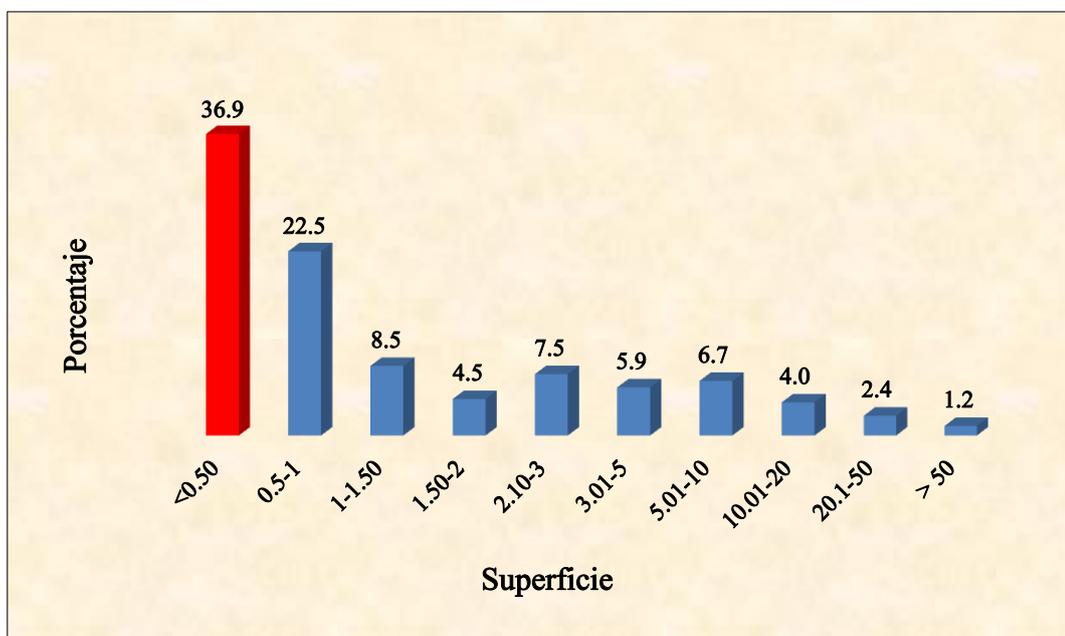


Figura 18. Superficie de las fincas agropecuarias en el ámbito del proyecto estudiado.

4.1.6. Tipos de Cultivos

En el área de estudio se determinó que el 56,63 por ciento corresponde a un área cubierta por pastos, seguido del 17,43 por ciento del área que tiene especies semipermanentes, con cultivos de ciclo corto está el 4,21 por ciento y con frutales solamente el 1,61 por ciento; el 19,32 por ciento del área no está siendo usado y no se ha instalado ningún cultivo (Figura 19). Cifras que se aproximan de conformidad con la última información levantada por el Honorable Consejo Provincial de Manabí (2013).

Con relación a los cultivos predominantes en la zona, destacan el cacao (*Theobroma cacao*), que es el de mayor aceptación en la zona, el tipo más usado es el denominado fino de aroma o criollo. Alrededor de este cultivo se han instalado diversas organizaciones de productores como la Corporación Fortaleza del Valle que tiene como objetivo envira el producto al mercado exterior. Lo sigue el plátano (*Musa paradisiaca*), maíz (*Zea mays*), maní (*Arachis hypogaea*), yuca (*Manihot esculenta*), plantas forestales y pastos. Proyectec (2008), en un Diagnóstico Socio Agrícola en la zona, determinó que más del 50 por ciento de la superficie total se encuentra cubierta por pastizales, este alto porcentaje de ocupación de las tierras con pastos muestra que el área es tradicionalmente ganadera.

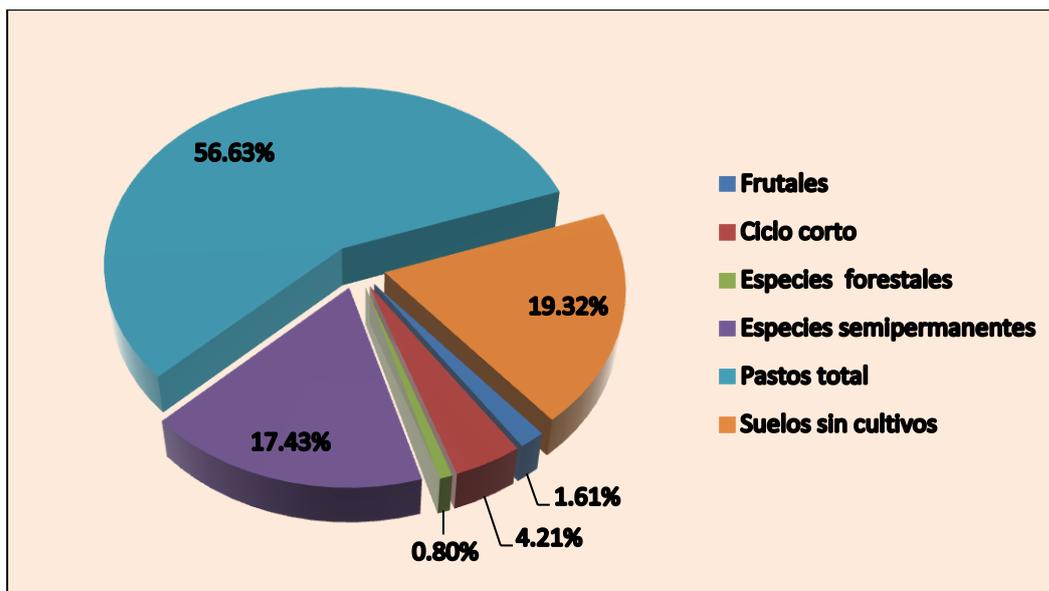


Figura 19. Diferentes tipos de cultivo encontrados en la zona de estudio.

4.1.7. Control de plagas

Sobre el manejo de las plagas agrícolas, el 58 por ciento de los productores realizan control químico, control ecológico lo hacen el 20 por ciento, cultural el 19 por ciento y soalemnte el 3 por ciento hacen control biológico (Figura 20).

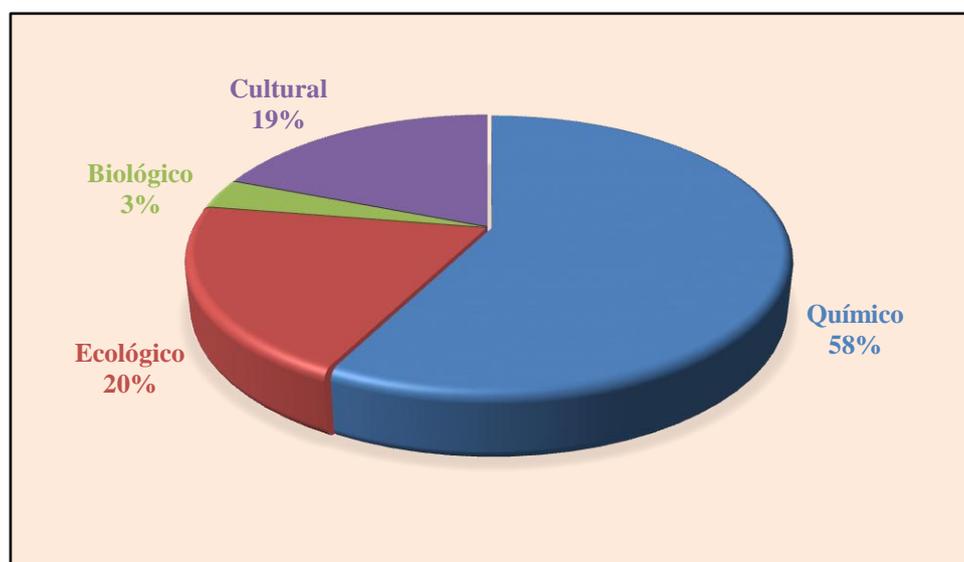


Figura 20. Métodos de control de plagas usados en la zona de estudio.

Los resultados confirman reportes anteriores, Reyna *et al.* (2006) y García *et al.* (2012), que el 60 por ciento de productores en dicha zona, usan productos químicos.

4.1.8. Sistema de riego

En la Figura 21, se puede observar que, el sistema de riego más utilizado por los agricultores de la zona de influencia del proyecto, es el de gravedad, con un 58 por ciento, dato que refleja la subutilización de sistemas de riego tecnificado, uno de los objetivos de la primera etapa del proyecto de riego Carrizal-Chone. Solo el 11 por ciento de productores utiliza el riego por aspersión y el 6 por ciento ha optado por el sistema de riego por goteo. Un alto porcentaje de fincas (25 por ciento), no usa ningún sistema de riego.

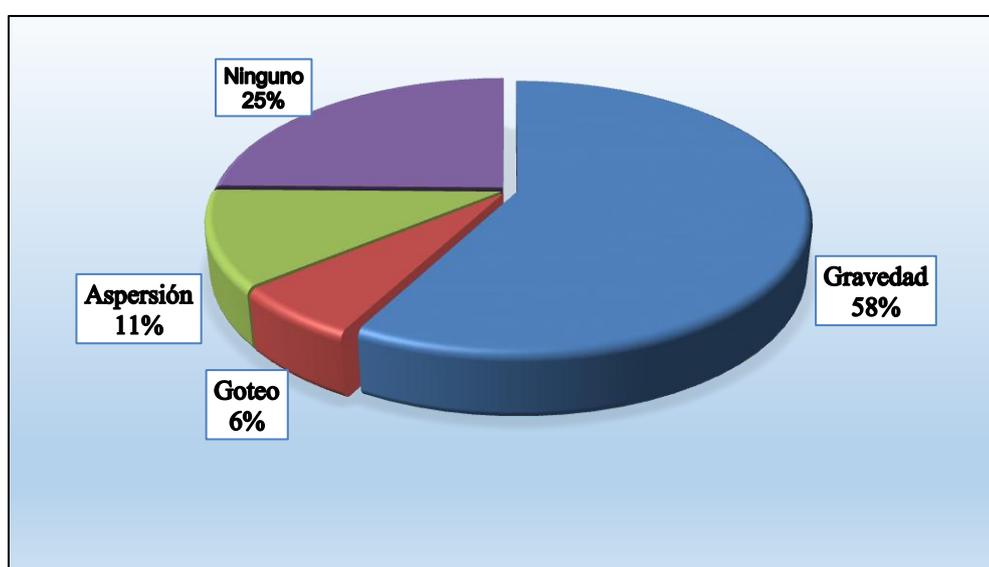


Figura 21. Sistemas de riego usado en el ámbito del Proyecto de Riego Carrizal-Chone.

Estos resultados son parecidos a los obtenidos por García y Mejía (2012), que reportaron que el 66 por ciento de los agricultores no usan la infraestructura del proyecto, porque este los obliga a instalar sistemas de riego tecnificado y ellos no disponen de recursos económicos, 9 por ciento de los encuestados así lo señalan. Como consecuencia, la gran mayoría continúa usando el sistema tradicional que es el de gravedad o surco. Otras razones que explican porqué no se usa el sistema de riego instalado del proyecto está el tamaño pequeño de las parcelas (38 por ciento), seguido de la mala ubicación de las tomas (27 por ciento) y la falta de documentación (13 por ciento).

4.1.9. Especies forestales

Con relación a las especies forestales, según la Figura 22 , se observa que los agricultores tienen sembrados en sus predios diversas especies como laurel (*Laurus nobilis*) con un 13 por ciento, cedro (*Cedrela odorata*) 11 por ciento, guachapeli (*Albizia guachapele*) 10 por ciento, caña guadua (*Guadua angustifolia*) el 11 por ciento, teca (*Tectona grandis*) el 4 por ciento, saman (*Pithecellobium saman*) y balsa (*Ochroma pyramidale*) con el 3 por ciento, hay un grupo del 28 por ciento que usa otras especies y finalmente, el 15 por ciento no siembra plantas forestales. Bello (2013), señala que la superficie dedicada a forestación es muy baja, lo que favorece una acelerada degradación de los suelos en la zona.

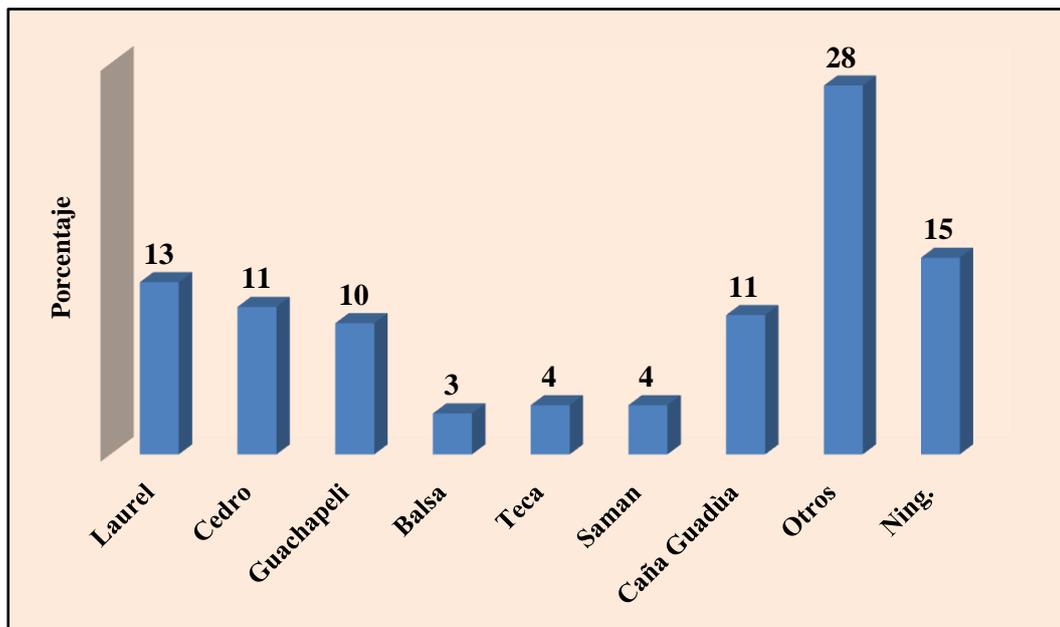


Figura 22. Especies forestales existentes en las fincas agropecuarias en la zona de estudio.

4.1.10. Producción Pecuaria

Con respecto a la producción pecuaria, se aprecia en la Figura 23 que los entrevistados respondieron que un 41 por ciento crían gallinas, el ganado vacuno/bovino ocupa un 32 por ciento y la producción porcina alcanza un 27 por ciento. Los resultados son parecidos a los obtenidos por García y Mejía (2012) y Zambrano y Calderón (2012) en estudios realizados en la zona. Las razas de ganado más utilizadas son Brahman, Criolla

y Brown Swiss, la producción promedio de leche es de 4 litros por vaca. Los principales productos derivados de la actividad pecuaria son los huevos con el 31 por ciento, quesos con el 28 por ciento, seguido de leche con el 26 por ciento y la carne con un 15 por ciento del total.

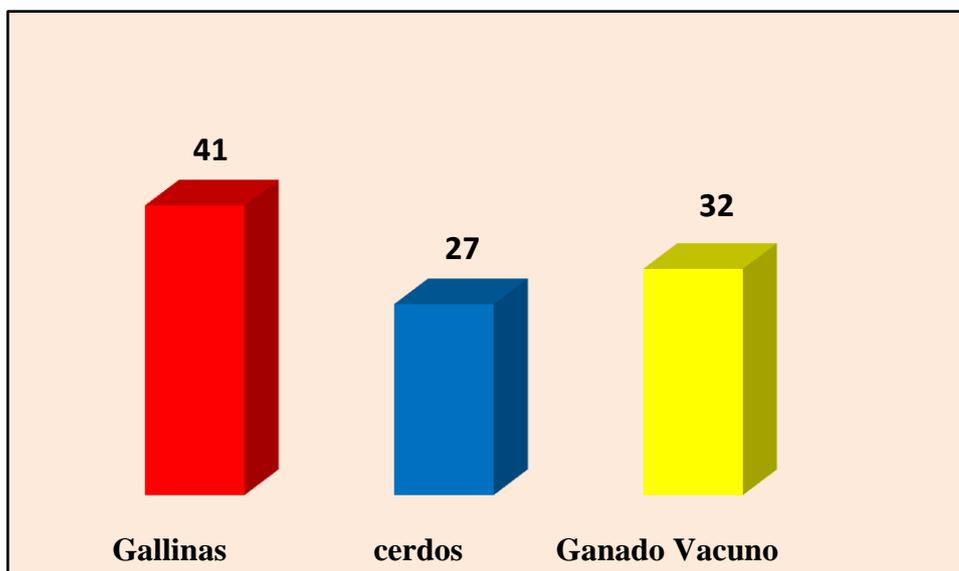


Figura 23. Tipo de crianzas en el ámbito del proyecto Carrizal-Chone.

4.1.11. Organización de productores

En el ámbito del proyecto, existen ocho sub-juntas de regantes conformadas provisionalmente, en proceso de legalización, con directorios provisionales y estatutos en construcción. Según Swiss Contact (2011), en las organizaciones existentes, se han identificado 12 asociaciones legalmente conformadas, que reúnen 335 productores, como grupos aptos para ser fortalecidos en temas relacionados a gobernabilidad y para el cumplimiento de procesos contables y tributarios.

4.1.12. Mercado y comercialización

Los aspectos relacionados con el acceso a mercados y la comercialización de los productos agropecuarios siempre es un tema importante de analizar. En este caso, el 45 por ciento de productores encuestados vende sus productos a los intermediarios, el 25 por ciento a los centros de acopio, un 16 por ciento lo vende en el mercado local. Pero existen algunas organizaciones privadas como Swisscontact de Suiza que ha firmado un convenio con SENAGUA y el MAGAP y, a través del Programa de Desarrollo

Agrícola y Pecuario, viene trabajando en la zona de influencia del proyecto, en el fortalecimiento de las organizaciones campesinas y la promoción de negocios de los empresarios locales en mercados internacionales. En la actualidad, los productos más importantes (cacao, plátano, maíz, arroz, lácteos y carnes) se comercializan en los mercados de Calceta, Canuto y Tosagua (Reyna *et al.*, 2006).

4.1.13. Servicios básicos y vivienda

Los servicios básicos siempre es una limitante para el buen vivir de las personas en las zonas rurales. En este estudio se reportó que servicios básicos como la luz eléctrica, está cubierta el 100 por ciento en toda la zona de influencia del proyecto. Pero, con relación al uso del agua, se encontró que el 71 por ciento utiliza el agua de pozo, 13 por ciento agua entubada, solamente el 11 por ciento usa agua potable; peror aún existe un 2 por ciento que emplea de agua río y un 3 por ciento aguan de otros usos (Figura 24).

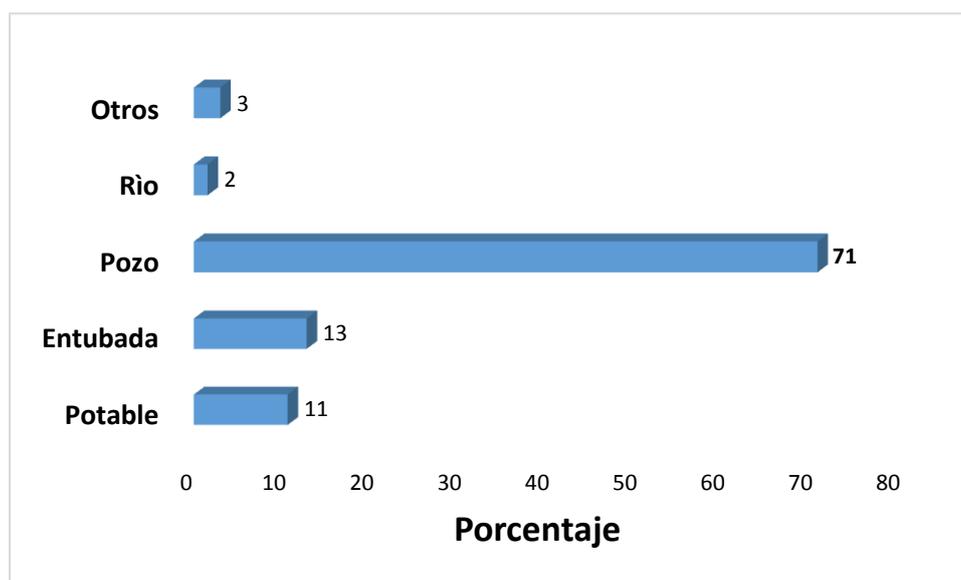


Figura 24. Fuentes de agua usada en la zona del proyecto de riego Carrizal-Chone.

Estos resultados son parecidos a los encontrados por García y Mejía (2012), ellos señalan que los hogares tiene el 100 por ciento de energía eléctrica en su casa; pero sólo el 22 por ciento utiliza agua potable. La vivienda es mayormente propia y solamente el

3 por ciento lo arrienda (Figura 25), el 32 por ciento de las casas son de material mixto, de madera el 31 por ciento, hormigón el 22 por ciento y de caña el 15 por ciento.



Figura 25. Situación de la vivienda en la zona de Carrizal-Chone.

4.1.14. Forma de tratamiento de los residuos sólidos

La preocupación por el tratamiento adecuado de los residuos sólidos de las viviendas es pobre. Así tenemos que el 58 por ciento de los encuestados queman la basura, un 38 por ciento utiliza el servicio municipal, el 10 por ciento recicla la basura y un 2 por ciento lo bota a los ríos (Tabla 4), esto se debe a que el servicio municipal para recoger desechos no llega a las zonas alejadas de la ciudad. Existe poca capacitación sobre el tema y poco control del manejo de los desechos sólidos de las zonas de influencia del proyecto Carrizal-Chone (García y Mejía, 2012).

Tabla 4. Tratamiento de los residuos sólidos

OPCIONES	%
Queman	53,4
Servicio Municipal	35,4
Reciclan	9
Botan al río	2,2
TOTAL	100

4.1.15. Tipificación de los sistemas agropecuarios

Las fincas agropecuarias analizadas en este estudio se aglutinaron en 3 grupos. Uno de ellos es más grande porque representa al 77% de las fincas (Figuras 26 y 27). Pero en todos los casos, por sus componentes, corresponderían a lo que se denomina un sistema agrosilvopastoril. Los sistemas de producción denominados sistemas silvopastoriles, constituyen una modalidad de sistemas agroforestales (Jiménez y Vargas, 1998).

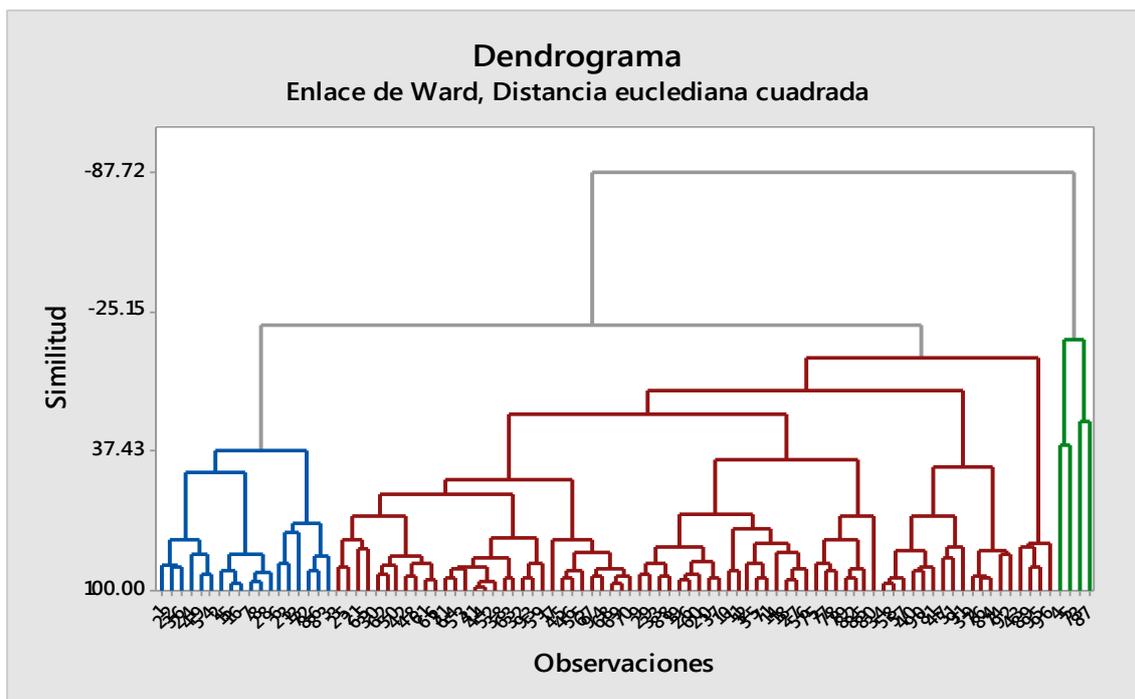


Figura 26. Dendrograma de las fincas agropecuarias en la zona del proyecto Carrizal-Chone, obsérvese la formación de tres grupos.

Un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria que asocia la presencia de árboles o arbustos con pastos, forrajes y animales bajo un sistema de manejo integral (Pezo e Ibrahim, 1996). Estos árboles pueden o no ser de tipo forrajeros, aunque las plantas generalmente empleadas en este tipo de sistemas comúnmente se les conoce como especies de uso múltiple, por la gran diversidad que su aprovechamiento implica. Esta característica “multipropósito” de las especies que integran un sistema silvopastoriles es la generalidad de los ejemplos en el trópico, aunque no es necesario que todos los componentes se encuentren presentes de manera simultánea en el terreno, Somarriba (1992) y Nair (1993), citados por Pezo e Ibrahim, (1997). La utilización de los recursos obtenidos no solamente son para consumo inmediato por el ganado, sino

que el sistema aportará bienes (forrajes, abonos, frutas, sombra, biocidas, madera, leña, postes, leche, carne, etc.) en un mediano y largo plazo.

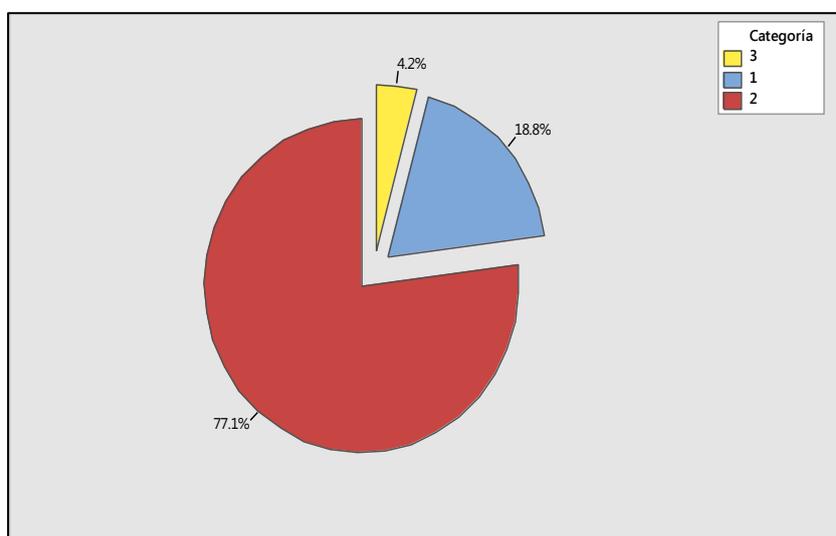


Figura 27. Participación de fincas agropecuarias en el agrupamiento de estas en la zona del proyecto Carrizal-Chone.

En general, los resultados son parecidos a los encontrados en otros trabajos de caracterización de fincas agropecuarias en el Ecuador. Por ejemplo, en un trabajo realizado en la localidad de Jipijapa, en la provincia de Manabí (Ecuador), con el objetivo de caracterizar las fincas productoras de café. Se encontró que las fincas cafetaleras son muy complejas, que las familias tienen una alta dependencia del cultivo de café; pero tienen pequeñas áreas dedicadas a otros cultivos, aunque sin mayor aplicación tecnológica y cuya producción se destina mayormente al autoconsumo familiar. También se encontró que hay un déficit importante de servicios básicos en la zona bajo estudio y el análisis de conglomerado por el Método de Ward y con una distancia Euclidiana Cuadrada de 900, agrupó las fincas en siete grupos (Santistevan *et al.*, 2014).

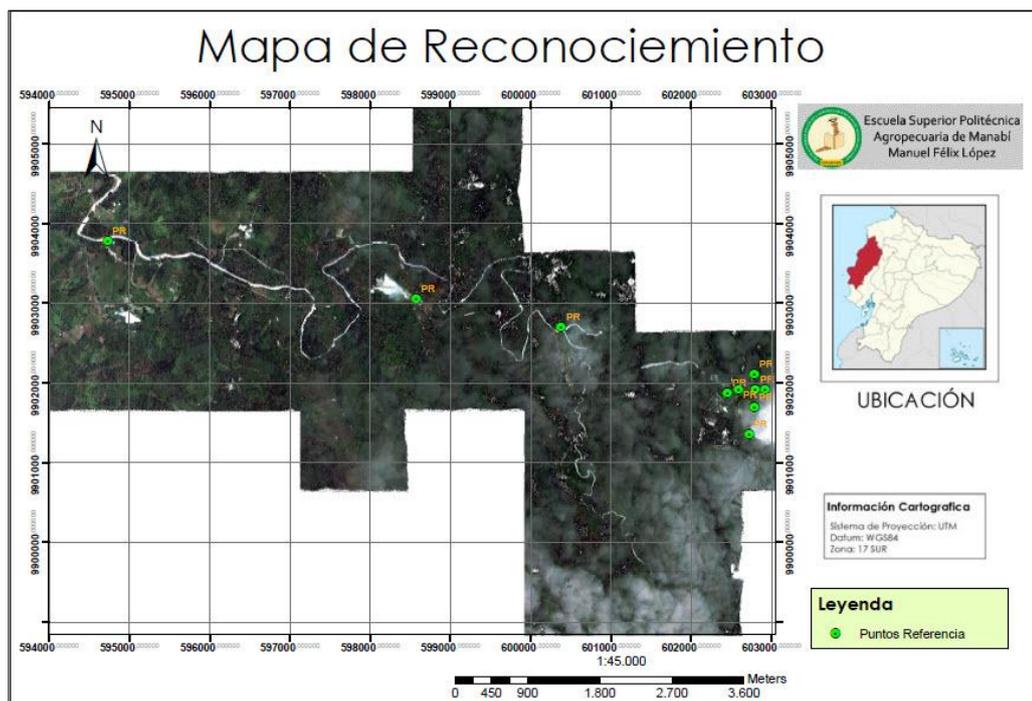
4.2. Zonificación de los sistemas agro-silvopastoriles

La zonificación es una actividad preliminar necesaria en el análisis de sistemas. Tiene como objetivo individualizar contrastes y potenciales agroecológicos y socioeconómicos dentro de una región (Groppo, 1993). Consiste en subdividir el territorio en situaciones homogéneas desde el punto de vista de la problemática

estudiada. En esta fase, es posible delimitar en la región de las zonas con características físicas y agronómicas homogéneas y formular hipótesis en cuanto a la problemática que presentan las zonas estudiadas (Jiménez, 1995). Según Armuelles (1970), zonificación agrícola es el estudio, análisis y delimitaciones de zonas homogéneas en lo que se refiere a los recursos físicos y socio-económicos con el propósito de lograr su mejor aprovechamiento e incluye el concepto de instalación y reubicación de las actividades y servicios del sector agrícola.

4.2.1. Mapa de reconocimiento

Con la imagen satelital ALOS georeferenciada y seleccionadas las zonas para la toma de puntos en forma participativa, se generó un mapa de reconocimiento (Mapa 1) y se confirmó en el campo su correcta georeferenciación.



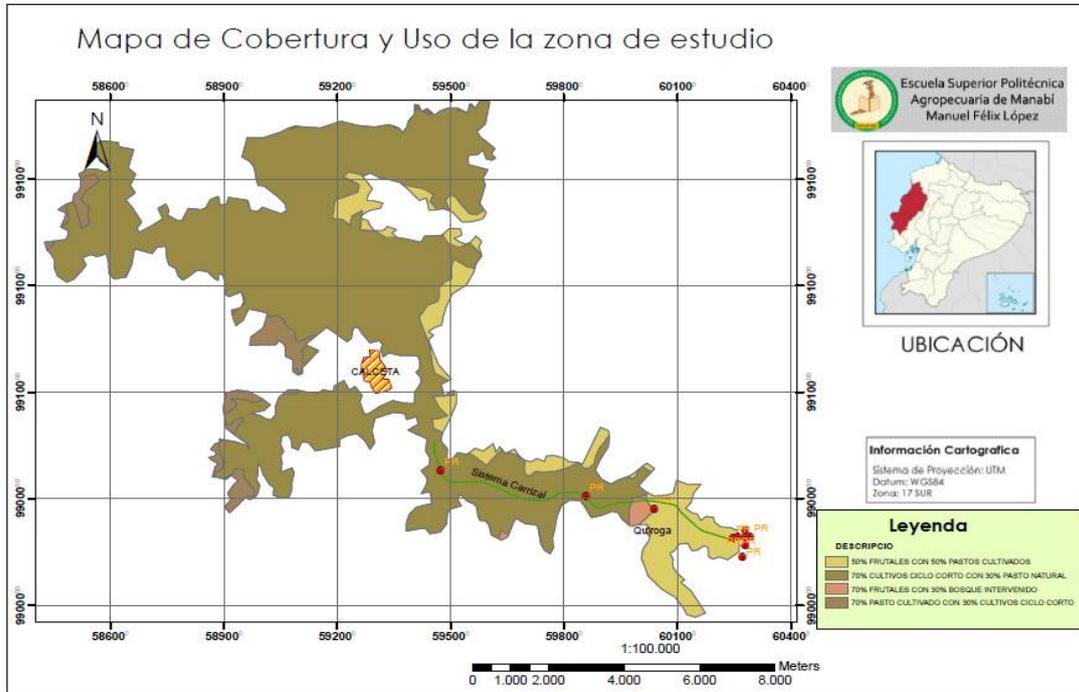
Mapa 1. Mapa reconocimiento de la zona de estudio

(Fuente: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “ESPAM”, 2013)

4.2.2. Mapa de cobertura, uso del suelo.

A través del método de Clasificación Supervisada se generó un mapa de cobertura y uso del suelo (Mapa 2). La cobertura comprende todo lo que ocupa un espacio determinado

dentro de un ecosistema. Su conocimiento es indispensable para definir, determinar y cartografiar unidades ecológicas homogéneas.

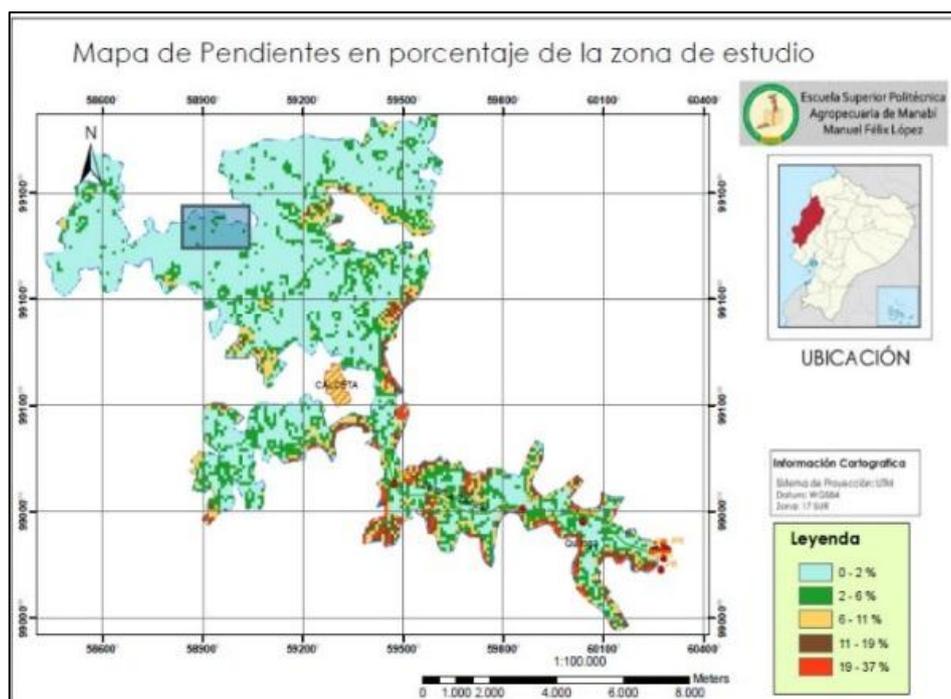


Mapa 2. Mapa de cobertura y uso del suelo en la zona de estudio

(Fuente: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “ESPAM”, 2013).

4.2.3. Mapa de pendientes

En el Mapa 3 se puede observar la pendiente en porcentaje, que es una forma de medir el grado de inclinación del terreno y se determinan rangos que van de 0 hasta mayor al 37 por ciento.

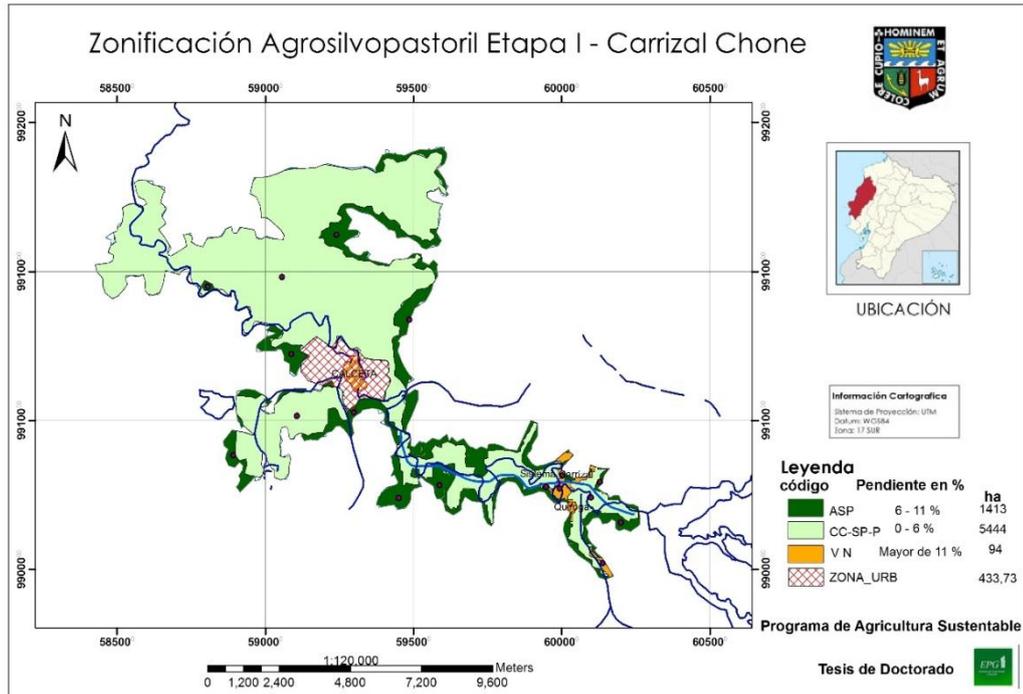


Mapa 3. Mapa de pendientes en la zona de estudio
(Fuente: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “ESPAM”, 2013)

4.2.4. Mapa de las zonas destinadas a los sistemas agro-silvopastoriles

El mapa generado para las zonas destinadas a los sistemas agro-silvopastoriles (Mapa 4), señala que existen 5 444 ha con pendientes que oscilan entre 0 y 6 por ciento, las cuales están dedicadas a los cultivos de ciclo corto, semipermanentes y permanentes.

Otras 1 413 ha tienen potencial para los sistemas agro-silvopastoriles, que se localizan en las pendientes entre 6 a 11 por ciento. Finalmente, el mapa mostró 94 ha de vegetación natural que se ubican en pendientes mayores al 11%.



Mapa 4. Mapa de zonas destinadas a los sistemas agro-silvopastoriles
(Fuente: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “ESPAM”, 2013)

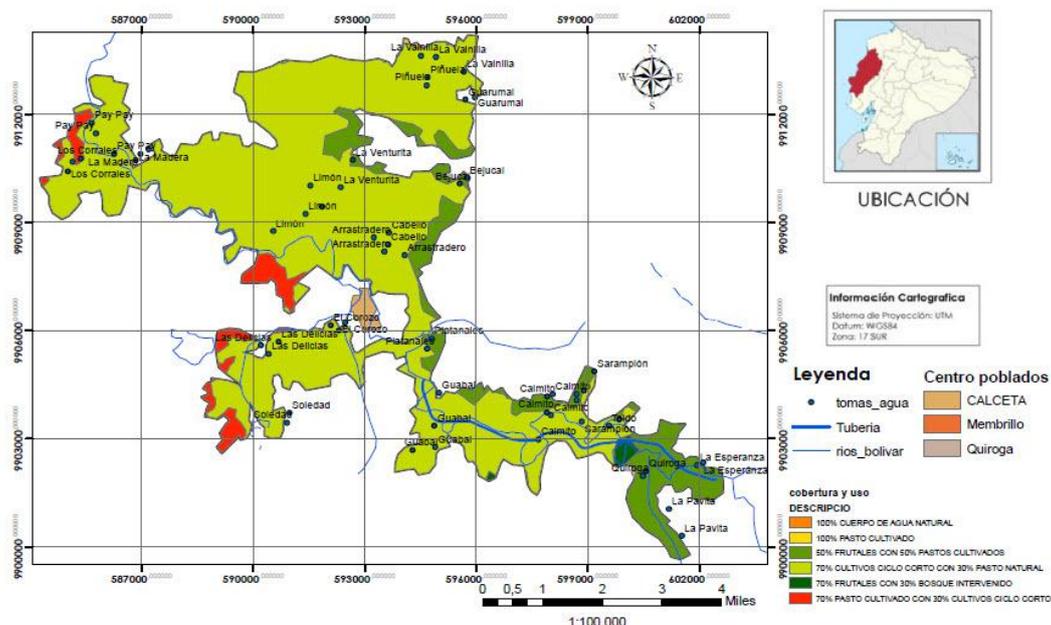
4.2.5. Características y limitaciones encontradas en el sistema de riego Carrizal-Chone.

Principales tomas de agua del sistema de riego

En el Mapa 5, se aprecia la tubería principal del sistema de riego, que cuenta con 708 tomas construidas (Tabla 5), de las cuales 686 tomas están siendo utilizadas y 22 restantes no están en uso (Tabla 6) debido a que la mayoría de conexiones están destruidas muy cerca una de otra, o en lugares inadecuados, entre otras situaciones.

Bello (2013), señala que la primera etapa del sistema de riego, cuenta con 789 usuarios, que riegan 2 574,35 ha.

MAPA DE TOMAS DE AGUA DEL CARRIZAL CHONE



Mapa 5. Mapa de principales tomas de agua en la zona de estudio
(Fuente: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “ESPA”, 2013)

Tabla 5. Tomas de agua del sistema de riego

TOMAS		
En uso	686	96,89%
Sin uso	22	3,11%
Total	708	100,00 %

Fuentes: SENAGUA, 2013

Tabla 6. Tomas de agua del sistema de riego, sin uso

TOMAS SIN USO		
Cercanas	10	45,45%
Áreas pequeñas solares	4	18,18%
Ampliación vía	1	4,55%
Dentro de bananera	2	9,09%
Dentro club	1	4,55%
Zona urbana	1	4,55%
Sellada	2	9,09%
Desconectada	1	4,54%
Total	22	100,00 %

Fuentes: SENAGUA, 2013

4.2.6. Derivaciones

En la Tabla 7 se aprecia según Bello (2013) existencia 2 913 derivaciones, de las cuales 1 083 están en uso, 858 está sin uso, que equivale al 29.45 por ciento y 972 están por usarse de acuerdo a la información obtenida a los potenciales usuarios. Cabe indicar que el número de derivaciones en uso señalados no coinciden con el cuadro donde se registran la información del catastro de usuarios en la que constan 991 usuarios utilizando 1.135 derivaciones. En el listado de usuarios se registran a todos los que sacan contrato con la nomenclatura de la toma, mientras que en el cuadro del levantamiento de información de las tomas con sus derivaciones no son considerados los usuarios que tienen la conexión en T en una misma derivación.

Tabla 7. Total de derivaciones del sistema de riego

DERIVACIONES		
En uso	1083	37,18%
Por usar	972	33,37%
Sin uso	858	29,45%
Total	2.913	100,00%

Fuentes: SENAGUA, 2013

Lo más sobresaliente del mapa de cobertura y uso de suelo es que la mayor superficie del área de influencia de la primera etapa del Sistema de Riego Carrizal-Chone, está cubierta por pastos naturales y cultivados, tal como lo señala Bello (2013), quien se refiere a la existencia de 56,63 % de pastos naturales y artificiales. El resto es para una combinación de sembradíos perennes, ciclo corto, y forestales. La zona en estudio tiene potencial para implementar sistemas agrosilvopastoriles aunque el territorio también lo componen áreas urbanas y vegetación natural, que da una superficie total de 7 384,7 hectáreas. Esta cifra se aproxima con lo reportado por Projetec (2008), que lo estimaba en 7 250 ha y el Consejo Provincial de Manabí (2013), que reportó 7 391 ha.

Los resultados también demuestran la existencia de 1 413 hectáreas con una pendiente entre 6 y 11%, las cuales tienen potencial para destinarlas a sistemas agrosilvopastoriles. Esta superficie es importante para diseñar un plan de manejo sustentable para sistemas agrosilvopastoriles, orientados a preservar, recuperar y proteger los recursos naturales con prácticas culturales adecuadas que reduzcan el grado de erosión de los suelos,

eviten la quema de residuos y la contaminación del principal río, con lo cual mejoran los ingresos de los productores de la zona. Todas estas acciones coinciden con algunas iniciativas de instituciones como SENAGUA, MAGAP y Consejo Provincial de Manabí, en el territorio. Igualmente, García y Mejía (2012) señalan que zona beneficiaria por el sistema Carrizal-Chone es mayoritariamente ganadera y agrícola, pese a lo cual no existe un sistema agrosilvopastoral técnicamente establecido. López (1979) advierte los efectos de la erosión y las técnicas de cultivo sobre la calidad del suelo, en tanto que Quero (1980) remarca que los estudios de relieve principalmente de pendientes, representan una necesidad fundamental para la adecuación del uso del suelo y sus planes de desarrollo de una región. Unos de los principales problemas que se observa en la zona de estudio del proyecto de riego Carrizal-Chone, en su primera etapa, es la subutilización del sistema por cuanto actualmente se riega 2 574,35 ha, lo que representa el 36 %, del total de la superficie (7 250 ha) destinada al proyecto en su primera etapa. El beneficio actual es para 991 usuarios (Bello, 2013). Projetec (2008) indica que uno de los principales problemas que se observa en la zona de estudio es la subutilización del sistema de riego (35 %). Lo ratifica Mendoza (2011), quien señala que la infraestructura de riego, en su primera etapa, a marzo del 2011, solamente 2 000 ha estaban siendo irrigadas.

4.3. Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios

4.3.1. Definición del sistema

Los agro sistemas o agroecosistemas se definen como un sistema de recursos biológicos y naturales gestionados por los seres humanos con el propósito principal de la producción de alimentos, así como otros bienes socialmente valiosos no alimenticios y servicios ambientales (Wood *et al.*, 2000). También se les puede conocer como sistema de manejo lo que puede ser sistema de manejo agrícola, pecuario o forestal definiéndose como un arreglo de componentes, un conjunto o colección de cosas, unidas o relacionadas entre sí de tal manera que formen y actúan como una unidad, una entidad o un todo (Hart, 1985).

En el ámbito del Proyecto Carrizal-Chone, las fincas agropecuarias, en su gran mayoría, operan con mano de obra familiar que no recibe un salario pero que participa de los beneficios de la finca. La comercialización de los productos es a través de

intermediarios, mientras que la adquisición de insumos es de forma individual. Un esquema simplificado de las relaciones que se dan dentro de estas fincas agropecuarias, se presenta en la Figura 28. Como se ha señalado anteriormente, existen tres grupos de fincas; pero todas ellas tienen componentes que permiten definirlos como un sistema agrosilvopastoril. El sistema agrosilvopastoril, a través de las últimas décadas, ha sido una de las alternativas más importantes que han implementado los grandes, medianos y pequeños productores pecuarios del país con muy buenos resultados. El establecimiento de estos sistemas implica el mejoramiento de pastos, bancos de proteína y cercas vivas (AMUR, 2011). Cuando los pastizales convencionales son transformados en sistemas agrosilvopastoriles, dentro de un manejo integrado del paisaje, es posible lograr mejoras en la calidad del agua y del suelo, porque se transforma en sistemas de producción ganadera amigables con el ambiente (CATIE, 2008). Los sistemas agrosilvopastoriles en la zona de estudio, se caracterizan por tener pequeños establos ubicados junto a la casa del productor, para aprovechar las paredes de la misma y los servicios, así se facilita la participación de los miembros de la familia en las diferentes tareas de la finca. Las unidades de producción tienen una superficie promedio de 6 ha. El 80 al 90 por ciento, siembran pasto saboya (*Panicum maximum*) y mayormente crían dos razas de bovinos, Brahman y criolla. El promedio de la carga animal es de 0.5 /ha en época de sequía y 1 a 1.5 unidades animal por hectárea en épocas de invierno.

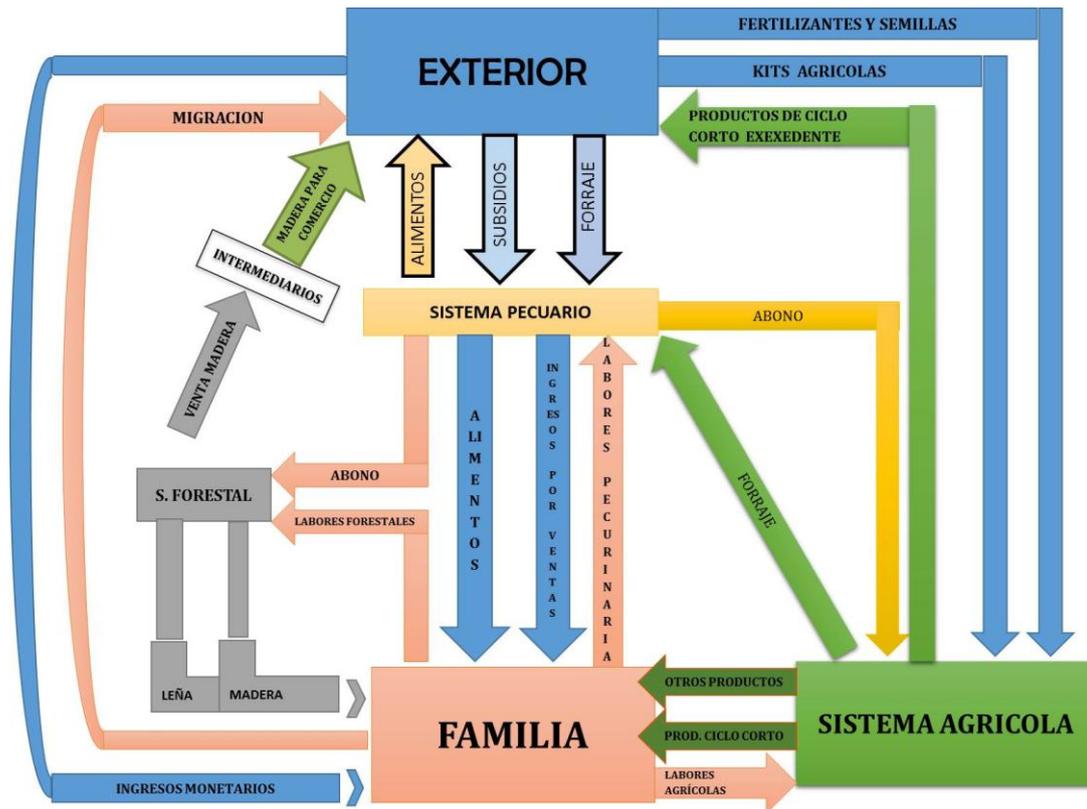


Figura 28. Diagrama simplificado de la finca agropecuaria como sistema de producción en la zona de influencia del proyecto Carrizal-Chone.

4.3.2. Indicadores de sustentabilidad

Según Nahed (2008), los indicadores deben poder detectar las propiedades más relevantes de los sistemas agrosilvopastoriles y sus tendencias de cambio; dichas propiedades son atributos o cualidades que los sistemas deben cumplir para ser sostenibles. Los indicadores de sustentabilidad permiten la visualización de fenómenos, poniendo de relieve las tendencias, lo que permite simplificar, cuantificar, analizar y comunicar de un modo más simple información compleja (Singh *et al.*, 2009). Pero no existe un conjunto de indicadores preestablecidos que permitan su utilización en forma universal (Sarandón 2002). Los análisis sistémicos contemplan como recursos del sistema: agua, suelo, flora, fauna, aire, recursos culturales y área únicas; y como elementos de operación del sistema y otros exógenos el componente técnico y socioeconómico (Avila, 1989 y Weber, 1990) citados por De Camino y Muller, 1993.

La medición de agroecosistemas a partir de indicadores requiere la construcción colectiva de una herramienta metodológica basada en la experiencia, el conocimiento de las comunidades involucradas y grupos facilitadores que contemplen un enfoque de investigación participativa mediante el cual se promueva el dialogo de saberes (Acevedo, 2003; Astier *et al.*, 2003; Delgado, 2000; Moya *et al.*, 2002; Castaño, 1993). Para Sepulveda (2008), los indicadores e índices altamente agregados, se encuentran en la punta de una pirámide de información cuya base la constituyen datos primarios derivados de monitoreo y análisis de datos.

En este trabajo, los indicadores de productividad del sistema agropecuario estuvieron entre 1.20 y 3.91, correspondiendo estos al uso de riego tecnificado y uso de residuos para forraje, respectivamente. Los indicadores de equidad tuvieron un rango de valores más estrecho, el mayor valor correspondió al indicador Acceso a salud y cobertura sanitaria (3.71) y el más bajo al indicador Servicios básicos (3.2), tal como se muestra en la Tabla 13. Estos resultados parecen contradictorios si se considera que se ha reportado una deficiencia de servicios básicos en la zona de estudio. Entre los indicadores de estabilidad del sistema, destacó el indicador Control de enfermedades parasitarias (3.20) y el menos destacado fue Implementación del GAD del plan de desarrollo sustentable para SASP (0.80). Los indicadores de adaptabilidad del sistema, tuvieron valores de 2.67 (Asimilación de cambios ambientales) y 3,78 (Grado de innovación tecnológica). Mientras que al evaluar al autoseguridad, el valor más bajo correspondió al indicador Existencia de políticas para manejo sustentable del SASP (0.27) y el más alto (3.60) para Uso de insumos externos, según se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Resumen de la evaluación de sustentabilidad del sistema agropecuarios en el área del Proyecto de Riego Carrizal-Chone.

ATRIBUTOS	CRITERIOS DE DIAGNÓSTICO	FORTALEZAS Y DEBILIDADES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	AE ¹	RANGOS PARA ESTANDARIZAR LAS VARIABLES			VALOR MEDIDO	VALOR* ESTANDARIZADO	
						MÁXIMOS	MÍNIMOS	RANGOS			
Productividad	Eficiencia	Baja productividad pastos	1. Rendimiento Pasto saboya (<i>Panicum maximum</i>)	Tn/ha	A	5	2	3	3.6	2.67	
			2. Uso de riego tecnificado	Porcentaje	A	90	10	80	29.2	1.20	
			3. Mantenimiento de pasturas	Porcentaje	A	75	25	50	38.6	1.36	
			4. Uso de residuos para forraje	Porcentaje	E	72	28	44	62.4	3.91	
			5. Carga animal	Animales/ha	A	0.9	0.5	0.4	0.8	3.75	
			Baja productividad forestal	6. Cobertura vegetal	Porcentaje	E	60	30	30	38	1.33
				7. Producción de leche	Litros x día	E	6	2	4	3.6	2.00
			Baja productividad animal	8. Producción de carne bovina	Kg/animal	E	370	350	20	362	3.00
Equidad	Distribución de costos y beneficios		9. Vivienda propia	Porcentaje	S	100	70	30	91.6	3.60	
			10. Acceso a la educación	Porcentaje	S	72	28	44	61.6	3.82	
			11. Acceso a salud y cobertura sanitaria	Porcentaje	S	85	15	70	67	3.71	
			12. Servicios Básicos	Porcentaje	S	90	70	20	82.8	3.20	
Estabilidad	Conservación de recursos	Alto grado de erosión	13. Control de erosión del suelo	N° de labores realizadas	A	4	1	3	1.8	1.33	
	Diversidad de espacio y tiempo	Dominio del monocultivo	14. Diversidad de especies, (animales y agrícola) en las fincas	N° de especies encontradas	A	15	3	12	7	1.67	
			15. Control efectivo de enfermedades parasitarias	N° de enfermedades controladas	A	8	3	5	6.2	3.20	
			16. Conservación del paisaje	Porcentaje	A	70	30	40	42	1.50	
			17. Implementación del GAD del plan de desarrollo sustentable para SAP	Porcentaje	PI	30	25	5	25.8	0.80	
Adaptabilidad	Capacidad de innovación	Fracaso de los paquetes tecnológicos	18. Grado de aceptación innovación tecnológica	Porcentaje	S	95	5	90	73	3.78	
			19. Asimilación cambios ambientales	N° de personas que asimilaron el cambio climático	A	50	20	30	36	2.67	
Auto seguridad	Participación, control y organización	Falta de cooperación entre los	20. Participación en Asambleas	N° de asambleas a las que asiste	S	6	2	4	3.6	2.00	
			21. Uso de insumos internos	Porcentaje	S	60	50	10	57.2	3.60	
			22. Acceso al crédito	Porcentaje de reciben créditos	S	46	34	12	40.4	2.67	
			23. Existencia de políticas para manejo sustentable del SASP	N° de políticas existentes	PI	3	0	3	0.16	0.27	

Nota: GAD = Gobierno Autónomo descentralizado (GAD)

SASP = Sistema Agro-silvopastoril

AE¹ = Área de evaluación

(*): Valor del Índice Estandarizado.

Cuando se analizaron los valores alcanzados por cada uno de los atributos de los sistemas agropecuarios, se encontró que estos fueron variables (Tabla 9), la equidad (3.58) y la adaptabilidad (3.23), recibieron la calificación de Estable; la productividad (2.40) y la auto seguridad (2.14) son Inestables, solamente la Estabilidad (1.70) está en estado Crítico y por lo tanto le corresponde el color fucsia. Estudios de la sustentabilidad evaluando los atributos de un sistema agropecuario, han sido realizados por otros investigadores. Por ejemplo, Priego *et al.* (2009), evaluaron la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao y reportaron que el sistema orgánico se acercó más a los valores deseables en los atributos de adaptabilidad, equidad y autogestión. Pero señalan que ambos sistemas pueden mejorar su nivel de sustentabilidad si se realizan algunas mejoras en los sistemas de producción como participación en los mercados locales y el fomento de la autonomía de las unidades de producción.

Tabla 9. Valoración de atributos de los sistemas agropecuarios presentes en la zona del proyecto Carrizal-Chone.

Atributos del sistema	Valores estandarizado promedio	Calificación del sistema	Color
Productividad	2.40	Inestable	Amarelo
Equidad	3.58	Estable	Azul
Estabilidad	1.70	Crítico	Fucsia
Adaptabilidad	3.23	Estable	Azul
Auto seguridad	2.14	Inestable	Amarelo

El análisis de las dimensiones de la sustentabilidad (Tabla 10), muestra que el índice integrado de sustentabilidad fue mayor para la dimensión social (3.30), seguido de la dimensión económica (2.56), dimensión ambiental (2.15). El valor más bajo de todos correspondió a la dimensión político institucional (0.54). La Figura 29, muestra mejor la contribución de cada una de las dimensiones a la sustentabilidad del sistema agropecuario. Se puede concluir que el índice bajo que alcanza la dimensión político institucional afecta significativamente la sustentabilidad del sistema agropecuario analizado. Resultados que sugieren la poca preocupación de las instituciones estatales y la falta de coordinación entre estas y los productores de la zona. Quizá por ello, la exigencia recientemente del gobierno nacional de incluir los planes de desarrollo agropecuario en todos los niveles de gobierno del estado ecuatoriano.

Tabla 10. Índices integrados de las diferentes dimensiones de la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios estudiados.

		SITUACIÓN DEL SISTEMA				
ÍNDICE INTEGRADO DE SUSTENTABILIDAD (IIS)		Colapso	Crítico	Inestable	Estable	Óptimo
Dimensiones de Sustentabilidad	Índicadores Integrados de Sustentabilidad	0 -1.0	1.1 - 2.0	2.1 - 3.0	3.1 - 4.0	4.1 - 5.0
Ambiental	2.15			X		
Económico	2.56			X		
Social	3.3				X	
Político-Institucional	0.54	X				
IIS	2.14			X		

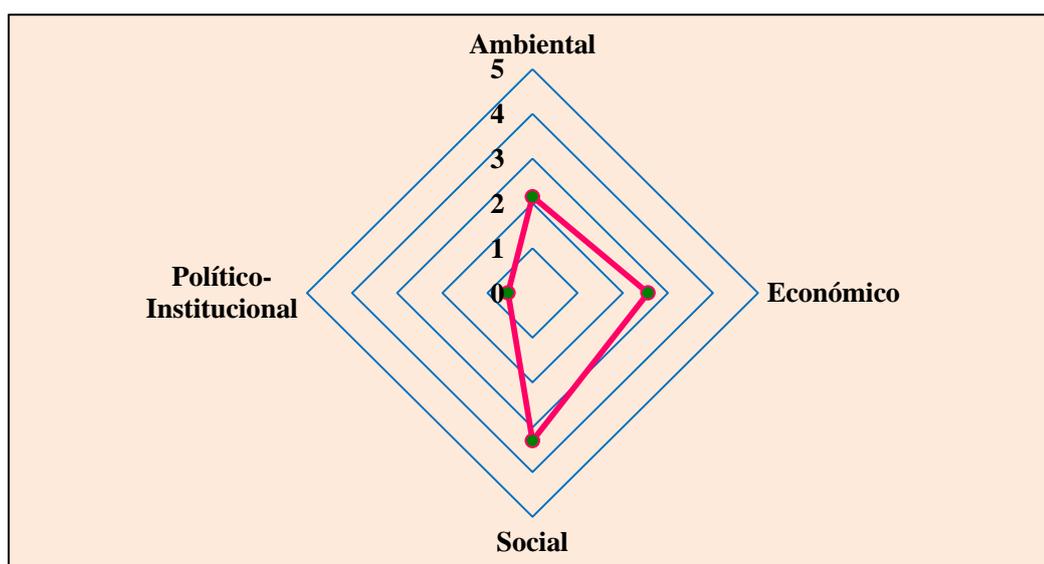


Figura 29. Dimensiones de la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios en la zona de Carrizal-Chone.

Los resultados también muestran la necesidad de incluir en la evaluación de la sustentabilidad la dimensión político institucional, tal como lo han sugerido autores como Sepúlveda (2008).

V. CONCLUSIONES

- El proyecto de riego carrizal Chone- Etapa I (Manabi, Ecuador), no cumplió las metas que tenía previsto, del proyecto Carrizal-Chone Etapa I, se determinó que el sistema de riego está siendo subutilizado, por cuanto fue diseñado para abastecer 7 250 hectáreas y actualmente está regando apenas 2 574.35 hectáreas, que representa solo el 35.5 por ciento del área.
- Los sistemas agropecuarios se aglutinan en tres grupos, de los cuales el mayor representa el 77 por ciento que por sus características y componentes, corresponderían a un sistema agrosilvopastoril.
- En la zona de estudio, existen 5 444 ha con una pendiente que va de 0 a 6 por ciento y está cubierta por cultivos de ciclo corto, semipermanente y permanentes. El segundo grupo está conformado por 1 413 ha que tienen una pendiente que va de 6 a 11 por ciento, con un gran potencial para ser destinados a sistemas agrosilvopastoriles. El tercer grupo, es de 94 ha y tiene pendientes mayores a 11 por ciento y están cubiertas con vegetación natural.
- Los sistemas agropecuarios presentes en el proyecto de riego Carrizal-Chone Etapa I (Manabi, Ecuador), tuvieron un Índice Integrado de Sustentabilidad de 2.14 que lo califica como un sistema inestable.
- El componente Político Institucional, es un factor clave para el cálculo del índice Integrado de Sustentabilidad, de no ser considerado podría sobre estimarse la sustentabilidad del proyecto.

VI. RECOMENDACIONES

- Proyectos de gran envergadura como el de Carrizal Chone- Etapa I (Manabi, Ecuador), deberían considerar la participación e interés de los futuros usuarios. También debe implementar un seguimiento a lo largo del proyecto para garantizar el cumplimiento de las metas previstas.
- El alto grado de degradación de los suelos y la contaminación de las aguas del embalse La Esperanza, amerita la implementación de sistemas agropecuarios ecológicos y un manejo sostenible de las técnicas de producción.
- Es necesario un trabajo multidisciplinario para mejorar significativamente los sistemas agrosilvopastoriles encontrados en la zona. Debe establecerse un plan de manejo que busque la sustentabilidad de los mismos.
- La aplicación de esta metodología, con la inclusión de los indicadores político institucionales, es muy importante para evaluar el nivel de gestión, participación ciudadana y las políticas emprendidas por los gobiernos en favor de la agricultura de la zona y la sustentabilidad de los sistemas de producción agropecuaria.
- Siendo la ganadería una actividad importante para la supervivencia de los productores rurales de la zona de influencia del proyecto, se requiere un plan de manejo sustentable agrosilvopastoril, en las zonas seleccionadas (1 444 ha), que permita proteger y reducir la degradación de los suelos y así mejorar los niveles de vida de sus habitantes.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbot, J.; y Guijt, I. 1999. Novas visoes sobre mudancas ambientais: abordagen participativas de monitoramento. Río de Janeiro: AS-PTA. 96 p.

Acevedo, A. 2003. Evaluación de Agroecosistemas incorporando Indicadores de Sustentabilidad en una localidad de Líbano Tolima. Colombia.

Asociación de Municipios de Rivas (AMUR). 2011. Enfoque de cuenca en la Guía para la inserción del Planificación Ambiental. Proyecto implementación de sistemas productivos agroforestales en la microcuenca río Papaturro. Rivas.Nicaragua.

Allen, P.; Sachs, C. 1993. “Sustainable agriculture in the United States: Engagements, silences, and possibilities for transformation.” In Allen, P. (ed.), Food for the future. John Wiley and Sons: New York, p. 139-167.

Allen, P.; Van Dusen, D.; Lundy, J.; Gliessman, SR. 1991. “Integrating social, environmental, and economic issues in sustainable agriculture.” American Journal of Alternative Agriculture 6(1): 34-39.

Altieri. 1994. —Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentablel, *Agricultura técnica*, Chile, vol. 54, núm. 4:371-386

Altieri y Nicholls. 2000. *Agroecología. Teoría y práctica por una agricultura sustentable*, serie textos básicos para la formación ambiental, Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente, México, 250 p.

Altieri, M.A. 2002. Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. pp. 27-34. En: Sarandón, S. Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas. Bs.As .Argentina, 557 p.

American Society of Agronomy. 1989. Decisions reached on sustainable agriculture. Agronomy news. Madison, Wisconsin January, p. 15. Anuário Estatístico (2006) A Gazeta. Vitória, Espírito Santo. 301 p.

Andreoli, M.; Tellarini V. 2000. Farm sustainability evaluation: methodology and practice. Agriculture, Ecosystems and Environment 77:43-52.

Araujo, Q.R.; Araujo, P.K.P.; NEY, J.R.M. 2008. Indicadores de sustentabilidad para evaluar la calidad del suelo y la salud del cultivo. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletín Técnico N° 193.24 p.

Armuelles, R. 1970. Zonificación de Panamá. Centro de Enseñanza e Investigación. Departamento de desarrollo rural. Instituto de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba, Costa Rica.

Arnés, E. 2011. Desarrollo de la metodología de evaluación de sostenibilidad de los campesinos de montaña en San José de Cusmapa (Nicaragua). Tesis para optar el grado de Magister en la Universidad Politécnica de Madrid, España.

Astier, M.; Masera, O. 1996. Metodología para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS). Grupo interdisciplinario de tecnología Rural Apropiada. GIRA. Documento de trabajo 17:1-30.

Astier, M.; Pérez E.; Ortiz T.; Mota F. 2003. Sustentabilidad de Sistemas Campesinos de Maíz después de cinco años: el segundo ciclo de evaluación MESMIS. En: LEISA, Revista de Agroecología. Ocho Estudios de Caso. Edición Especial. Perú. Pág.39-46.

Astier, M., Gonzáles, C. 2008. En: Astier, M., Masera, O., Galván-Miyoshi, Y. (coord) *Evaluación de sustentabilidad*. Formulación de indicadores socioambientales para evaluaciones de sustentabilidad de sistemas de manejo complejos (2008). pp 73-93.

Ávila, M. 1989. Sustainability and Agroforestry. La Viewpoints and Issues on Agroforestry and Sustainability. ICRAF. Nairobi.

Bakkes, J.A.; G.J. van den Born; J.C. Helder; R.J. Stewart; C.W. Hope; J.D.E. Parker. 1994. An Overview of Environmental Indicators: State of the Art and Perspectives. Nairobi: PNUMA/RIVM.

Beaudoux, E. et al. 1993. De la Intensificación a la Evaluación: Guía metodológico de apoyo a proyectos y acciones para el desarrollo. La Paz, Bolivia: Huellas, 917 p.

Bello, J. 2013. Informe final sobre Optimización de riego del Carrizal-Chone I Etapa. Demarcación Hidrográfica de Manabí. Área de Desarrollo Agrícola. SENAGUA. Portoviejo, Manabí, Ecuador.

Bolaños, O. 1999. Caracterización y tipificación de organizaciones de productores y productoras. Unidad de planificación estratégica. Ministerio de agricultura y ganadería. XI Congreso Nacional Agronómico / I Congreso Nacional de Extensión. Costa Rica.

Castaldo, A.; Acero, R.; García, A.; Martos, J.; Pamio, J.; & Mendoza, F. 2003. Caracterización de la invernada en el nordeste de la provincia de la Pampa (Argentina). XXIV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. Rio Cuarto. Argentina.

Caballero, A.W. 1986. El enfoque de sistemas, marco orientador de la generación y transferencia de tecnología del INIPA. Folleto, Lima-Perú. 8 p.

Castaño, G. 1993. El Manejo de la Biodiversidad por parte de las Comunidades Campesinas de la región central del Valle del Cauca. En: Nuestra Diversidad Biológica. Bogotá. Pág. 146-173.

Caporal, F.R.; Costabeber, J.A. 2002. Análise multidimensional da sustentabilidade. Uma proposta metodológica a partir da Agroecologia. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, Porto Alegre, 3(3):70-85.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2008. Valor de los sistemas silvopastoriles para conservar la biodiversidad en fincas y paisajes ganaderos. Turrialba, Costa Rica.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1998. Environmental and Sustainability Indicators: Outlook for Latin America and Caribbean. Cali, Colombia. Documento disponible en: <http://www.ciat.cgiar.org/indicadores/lacproj.htm/> (consultado en enero 2011).

CEPAL. 1994. Políticas Públicas para el Desarrollo Sustentable: La Gestión Integrada de Cuencas. División de Recursos Naturales y Energía para el Segundo Congreso Latinoamericano de Cuencas Hidrográficas, a realizarse en Mérida, Venezuela.

Consejo Provincial de Manabí (CPM). 2010. Informe No.2 Línea Desertificación en Manabí. SDS, Sustainable Development Services.

Consejo Provincial de Manabí (CPM). 2005. Agencia de Desarrollo de la Provincia de Manabí. Manabí, Ecuador. Disponible en: < <http://www.manabi.gob.ec/entidades/adpm> > [consultado en junio 2015].

Consejo Provincial de Manabí (CPM). 2013. Sistema de riego Carrizal –Chone I Etapa. Documento en revisión. Dirección de Riego y Drenaje. Consejo Provincial de Manabí. Portoviejo, Manabí, Ecuador.

Conway, G.R. 1994. Sustainability in agricultural development: Trade-offs between productivity, stability and equitability. *Journal For Farming Systems and Research-Extensions* 4, núm. 2: 1-14.

Costabeber, J.A. 2007. *Transição agroecológica: do produtivismo à ecologização. Em: Agroecologia e extensão rural: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável.* Brasília, D.F: MDA/SAF/DATER – IICA, 166 p.

Darts. 2012. Agricultura Sustentable una Perspectiva Moderna. Vicepresidente ejecutivo de Potash and Phosphate Institute (PPI). Georgia, E.U.A. Disponible en: <[http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/\\$webindex/773450001A0F9C9606256B8100730D1C/\\$file/Agricultura+sustentable.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iamex.nsf/$webindex/773450001A0F9C9606256B8100730D1C/$file/Agricultura+sustentable.pdf)> [consultado en mayo 2015].

De Camino, V.R.; Muller, S. 1993. *Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales. Bases para establecer indicadores.* Serie de Documentos de Programas. N. 38. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), GTZ. 113p.

De Muner, L. 2011. Sostenibilidad de la cañicultura arábica en el ámbito de la Agricultura Familiar en el Estado de Espírito Santo – Brasil. 2011. 262 p. Tesis de doctorado. Universidad de Córdoba, Córdoba – España. Director: Omar Masera.

Del Rosario, S. 2010. Diseño de un índice de sustentabilidad en agrosistemas de producción de bioenergía. Caso de estudio en el valle de Mexicali. Tesis de Grado para optar el grado de Maestría en Administración Integral del Ambiente. Colegio de Frontera Norte Tijuana, B.C., México.

Delgado, B. 2000. La investigación Participativa en Agroecología y Revalorización del Saber local para un Desarrollo Sustentable. En: Memorias Curso Taller: Metodologías de Investigación Participativa para el Rescate de Tecnologías Locales. MAELA, Cochabamba, Bolivia. Pág. 73-82.

Devuyst, D.; Hens, L.; Lannoy, W. 2001. How green is the city? Sustainability assessment and the management of urban environments. Columbia University Press. New York.

Dixon, J.A.; Fallon, L.A. 1989. The concept of sustainability: origins, extensions and usefulness for policy. *Society and Natural Resources* 2: 73-84.

Echeverri, R.; ribero, M. 2002. Nueva ruralidad: visión del territorio en América Latina y el Caribe. Ciudad del Saber, Panamá: CIDER/ICCA.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). 2006. *Marco Referencial em Agroecologia*. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica. 70p.

ESPAC. 2013. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Quito, Ecuador.

Evia, G.; Sarandón, S.J. 2002. Aplicación del método multicriterio para valorar la sustentabilidad de diferentes alternativas productivas en los humedales de la laguna Merín, Uruguay. En *Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable*, (Sandarón SJ, ed.) Ediciones Científicas Americanas, Capítulo 22:431-448.

FAO. Curso latinoamericano de zonificación agroecológica. Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). Santiago, Chile. (1992). 250p.

FAO. 1991. Desarrollo de sistemas agrícolas: pautas para la conducción de un curso de capacitación en desarrollo de sistemas agrícolas. Curso Taller. Roma, Italia. 256 p.

FAO. 1992. Desarrollo sostenible y medio ambiente, políticas y acción de la FAO, Estocolmo 1972 – Rio 1992. Roma.

FAO y Banco Mundial. 2001. Sistemas de producción agropecuaria y pobreza: Como mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo cambiante. Compendio. Editor: M. Hall. Roma, Italia. 50 p.

Ferraz, O.G. 2002. A Sustentabilidade de dos Agricultores Familiares de leite Associados a CLAF nas Simensoes Ambiental, Sociocultural e Institucional. Porto Alegre, UFRGS. 155 p.

Ferraz, J.M.G. 2003. As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores. In: Marques, J. F.; Skorupa, L. A.; Ferraz, J. M. G. (Ed.). 2003. *Indicadores de sustentabilidade em agrossistemas*. São Paulo: Embrapa Meio Ambiente, pp. 19-35.

Gallopín, G.C.; Funtowicz, S.; O’connor, M.; Ravetz, J. 2001. Science for the 21st Century: from Social Contract to the Scientific Core. *Int. Journal Science*, 168: 219-229.

Gallopín, G. 2003. Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico. Naciones Unidas. CEPAL. ECLAC. Medio ambiente y desarrollo Serie N° 64 Santiago de Chile. 40p.

García, M.; Mejía Miguel. 2012. Impacto socioeconómico de la operatividad del sistema Carrizal-Chone y en el cantón Bolívar periodo 2007 – 2010. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero comercial. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Calceta, Manabí, Ecuador.

Ghersa, C.; Martínez-Ghersa, M. 1991. Cambios ecológicos en los agroecosistemas de la Pampa Ondulada. Efectos de la introducción de la Soja. *Ciencia e Investigación* 5: 182-188. UNMSM.

Gliessman, SR. 2001. Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sustentable. Segunda edición. Editorial Universidad/ UFRGS. Porto Alegre, Brasil.

Gliessman, S.R. 2002. *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba, C. R.: CATIE. 359 p.

Gómez, A.; Swete Kelly, DE.; Syers, JK.; Coughlan, KJ. 1996. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. Methods for assessing soil quality, SSSA Special Publication 49: 401-410. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA.

Gore, A. 2006. “Una verdad incómoda. La crisis planetaria del calentamiento global y cómo afrontarla” Ed. Gedisa. Barcelona, España.

Grosso, P. 1993. El análisis comparativo de los sistemas de producción. Dirección de Recursos Humanos, Instituciones y Reforma Agraria, FAO. 27 p.

Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y los Recursos Naturales (GIDSA). 1996. *Semillas para el futuro*. Morelia, México: GIDSA.

Guba, E. G.; Lincoln, Y. S. 1989. *Fourth generation evaluation*, Newbury Park, CA: Sage.

Guzmán Casado, G.; González de Molina, M.; Sevilla Guzmán, E. 2000. *Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 535 p.

Hansen, J. W. 1996. Is sustainability a useful concept? *Agricultural System*, 50:117-143.

Hart, R. 1985. *Conceptos básicos sobre agroecosistemas*, en Masera, Omar, Marta Astier y Santiago López-Ridaura, 1999, *Sustentabilidad y manejo de Recursos Naturales*, Mundi-Prensa México, S.A. de C.V, México, 109 p.

Hart, R. 1990. Componentes, subsistemas y propiedades del sistema finca como base para un método de clasificación. En: Escobar Germán y Berdegué Julio (eds) *Tipificación de sistemas de producción agrícola*. RIMIS/GLA. Santiago de Chile. 238 p.

Haveri, A. 1996. Strategy of comparative advantage in local communities. En Oulasvirta, L. (Ed.), *Finnish Local Government in Transition*, 4 (22).}

Holling, C. S. 2001. “Understanding the Complexity of Economic, Ecological and Social Systems” *Ecosystems*.

IICA. 2000. *Jóvenes y Nueva Ruralidad: Protagonistas Actuales y Potenciales del Cambio*. San José. Costa Rica: IICA.

Iglesias, M. et al. 2011. Diseños agrosilvopastoriles en el contexto de desarrollo de una ganadería sustentable. Pastos y Forrajes, Vol. 34, No. 3. Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba.

INEC. 2002. Resultados del III Censo Nacional Agropecuario del Ecuador. INEC-MAG - SICA. Quito, Ecuador.

INEC. 2010. Resultados del Censo de Población y Vivienda. Fascículo provincial de Manabí. Quito, Ecuador.

INEC. 2012. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Unidad De Estadísticas Agropecuarias – ESAG. Quito, Ecuador. Disponible en: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2012/InformeEjecutivo.pdf> [consultado en abril 2015].

Jiménez-Herrero, L. 1989. Medio ambiente y desarrollo sostenible. IEPALA. Barcelona.

Jiménez, W. 1995. Zonificación agroecológica de la región de Acosta. En: Avances de investigación N°13. Edit. CEDECO. San José-Costa Rica. 34 p.

Jiménez, F.; Vargas, A. Editores. 1998. Curso corto de sistemas agroforestales. Serie técnica. Manual técnico nro. 32. CATIE. Proyecto agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica.

Kapp, G. B. 1989. La Agroforestería como alternativa de reforestación en la zona Atlántica de Costa Rica. *El Chasqui (Costa Rica)*. 21:6

Kates, R.; Clark, W.; Corell, R.; Hall, M.; Jaeger, C.; Lowe, I.; McCarthy, J.; Schellnhuber, H.; Bolin, B.; Dickson, N.; Faucheux, S.; Gallopin, G.; Grubler, A.; Huntley, B.; Jager, J.; Jodha, N.; Kasperson, R.; Mabogunje, A.; Matson, P.; Mooney, H. 2001. Sustainability science. *Science*, 292: 641-642.

Kliksberg, B. 1998. Repensando el Estado para el Desarrollo Social: Más allá de Normas y convencionalismos. Lección Inaugural Primer Ciclo Lectivo de 1998. San José. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

Lélé, S.M. 1991. Sustainable Development: A Critical Review. *World Development*, 19 (6): 607-621.

Lopez-Ridaura, S.; Van Ittersum, M. K.; Masera O. R.; Leffelaar, P.A.; Astier M.; van Keulen, H. 2005. Sustainability Evaluation. Applying ecological principles and tools to natural resource management systems. En: Maples A.D. (ed) Sustainable Development: New Research. 139 – 167. NovaScience Publishers, Inc. New York

León-Velarde, C.; Quiroz, G.R. 1994. Análisis de sistemas agropecuarios: Uso de métodos bio-matemáticos. CIRNMA – CONDESAN. La Paz, Bolivia. 238 p.

Lewandowski, I.; Hardtlein, M.; Kaltscmitt, M. 1999. Sustainable crop production: definition and methodological approach for assessing and implementing sustainability. *Crop Science* 39: 184-193.

Maicelo, J. 2014. Secuestro de carbon en ecosistemas de *Ceroxylon peruvianum* Galeano, Sanín & Mejía y factores que influyen en su conservación en la cuenca media del río Utcubamba- región Amazonas. Tesis doctoral en Agricultura Sustentable. Escuela de posgrado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú.

Malagón, R.; Prager, M. 2001. El enfoque de sistemas: una opción para el análisis de las unidades de producción agrícola. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. 190 p.

Marqués, J.F.; Skorupa, L.A.; Ferraz, J.M.G. 2001. Indicadores de sustentabilidad en Agroecosistemas. Embrapa, Brasilia-DF. 282 p.

Masera, O.; Astier, M.; López-Ridaura, S. 1999. *Sustentabilidad y manejo de Recursos Naturales*, Mundi-Prensa México, S.A. de C.V, México, 109 p.

Masera, O.; Astier, M.; y López-Ridaura, S. 2000. El Marco MESMIS. pp. 325-347. En: Masera, O. y S. López-Ridaura. Sustentabilidad y Sistemas Campesinos. Mundi-prensa. México, D.F.

Mazoyer. 1989. Sistemas agrarios y desarrollo agrícola. Ed. CIPCA, Piura-Perú. 41 p.

Meza, Y.; Julca, A. 2015. Sustentabilidad de los sistemas de cultivo con yuca (*Manihot esculenta* crantz) en la subcuenca de Santa Teresa, Cusco. *Ecología Aplicada* 14(1): 55-63.

Mendoza, C. 2011. El Riego y las percepciones de equidad en el sistema Carrizal-Chone: Represa Multipropósito Esperanza, Ecuador. Informe parcial de grado de Master. Universidad de Wageningen, Países Bajos. Consorcio CAMAREN y a la Fundación HEIFER, 110 p.

Mendoza, G.; Prabhu, R. 2000. Multiple criteria decision making approaches to assessing forest sustainability using criteria and indicators: a case study. *Forest Ecology and Management* 131: 107-126.

Merma, I. 2011. Evaluación y diseño de fincas en la selva alta bajo sistemas de cultivos prevalecientes en la Convención-Cusco. Tesis PhD en Agricultura Sustentable. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Mitchell, G. 1997. Problems and fundamentals of sustainable development indicators. *Sustainable development*, 4:1-11.

Montagnini, F. 1992. Sistemas agroforestales: Principios y aplicaciones en los trópicos. 2da. Edición. Organización para Estudios Tropicales. San José-Costa Rica. 622 p.

Morse, S.; y Fraser, E. 2005. Making 'dirty' nations look clean? The nation state and the problem of selecting and weighting indices as tools for measuring progress towards sustainability. *Geoforum* 36:625-640.

Mosquera, A. et al. 2005. Beneficios de la integración silvopastoril en la Estación Experimental Forestal “Villa Clara”. [cd-rom]. III Encuentro Regional de Extensionismo y Transferencia de Tecnologías. Instituto de Ciencia Animal. Mayabeque, Cuba.

Moya, X. et al. 2002. La Agricultura Campesina de los Mayas en Yucatán. En: LEISA, Revista de Agroecología, Ocho estudios de caso. Edición especial Perú. Pág. 7-17.

Müller S. 1996. ¿Cómo medir la sostenibilidad? Una propuesta para el área de la agricultura y de los recursos naturales. Serie Documentos de Discusión sobre Agricultura Sostenible y Recursos Naturales. IICA, BMZ/GTZ. San José, Costa Rica. 56 p.

Nahed, T.J. 2008. Aspectos metodológicos en la evaluación de la sostenibilidad de sistemas agrosilvopastoriles. Avances en Investigaciones Agropecuarias. 12(3):3-19. Colima, México.

Nair, P.K.R. 1985. Classification of agroforestry systems. Working paper No. 28. ICRAF. Nairobi, Kenya, 52 p.

Nair, P.K.R. 1989. Classification of agroforestry systems. In: Agroforestry systems in the tropics. (Ed. P.K.R. Nair). Kluwer Academic Press/ICRAF. Dordrecht, The Netherlands. p. 39

Neher, D. 1992. Ecological Sustainability in Agricultural Systems: Definition and Measurement. In: Integrating Sustainable Agriculture, Ecology, and Environmental Policy. Haworth Press, p. 51-61.

Ness, B.; Urbel-Piirsalu, E.; Anderberg, S.; Olsson, L. 2007. Survey: Categorizing tools for sustainability assessment. *Ecol. Econ.*, 60: 498- 508.

Organización de Naciones Unidas. 1987. Nuestro Futuro Común. Nueva York. EEUU. ONU.

Pezo, A. e Ibrahim, M. 1996. Sistemas silvopastoriles, una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. En: Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales. 1er. Foro Internacional. Veracruz, Ver. FIRA – BANCO DE MEXICO. Pag. 35.

Pezo, D.; Ibrahim, M. 1997. Sistemas Silvopastoriles, Proyecto Agroforestal CARTIEGTZ, Segunda Edición, Turrialba Costa Rica, Pág. 4-5.

PHIMA. 2009. "Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Manabí". Documento preparado por el departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. Manabí, Ecuador. Disponible en: <<http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea40s/ch03.htm>> [consultado en julio 2015].

Priego-Castillo, G.A.; Galmiche-Tejeda, A.; Castelán-Estrada, M.; Ruiz-Rosado, O.; Ortiz-Ceballos. A. I. 2009. Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: estudios de caso en unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. www.ujat.mx/publicaciones/uciencia 25(1):39-57. www.ujat.mx/publicaciones/uciencia 25(1):39-57,2009.

PROJETEC. 2008. Análisis de la situación actual y del perfil socio económico de los productores del proyecto Carrizal-Chone.

Reina, L.; Hetz, E. 2004. Análisis del parque de tractores agrícolas en el Ecuador. Editorial Académica Española. Chillán, Chile. [en línea]: <<http://www.amazon.com/An%C3%A1lisis-parque-tractores-agr%C3%ADcolas-Ecuador/dp/3847369334>> [Consulta: 20 de marzo 2015].

Renda, A. et al. 1997. La Agroforestería en Cuba. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales. Dirección de Recursos Forestales. FAO-Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile. 64 p.

Rendón, R. [tesis de doctorado], 2004. Evaluación comparativa de sustentabilidad en sistemas agrícolas convencionales, mixtos y orgánicos de México, Estado de México, Universidad Autónoma de Chapingo, Centro de investigaciones económicas, sociales y tecnológicas de la agroindustria y la agricultura mundial, 230 p.

Reyna, B.; Sornoza F.; Alcívar, S. 2006. Difusión y capacitación a los agricultores del proyecto Carrizal-Chone en los sistemas de riego por: Goteo, aspersión y microaspersión. Tesis Ing. Agrícola. Portoviejo, Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agrícola, 95 p.

Rodríguez, B.F.; Jiménez, C.R. 2007. Uso de indicadores en el análisis sobre control de plagas y enfermedades: Sostenibilidad de fincas agropecuarias en la microrregión Platanar-La Vieja. Cuenca río San Carlos, Costa Rica. Tecnología en Marcha. Vol 20-4P. 8-23.

Rodríguez, A.; Saborío, M. 2008. Lo rural es diverso, evidencia para el caso de Costa Rica. IICA, San José, Costa Rica.

Ronchi, B.; Nardone, A. 2002. Contribution of organic farming to increase sustainability of Mediterranean small ruminants livestock systems. Livestock Prod. Sci. 80: 17-31.

Ruiz, M.E. 1983. Avances en la investigación de sistemas silvopastoriles. En: Curso corto intensivo Prácticas agroforestales con énfasis en la medición y evaluación de parámetros biológicos y socioeconómicos. (L. Babbar, comp.). CATIE. Turrialba, Costa Rica, Mimeo, p.d.

Santistevan, M.; Julca, A.; Borjas, R.; Tuesta, O. 2014. Caracterización de fincas cafetaleras en la localidad de Jipijapa (Manabí, Ecuador). Ecología Aplicada 13(2): 187-192.

Sánchez, P. A. 1995. Science in agroforestry. Agroforestry Systems. 30: 5–55. DOI: 10.1007/BF00708912.

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

SENAGUA. 2008. “*Memoria Técnica Presa La Esperanza*”. Calceta, Ecuador. pp 26.

SENAGUA. 2011. Presentación en Power Point (PP): “*Proyecto Carrizal Chone: Situación Actual y Propuestas de Reactivación*”. Calceta, Ecuador.

Sepúlveda, S. et al. 2002. Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible en espacios territoriales, IICA.

Sepúlveda, S. 2008. BIOGRAMA: Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios. IICA. San José, Costa Rica. 132 p.

Sevilla, E. 1997. Evolução e perspectivas do desenvolvimento sustentável. In: Almeida, J.; Navarro, Z. (org.). Reconstruindo a agricultura: idéias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável. Porto Alegre: Editora da Universidade – UFRGS, pp 19-32.

Singh, R.K.; Murty, H.R.; Gupta, S.K.; Dikshit, A.K. 2009. An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecol. Indic.*, 9: 189-212.

Somarriba, E. 1992. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agroforestry Systems* 19(3): 233-240.

Somarriba, E. 1998. ¿Qué es Agroforestería? En: Apuntes de clase del curso corto Sistemas agroforestales. (Eds. F. Jiménez y A. Vargas). Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. p. 3

Soriano A.; Aguiar, M. 1998. Estructura y funcionamiento de los agroecosistemas. *Ciencia e Investigación* 50: 63-73.

Stockle, C.; Papendick, R.; Saxton, K.; Campbell, G.; Van Evert, F. 1994. A framework for evaluating the sustainability of agricultural production systems|| en Torres, Pablo, Luis Rodríguez y Oscar Sánchez, 2004, —Evaluación de la sustentabilidad del desarrollo regional. El marco de la agricultura||, *Sociedad y Región*, vol. XVI, núm. 29, pp.109-144

SwissContact. 2011. Fundación Suiza para la Cooperación Técnica/Creamos oportunidades-ECUADOR., (En línea). Consultado, 2011-08-05 Disponible en [http://\(www.swisscontact.org.ec/site/swiss/index.php?navid=6...1\)SWISSCONTA](http://(www.swisscontact.org.ec/site/swiss/index.php?navid=6...1)SWISSCONTA).

TAMS-PBI-PLATEC. 1997. Métodos de Riego, Fase IV. CONSEJO PROVINCIAL DE MANABÍ, 2005. Síntesis del Plan de Desarrollo de la Provincia de Manabí. Secretaria de Planificación. Portoviejo, Manabí, Ecuador.

Taylor, D.; Abidin, M. Z.; Nasir, S. M.; Ghazali, M. M.; Chiew, E. 1993. Creating a farmer sustainability index: A Malaysian case study. *American Journal of Alternative Agriculture*. 8:175-184.

Torres, P.; Rodríguez, L.; y Sánchez, O. 2004. Evaluación de la sustentabilidad del desarrollo regional. El marco de la agricultura||, *Sociedad y Región*, vol. XVI, núm. 29, pp.109-144

United Nations Division on Sustainable Development (UNSD). 2001. *Indicators of Sustainable Development*. Rio de Janeiro. Documento disponible en: <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isd.htm/> (consultado en junio 2008).

Van Raij, B. 2003. Desenvolvimento sustentável: um novo contexto para a cafeicultura. *O Agrônomo*. Campinas, 55 (2):45-46.

Villasante, M. 1993. Diseño de un proyecto de investigación. Instituto de Investigación Universidad y Región – IIUR. Universidad Nacional San Antonio Abad del Curso, Perú. 93p.

Von Wirén-Lehr, S. 2001. Sustainability in agriculture: an evaluation of principal goaloriented concepts to close the gap between theory and practice. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 84(2):115-129.

Weber, F. 1990. Preliminary indicators for monitoring changes in the natural resource base. AID Program Design Evaluation Methodology No. 14. Washington D.C.

(Centro Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo) (WIRE/CIDE) y Agencia de los Estados Unidos de América para el Desarrollo de los Estados Unidos de América para el Desarrollo Internacional (Oficina de América Latina y el Caribe) (USAID/LAC). 1991. Environmental Strategy for Latin America and the Caribbean. Washington D.C.

Wood, Stanley, Kate, Sebastian y Sara, Scherr, 2000. *Pilot analysis of global ecosystems. Agroecosystems*, World Resources Institute, United States of America, 110 p.

WCED Our common Future. 1987. Oxford: Oxford University Press.

Yunlong, C.; Smit, B. 1994. Sustainability in agriculture: A general review. *Agric. Ecosys. Environ.*, 49: 299-307.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
PROGRAMA DE DOCTORADO
AGRICULTURA SUSTENTABLE**



**SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS AGROPECUARIOS EN LA
ZONA DEL PROYECTO DE RIEGO CARRIZAL-CHONE ETAPA I
(MANABÍ, ECUADOR)**

ENCUESTA

DATOS GENERALES

Responsable de la encuesta:

Lugar y fecha:

_____ Hora: _____

Nombre y apellidos del agricultor: -

Edad:

M

Sexo:

F

Nivel de instrucción: Ninguna Primaria Secundaria
 Técnica Universitaria Postgrado

NUCLEO FAMILIAR

Número de hijos: Menores de 10 años Entre 30 hasta 40 años
 Entre 10 a 20 años Entre 40 hasta 50 años
 Entre 20 a 30 Mayores de 50

Número de personas que viven en la casa:

Ingreso mensual familiar (USD):

ASPECTOS GENERALES DEL PREDIO

Cantón: _____ Parroquia: _____
 Sector _____

Cuenca: Alta Media Baja

Superficie total: _____ has

▪ **¿Cuántas personas de su familia a emigrado a otro lugar?**

Topografía: Plana _____% Ondulada _____%
 Pendiente _____%

Altitud promedia, medida por el encuestador con GPS _____msnm

Ubicación geográfica

SISTEMAS PRODUCTIVOS AGRO-SILVOPASTORILES

CULTIVOS AGRÍCOLAS

Cultivos	Sistemas de preparación de suelos			Sistemas de riego			Superficie (has)	Producción estimada (Kg/ha)
	C	ST	T	GRA	GOT	ASP		

Maíz								
Maní								
Cacao								
Plátano								
Yuca								
Caña de azúcar								
Pastos								
Frutales								
Planta forestales								
Otros								

C= convencional
GRA= gravedad

ST= semi- tecnificado

T= tecnificado

GOT= goteo

ASP= aspersión

- ¿Cuáles son las especies forestales que tiene en su predio?

INDICADORES SELECCIONADOS

Indicadores	Unidad de medida	AE ¹	Rango para standardizar las variables		Valor medido
			Máximos	Mínimos	
1. Rendimiento Pasto saboya (<i>Panicum maximum</i>)	Tn/ha	A			
2. Uso de riego tecnificado	Porcentaje	A			
3. Mantenimiento de pasturas	Porcentaje	A			
4. Uso de residuos para forraje	Porcentaje	E			
5. Carga animal	Animales/ha	A			
6. Cobertura vegetal	Porcentaje	E			
7. Producción de leche	Litros x día	E			
8. Producción de carne bovina	Kg/animal	E			
9. Vivienda propia	Porcentaje	S			
10. Acceso a la educación	Porcentaje	S			
11. Acceso a salud y cobertura sanitaria	Porcentaje	S			
12. Servicios Básicos	Porcentaje	S			
13. Control de erosión del suelo	Nº de labores realizadas	A			
14. Diversidad de especies, (animales y agrícola) en n las fincas	Nº de especies encontradas	A			
15. Control efectivo de enfermedades parasitarias	Nº de enfermedades controladas	A			
16. Conservación del paisaje	Porcentaje	A			
17. Implementación del GAD del					

- ¿En su opinión, en qué porcentaje se ha degradado el paisaje natural? _____%
 - ¿Cuáles son las especies de pastos sembradas en su predio?
-

- ¿A quién vende sus productos?

Centro de Acopio

Mercado Local

Intermediarios

PRODUCCIÓN PECUARIA

Tipo de animales	Cantidad
Aves	
Cerdos	
Caballos	
Ganado Vacuno	

- ¿Qué tipo de razas ganado vacuno tiene en su predio?
-

- ¿Cuál es el promedio de litros de leche diario por vaca?

TENENCIA DE LA TIERRA

Título de propiedad Posesión Arrendamiento Comunal

ASPECTOS ORGANIZACIONALES

▪ **¿Actualmente pertenece alguna organización gremial?**

Asociación Cooperativa Comuna campesina Otros

Si es afirmativo, ponga el nombre de la organización:

SERVICIOS BÁSICOS E INFRAESTRUCTURA

Vivienda: Propia Arrendada

Tipo de vivienda	Agua	Luz	Desagüe
Hormigón	Potable	Energía Eléctrica	Desagüe
Madera	Entubada	Lámpara	Letrina
Mixta	Pozo	Vela	Pozo ciego
Caña	Río	Mechero	Ninguno
otros	otros	otros	Otros

▪ **¿Disponen de vías de comunicación?**

Primer orden Segundo orden Camino vecinal Otros

▪ **¿Recibe asistencia técnica de parte de que institución?**

MAGAP Organismos Internacionales ONGs Otros

▪ **¿Recibe crédito de alguna Institución?**

BNF Organismos Internacionales ONGs Otros

ASPECTOS TECNOLÓGICOS

▪ **¿Qué tipo de semilla utiliza en sus cultivos?**

Certificada No certificada

▪ **¿Fertiliza sus cultivos?**

SI NO

▪ **¿Qué porcentaje de abonos y fertilizantes utiliza?**

Orgánico _____% Químico _____%

¿Cuál de sus cultivos tiene mayor incidencia de plagas y enfermedades?

Maíz <input type="checkbox"/>	Plátano <input type="checkbox"/>	Yuca <input type="checkbox"/>
Maní <input type="checkbox"/>	Caña de azúcar <input type="checkbox"/>	Pastos <input type="checkbox"/>
Cacao <input type="checkbox"/>	Plantas forestales <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>

▪ **¿Qué tipo de control de plagas y enfermedades realiza?**

Químico Ecológico Biológico Cultural