

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
ESCUELA DE POSGRADO  
DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**



**“SUSTENTABILIDAD Y MODELAMIENTO DE FINCAS  
AGRÍCOLAS EN LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RÍO  
SUPE (BARRANCA – LIMA)”**

**Presentada por:**

**LORENZO MOISES AYORA GARAGATE**

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

**Lima - Perú**

**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**“SUSTENTABILIDAD Y MODELAMIENTO DE FINCAS  
AGRÍCOLAS EN LA CUENCA MEDIA Y BAJA DEL RÍO  
SUPE (BARRANCA – LIMA)”**

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

**Presentada por:**

**LORENZO MOISES AYORA GARAGATE**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

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

Ph.D. Absalón Vásquez Villanueva  
**PATROCINADOR**

Dr. Alberto Julca Otiniano  
**MIEMBRO**

Dr. Néstor Montalvo Arquíñigo  
**MIEMBRO**

Ph.D. Alfonso Pablo Huerta Fernández  
**MIEMBRO EXTERNO**

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien me dio la fe, la fortaleza, la salud  
y la esperanza para terminar este trabajo  
A la memoria de mis amados padres; Honorio y Eresvita  
A la memoria de mi amada hermana Gloria  
A mi hija Lisbeth Aracelli, quien me brindó su amor, su  
cariño, su estímulo y su apoyo constante  
A mis hijos Diego y Violeta  
A mis hermanos Max, Juliana, Nolasca y Clemencia

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios**

Por su infinito amor.

### **A mis hermanos**

Por su apoyo que me brindaron.

### **A mi Alma Máter**

Porque en sus aulas mi mente albergó conocimientos.

### **A mi asesor**

Por su profesionalismo, y liderazgo.

**A todos mis profesores** del Programa Doctoral de Agricultura Sustentable de la escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Agraria La Molina de quienes recibí sus enseñanzas durante mi formación profesional.

**A los miembros del jurado de tesis**, doctores Salomón Helfgott, Néstor Montalvo, Alberto Julca y Alfonso Huerta Fernández, por los aportes hechos al presente trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

**REGISTRO DE FIRMAS**

**ACTA DE SUSTENTACION**

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

### **CAPITULO I: INTRODUCCIÓN**

1.1	Planteamiento del problema	1
1.2	Objetivos	2
1.1.1	Objetivo General	2
1.1.2	Objetivos Específicos	2
1.3	Justificación	3
1.4	Hipótesis	4

### **CAPITULO II: REVISIÓN DE LITERATURA** 5

2.1	La Geomática y el análisis territorial	5
2.2	Sustentabilidad agraria	10
2.2.1	Principios de sustentabilidad	10
2.2.2	Dimensiones de la sustentabilidad	11
2.2.3	Desarrollo sustentable	11
2.2.3.1	Del desarrollo sustentable a la agricultura sustentable	11
2.2.4	Conceptualización operativa de la agricultura sustentable	12
2.2.4.1	La escala y el período de análisis	13
2.2.4.2	Indicadores de sustentabilidad y marco metodológico en sistemas agrarios	14
2.2.5	El marco de evaluación MESMIS	16
2.3	El enfoque de sistemas en el desarrollo rural	22
2.3.1	Investigación agraria desde la perspectiva de sistemas	23
2.4	Sistemas agropecuarios	23
2.4.1	Unidad de estudio en los sistemas agropecuarios	24
2.4.2	Fases en la evaluación de sistemas agropecuarios	25

2.5. La finca como sistema y la agricultura familiar	27
2.5.1 Tecnología y prácticas campesinas	28
2.5.2 Evaluación de la sustentabilidad de fincas	30
2.5.3 Antecedentes de la agricultura en la zona de estudio	31
2.6 Diseño de fincas	37
2.6.1 Identificación de limitantes y potencialidades	38
2.6.2 Propuestas de alternativas tecnológicas	40
2.7 Descripción de algunos métodos de clasificación	41
2.8 Propuesta metodológica para tipificación y clasificación de sistemas de finca	43
2.8.1 Determinación de un marco teórico específico	43
2.8.2 Tipos de variables de importancia	44
2.8.3 Análisis estadístico multivariado	45
<b>CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>48</b>
3.1 Lugar de ejecución	48
3.2 Materiales	48
3.3 Metodología	49
3.3.1 Diseño de la investigación	49
3.3.2 Diseño de la muestra	52
3.3.3 Técnicas de recolección y análisis de la información	54
3.3.4 Descripción de metodologías para la etapa I	56
3.3.5 Descripción de metodologías para la etapa II	58
3.3.6 Descripción de metodologías para la etapa III	61
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>64</b>
<b>4.1. Caracterización geoespacial del territorio</b>	<b>64</b>
4.1.1 La cuenca del río supe	64
4.1.2 Delimitación de la zona de estudio	65
4.1.3 Análisis fisiográfico de la cuenca	65
4.1.3.1 Unidades fisiográficas	66
4.1.4 Geodinámica y vulnerabilidad	68
4.1.5 Características geológicas y geomorfológicas	70

4.1.5.1 Geología	70
4.1.5.2 Morfología	73
4.1.6 Geomorfología	74
4.1.7 Características bioecológicas	77
4.1.7.1 Climas	77
4.1.7.2 Suelos	77
4.1.7.3 Paisajes edáficos	84
4.1.7.4 Ecología	85
4.1.7.5 Cobertura vegetal	87
4.1.7.6 Zonas de vida	90
4.1.7.7 Uso actual de tierras y cobertura del territorio	90
4.1.8 Características socioeconómicas generales	93
4.1.8.1 Distribución de la actividad económica	93
4.1.8.2 La producción y los flujos de mercado	93
4.1.8.3 Estructura de la actividad agrícola	94
4.1.8.4 Actividad agrícola	94
4.1.8.5 Disponibilidad del recurso hídrico	94
4.1.9 Zonas homogéneas de producción agrícola	95
<b>4.2. Determinación de atributos y evaluación de sustentabilidad de fincas</b>	<b>98</b>
4.2.1. Caracterización de los sistemas prediales	98
4.2.2.	Eva
luación de la sustentabilidad de fincas	120
4.2.2.1. Evaluación de fincas utilizando el análisis multicriterio	120
4.2.2.2. Evaluación de fincas utilizando criterios de calidad del suelo y salud del cultivo	125
4.2.2.3. Construcción de diagramas tipo "ameba"	127
<b>4.3. Tipología de productores y diseño de fincas</b>	<b>132</b>
4.3.1. Tipología de productores	132
4.3.2. Identificación de limitaciones y potencialidades	138
4.3.3. Diseño de fincas	141
4.3.3.1. Diseño actual	142
4.3.3.2. Diseño propuesto	146
4.3.3.3. Representación gráfica de las tipologías	155
4.3.3.4. Propuesta de alternativas tecnológicas	159

4.3.3.5	propuestas de mejoras en la zona de estudio	164
<b>CAPITULO V.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	170
<b>CAPITULO VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	176
<b>CAPITULO VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	179
<b>CAPITULO VIII.</b>	<b>ANEXOS</b>	187

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Comparación de los principales marcos metodológicos de evaluación de la sostenibilidad mediante indicadores	16
Cuadro 2. Distribución de la muestra	53
Cuadro.3. Indicadores y sub indicadores para cada dimensión de sustentabilidad empleando la metodología "tipo multicriterio"	59
Cuadro 4. Superficie agrícola por comisiones de regantes de la junta de usuarios del río supe	94
Cuadro 5. Balance hídrico del valle de supe, campaña 2009-2010	94
Cuadro 6. Zonas homogéneas de producción	97
Cuadro 7. Extensión y rendimiento de cultivos prevalentes en la cuenca media y baja del río Supe – Barranca (n=98, año 2014)	103
Cuadro 8. Análisis económico de ingreso neto por finca en la cuenca Media y baja del río Supe – Barranca (n=98, año 2014)	106
Cuadro 9. Evaluación de la sustentabilidad de parcelas con cultivos prevalentes utilizando el análisis multicriterio	121
Cuadro10. Calidad del suelo en fincas con cultivos prevalentes, en la cuenca media y baja del río Supe	125
Cuadro11. Salud del cultivo en las fincas agrícolas de la cuenca media y baja del río Supe	126
Cuadro12. Características de los tipos de productores de la cuenca media y baja del río Supe	133
Cuadro13. Matriz de Vester para los problemas identificados en la CAU Caral	138
Cuadro14. Propuesta de mejoras para la zona de estudio	169

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de toma de decisiones en la agricultura a nivel de explotación agraria	14
Figura 2. Estructura operativa: la relación entre atributos e indicadores	20
Figura 3. El ciclo de evaluación – MESMIS	21
Figura 4. Imagen satelital de la cuenca	64
Figura 5. Imagen satelital de la cuenca media y baja del río Supe	65
Figura 6. Fisiografía	67
Figura 7. Mapa de vulnerabilidad	69
Figura 8: Descripción Geológica	71
Figura 9. Geología –sistema	72
Figura 10. Geomorfología	75
Figura 11. Climas	78
Figura 12. Grupo de suelos.	79
Figura 13. Clase de suelos.	81
Figura 14. Capacidad de uso de suelos	82
Figura 15. Zonas ecológicas	86
Figura 16. Cobertura vegetal en la cuenca	88
Figura 17. Índice de vegetación en la cuenca media y baja.	89
Figura 18. Zonas de vida.	91
Figura 19. Uso actual del suelo.	92
Figura 20. Zonas homogéneas	96
Figura 21. Género, edad, instrucción y servicios básicos de los agricultores	99
Figura 22. Ingreso mensual, crianza de animales, medio de comunicación, participación en organizaciones, actividad complementaria y, capacitación.	102
Figura 23. Superficie (agrupada) que posee el agricultor	104
Figura 24. Agrupamiento de cultivos según superficie que ocupan	105
Figura 25. Nivel de instrucción e ingreso mensual del agricultor	108
Figura 26. Actividad complementaria de la familia	109
Figura 27. Uso de productos químicos para control de plagas	110
Figura 28. Tipo de Agricultura: orgánica y convencional	111
Figura 29. Cultivos que el agricultor siembra con frecuencia	112
Figura 30. Sistemas de producción prevalecientes	113
Figura 31. Problemas ecológicos	114

Figura 32. Participación del agricultor en organizaciones agrarias	116
Figura 33. Quema de rastrojos, y aplicación de materia orgánica	117
Figura 34. Rotación de cultivos y control biológico	118
Figura 35. Sentimiento con la producción y, factores externos limitantes	119
Figura 36. Beneficios de trabajar en su finca y, confianza hacia las instituciones	119
Figura 37. Sustentabilidad de los cultivos de periodo corto	122
Figura 38. Sustentabilidad de cultivos perennes	123
Figura 39. Sustentabilidad de todos los cultivos	124
Figura 40. Calidad de suelos en las fincas con cultivos prevalentes	127
Figura 41. Calidad del suelo, Maíz y Palto, y del Palto -Caña)	128
Figura 42. Calidad del suelo, Caña y Maíz, y del Maíz-Maracuyá)	128
Figura 43. Calidad del suelo, Maracuyá y ají, y del Palto-Caña-Maracuyá)	128
Figura 44. Evaluación de la salud del cultivo en las fincas agrícolas estudiadas	129
Figura 45. Salud de los cultivos de ciclo corto en las fincas evaluadas	130
Figura 46. Salud de los cultivos perennes en las fincas evaluadas	130
Figura 47. Dendrograma-tipos de agricultores en la cuenca media y baja del río Supe (n=98, año 2014)	137
Figura 48. Calificación de problemas según su grado de causalidad en la CAU Caral	139
Figura 49. Árbol de problemas de la CAU Caral	140
Figura 50. Diagrama cualitativo de flujos del sistema de finca de los agricultores Tipo I – Diseño actual	143
Figura 51. Diagrama cualitativo de flujos del sistema de finca de los agricultores Tipo II – Diseño actual	144
Figura 52. Diagrama cualitativo de flujos del sistema de finca de los agricultores Tipo III – Diseño actual	145
Figura 53. Diagrama cualitativo de flujos del sistema de finca de los agricultores Tipo I – Diseño propuesto	149
Figura 54. Diagrama cualitativo de flujos del sistema de finca de los agricultores Tipo II – Diseño propuesto	150
Figura 55. Diagrama cualitativo de flujos del sistema de finca de los agricultores Tipo III – Diseño propuesto	151
Figura 56. Representación gráfica de los tipos de productores en la cuenca baja y media del río Supe (n=98, año 2014)	156

Figura 57. Alternativas tecnológicas agropecuarias propuestas para la cuenca baja y  
Media del río Supe- Barranca – Lima

160

### ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha de encuesta para agricultores	188
Anexo 2. Indicadores para la evaluación de sustentabilidad	191
Anexo 3. Encuesta para evaluar la sustentabilidad de la finca	193
Anexo 4. Variables seleccionadas para la caracterización de fincas	197
Anexo 5. Panel fotográfico	198

## RESUMEN

En la presente investigación, se efectuó la caracterización geoespacial, se evaluó la sustentabilidad, y se modeló fincas con cultivos prevalentes de los pequeños agricultores en la cuenca hidrográfica media y baja del río Supe. Se realizó en tres etapas, la primera fue descriptiva, la segunda evaluativa, y la tercera de tipificación y modelado.

Los objetivos fueron: caracterizar y analizar el territorio, determinar cultivos prevalentes, identificar zonas homogéneas, evaluar la sustentabilidad de fincas, tipificar a los productores, modelar gráficamente los sistemas de finca, y proponer alternativas tecnológicas para mejorar el desempeño de las fincas en la zona de estudio. La caracterización geoespacial de la cuenca media y baja del río Supe, permitió identificar zonas homogéneas de producción. Se utilizó como herramientas el SIG y la teledetección. Se identificó los cultivos predominantes en el área estudiada: caña de azúcar, maracuyá, maíz duro amarillo, ají paprika, palto y maíz morado. Se determinó tres zonas homogéneas. Se identificó atributos socioeconómicos y técnico-productivos de fincas con cultivos prevalentes. A continuación se evaluó la sustentabilidad de éstas, utilizando el método “tipo multicriterio” propuesto por Sarandón y el “método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales” que utiliza criterios de calidad de suelo y salud del cultivo, propuesto por Altieri y Nicholls.

El índice general de sustentabilidad (IS-G) es mayor a 2.0, a excepción de las fincas con cultivo de ají paprika cuyo índice general de sustentabilidad es 1.98, por lo que se concluye que de las fincas evaluadas, solo las que tienen instalado el ají paprika no son sustentables. Se encontró tres tipos de productores según la actividad principal y el ingreso económico anual de la familia: tipo I, son los pequeños agricultores con cultivos perennes extensivos y de economía restringida; tipo II, pequeños agricultores con una actividad complementaria no agrícola y economía de autosubsidio; tipo III, medianos agricultores con cultivos intensivos y economía de capitalización.

*Palabras clave:* Fincas, sustentabilidad, cultivos prevalentes, sistemas agrícolas, modelado gráfico, tipologías.

## ABSTRACT

A geospatial characterization, sustainability evaluation and modeling of small farmers farms having prevalent crops, located in the middle and low watershed of Supe river was carried out in this research. This was made in three steps. The first one was descriptive, the second one was evaluative and the third one included typifying and modeling.

The objectives were: to characterize and to analyze the territory, to determine the prevalent crops, to identify homogeneous zones, to evaluate the sustainability of farms, to typify farmers, to graphically model the farming systems and to propose technological alternatives to improve the performance of farms under study. The geospatial characterization of the middle and low watershed of Supe river allowed to identify homogeneous production zones. SIG and remote sensing were used as tools. Prevalent crops identified in the area under study were: sugarcane, passion fruit, yellow corn, "paprika" sweet pepper, avocado and purple corn. Three homogeneous zones were determined. Socioeconomic and technical-productive attributes of farms having prevalent crops were identified. After that, the sustainability of these farms was evaluated by using the "multi criteria" method proposed by Sarandon and the "Fast agroecological method to evaluate the sustainability of coffee farming systems" method proposed by Altieri and Nicholls, which uses soil quality and crop health criteria.

The general index of sustainability (IS-G) is higher than 2.0, except for farms which grow "paprika sweet pepper whose general sustainability index is 1.98, therefore it is concluded that of the farms evaluated, only those which grow "paprika" sweet pepper are not sustainable. Three types of producers were found according to their main activity and the annual economic income of the family: type I, are the small farmers with extensive perennial crops and of restricted economy; type II, small farmers with complementary non-agricultural activity and self-subsidy economy; type III, medium farmers with intensive crops and capitalization economy.

*Key words:* Farms, sustainability, prevalent crops, agricultural systems, graphic modeling, typologies.

## I.-INTRODUCCIÓN

Las fincas o “chacras” son las unidades productivas básicas de la agricultura en la cuenca hidrográfica del río Supe, estas son conducidas por pequeños productores que obtienen rendimientos agropecuarios y económicos mínimos lo que genera una situación de pobreza en la población rural. La poca rentabilidad está relacionada a la práctica de una agricultura extensiva, de bajos insumos, con un mínimo nivel de gestión empresarial.

El área seleccionada para este estudio comprendió dos sectores (bajo y medio) en la cuenca hidrográfica del río Supe. Esta zona se caracteriza por presentar suelos aptos para una agricultura intensiva. La parcelación y la agricultura convencional, viene originando un deterioro visible de la base de recursos naturales en esta zona, por lo que es necesario evaluar la sustentabilidad de las fincas y plantear alternativas más viables de manejo de los sistemas productivos en forma inmediata.

La presente investigación tuvo como objetivo principal, evaluar la sustentabilidad de las fincas agrícolas en la cuenca media y baja del río Supe; bajo sistemas de cultivos prevalentes, y proponer diseños de modelos cualitativos de fincas sustentables.

### **1.1. Planteamiento del problema de investigación**

Una carencia frecuente en los planes y proyectos de desarrollo rural es el conocimiento de los sistemas productivos agrícolas predominantes en una cuenca hidrográfica, así como de sus características de estructura y función, entendidos estos como resultado de complejos procesos de orden físico, biológico, social y económico.

A la fecha, en la cuenca del río Supe no existen investigaciones tendientes a describir e identificar las características geográficas, fisiográficas, geomorfológicas, ecosistémicas, y socioeconómicas de la cuenca media y baja, así como las condiciones ambientales y socioeconómicas, con fines de identificar y delimitar zonas homogéneas, así como evaluar la sustentabilidad.

Es necesario conocer los elementos agroecológicos, técnicos, sociales y económicos a nivel de predio agrícola para identificar las limitaciones y potencialidades de la región.

Asimismo, se debe evaluar la sustentabilidad de las fincas para comprender su funcionamiento desde un enfoque de sistemas y diseñar alternativas tecnológicas para mejorar los sistemas productivos del medio rural.

En la cuenca media y cuenca baja del río Supe, se desconoce si son sustentables o no, las fincas (parcelas agrícolas) con cultivos prevalentes; y no se ha clasificado los tipos de productores, tampoco se ha determinado las lógicas de producción existentes. Falta diseñar y modelar sistemas agrícolas sustentables para la zona intervenida.

#### **a. Preguntas de investigación:**

- ¿Cuántas zonas homogéneas de producción y tipologías de productores existen?
- ¿Cuál es la lógica socio-económica y técnico productiva que caracteriza a las fincas en la cuenca media y baja?
- ¿Son sustentables las fincas con cultivos prevalentes?
- ¿Cuáles son las limitaciones y potencialidades de la cuenca media y baja?
- ¿Es posible representar en modelos gráficos los sistemas de finca actuales y proponer sistemas alternativos mejorados?

### **1.2. Objetivos**

#### **General**

Caracterizar las fincas con cultivos prevalentes, y evaluar la sustentabilidad de éstas, en la cuenca media y baja del río Supe; y proponer el diseño de modelos para mejorar su desempeño.

#### **Específicos**

- Analizar y describir el territorio en estudio, determinando sus principales características fisiográficas, ambientales y socioeconómicas
- Identificar las zonas homogéneas de producción agrícola.
- Evaluar la sustentabilidad de las fincas con cultivos prevalentes.
- Encontrar las tipologías de productores representativos de la zona.
- Diseñar modelos de representación gráfica de los sistemas de finca.
- Identificar factores limitantes y recursos potencialmente productivos.

- Proponer alternativas técnicas para mejorar e incrementar el desempeño de los sistemas de producción.

### **1.3. Justificación**

Para propender al uso racional, oportuno y sostenible de los recursos naturales, y socioeconómicos de la cuenca media y baja del río Supe, se hace necesario el conocimiento y análisis del territorio, sus limitaciones y potencialidades, seguido de una evaluación de la sustentabilidad de la misma, mediante el uso de indicadores, y finalmente formular un modelo de sistema agrícola sustentable, con el soporte de una base de datos estructurada y actualizada, que permita consultar y visualizar diferentes escenarios.

Los estudios - diagnóstico sirven para describir y comprender la razón de ser de las técnicas agropecuarias y la racionalidad socio - económica de los agricultores.

El desempeño de las fincas y la capacidad de gestión de los agricultores dependen de los cultivos/crianzas y la tecnología empleado. Para conocer el grado de sustentabilidad de las fincas es necesario, como punto de partida, evaluar los cultivos prevalentes que maneja el agricultor.

Existen factores exógenos a las fincas (externalidades) tales como los bajos precios, ausencia de mercados, poco o nulo crédito, deficiente infraestructura vial y otros que influyen negativamente en los procesos productivos de la cuenca. Es necesario identificar estos factores limitantes, así como los recursos potencialmente productivos en el área.

Será necesario diseñar los sistemas de fincas existentes a través de modelos cualitativos que sirvan para comprender su estructura y función. Asimismo, el diseño alternativo permitirá efectuar nuevas recomendaciones que provean mayores ingresos a los productores sin destruir su base recursos naturales y sociales.

Los resultados que proporcione al final este trabajo de investigación, será de gran utilidad para diseñar estrategias y planes de desarrollo rural sostenible, y la práctica de una agricultura sustentable.

## **1.4. Hipótesis General**

La evaluación de la sustentabilidad y modelado de fincas se logra mediante el análisis territorial, la determinación de atributos socioeconómicos técnico-productivos, la tipificación, identificación de limitaciones y potencialidades, estudio y diseño de los sistemas de producción.

### **Hipótesis específicas**

- La caracterización geoespacial de la cuenca media y baja del río Supe, mediante la Geomática, determina los atributos biofísicos, identifica zonas agrícolas homogéneas, y sistemas agrícolas predominantes.
- La determinación detallada de los atributos socioeconómicos y técnico-productivos de las fincas agrícolas con cultivos prevalentes en la cuenca media y baja del río Supe, permite evaluar la sustentabilidad mediante indicadores y el análisis multicriterio.
- Los agricultores que conducen fincas con cultivos prevalentes en la cuenca media y baja del río Supe, se clasifican en función de las características socioeconómicas, y a partir de esta tipificación se formula y propone modelos de fincas sustentables.
- En la zona se manifiesta la coexistencia de dos tipos de lógicas de producción o racionalidades, las cuales son: fincas de racionalidad capitalista, y fincas de racionalidad tradicional o de subsistencia.
- La representación gráfica o modelamiento de las fincas permite reconocer su estructura y función como un sistema, y facilita las propuestas de mejora de los sistemas existentes.

## II. – REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 La Geomática y el análisis territorial

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se definen como una colección de hardware, software y datos geográficos diseñados para la eficiente captura, almacenamiento, integración, actualización, modificación, análisis espacial y despliegue de todo tipo de información geográficamente referenciada. Los SIG, poseen la capacidad de poder almacenar y manipular grandes volúmenes de datos relacionados a diferentes factores del terreno, considerándolos como mapas de mapas temáticos, lo cual era una limitante para muchas de las técnicas hasta ahora empleadas. Aún más, parte de las técnicas tradicionalmente utilizadas encontraron en los SIG un medio para su desarrollo y aplicación efectiva. De esta forma, no se debe considerar un SIG como solamente el equipo y el software, un SIG se compone de cinco elementos fundamentales: equipo de cómputo y sus periféricos, soporte lógico (programas), información, el usuario y el ambiente profesional (Fernández, 2011).

García (2002), manifiesta que los SIG también son utilizados para llevar a cabo análisis sobre la agricultura. Un estudio sobre el uso actual del suelo de 1970-1997 en el estado de Guanajuato, México, se realizó mediante la utilización de SIG para analizar diferentes mapas de uso de tierra durante los años comprendidos, los resultados mostraron: una disminución del área agrícola, abandono de tierras, urbanización y áreas forestales, lo que permitió aportar elementos de juicio que pueden ser de utilidad para soportar alternativas productivas dentro de propuestas de reordenamiento de uso de la tierra.

Segnestam (2000), hace referencia de un SIG desarrollado por la FAO que ha sido el Sistema de Información de Recursos de Tierras para la Planificación, cuya metodología consistió en desarrollar un sistema que facilitara el manejo de los diferentes tipos de información biofísica y socioeconómica que intervienen en un proceso de planificación agrícola, utilizando para ello SIG como una forma de ser utilizado para generar un sistema de análisis espacial y como sistema de consulta para el proceso de evaluación de tierras. Otro sistema desarrollado fue el proyecto denominado: Desarrollo de Indicadores en América Central auspiciado por The International Center for Tropical Agriculture (CIAT) donde se elaboraron y refinaron indicadores para medir y rastrear la

sustentabilidad rural en América Central, cuyos objetivos fueron: desarrollar y probar la calidad de la tierra, así como el SIG para la integración de consideraciones de sustentabilidad rurales que permitieran la creación de políticas y la planificación del medio rural y a su vez el manejo eficiente del ambiente a los niveles regional, nacional y local.

Según FAO (2004), un SIG es el elemento central en la configuración de un modelo para el aprovechamiento múltiple del recurso tierra, cuya utilidad deriva de su capacidad de funcionamiento dinámico en base a las siguientes características principales

1. capacidad de computación física para manejar datos, incluyendo su superposición, integración y segregación;
2. capacidad de analizar los datos, formulando hipótesis que comprueben supuestos, definiendo relaciones potenciales y desarrollando teorías;
3. capacidad para relacionar posiciones bi-dimensionales y tri-dimensionales en la superficie terrestre, la atmósfera y la litosfera/hidrosfera/ecósfera, así como procesos cuatri-dimensionales dinámicos (espacio/tiempo), representando operaciones funcionales de sistemas de evaluación, planificación y control de recursos naturales.

Delgado (2010), señala que el análisis y manejo de bases de datos geoespaciales con un SIG, integradas al nivel de cuenca hidrográfica, se han tornado en la actualidad como un instrumento fundamental para evaluar situaciones reales y simular diferentes características morfométricas e hidrológicas además permite el uso de datos georeferenciados para elaborar interacciones y superposiciones de las distintas capas temáticas y poder interactuar con la información de un modo completo.

Umaña (2002), indica que la caracterización de una cuenca está dirigida fundamentalmente a cuantificar todos los parámetros que describen su estructura física y territorial con el fin de establecer las posibilidades y limitaciones de sus Recursos Naturales pero también para identificar los problemas presentes y potenciales.

La caracterización de una cuenca se inicia con la delimitación de su territorio, la forma, tamaño o área, pendiente media y pendiente del cauce principal, red de drenaje etc.

Algunos de estos parámetros sirven de base para identificar la vulnerabilidad y considerar peligros a los desastres.

El desarrollo sostenible implica cuatro elementos fundamentales que son: El aprovechamiento adecuado de los recursos, una distribución más equitativa de los recursos manteniendo el equilibrio, la participación de la población en la gestión y la conservación de la capacidad productiva de los ecosistemas intervenidos a fin de que se mantenga el nivel de producción con características permanentes.

Bottino (2003), menciona que el concepto de Geoinformática se refiere a todo tipo de aplicación computacional destinado al manejo de la información georeferenciada. Se trata de toda información geográfica realizada a través del software informático, que apoya al Sistema de Información Geográfica (SIG) como centro de la Geotecnología que ofrece un nuevo espacio geográfico: el ciberespacio, una nueva representación del mundo. El ciberespacio se considera como una matriz (the matrix) electrónica de interconexión entre bases de datos digitales ubicados en cualquier lugar del mundo y conectados a través de una red (actual Internet). Es un nuevo espacio que se superpone cada vez con más fuerza a la geografía real de los paisajes empíricos.

La geotecnología nos permite acceder y conceptualizar esta nueva realidad geográfica a través de la geoinformación, trabajándolos con procedimientos computacionales; es una visión digital del espacio para analizarlo informáticamente. Las tecnologías informáticas traen una influencia creciente en la sociedad actual, con sus efectos sobre todas las actividades sociales, aunque impactando de diferentes formas en los distintos espacios y en los distintos estratos sociales; con un mundo real que se transforma en un modelo digital, estamos ante la presencia de un nuevo paradigma. Al pasar del espacio geográfico real al espacio virtual, son necesarias simplificaciones, todos poseemos una visión parcial de la realidad; es a través de nuestra percepción de esta realidad y de la selección que hacemos de los elementos del espacio geográfico real que se nos presenta, que construimos un modelo conceptual y este es el que se incorpora al mundo informático, a través del software que le permite su ingreso (Fernández, 2011).

El modelo digital es un modelo ingresado digitalmente, de un modelo conceptual del espacio geográfico percibido y asimilado. El desarrollo geotecnológico es posible con los aportes de la Geografía, y ésta los retoma digitalizados. La información es

georeferenciada cartográficamente, diferenciando y limitando los espacios, así como éstos interactúan según su funcionalidad, y según el contexto temporal. La geotecnología permite una valorización de la Geografía con un impacto en sus métodos; al circular la información en una sociedad global, donde los SIG son empleados no sólo dentro del campo disciplinar, sino en diversas áreas y actividades, desde la biología, la mineralogía, hasta las migraciones o el turismo.

Lillesand *et al.* (2000), destacan la necesaria integración de los datos de teledetección con otras fuentes de información y métodos de análisis. Destacan que un relevamiento de información que contemple la aplicación de este tipo particular de información requiere necesariamente de los siguientes pasos:

- 1) Una definición clara del problema a investigar
- 2) Evaluación del efecto potencial de satisfacer dicho problema con información de sensores remotos
- 3) Identificación del procedimiento de adquisición de datos por sensores remotos apropiados para la tarea
- 4) Determinación de los procedimientos y técnicas para interpretación de los datos obtenidos por sensores remotos.
- 5) Identificación del criterio para juzgar la calidad de la información obtenida.

La necesidad de corroborar la información por diferentes fuentes a fin de sustentar la calidad y confiabilidad de la misma es la misma que da soporte a la aplicación general de procedimiento multispectrales (es decir obteniendo información de muchas bandas al mismo tiempo) así como procedimientos multi-etápicas (obtención de información en el terreno, complementado con información obtenida por aviones fotográficos a baja y gran altitud más información obtenida por sensores remotos) y multi-temporales (información sobre un mismo terreno con desfase temporal). En ese sentido, la información obtenida por medios remotos da una acabada visión panorámica de un escenario específico, se debe recalcar que este tipo de observación permite de forma más clara estimar el efecto de un hecho específico que se registre en dicho escenario más que la causa del mismo.

Por todo ello, la teledetección espacial está siendo empleada como complemento y no como un sustituto, a estudios sobre el medio ambiente: oceanografía, recursos

pesqueros, estudios costeros, contaminación, hidrogeología, geología, estimación de cosechas, control de plagas, incendios, producción agrícola, usos del suelo, planificación urbana, etc.

Chuvieco (2008), señala que la teledetección está siendo utilizada como herramienta en diversas áreas científicas, relacionadas con el medio físico. Una de las principales aplicaciones se centra en el seguimiento de cultivos agrícolas, principalmente cultivos herbáceos, aunque cada vez son más numerosas las aplicaciones forestales. En la actualidad se están aplicando a planificación urbana, vigilancia del medio ambiente, gestión de cultivos, prospecciones mineras, desarrollo de mercados, cartografía temática, topografía, etc. Su aplicación en los recursos naturales se fundamenta en que los elementos de la naturaleza tienen una respuesta espectral propia que se denomina *signatura espectral*. De esta forma estudia las variaciones espectrales, espaciales y temporales de las ondas electromagnéticas, y pone de manifiesto las correlaciones existentes entre éstas y las características de los diferentes materiales terrestres. Entre las ventajas proporcionadas por estos sistemas destacan, la cobertura global y exhaustiva, perspectiva panorámica, observación multiescala, información sobre regiones no visibles del espectro, multitemporalidad de las observaciones, transmisión a tiempo real y registro digital de la información.

Romero y Sepúlveda (2002), indican que las imágenes de satélite representan el más innovador instrumento de manejo interactivo para el análisis espacial. La gran cantidad de información disponible, unida a su bajo costo, hacen de los sensores remotos la herramienta idónea para crear y expresar bases de datos relacionadas con grandes extensiones territoriales.

La tecnología de los sensores remotos se emplea, cada vez más, tanto para analizar el espacio con fines productivos, como para comprender la dinámica de los desastres naturales. Permite entre otros, valorar el estado de los recursos naturales, su extensión y calidad, como también la degradación que sobre ellos ha generado la sociedad a través de décadas de uso intensivo. Al mismo tiempo, permite definir sus edificaciones agroecológicas; es decir gracias a las múltiples variables que tome en cuenta, permite establecer áreas prioritarias de acción, según sea su fragilidad ambiental o el uso al que se le pueda destinar.

La agricultura es uno de los campos que más se puede beneficiar de este desarrollo tecnológico, pues la generación de información biogeográfica y agroecológica, posibilita un tratamiento más eficiente de la producción agrícola y, por lo tanto una mayor competitividad en los mercados; entre otras cosas este instrumento permite realizar lo siguiente:

- Definir una zonificación agroecológica
- Analizar la distribución espacial de la producción agrícola
- Cuantificar áreas cultivadas
- Agricultura de precisión
- Determinación de la salud del cultivo.

Los factores espaciales (suelo, clima, topografía, infraestructura, etc.) intervienen sin la menor duda, en la competitividad de una finca, una empresa o una cadena agroalimentaria, hecho que sustentan la base de recursos sobre la cual se desarrollan las actividades agrícolas. La conjunción de tales factores de brindar un mayor valor agregado una región, y esto, a su vez, la vuelven más o menos atractiva para la producción. El empleo sensores remotos para monitorear la agricultura y los recursos naturales de una región se torna, trascendentales pues el conocimiento de estado y calidad incidirá en el proceso de toma de decisiones.

## **2.2 Sustentabilidad agraria**

### **2.2.1 Principios de sustentabilidad**

Díaz (2011), indica que los principios de sustentabilidad están inspirados en una diversidad de propuestas y declaratorias, las últimas generadas en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Declaración de Río, 1992), hasta la agenda que comprende la Cumbre de Johannesburgo (Sudáfrica, del 26 de agosto al 4 de setiembre de 2002). Los principios de sustentabilidad se visualizan desde la perspectiva de la biosfera: (a) "Una sola tierra" con un "futuro común" para la humanidad; (b) "Pensar globalmente y actuar localmente"; (c) El principio de precaución. Este sugiere la necesaria adopción de medidas protectoras frente a una acción determinada, cuando no existe certeza científica de las

consecuencias para el ambiente y los seres vivos; (d) Responsabilidad colectiva y equidad social; © Justicia ambiental y calidad de vida de las generaciones presentes y futuras.

La sustentabilidad de los agroecosistemas se determina a través de tres características principales, la resiliencia frente a perturbaciones, tanto naturales como antropogénicas (por ejemplo, la capacidad de mantener la producción a pesar de ciertos cambios climáticos, la resistencia de las dehesas al continuo y a veces abusivo aprovechamiento ganadero); la conveniencia para las sociedades humanas (generación de productos como fuente de alimento); y la escala tanto a nivel temporal como espacial (Toro-Mujica *et al*, 2011).

### **2.2.2 Dimensiones de la sustentabilidad**

Díaz (2011), OECD (2008), Abramovay (2006), dicen que el escenario comprende, al menos tres elementos centrales: la gente, el territorio en su dimensión geomorfológica y el tiempo. Estos entendidos como: (1) **Sostenibilidad económica**, que requiere que el desarrollo sea económicamente viables; (2) **Sostenibilidad social**, que exige el desarrollo sea socialmente aceptable, en la medida que éste genera un reparto “justo” y “equitativo” de la riqueza, tanto en términos intra generacionales como inter generacionales y (3) **Sostenibilidad ambiental**, que requiere que el desarrollo sea compatible con el mantenimiento de los procesos biológicos en que se fundamentan los ecosistemas naturales.

### **2.2.3 Desarrollo sustentable**

En el informe de la Comisión Brundtland, se define como “Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades” (citado en Ramírez *et al*, 2004). Es un enfoque multidisciplinario, multiescala, multiperspectiva por que abarca la economía, la cultura, las estructuras sociales, el uso de los recursos, etc. (Bell y Morse, 2003).

#### **2.2.3.1 Del desarrollo sustentable a la agricultura sustentable**

El concepto ha generado un interesante debate científico sobre como compatibilizar el incremento de la producción para satisfacer la necesidad de los alimentos y fibras

de una población creciente, y la conservación de los recursos utilizados para dicha producción. En este sentido, si bien existen multitud de definiciones y enfoques alternativos, existe un gran consenso en definir la agricultura sostenible; como aquella que cumple los siguientes requisitos: (a) Promueve la suficiencia alimentaria (seguridad alimentaria); (b) Conserva los recursos naturales y protege el ambiente; (d) Es viable económicamente y © Es social y culturalmente aceptable.

La admisión de la asociación existente en el término desarrollo sostenible, parte de la suposición de que puede haber desarrollo, mejora cualitativa o despliegue de potencialidades, sin crecimiento, es decir sin incremento cuantitativo de la escala física, sin incorporación de mayor cantidad de energía y de materiales. En otras palabras, es el crecimiento lo que no puede continuar indefinidamente en un mundo finito, pero si es posible el desarrollo (Macedo, 2005).

#### **2.2.4 Conceptualización operativa de la agricultura sustentable**

Dos enfoques parecen predominar en la literatura económica. Se trata de los enfoques “patrimonial” y “mosaico”. El enfoque **“patrimonial”** establece que para que un proceso de desarrollo sea sostenible debe mantener la equidad intergeneracional, haciendo que el stock de capital que herede la próxima generación, sea al menos el mismo que el que la generación actual ha heredado de lo anterior. Existen dos variaciones, el primero es el de la **“sostenibilidad débil”**, que considera que el capital natural y el construido por el hombre son sustituibles. La segunda variante corresponde con el de **“sostenibilidad fuerte”**, esta parte del supuesto de no sustituibilidad propio de la Economía Ecológica, exigiendo que para que el desarrollo pueda ser calificado como **“sostenible”**, el stock de capital natural no disminuya en ningún caso con el tiempo (Díaz, 2011).

Según Souza (2001), la sostenibilidad implica ir más allá de la racionalidad instrumental y económica para subordinarlas a la racionalidad comunicativa. Bajo la racionalidad instrumental, los problemas complejos se reducen a una dimensión técnica de manera que las soluciones técnicas eficientes los puedan resolver, por su parte la racionalidad económica reduce los problemas complejos a requerimiento de abastecimientos-demanda, de manera que las soluciones relacionadas con el mercado competitivo los puedan resolver. Se asume que en el mundo, como una red

de relaciones entre todas las formas de vida, la racionalidad comunicativa convierte los problemas complejos en problemas antropogénicos que emergen de la interacción humana.

Sin embargo Gudynas (2010), indica en la actualidad la sustentabilidad es posible agrupar las diferentes expresiones en tres grandes corrientes: (1) Débil; (2) Fuerte y (3) Súper-fuerte. La sustentabilidad **súper-fuerte** sostiene que el ambiente es valorado de muy diferentes maneras además de la económica: también existen valores culturales, ecológicos, religiosos o estéticos, que son tanto o más importantes. Aunque el desarrollo sostenible en la agricultura puede explicarse en términos patrimoniales, generalmente se acepta que este concepto tiene múltiples connotaciones; ecológica, económica y social. Así el desarrollo sostenible puede descomponerse en los siguientes tres componentes básicos: (a) **Ambiental**; (b) **Económica** y (c) **Socio-cultural** en la agricultura.

#### **2.2.4.1 La escala y el período de análisis**

El punto crucial a la hora de conceptualizar la agricultura sostenible en la definición de los límites geográficos del sistema agrario que se quiere analizar, así como la especificación del periodo del tiempo de análisis. Es decir, la agricultura sostenible es un concepto que debe ser especificado en el espacio y en el tiempo. En cuanto al problema de delimitación geográfica de los límites del sistema, se trata de definir la escala espacial del análisis, a partir de la cual la sostenibilidad pueda ser evaluada. Una vez delimitada se procede a delimitar **el periodo de análisis**.

La definición del concepto de sostenibilidad agraria está condicionada al entendimiento de la agricultura como un sistema jerárquico de niveles agroecosistémicos que cada nivel jerárquico vendría delimitado por el ámbito espacial de análisis. Por orden creciente de jerarquía, los niveles agroecosistémicos serían: (a) La parcela de producción; (b) La explotación agraria; (c) El sistema agrario (o la cuenca hidrográfica); (d) La región (o la nación) y © El mundo. En la Figura 1, se muestra el proceso de toma de decisiones en la agricultura a nivel de explotación agraria.

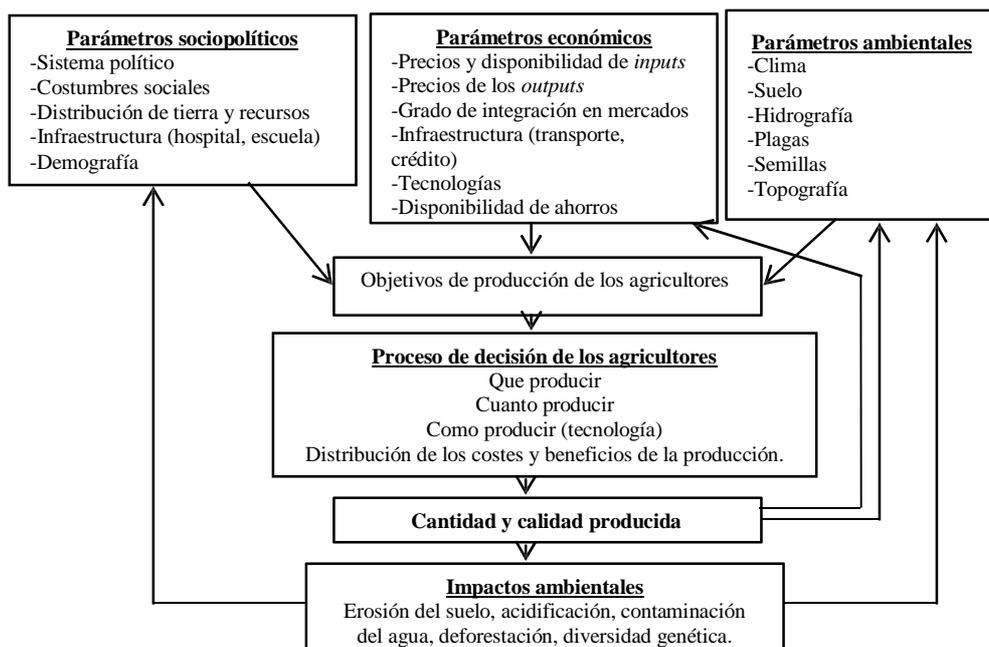


Figura 1: Proceso de toma de decisiones en la agricultura a nivel de explotación agraria

#### 2.2.4.2 Indicadores de sustentabilidad y marco metodológico en sistemas agrarios

Según la OECD (2008), de forma general, un indicador es un parámetro que identifica y proporciona información acerca de un proceso, ambiente o área, con un significado que se extiende más allá del valor directamente asociado al parámetro. Un indicador cuantifica y simplifica un fenómeno, facilita el entendimiento de realidades complejas e informa sobre cambios en un sistema. Los indicadores son variables que informan sobre el estado de funcionamiento de un sistema, sea éste una máquina, un ser humano, un ecosistema o una explotación agraria. La importancia de disponer de indicadores de sostenibilidad radica en la posibilidad de proporcionar a los responsables políticos un instrumento (Moldan y Dahl, 2007).

Actualmente, para la evaluación por indicadores, se hace uso de los marcos metodológicos, que, guían todos los procesos de evaluación de la sostenibilidad, incluida la selección de indicadores, entendida como una de las etapas del proceso. A partir de ahí se continua, en función del enfoque de partida (modelos de sostenibilidad débil, fuerte) (Pintér *et al.*, 2012).

Kammerbauer (2001), dice que en función del modelo conceptual que adopten, los marcos metodológicos de evaluación de la sostenibilidad mediante indicadores, pueden ser clasificados en tres tipos: (a) **Marcos analíticos**. Basados en modelos causales, es decir, en un proceso analítico que procura identificar las relaciones de causa efecto del sistema. En este enfoque parte del supuesto de que el sistema ambiental provee los recursos naturales para los procesos de producción y asimila los desechos de la producción y del consumo; (b) **Marcos sistémicos**. Basado en modelos sistémicos que propician una interpretación sistémica del sistema. En este enfoque, el sistema económico-social se interpreta como parte integrante del ecosistema, por lo que las reglas ecológicas determinan las reglas económicas y sociales; (c) **Marcos normativos**. Marcos basados en modelos jerárquicos, donde los objetivos para lograr un contenido disciplinario específico se presenta listado en forma jerárquica. Bajo este enfoque, el concepto de sostenibilidad postula un acercamiento multidimensional considerando los aspectos ambientales, económicos y sociales.

En el Cuadro 1, se listan las principales aportaciones en términos de marcos metodológicos de medida de la sostenibilidad mediante indicadores, desarrollados al amparo de las teorías (sostenibilidad débil o fuerte) y modelos (analítico, sistémico o normativo) anteriores y que presentan aplicaciones a la agricultura. Los marcos aparecen diferenciados por sus características intrínsecas definidas por Dhakal (2002).

**Cuadro 1: Comparación de los principales marcos metodológicos de evaluación de la sostenibilidad mediante indicadores**

Marco	Enfoque	Dimensión evaluada	Periodo de evaluación	Escala de análisis	Proceso de selección de indicadores	Integración (obtención de índices)	Evaluadores	Grado de utilización y ejemplos de aplicación empírica
FESLM (1993)	Normativo (orientado a objetivos)	Económica Ambiental	@post	Nacional	Bottom-up	No integra (pero de fácil implementación)	Consultor ext. Actores locales	Alto Gameda y Dumanki (1994); Latham (1994); Hamblin <i>et al.</i> (1996); Gomez <i>et al.</i> (1996); Gameda <i>et al.</i> (1997) y Vanloonet <i>et al.</i> (2005).
IICA (1993)	Analítico (relación Causa-	Económica Ambiental	@post	Institucional	Top-down	No integra	Consultor ext.	Bajo
PSR y DPSIR (1994 y 1995)	Analítico (relación Causa-efecto)	Ambiental	@post	Nacional Regional	Bottom-up	Índice agregado	Consultor ext.	Alto (poca sistematización). OCDE (OCDE, 1999 <sup>a</sup> , 1999b y 2001) y el Proyecto IRENA (EEA, 2005 y EEA, 2006).
CIFOR	Normativo (orientado a objetivos)	Económica ambiental	@post	Nacional Regional	Top-down	No integra	Consultor ext. Actores locales	Alto (con sistematización). Estudios sectoriales (manejo de bosques).
MESMIS (1999)	Normativo (orientado a objetivos)	Economía ambiental	@post @ante	Sist. Agrario Explot. Agraria	Bottom-up	Integra (uso de gráficos AMOEBA)	Consultor ext. Diversos sectores	Muy alto (con sistematización) Principalmente en pequeñas comunidades campesinas de América Latina.
INSURE (2005)	Sistémico	Económico Ambiental Social Institucional	@post	Regional	Top-down	Integra (uso de gráficos de pizza)	Consultor ext.	Bajo. Predominantemente trabajos de consultoría.
SAFE (2007)	Normativo (orientado a objetivos)	Económica Ambiental Social	@post	Sist. Agrario Explot. Agraria Parcela	Top-down Bottom-up	Integra	Consultor ext. Actores locales	Desconocido (marco muy reciente).

FUENTE: Elaborado a partir de Dakal, 2002.

### 5.2.1 El marco de evaluación MESMIS

#### Antecedentes

A pesar del auge en la discusión sobre desarrollo sustentable, existen todavía pocos esfuerzos sistemáticos y consistentes para hacer operativos los principios generales de sustentabilidad en casos concretos. Los procedimientos convencionales (por ejemplo, análisis de costo-beneficio) son insuficientes o simplemente inadecuados para incorporar los nuevos retos que presenta el análisis de sustentabilidad, tal como la existencia de variables no cuantificables y la integración de parámetros biofísicos con procesos sociales y económicos.

Se ha tratado de paliar el problema mediante un esfuerzo “aditivo”, es decir, simplemente añadiendo técnicas convencionales. Sin embargo, un análisis profundo de los requisitos de sustentabilidad implica un esfuerzo conceptual y práctico

cualitativamente distinto. En particular, no se tienen marcos desarrollados para evaluaciones de sistemas de manejo de recursos naturales en el contexto campesino de los países del Tercer Mundo. Existe un trabajo relativamente amplio en el desarrollo de indicadores de tipo biofísico, especialmente para subsistemas muy concretos en condiciones controladas (indicadores de sustentabilidad del recurso suelo o para un cultivo determinado). Existe también un desarrollo relativamente amplio de indicadores económicos, principalmente dirigido a condiciones de agricultura comercial. Sin embargo, no se ha trabajado todavía lo suficiente en la incorporación de criterios de tipo social e institucional y en sistemas de manejo complejos (por ejemplo sistemas agrosilvopastoriles) o de muy largo plazo como son los sistemas forestales.

Por otro lado, las propuestas de evaluación de sustentabilidad normalmente quedan en marcos muy generales y laxos, destinados a evaluaciones “rápidas”, o en propuestas tan detalladas que se pueden realizar sólo en condiciones experimentales. Faltan esfuerzos para establecer marcos de evaluación que sean realmente operativos en condiciones de campo y que simultáneamente estén basados en una evaluación rigurosa de sustentabilidad (López-Ridaura *et al*, 2001)

### **Que es el MESMIS**

El Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) es una herramienta metodológica que:

- Ayuda a evaluar la sustentabilidad de sistemas de manejo de recursos naturales, con énfasis en el contexto de los productores campesinos y en el ámbito local, desde la parcela hasta la comunidad.
- Brinda 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. 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 sustentabilidad*.

- Busca entender de manera integral las limitantes y posibilidades para la sustentabilidad de los sistemas de manejo que surgen de la intersección de procesos ambientales con el ámbito social y económico.
- Permite *comparar* a los sistemas de manejo en términos de su sustentabilidad, 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).
- Presenta una estructura flexible para adaptarse a diferentes niveles de información y capacidades técnicas disponibles localmente. 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 (mas no agotar) la discusión sobre sustentabilidad y la forma de hacer operativo el concepto.

### **Estructura operativa**

Masera et al (2002), indican que el objetivo principal del MESMIS es brindar un marco metodológico para evaluar la sustentabilidad de diferentes sistemas de manejo de recursos naturales a escala local (parcela, unidad productiva, comunidad). Se parte de las siguientes premisas:

- El concepto de sustentabilidad 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, y © autodependencia (autogestión).
- La evaluación de 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 también previamente determinada.

- La evaluación de sustentabilidad es una actividad participativa que requiere de una perspectiva y un equipo de trabajo interdisciplinarios. El equipo de evaluación debe incluir tanto a evaluadores externos como a los involucrados directos (agricultores, técnicos, representantes de la comunidad y otros actores).
- La sustentabilidad no puede evaluarse per se sino de manera comparativa o relativa. Para esto existen dos vías fundamentales: (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). Esto marca una diferencia fundamental con otros marcos como el FESLM.
- La evaluación de sustentabilidad es un proceso cíclico que tiene como objetivo central el fortalecimiento tanto de los sistemas de manejo como de la metodología utilizada.

Operativamente, para dar concreción a los atributos generales, se definen una serie de puntos críticos o fortalezas y debilidades para la sustentabilidad del sistema de manejo que se relacionan con tres áreas de evaluación: ambiental, social y económica. En cada área de evaluación se definen criterios de diagnóstico e indicadores. Este mecanismo asegura una relación clara entre los indicadores y los atributos de sustentabilidad del agroecosistema (Figura 2).

Finalmente, la información obtenida mediante los diferentes indicadores se integra utilizando técnicas de análisis multicriterio, con el fin de emitir un juicio de valor sobre los sistemas de manejo y brindar sugerencias para mejorar su perfil socioambiental.

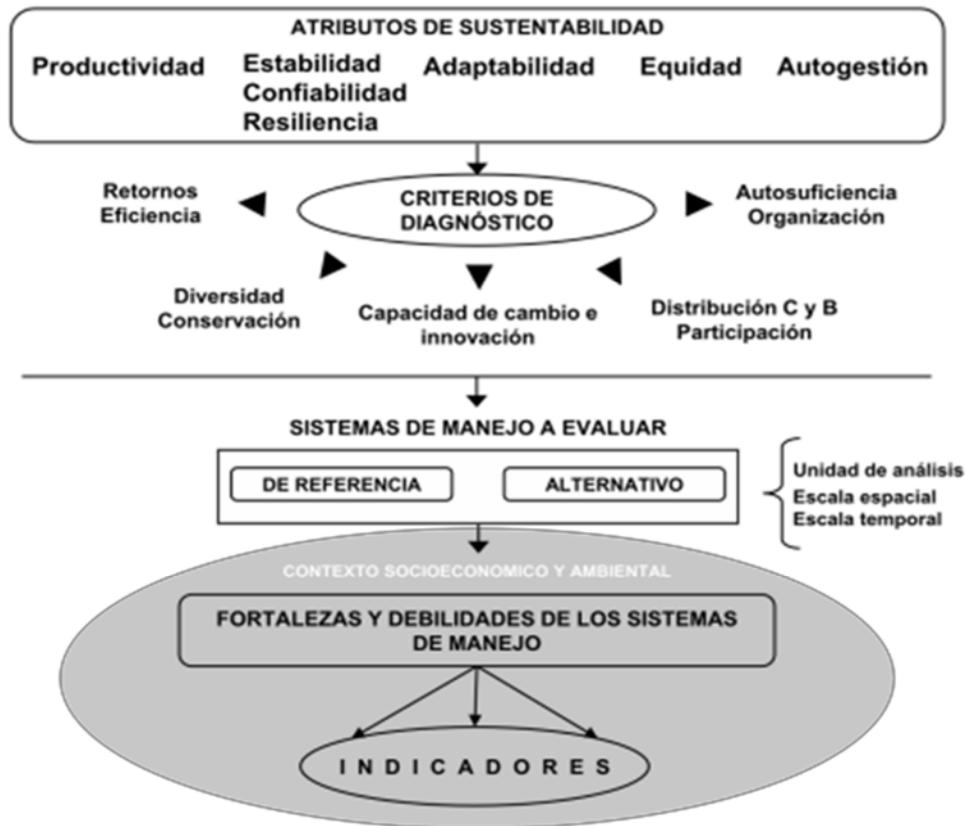


Figura 2. Estructura operativa: la relación entre atributos e indicadores

Para aplicar la metodología, se propone un ciclo de evaluación que comprende los siguientes elementos o pasos (Figura 3):

- Determinación del objeto de la evaluación. En este paso se definen los sistemas de manejo que se han de evaluar, sus características y el contexto socioambiental de la evaluación.
- Determinación de las fortalezas y debilidades que pueden incidir en la sustentabilidad de los sistemas de manejo que se van a evaluar.
- Selección de indicadores. Aquí se determinan los criterios de diagnóstico y se derivan los indicadores estratégicos para llevar a cabo la evaluación.
- Medición y monitoreo de indicadores. Este paso incluye el diseño de los instrumentos de análisis y la obtención de la información deseada.

- Presentación e integración de resultados. Aquí se compara la sustentabilidad de los sistemas de manejo analizados y se indican los principales obstáculos para la sustentabilidad, así como los aspectos que más la favorecen.
- Conclusiones y recomendaciones. Por último, en este paso se hace una síntesis del análisis y se proponen sugerencias para fortalecer la sustentabilidad de los sistemas de manejo, así como para mejorar el proceso mismo de evaluación.

Al realizar estos seis pasos se habrá avanzado en la conceptualización de los sistemas y los aspectos que se desea mejorar, para hacerlos más sustentables, y con esto se da inicio a un nuevo ciclo de evaluación. (Proyecto MESMIS-[mesmis.gira.org.mx](http://mesmis.gira.org.mx))

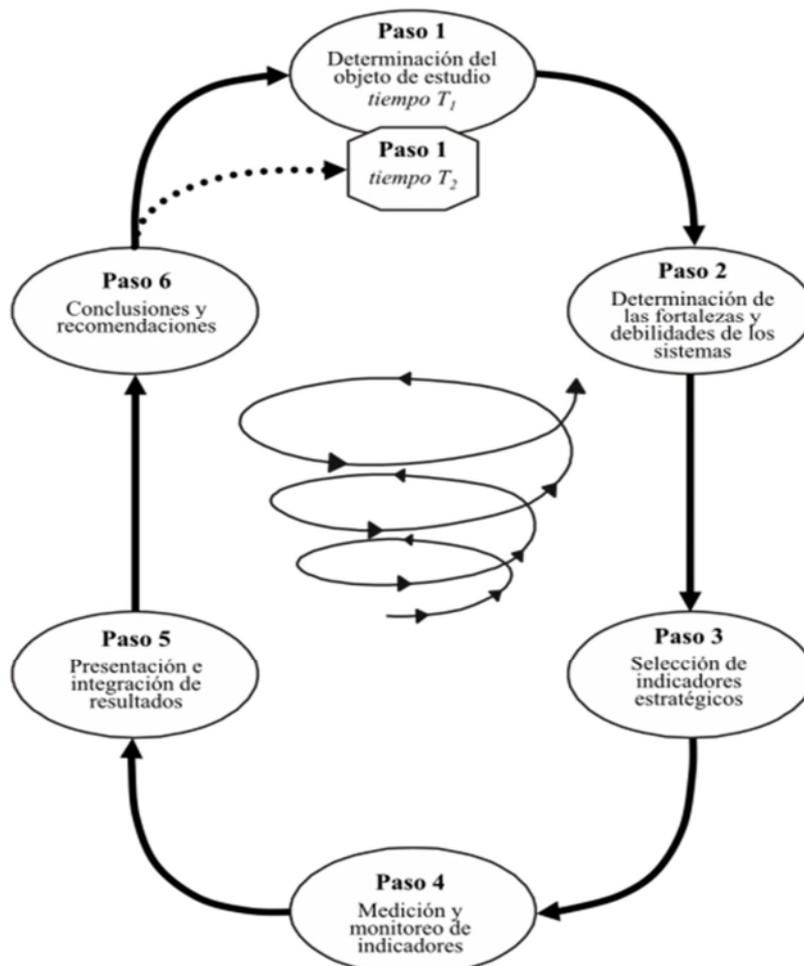


Figura 3. El ciclo de evaluación – MESMIS

### **2.3 El enfoque de sistemas en el desarrollo rural**

El enfoque de sistemas de producción surge dentro de las metodologías de generación, transferencia y desarrollo rural como alternativa al enfoque tradicional que tiende a fraccionar y aislar los elementos productivos que ocurren en los predios familiares.

El trabajo en sistemas de producción puede ser definido como: “un enfoque metodológico que permite ordenar la realidad perceptible”. El enfoque de sistemas es una herramienta de síntesis y análisis de la realidad perceptible que permite adecuar los elementos de la producción y realiza intervenciones de tipo tecnológico sobre componentes específicos, pero sin perder la visión integral del sistema productivo. Un sistema de producción es el conjunto estructurado de actividades agrícolas, pecuarias y no agropecuarias establecido por un productor y su familia para garantizar la reproducción de su explotación; resultado de la combinación de los medios de producción (tierra y capital) y de la fuerza de trabajo disponible en un entorno socioeconómico y ecológico determinado (Apollin y Eberhart, 1999)

Un sistema de producción es un conjunto de componentes, los que interactuando en forma armónica dentro de límites definidos, generan productos finales proporcionales a los elementos o insumos exógenos que participan en el proceso. Del mismo modo, la unidad de producción familiar puede ser definida como un sistema integrado por la familia y sus recursos productivos cuyo objetivo es el de garantizar la supervivencia y reproducción de sus miembros.

La agricultura sustentable generalmente se refiere a un modo de producción agrícola que intenta proveer rendimientos sostenidos durante largo tiempo mediante el uso de tecnologías ecológicamente probadas. La agricultura no solo se orienta para obtener altos rendimientos de algún producto, sino más bien para optimizar el sistema entero (Altieri, 2000).

El desarrollo rural debe sustentarse en una concepción sistémica de la agricultura y la vida rural que comprende los territorios rurales, las cadenas agro productivas comerciales y el entorno nacional e internacional con un enfoque de desarrollo sostenible.

### 5.2.1 Investigación agraria desde la perspectiva de sistemas

Las metodologías denominadas de “investigación de sistemas prediales o de finca” enfatizan la comprensión de los sistemas agrícolas tradicionales como punto de partida, evalúan los antecedentes de la zona, realizan exámenes en el terreno que incluyen entrevistas a los agricultores respecto a las características del predio y analizan acerca del porqué los agricultores emplean métodos particulares de producción (Altieri, 2000).

Jiménez, *et al* (2001), recomienda una metodología que se aplica en el estudio de sistemas llamado “método de agrupación” que considera los siguientes pasos:

- a) Hipótesis a nivel regional.- consiste en elaborar un marco de hipótesis sobre la estructura social y productiva de la zona en estudio.
- b) Estudios de caso.- se selecciona una muestra a partir de la tipología encontrada. Esto debe permitir comprobar la hipótesis, conocer a profundidad la lógica económica y estrategias de los tipos.
- c) La conformación histórica.- permite conocer cuál ha sido la dinámica agraria de la zona a través del tiempo.
- d) La racionalidad económica.- con los recursos disponibles, los productores deciden: ¿Qué hacer? ¿Qué técnicas utilizar? ¿Qué sistemas de producción implementar? Es decir aplican estrategias de corto y largo plazo.

En este tipo de investigación se enfocan los procesos productivos de acuerdo con la teoría de sistemas, según la cual se define a un sistema de producción agrícola como una serie de procesos interdependientes relativamente estables de personas, cultivos, animales, bienes y actividades para la obtención de productos derivados del quehacer agropecuario (Mora *et al*, 2004).

En la investigación agraria bajo el enfoque de sistemas se encuentran hasta cuatro grandes dimensiones o entradas que reclaman un enfoque interdisciplinario y que es necesario explicitar y abordar:

1. La dimensión agro-ecológica;
2. La dimensión técnico productiva;
3. La dimensión socio-económica; y

4. La dimensión cultural y política, que usualmente no se toma en cuenta pero que es central para el análisis de sistemas.

En la noción de sistemas se encuentran estas cuatro dimensiones pero cada una trabajada desde ángulos específicos. El enfoque de sistemas no debe llevar a confundirlas sino a distinguirlas, pero una vez hecha la distinción es necesario plantearse cuál es el nudo que enlaza estas dimensiones.

## **2.4 Sistemas agropecuarios**

Un sistema agropecuario es una combinación compleja, finalizada, coherente en el espacio y el tiempo de medios de producción (tierra, agua, herramientas), de fuerza de trabajo y de productores. 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 (FAO, 1999).

Un sistema agrícola se adapta a la definición general de sistemas, puesto que este tipo de producción está constituido por diferentes componentes y es afectado por varias fuerzas (ecológicas, sociales, económicas, políticas, etc.) que interactúan entre sí. Estas interacciones inciden en las decisiones que los productores toman sobre sus predios, en especial sobre los más complejos, como los sistemas de producción campesinos (Mora-Delgado, 2004).

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 serían apropiadas estrategias de desarrollo e intervenciones también similares (FAO y Banco Mundial, 2001).

### **2.4.1 Unidad de estudio en los sistemas agropecuarios**

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).

El Análisis de los Sistemas Agrarios con base en la sustentabilidad se centra especialmente a nivel de finca (Lovell *et al.*, 2002, Pacini *et al.*, 2002, López-Ridaura *et al.*, 2005), porque en este ámbito es donde se expresan más nítidamente las limitantes a la producción agrícola, lo que permite abordar y discutir acerca de las barreras técnicas, ecológicas y sociales más relevantes (Guzmán y Alonso, 2007).

El área (en estudio) se define como una unidad geográfica que comprende una división administrativa, una región política, una cuenca hidrográfica o una zona apta para la producción agropecuaria. El tamaño del área depende de la magnitud del proyecto, de sus objetivos y del financiamiento disponible. Por lo general el área a estudiar tiene un ambiente físico relativamente similar y presenta uno o varios problemas en común (Apollin y Eberhart, 1999).

#### **2.4.2 Fases en la evaluación de sistemas agropecuarios**

**a. La caracterización.**-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, 2001).

La caracterización consiste en la descripción analítica de los sistemas agrícolas, de sus componentes estructurales y funcionales con el fin de diagnosticar los sistemas de producción prevalecientes en el área. Por lo tanto se considera como una etapa determinante en la investigación de sistemas de producción.

Los objetivos de la caracterización son: 1. Conseguir información técnica de referencia sobre las prácticas 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 Barrera, 2003).

Estos autores señalan que en un programa de investigación y desarrollo rural, se debe plantear la caracterización del 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 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.

**b. La tipología.**-es la agrupación de productores en categorías, según variables seleccionadas de antemano. Revisando aportes al respecto, menciona que los criterios más utilizados por los investigadores son: la combinación de los recursos productivos, la mano de obra, la posición topográfica con los pueblos de zona alta y baja, la acumulación y la reproducción, las estrategias familiares, el grado de intensidad del trabajo agrícola.

La tipificación consiste en identificar las unidades de producción más representativas de la zona en estudio. La tipología de fincas permite distinguir los predios de acuerdo a los cultivos prevalentes, permite agrupar a la diversidad de productores según su lógica económica, que es expresión del tipo de recursos que posee, de su habilidad y experiencia tecnológica y de las limitantes y potencialidades de la zona (Ortuño y Coronel, 2005).

La elaboración de tipologías parte de un interés operativo: busca “simplificar” la diversidad, al identificar grupos (tipos) de sistemas de producción que presenten potencialidades y restricciones similares frente a uno o varios elementos seleccionados. Las tipologías pueden ser hechas con miras a una intervención técnica o pueden tener como objetivo acercarse a una comprensión más amplia del sistema agrario y a una acción de desarrollo más profunda (Morales, 2003).

Según Zúñiga *et al*, (2004) las tipologías son una herramienta metodológica que facilita la conceptualización de los sistemas de producción, el diseño de recomendaciones tecnológicas (dominios de recomendación) y la modelación.

**c. La zonificación.**-consiste en subdividir el territorio en zonas homogéneas desde el punto de vista de la problemática estudiada. En esta fase, es posible delimitar en la región las zonas con características físicas y agronómicas homogéneas y formular hipótesis en cuanto a la problemática que presentan las zonas estudiadas (Jiménez *et al*, 2001).

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.

## **2.5. . La finca como sistema y la agricultura familiar**

Por sistema de finca se entiende el conjunto del hogar agropecuario, sus recursos y los flujos e interacciones que se dan en esta unidad de producción (FAO y Banco Mundial, 2001). Un sistema de finca se define como uno de los niveles de una jerarquía de sistemas agrícolas. Las fincas son sistemas con diferentes recursos, procesos y componentes de producción que los agricultores combinan en forma individual o colectivamente para formar subsistemas. Estos subsistemas convierten recursos en productos y productos en recursos dentro del contexto socioeconómico del sistema de tal manera que este se sostiene como un todo.

Una finca puede tener cuatro tipos básicos de procesos de producción:

1. Producción agrícola (incluida la silvicultura);
2. Producción pecuaria (incluye toda clase de animales);
3. Procesamiento de productos;
4. Transacciones entre la finca y el ambiente que la rodea (incluido todo tipo de compra, venta, comercialización e inversión).

Según FAO (2001) la agricultura familiar es el sistema y enfoque principal del desarrollo de los sistemas agrarios. Consta de tres subsistemas básicos estrechamente relacionados e interactivos:

1. La familia; unidad que toma las decisiones estableciendo metas para el sistema, controlando el sistema, proporcionando mano de obra, exigiendo alimentos y dinero para la satisfacción de un conjunto de objetivos;
2. La explotación agrícola y sus actividades de cultivo y ganadería; proporcionando empleo, alimentos y dinero para la familia campesina;
3. El componente externo a la explotación agrícola; compitiendo con las actividades agrícolas por la mano de obra, proporcionando empleo y actividades generadoras de ingresos para complementar el bienestar de las familias campesinas.

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 (Malagón y Prager, 2001).

Según FAO (2000), 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 medioambiente 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.

### **2.5.1. Tecnología y prácticas campesinas**

En general la tecnología se puede entender como “la forma de hacer las cosas, es decir, al conjunto sistemático de conocimientos, métodos, técnicas, instrumentos y actividades cuya aplicación permita la transformación de insumos en el producto deseado para el cumplimiento de un objetivo específico”. Por lo tanto, la tecnología es el componente del sistema que se encarga del diseño, instalación y operación del sistema productivo (Malagón y Prager, 2001).

La tecnología es el resultado de medios y procedimientos que se utilizan para lograr un fin. Estos conocimientos son acumulados a través de generaciones de agricultores, por un proceso dialéctico de error-aprendizaje con su entorno agroecosistémico.

Una práctica campesina se define como: “la forma mediante la cual un productor lleva a cabo un proceso productivo”. Mientras que una tecnología puede ser

descrita independientemente del agricultor, el análisis de una práctica debe referirse al contexto en el cual se aplica. El concepto de práctica campesina, no tiene que restringirse a actividades relacionadas con las labores de cultivo y de crianza sino a diversas prácticas que pueden ser técnicas, sociales o económicas. La categoría social denominada “campesino” y sus sistemas de producción constituyen un grupo social importante en un futuro mundo globalizado, tanto por su papel en el abastecimiento de productos como por las interacciones con los recursos naturales (Mora-Delgado, 2004).

El debate sobre el campesinado y su papel en el cambio ha sido asumido desde diferentes escuelas de pensamiento. Este debate tiene sus raíces en las teorías de la economía política marxista y la economía clásica del siglo XIX (Bryceson, 2000; Westphal, 2002). Las aproximaciones más conocidas al campesinado están basadas en la definición de que el campesino es un labrador o ganadero rural, que recoge sus cosechas y cría sus ganados en el campo, no en áreas especiales (invernaderos, jardines o establos) situados en centros urbanos; tampoco se trata de pequeños empresarios agrícolas (granjeros) tipo farmer norteamericano.

Según Berdegue y Larrain (1982) citado por Mora-Delgado (2004), los sistemas de finca manejados por campesinos son más complejos que los sistemas de agricultura empresarial, pues en la finca la familia maneja múltiples componentes, actividades, rubros e interacciones para generar un producto predial.

En la región alto-andina de Perú, Ecuador y Bolivia, Caycho *et al.* (2009) efectuaron un diagnóstico sobre técnicas tradicionales e innovadoras para una producción de papa sin agro-químicos. Se denominó ‘tecnologías tradicionales’ a aquellas derivadas de conocimientos comunes, ancestrales, y ‘tecnologías innovadoras’ a aquellas que fueron enseñadas por técnicos o extensionistas.

Según Núñez (2008), las prácticas (sociales) campesinas se entienden como los diferentes productos intangibles (saber presente en el corpus cognoscitivo) y tangibles (objetivados en la vida cotidiana) que han sido forjados, adquiridos o hibridados por las sociedades campesinas como mecanismos sustentadores de la vida rural, estas prácticas se crean y recrean dentro de la rica oralidad campesina.

Es preciso y urgente contribuir con los campesinos en la producción de la ciencia y la técnica andina. Esta ciencia existe en la memoria de los campesinos y en su quehacer cotidiano, pero falta explicitarla y formalizarla.

### **2.5.2 Evaluación de la sustentabilidad de fincas**

Según Masera *et al* (2002), la evaluación de agroecosistemas (fincas) es un proceso encaminado a determinar sistemática y objetivamente el estado actual de un sistema, monitoreando los cambios de las diferentes intervenciones, con el fin de proponer cambios para mejorarlo, planteando modificaciones para optimizar el estado de cada componente o factor clave, mediante distintas alternativas de manejo agroecológico.

La evaluación de 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 también previamente determinada.

Una estrategia para identificar indicadores de sostenibilidad es la selección de indicadores a partir de un menú construido con base en experiencia previa. Conocidos estos indicadores parciales (sociales, económicos, ambientales, etcétera), usualmente se procede a construir un indicador agregado, para lo cual se determinan las ponderaciones. Dichas ponderaciones pueden ser obtenidas tanto a partir de un marco teórico como a través de algún método ad-hoc (Glave y Escobal, 2001).

Finalmente, obtenido el indicador agregado que refleja la “sostenibilidad del sistema” se procede a analizar su evolución y a discutir el efecto que tienen los indicadores parciales sobre el agregado así como el impacto de acciones de política sobre ambos.

La sustentabilidad no puede evaluarse *per se* sino de manera comparativa o relativa. Para esto existen dos vías fundamentales: (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).

La evaluación de sustentabilidad es un proceso cíclico que tiene como objetivo central el fortalecimiento tanto de los sistemas de manejo como de la metodología utilizada. Además es una actividad participativa que requiere el concurso de los actores involucrados (agricultores, técnicos, representantes de la comunidad).

Por su parte Baldares *et al*, (1994) citado por Glave y Escobal (2001) clasifica los indicadores a partir de los criterios de estabilidad, equidad, resiliencia y productividad.

Para Masera *et al* (2000), el concepto de sustentabilidad 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; © autodependencia (autogestión).

Existen también los indicadores culturales que recogen las prácticas tecnológicas locales. Estos indicadores del llamado “saber campesino” tratan de medir uno de los aspectos más complejos de la sostenibilidad de los sistemas de producción: la generación de conocimientos a partir de sistemas distintos en escala, propósitos, fuentes y usuarios (Glave y Escobal, 2001).

### **2.5.3 Antecedentes de la agricultura en la zona en estudio**

En la mayoría de las zonas rurales de la costa del Perú los agricultores han estado cultivando durante décadas cultivos variados; influenciados principalmente por la demanda del mercado local y el mercado nacional.

Las fincas están diseminadas en las dos secciones que conforman la zona con mayor concentración en la cuenca media y baja del río Supe que recorre de Este a Oeste, los centros poblados se localizan en ambas márgenes del río.

Una característica de las fincas de la región es que contienen un reducido número de cultivos para el mercado y el autoabastecimiento bajo arreglos espaciales y temporales propios de la zona de valle. Las fincas están dispersas en el ámbito geográfico espacial conformando un mosaico de parcelas o “fincas”. En la zona persisten asociaciones de agricultores y comités articulados por la producción y comercialización de un cultivo prevaleciente: así, hay organizaciones de maiceros, de cañeros y fruticultores.

La principal actividad económica de la región es la agricultura. Sin embargo esta actividad no satisface las expectativas de la mayoría de agricultores por: los bajos precios de los productos, bajos rendimientos de la producción, falta de asistencia técnica, crediticia y de fomento al agro por parte del gobierno central, gobierno regional, y gobierno local.

Los agricultores de la zona en estudio practican mayoritariamente una agricultura convencional que tiene mínimos componentes agroecológicos porque la agricultura orgánica de insumos endógenos no pudo implementarse en gran escala.

Prélaz-Droux y Musy (2004) desarrollaron un enfoque sistémico para implementar un sistema de información de la tierra con la visión de desarrollo sustentable. Según los autores, para su implementación este sistema debe confrontar problemas de *interrelación* de las diferentes disciplinas vinculadas, falta de conocimiento acerca de las informaciones disponibles, diseminación y redundancia de datos, los cuales impiden la toma de decisiones coherentes con el desarrollo armonioso de la tierra y el funcionamiento correcto de las instituciones encargadas de asuntos del manejo de la tierra.

La implementación de sistemas de este tipo debe también tener en consideración requerimientos específicos y necesidades de planificadores de uso de la tierra, que están primariamente enfocados en la disponibilidad de datos de la tierra. Sus necesidades también implican la identificación de componentes territoriales, afectados por proyectos de ocupación, para extraer los datos útiles para el estudio, además de identificar reacciones de los componentes y su evolución en el tiempo. Para responder a todas estas necesidades, los datos manipulados por diferentes usuarios, con diferentes definiciones, niveles de exactitud y características deben

ser armados en un modelo conceptual homogéneo. Las dificultades vinculadas a este tipo de procedimiento requieren de la elaboración de metodologías apropiadas.

Malagon y Prager (2001), manifiestan que, un enfoque sistémico de investigación nos permite, por un lado, acercarnos a la comprensión de los eventos relevantes que se dan en un proceso productivo, y por otro, formular en forma correcta (o lo más aproximada) alternativas técnicas aplicables y reproducibles, que mejoren la producción y eficiencia de transformación en estos sistemas. Manifiestan que la función de un sistema se puede definir en términos de procesos. La función está relacionada con el proceso de recibir entradas y producir salidas. La capacidad que tenga el sistema en transformar las entradas y convertirlas en salidas es lo que se denomina la función de producción.

Esta función está altamente influida por el tipo de tecnología usada en los procesos de transformación; estos procesos se pueden evaluar usando los criterios de productividad, eficiencia, y variabilidad.

Segnestam (2000), Hace referencia de un SIG desarrollado por la FAO que ha sido el Sistema de Información de Recursos de Tierras para la Planificación, cuya metodología consistió en desarrollar un sistema que facilitara el manejo de los diferentes tipos de información biofísica y socioeconómica que intervienen en un proceso de planificación agrícola, utilizando para ello SIG como una forma de ser utilizado para generar un sistema de análisis espacial y como sistema de consulta para el proceso de evaluación de tierras. Otro sistema desarrollado fue el proyecto denominado: Desarrollo de Indicadores en América Central auspiciado por The International Center for Tropical Agricultura (CIAT) donde se elaboraron y refinaron indicadores para medir y rastrear la sustentabilidad rural en América Central, cuyos objetivos fueron: desarrollar y probar la calidad de la tierra, así como el SIG para la integración de consideraciones de sustentabilidad rurales que permitieran la creación de políticas y la planificación del medio rural y a su vez el manejo eficiente del ambiente a los niveles regional, nacional y local.

Sarandon (2002), establece que, la sustentabilidad es un concepto complejo en sí mismo porque pretende cumplir con varios objetivos en forma simultánea que involucran dimensiones productivas, ecológicas o ambientales, sociales,

culturales, económicas y, fundamentalmente, temporales. A su vez, la evaluación de la sustentabilidad, se ve dificultada por el enfoque reduccionista que aún prevalece en los agrónomos y muchos científicos, lo que genera grandes dificultades para entender problemas complejos como éste, que requieren de un abordaje de forma holística y sistémica.

Para esta complejidad no existen parámetros ni criterios universales o comunes de evaluación. Tampoco han sido desarrolladas herramientas y/o metodologías apropiadas para ello. Por esta razón es que, en la actualidad, varias tecnologías, incluso contrapuestas, son promovidas como sustentables. Nadie puede refutar o afirmar tales aseveraciones, porque no se pueden medir. No hay un valor de sustentabilidad contra el cual comparar. Así, mientras por un lado quienes promueven la siembra directa consideran a esta tecnología como sinónimo de la sustentabilidad, hay quienes consideran que es todo lo contrario porque promueve un mayor uso de fertilizantes, herbicidas, insecticidas y, también fungicidas. Lo mismo ocurre con los cultivos transgénicos frente los no transgénicos. Cómo no se sabe qué es la sustentabilidad, este tipo de polémica amenaza con seguir por mucho tiempo.

Para lograr avanzar, es necesaria que la complejidad y la multidimensión de la sustentabilidad sean simplificadas en valores claros, objetivos y generales, conocidos como indicadores. El uso de los indicadores deberá permitir comprender perfectamente, sin ambigüedades, los puntos críticos de la sustentabilidad de un agroecosistema. Permitirá, a su vez, percibir tendencias que, de otra manera, pasarían desapercibidas y tomar decisiones al respecto.

La sostenibilidad se refiere a la durabilidad de los sistemas de producción, a su capacidad para mantenerse en el tiempo. A su vez, se refiere al mantenimiento de la productividad de los recursos empleados, frente a situaciones de choque o tensión en este caso, nos referimos a los recursos naturales renovables, utilizados para la producción agropecuaria y a otros insumos necesarios para la producción.

La agricultura ecológica es aplicada con diferentes términos: agroecología, agricultura sustentable y agricultura orgánica, pero bajo un mismo principio: el uso sustentable de recursos en beneficio del ambiente, del agricultor y el consumidor.

Esta agricultura surge como alternativa a una agricultura convencional. Desde el punto de vista ecológico, las diferencias entre agricultura ecológica y convencional son grandes en lo que se refiere al proceso de apropiación/producción y consumo de la base de los recursos naturales. El punto central en las diferencias ecológicas entre sistemas convencionales y ecológicos es el de la contraposición entre simplificación y complejidad.

El desarrollo sustentable, surge a partir de concebir los recursos (humanos, naturales y bienes producidos) que se emplean en los procesos sociales de producción como diferentes formas de capital. Este capital se entiende como un logro de medios de vida sustentables, así tenemos los siguientes:

*Capital humano:* la capacidad, el conocimiento, las habilidades, la buena salud y capacidad física importante para trabajar y desarrollar diferentes estrategias para el logro de sus medios de vida. El capital humano puede ser desarrollado en forma consciente a través de la educación formal y la capacitación, e inconscientemente a través de la experiencia.

*Capital social:* es la organización social (redes, relaciones sociales, asociaciones, normas, confianza, disposición para trabajar por el bien común). El capital social facilita la coordinación, cooperación y acción colectiva para el bien común.

*Capital económico/financiero:* se refiere a los activos básicos (efectivo, crédito/deudas, ahorros y otros bienes económicos y productivos, incluida infraestructura básica, los equipos de producción y la tecnología), los cuales esenciales para desarrollar medios de vida.

*Capital natural:* es el conjunto de recursos naturales (suelo, agua, aire, bosques recursos genéticos, etc.) y servicios medioambientales, de los cuales se derivan recursos y servicios necesarios para el logro de medios de vida (Flora, 2010).

La necesidad de un enfoque de sistemas para resolver los problemas de la agricultura está basada en la idea de que las unidades agrícolas son sistemas y por lo tanto tienen las propiedades de los sistemas. La enseñanza agrícola para ser relevante debe asegurarse de que el concepto de sistema y sus propiedades han sido comprendidos. Las primeras aplicaciones de este enfoque a la agricultura se basaron en la importante experiencia ya existente en el área de la ingeniería y por esta razón tal vez fue natural que los primeros esfuerzos fueran bastante

mecanísticos. Este tipo de problemas llevó a distinguir entre sistemas “duros” (mecanísticos) y sistemas “blandos” (aquellos que contienen personas), y también llevó a reconocer que las formas de investigación y por lo tanto los tipos de modelos que podían ser usados para los sistemas “blandos” eran muy limitados. Una implicación importante de esta diferencia es que el potencial real de mejora de estos sistemas es muy diferente.

La caracterización consiste en la descripción analítica de los sistemas agrícolas, de sus componentes estructurales y funcionales con el fin de diagnosticar los sistemas de producción prevalecientes en el área. La caracterización implica determinar un conjunto de variables que distinguen a una zona o unidad de producción en particular y que la hace diferente a otras; por lo tanto se considera como una etapa determinante en la investigación en sistemas de producción.

Los objetivos que se persigue con la caracterización son:

- ✓ Distinguir desde el punto de vista geográfico, ecológico y socio-cultural las variables de importancia en el área seleccionada;
- ✓ Identificar los sistemas prevalecientes;
- ✓ Identificar los factores limitantes (exógenos y endógenos);
- ✓ Identificar recursos y opciones potencialmente productivas en el área;
- ✓ Conocer actitudes, motivaciones y aspiraciones del productor;
- ✓ Distinguir el ámbito de recomendaciones;
- ✓ Priorizar las áreas técnicas de la investigación.

Así mismo Merma (2012), manifiesta que la información a ser obtenida durante la caracterización, debe contemplar los siguientes componentes:

**El componente biofísico**, trae como consecuencia: a) la identificación de los cultivos existentes, patrones y sistemas de cultivo, b) la identificación de factores determinantes de los agroecosistemas como suelos, plagas, climáticos y otros, c) El reconocimiento de niveles de producción y productividad biótica, d) la diversidad vegetal existente en las fincas.

**El componente económico**, analiza los recursos de tierra, trabajo y capital que se disponen en los sistemas prediales, los cuales pueden ser de fuera del predio o del mismo predio.

**El componente social**, analiza los factores históricos que condicionan la existencia de los sistemas actuales, el estado de los componentes tecnológicos, los niveles de organización campesina para la producción, comercialización e industrialización de productos agrarios.

La caracterización y clasificación de fincas ayuda al conocimiento de la dinámica del desarrollo agrícola de una región (Merma, 2012).

## **2.6. Diseño de fincas**

Para Malagón y Prager (2001), un modelo es “la representación simplificada de un sistema real, ya sea mental o físico, explicado en forma verbal, gráfica o matemática, en forma cualitativa o cuantitativa, y que permite mostrar las relaciones entre los diferentes elementos de un sistema y/o entre este y su entorno”.

Una definición más sencilla donde se toma por modelo “algo que representa una cosa” de este modo será la representación de un objeto, concepto o sistema de tal forma que, aun siendo distinto a la entidad que representa, puede homologar su funcionamiento y/o uno o varios atributos de ella. Un modelo puede servir para dos propósitos principales: descriptivo (para explicar y/o comprender) o prescriptivo (para predecir y/o duplicar el comportamiento característico de un sistema).

Un modelo es un conjunto de hipótesis y por lo tanto su validación es básicamente un proceso de comprobación de hipótesis. Una vez caracterizadas las fincas, se puede pasar a la construcción del modelo(s) de producción existente(s) en la zona.

El empleo de diagramas de flujos se constituye en este caso una excelente ayuda para la obtención de una visión de conjunto de las variables y sus interacciones.

La construcción de modelos no es una actividad nueva ni diferente. Constantemente se construyen en la imaginación de las personas, aunque no se les designe con ese

nombre. Un modelo es una mera simplificación del mundo real. Un modelo se diseña y construye, generalmente, con el propósito de entender, explicar o mejorar el funcionamiento del sistema real u objeto que representa. Para modelar se parte de un modelo simple, del cual se puede derivar hacia uno más elaborado con el objetivo de que refleje una situación más real y compleja (León-Velarde y Barrera, 2003).

El diseño debe tomar en cuenta que la finca es un sistema complejo y dinámico, funcionando como un todo, y en donde la comprensión de la relación entre las partes es fundamental para realizar intervenciones exitosas (Guzmán y Alonso, 2007).

Finalmente, así como la construcción de un modelo es indicio de que por lo menos se ha logrado cierta comprensión del sistema y de la dinámica de su comportamiento, la incapacidad de construir un modelo de esta naturaleza es señal segura que falta la comprensión de la misma. Si esta no es suficiente para permitirnos construir un modelo del sistema, tampoco lo será para que podamos administrarlo.

Una vez definido el (los) modelo(s) de producción, se procede a la “identificación de limitaciones y potencialidades”, lo que en administración de organizaciones es conocido como FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas), lo cual sirve para el “análisis y priorización de problemas”, una vez hecho esto se puede proponer alternativas técnicas para mejorar los sistemas agropecuarios (Malagón y Prager, 2001).

### **2.6.1. Identificación de limitantes y potencialidades**

La agricultura familiar opera dentro de varios medios que le imponen limitaciones. Es necesario identificarlas y analizarlas, sean estas limitaciones controladas por los campesinos o no; el análisis de las limitaciones requiere de un análisis sistemático de causas y efectos (FAO, 2001).

Una limitación es una situación o factor que impide alcanzar metas y finalidades. El enfoque de sistemas se centraliza en la finca, pero toma en consideración todas las

condiciones, limitaciones y potencialidades de desarrollo que están fuera del control del sistema de agricultura familiar.

El análisis y priorización de problemas es un momento del proceso de planificación en el cual el equipo investigador dimensiona y entiende, con base en la racionalidad del productor, una situación deficiente o negativa que debe ser valorada bajo los criterios de productividad, competitividad, sostenibilidad y equidad.

Se recomienda tener en cuenta los siguientes cuestionamientos para el análisis y priorización de los problemas:

- ¿Qué Es? Lo cual hace relación a qué se entiende por problema identificado.
- ¿Por qué? Explica las causas o razón de ser de dicha situación.
- ¿Desde cuándo? Se busca hacer análisis retrospectivo con el fin de observar tendencias de la situación.
- ¿Con qué frecuencia y a que intervalos ocurre? Se busca hacer un análisis para determinar la dinámica del problema.
- ¿Dónde? Los lugares en donde se presenta el problema.
- ¿Qué expectativas? El grado de interés de los productores ante el problema.
- ¿Cuál es la relación del problema con el sistema de finca y con los demás niveles jerárquicos? (cultivos y/o crianzas, agroecosistema, la región, etc.).

El objetivo de la unidad de producción familiar (UPF) es la satisfacción de las necesidades familiares gracias a la maximización del uso de la fuerza de trabajo. El reconocimiento de las etapas asociadas con las decisiones de producción facilitará el entendimiento de la llamada “racionalidad campesina”

Un análisis completo de las limitaciones debe abarcar la totalidad del sistema; sin embargo se debe resaltar aquellas relacionadas a la función de producción (procesos y productos), a los insumos (factores de producción) y al entorno en el cual está inmersa la unidad de producción (FAO, 2001).

El paso siguiente es la “construcción de un árbol de limitaciones”, de manera que las limitaciones encontradas se reúnan en una estructura coherente y lógica relativa tanto a la producción como a los insumos y al medio ambiente, clasificando los problemas según su grado de causalidad o consecuencia.

Para esta situación se ha diseñado una herramienta conocida como “la matriz de Vester”, considerada como un instrumento de planificación, la cual en forma sencilla y con la participación de los productores, puede definirse el orden de importancia de los problemas encontrados en los sistemas de producción.

Luego de haber ordenado las limitaciones de los sistemas de agricultura familiar, se identifican las potencialidades. Estas deberán disminuir o eliminar las limitaciones existentes a nivel de finca y fuera de ella. El elemento central en la toma de decisiones que afectan la actividad agropecuaria lo constituye el productor, su familia y su entorno socioeconómico; el punto de referencia es el jefe de familia (Malagón y Prager, 2001).

### **2.6.2. Propuesta de alternativas tecnológicas**

Las alternativas técnicas deben surgir como resultado de la integración de los diversos componentes existentes en el sistema, con base tanto en disciplinas que expliquen los procesos biológicos como también en los objetivos y consideraciones de índole social y económica de los productores, manteniendo ante todo principios de sostenibilidad y equidad social (León Velarde y Barrera, 2003).

La proposición general de partida reza que el conocimiento integral de los sistemas de producción es un insumo en la toma de decisiones para comprender y transformar el entorno natural y social (Mora-Delgado, 2004). Se trata de documentar los sistemas de conocimiento y tecnología locales y generar una información útil para la comprensión de su racionalidad y el diseño de políticas de desarrollo tecnológico local.

FAO y Banco Mundial (2001), definen cinco estrategias que los hogares agropecuarios podrían adoptar para mejorar sus condiciones de vida: (1)

Intensificación de los patrones de producción existentes; (2) Diversificación de las actividades agrícolas; (3) Expansión del área predial o del hato; (4) Incremento de los ingresos extra-prediales, proveniente tanto de actividades agrícolas como no agrícolas; (5) Abandono total de la finca y migración.

Los problemas ambientales y el desarrollo sostenible han pasado a un lugar destacado en lo que corresponde a la planificación y el diseño de políticas de desarrollo, pero la base para la toma de decisiones sigue siendo insuficiente (Campos *et al*, 2005).

Armonizar producción y medio ambiente es el gran reto que enfrenta la humanidad actualmente. Una alternativa a esta problemática es desarrollar sistemas sostenibles de producción agropecuaria con bajos insumos externos, costos y gastos de operación. La estrategia actual se encamina a desarrollar sistemas de alimentación basados en los alimentos generados por la propia finca (Campos *et al*, 2005).

El desarrollo de tecnologías sustentables es un elemento fundamental en el logro de una agricultura sustentable, en la cual el objetivo fundamental es la obtención de una condición en donde el productor-agricultor pueda cubrir, mediante la actividad agrícola, las necesidades básicas actuales, y expectativas futuras, de su núcleo familiar, mientras se mantiene un medio ambiente sano, hospitalario, y productivo que garantice la preservación de esta condición para las generaciones futuras (Delgado y Cabrera de Bisbal, 2005).

## **2.7. . Descripción de algunos métodos de clasificación**

Escobar y Berdegue (1990), establecen que, dada la relevancia que tiene la fase de identificación de poblaciones homogéneas en la investigación de sistemas de finca, no es de extrañar que la literatura recoja una amplia gama de técnicas para la realización de esta tarea. Cada una de estas aproximaciones debe ser evaluada en función de su eficiencia operacional y también a partir de los supuestos teóricos implícitos o explícitos que la fundamentan.

Los métodos pueden ser clasificados de acuerdo al número de criterios de clasificación en que están basados. En este caso el criterio de clasificación es la utilización de métodos univariados o métodos multivariados.

Los métodos multivariados pueden ser clasificados según sean unidimensionales o multidimensionales. El carácter multidimensional de una clasificación multivariada está dado por el peso de dos conceptos: el de jerarquía de sistemas y el de integralidad de los sistemas.

Un método puede ser multivariado en un sentido estadístico, pero puede que no sirva para recoger información referida a las relaciones interjerárquicas (de una finca con los mercados, del clima con los rendimientos del cultivo, etc.) ni sobre las fuerzas fisicobiológicas, socioeconómicas y culturales que están en la base de la estructura, el funcionamiento y la dinámica de un sistema agrícola.

Las clasificaciones de fincas según criterios univariados fueron utilizadas antes del desarrollo del enfoque de sistemas y de la estrategia de investigación en fincas de los agricultores, y son todavía frecuentes.

Criterios de clasificación como el tamaño de las explotaciones, las áreas con riego, las características de la pendiente, el uso principal del suelo, el sistema de tenencia de la tierra o la condición de los suelos son apenas ejemplos del uso de criterios únicos para clasificar unidades de producción en las zonas rurales. Este tipo de clasificación es encontrado con frecuencia en los informes censales, las series estadísticas nacionales y no pocos análisis macro del sector agropecuario.

El uso de criterios univariados (por ejemplo: unidades de trabajo productivas-hombre, valor de la producción o la producción bruta) permite clasificar fincas en un número relativamente grande de categorías (por ejemplo: fincas productoras de carne, productoras de lácteos, productoras de granos y hasta combinaciones de estas categorías, como las fincas productoras de granos y carne). Los resultados de estas clasificaciones son aparentemente adecuados para las condiciones de una agricultura comercial, altamente especializada por productos, y para necesidades de tipificación estatales en las que la falta de homogeneidad no es un problema grande. Sin embargo, para aplicaciones a un universo de unidades productivas con polisistemas de producción, con funciones objeto

múltiple de componentes no monetarios y con factores limitantes muy fuertes, no es útil ni operativo tener una clasificación que no minimice la heterogeneidad dentro de los grupos.

## **2.8. Propuesta metodológica para tipificación y clasificación de sistemas de finca**

Escobar y Berdegue (1990) establecen que la propuesta metodológica consta de seis fases:

- a. Determinación de un marco teórico específico para la tipificación y clasificación.
- b. Selección de variables a nivel de sistema de finca, que permitan la operacionalización del marco teórico.
- c. Aplicación de encuestas y otros medios para recolección de datos.
- d. Análisis estadístico multivariado de los datos e interpretación de los resultados.
- e. Validación de la tipología.
- f. Clasificación de nuevas fincas.

### **2.8.1 1 Determinación de un marco teórico específico**

El marco conceptual es sencillamente un modelo teórico cualitativo que establece, en un primer nivel o momento, hipótesis sobre la estructura, el funcionamiento y la evolución del sistema de finca, sobre los objetivos, metas y habilidades de los productores y sobre las relaciones entre el sistema finca y sus supra y subsistemas. La construcción de un modelo conceptual se alimenta de tres grandes tipos de insumos: (a) el bagaje teórico y empírico acumulado por el equipo de investigación, dentro del cual el concepto de multidimensionalidad de un sistema de finca aparece como un elemento clave a destacar; (b) la definición de los objetivos generales y específicos del proyecto y del uso que se piensa hacer de la tipificación; (c) la información disponible sobre la zona en que se realizará el proyecto, y sobre su agricultura, su economía, su población, y otros.

El enfoque de sistemas en el diseño y desarrollo de la investigación implica un análisis integral de los componentes, lo que necesariamente se traduce en una matriz de funciones multivariadas y de múltiples procesos. Esta

multidimensionalidad se extiende en la tarea de ordenar los sistemas de finca en una zona geográfica determinada, siempre que dicho ordenamiento responda a un objetivo funcional y reconozca la jerarquía de los sistemas. Bajo estas circunstancias, la naturaleza del marco conceptual requerido para proceder a dicho ordenamiento por medio de una tipificación o clasificación es de carácter multidimensional, lo cual simplemente refleja la conformación y la complejidad de los sistemas de finca que se quieren clasificar.

Una vez identificado el sistema objetivo, el análisis jerárquico incluye el sistema inmediatamente superior (suprasistema) y el inmediatamente inferior (subsistema). Esta escala mínima de la jerarquía permite entender las relaciones de dependencia inmediata del sistema estudiado (sistema objetivo) con aquellos niveles con los que mantiene interacción más directa

Un trabajo de zonificación previo a la fase de tipificación puede ayudar a la elaboración del marco teórico, en dos sentidos:

En primer lugar, es necesario zonificar para identificar, en una región determinada, aquellos espacios que muestren condiciones más favorables para la localización de un proyecto de investigación o desarrollo agropecuario. En segundo lugar, también es conveniente y hasta necesario zonificar cuando se desea lograr una comprensión de las dinámicas de desarrollo regional que pueden ayudar a definir las orientaciones, límites y posibilidades del proyecto.

La definición del marco conceptual está directamente relacionada con el objetivo que se persiga con la tipología y posterior clasificación de los sistemas de finca en una región dada. En resumen, al iniciar el trabajo de definición del marco conceptual, la primera pregunta a responder debe ser para qué se quiere clasificar la población en estudio. La respuesta dependerá de los objetivos generales y específicos del proyecto, pero también del uso que se piense hacer de la tipología en el contexto general del trabajo.

### **2.8.2 2 Tipos de variables de importancia**

Un trabajo de revisión bibliográfica parcial nos permite concluir que no existen variables específicas que, en forma reiterada, tengan una influencia preponderante en la tipificación de sistemas de fincas. Sin embargo, es posible identificar

grupos de descriptores que generalmente cumplen un papel importante en los ejercicios de tipificación y clasificación de sistemas de finca. Estos grupos son:

- Indicadores del tamaño de la finca.
- Indicadores del nivel de capitalización de la finca.
- Indicadores de la estructura de la mano de obra disponible y empleada en la finca y fuera de ella, incluyendo trabajo asalariado o contratado.
- Indicadores de los sistemas productivos existentes en la finca (sistemas de cultivo, de producción animal, etc.)
- Indicadores del nivel de intensificación tecnológica.
- Indicadores del tipo de tenencia de la tierra.
- Indicadores de la calidad del suelo (suelos arables, suelos regados, etc.).
- Indicadores de la composición del ingreso familiar.
- Indicadores del tipo y grado de articulación con los mercados de productos.
- Indicadores de localización geográfica y agroecológica.
- Indicadores de la capacidad de gestión, y de las metas y habilidades de los productores.

### **2.8.3 3 Análisis estadístico multivariado**

Las técnicas de análisis estadístico multivariado fueron seleccionadas por RIMISP como herramientas idóneas para la tipificación y clasificación de fincas por una razón principal: el concepto de sistema de finca es multivariado, en el sentido de que es de su esencia la idea de varios componentes o subsistemas interactuando en el tiempo y en el espacio, así como en relación con suprasistemas de diversa naturaleza.

Los métodos estadísticos multivariados permiten operacionalizar el sentido heurístico de la teoría de sistemas, aplicada al problema de clasificar y tipificar sistemas de fincas.

Las etapas de análisis estadístico empleadas por la mayoría de los proyectos son las siguientes:

*1. Selección de atributos que efectivamente se comporten como variables.*

El primer paso es simple y consiste en calcular los coeficientes de variación de cada una de las variables, para descartar del análisis de tipificación y clasificación aquellas que carecen de poder discriminatorio. Que una variable sea considerada como importante desde un punto de vista teórico no garantiza que tenga una varianza razonable dentro de la muestra de fincas encuestadas.

*2. Análisis factorial para reducir la dimensionalidad del problema.*

Con las variables seleccionadas por su adecuado poder discriminante se procede a la aplicación de alguna técnica de análisis factorial. El análisis factorial entrega los siguientes resultados:

- a. Información que permite estudiar las relaciones existentes entre las variables contenidas en la matriz de datos.
- b. Información que permite estudiar las relaciones existentes entre las observaciones (fincas) contenidas en la matriz de datos.
- c. Información que permite estudiar la relación entre variables y observaciones.
- d. Información que permite identificar los fenómenos socioeconómicos, agroecológicos, tecnológicos, de capacidad de gestión, etc., que determinarán la existencia de tipos de sistemas de finca.

*3. Análisis de conglomerados empleando como variables clasificatorias un número reducido de factores principales.*

Cada factor principal es una variable sintética construida a partir de las variables originales; es decir, cada observación (finca) puede ser identificada por sus coordenadas respecto de cada uno de los factores. Por lo tanto estos factores pueden ser utilizados como variables de clasificación en el análisis de conglomerados. La técnica empleada es el análisis de conglomerados o análisis de clasificación jerárquica ascendente.

#### *4. Determinación de los tipos de sistemas de finca.*

Cada una de las ramificaciones mostradas en el dendrograma tiene el potencial de ser seleccionada como un tipo de sistema de finca. El nivel al cual se decida hacer la selección de tipos dependerá del balance que el investigador haga de los siguientes elementos: a mayor cantidad de tipos mayor será la homogeneidad intratipos, mayor la heterogeneidad intertipos, y mayor el costo y el esfuerzo de investigación posterior. El análisis de clasificación jerárquica o de conglomerados permite al investigador jugar con una gama de opciones. Igualmente, puede definir un nivel de homogeneidad que arroje un número excesivo de tipos desde el punto de vista de los recursos disponibles, pero optar por trabajar solo con algunos de ellos y no con los restantes.

#### *5. Descripción de los tipos seleccionados.*

La descripción básica se realiza mediante el cálculo para las variables originales y tipo por tipo, de las estadísticas media, moda, varianza, rango, frecuencia, etc. Una vez que se ha llegado a una decisión en materia de cuáles grupos de observaciones entregadas por el dendrograma serán considerados como tipos, se procede a realizar gráficos de coordenadas en los cuales los factores principales constituyen los ejes y las observaciones en el plano de coordenadas se identifican por el tipo al cual pertenecen. Así se logra complementar el análisis de conglomerados en cuanto a la relación existente entre los tipos de sistemas de finca y entre éstos y los factores principales.

#### *6. Análisis discriminante para la clasificación a posteriori de nuevas fincas, no contenidas en la muestra encuestada.*

En el transcurso de fases posteriores de la investigación de sistemas de finca generalmente es conveniente determinar a cuál de los tipos pertenece una o unas fincas que no formaron parte de la muestra original y que por lo tanto aún no han sido clasificadas.

La técnica de análisis discriminante entrega funciones que permiten calcular la probabilidad de pertenencia de cualquier observación en las clases o tipos determinados según el procedimiento antes descrito.

### III.- MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

El ámbito de estudio comprende la parte media y baja de la cuenca hidrográfica del río Supe.

##### Ubicación política

- País :Perú
- Departamento :Lima
- Provincia :Barranca
- Distrito :Supe

##### Ubicación geográfica

- Latitud Sur : 10° 50' 29" – 10° 54' 30"
- Longitud Oeste : 77° 43' 04" – 77° 27' 50"
- Altitud : 0.0 a 1,250.0 msnm

#### 3.2. MATERIALES

Software:

- ArcGis V 10.1
- SPSS V.20
- Microsoft Office (Word y Excel)
- Auto-CAD. V 13
- Erdas Imagine V 9.1

Equipos y materiales de escritorio:

- Ordenador de última generación
- Scanner
- Impresora y Plotter.
- Papeles bond diversos tamaños.
- Cartografía digital, imágenes satelitales LandSat, SRTM
- Mapas y planos del IGN

Material de campo:

- GPS y altímetro
- Cámara fotográfica y filmadora
- Encuestas y libreta de campo.

### 3.3. Metodología

#### 3.3.1. Diseño de la investigación

Es un estudio no experimental, con un diseño descriptivo-observacional, evaluativo-explicativo, tuvo como objetivos: caracterizar, tipificar, evaluar y diseñar fincas con cultivos prevalentes en la cuenca media y baja del río Supe.

La investigación comprende la descripción y diagnóstico de las fincas con cultivos prevalentes de las zonas agroecológicas consideradas; evaluación de las propiedades específicas que determinan su comportamiento dinámico; diseño de modelos cualitativos de los tipos de finca, determinación de limitantes y potencialidades, hasta la propuesta de alternativas técnicas que ayuden a mejorar los sistemas existentes.

La delimitación del área en estudio resultó de un análisis y diagnóstico territorial previo de la cuenca, que determinó la identificación de la unidad geográfica-económica de interés que resultó ser la cuenca media y baja del río Supe, zona constituida por un conjunto de condiciones homogéneas físicas, económicas y sociales. En este contexto coexisten fincas con distinto grado de desarrollo tecnológico y económico, con diversas estrategias de manejo de cultivos y crianzas. La investigación consistió en la descripción y diagnóstico de las fincas con cultivos prevalentes de las zonas homogéneas consideradas; evaluación de las características específicas que determinan su comportamiento dinámico; diseño de modelos cualitativos de los tipos de fincas, determinación de limitantes y potencialidades; hasta la propuestas de alternativas técnicas que contribuyan a corregir y mejorar los sistemas existentes.

La investigación consta de tres etapas:

**1. Etapa descriptiva.**-Es la descripción biofísica del medio natural, de las características socio-económicas relacionadas a la producción agrícola y la identificación de zonas homogéneas de producción agrícola en el ámbito de estudio.

**2. Etapa evaluativa.**-Comprende la caracterización de las fincas existentes en la zona y la medición de la sustentabilidad de estas unidades de producción, evaluando variables e indicadores previamente seleccionados. Se explican los factores que influyen en el desempeño dinámico de las fincas.

**3. Etapa de clasificación y diseño.**-Consiste en identificar los tipos de fincas más representativas de la zona, construir modelos representativos de los sistemas de finca, identificar limitaciones y potencialidades y, diseñar propuestas tecnológicas alternativas de manejo de los recursos naturales.

### **PASOS METODOLÓGICOS**

La metodología utilizada es una adaptación hecha a partir de las recomendaciones de autores como Malagón y Prager (2001), Apollin y Eberhart (1999) y, Escobar y Berdegue (1990). Se consideró los siguientes pasos:

**a) Zonificación preliminar.**- De acuerdo a la variabilidad ambiental y socio-económica de la cuenca se observó diferencias en el uso de la tierra y técnicas de producción, por lo que fue necesario identificar los ámbitos geográficos o zonas homogéneas que constituyeron las unidades de estudio.

**b) Caracterización geoespacial del medio ambiente.**-Consistió en la recolección de información sobre el medio natural del área seleccionada. Datos de ubicación, fisiografía, topografía, precipitación, temperatura, humedad, y de suelos como relieve, aptitud productiva y otros.

**c) Identificación de las unidades de análisis.**-Apoyado con información secundaria de la zona, se elaboró el marco de muestreo que define las unidades básicas en donde se genera la información predial. Incluye la selección de la población objetivo.

**d) Caracterización de los sistemas prediales.**-Es la descripción analítica de las unidades de producción agropecuaria. Se aplicaron técnicas de recolección y análisis de datos con el fin de obtener y procesar la información; comprende:

**d.1. Acopio de información de las fincas con cultivos prevalentes.**- Consiste en recoger información de los agricultores en base a encuestas. Información referida a componentes agro-ecológicos, técnico-productivos y socio-económicos que tienen mayor influencia en el desempeño de los sistemas productivos locales.

**d.2. Clasificación y análisis de la información.**- La información obtenida de diversas fuentes se ordenó y se analizó de acuerdo a variables seleccionadas utilizando para ello técnicas de la estadística descriptiva.

**d.3. Descripción de las características prediales.**- Como resultado del análisis previo de las variables de mayor interés y luego de un proceso inductivo que culminó en la

integración de los componentes, se describen las características más importantes de los predios.

Los componentes agro-ecológicos describen: Los factores naturales, el estado de los agroecosistemas en relación al suelo, plagas, climáticos y otros, la diversidad vegetal existente en las fincas, los problemas ecológicos de la zona.

Los componentes técnico productivos describen: El uso de la tierra, los cultivos prevalentes, las tecnologías y prácticas campesinas, sistemas de cultivo, sistemas de producción.

Los componentes socio-económicos analizan: Los recursos de tierra, capital y trabajo, la rentabilidad de los cultivos, las condiciones de vida de los productores y los niveles de organización campesina.

**e) Evaluación de la sustentabilidad de fincas.-**Consiste en la evaluación de fincas con cultivos prevalentes en los cuales se midió la sustentabilidad aplicando indicadores económicos, ecológicos y socioculturales integrándolos mediante el análisis tipo multicriterio; así como indicadores de calidad del suelo y salud del cultivo. Se emplearon metodologías participativas con los agricultores para la evaluación de las fincas seleccionadas.

**f) Tipología de productores.-**A partir de la base de datos de la encuesta, se seleccionaron variables de interés, las que fueron sometidas al análisis multivariado. Esto permitió la integración de grupos de agricultores que tienen condiciones y características similares. Las variables más determinantes para la tipificación fueron: los cultivos predominantes, la gestión de recursos y el nivel tecnológico.

**g) Diseño de fincas.-** Consiste en la elaboración de modelos de representación gráfica de las fincas tipificadas en el paso anterior. Los modelos describen a la finca como un sistema identificando sus límites, componentes, interacciones, recursos, insumos que reciben y productos que generan, tanto en términos biofísicos como socio-económicos. Se diseñaron modelos cualitativos de los sistemas actuales y los sistemas mejorados.

**h) Identificación de limitaciones y potencialidades.-** Una vez conocido los modelos de producción, se procede a la identificación de limitaciones y potencialidades, conocido como el análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas). Se aplicaron metodologías participativas con los productores, como talleres y grupos focales con la finalidad de sistematizar la problemática de la zona. Incluye la construcción de un árbol

de problemas y la aplicación de la matriz de Vester para determinar las limitaciones y su impacto en los sistemas agropecuarios.

Se analizó la problemática de la CAU Caral debido a su importancia socioeconómica en la zona; se ilustra la problemática institucional, los productores analizaron los puntos críticos y validaron las tecnologías.

**i) Propuesta de alternativas tecnológicas.**-En base a los estudios previos, se proponen alternativas técnicas para los tres niveles: agroecosistema, finca y cuenca. Tiene como finalidad efectuar mejoras en los sistemas de producción de la zona, no solo en el manejo de las unidades de producción, sino también con relación al entorno.

### **3.3.2. Diseño de la muestra**

La zona en estudio (cuenca media y baja del río Supe) abarca gran parte del valle Supe. Los productores considerados en la presente investigación conducen fincas dentro de este territorio. El tipo de muestreo utilizado es el “muestreo aleatorio”, donde los sectores que forman la cuenca media y baja, constituyen las unidades estratificadas de donde se extrajeron las muestras (fincas con agricultores) a ser evaluadas.

#### **a. Población**

La población objetivo comprende a 1,920 pequeños productores establecidos en la cuenca media y baja del río Supe. Son agricultores que conducen directamente sus fincas, tienen cultivos propios de costa como maíz duro amarillo, caña de azúcar, maracuyá, ají paprika, palto, leguminosas de grano, zapallo, maíz morado, sandía; y crías de animales menores, tanto para el autoconsumo y la comercialización.

#### **b. Obtención de la muestra**

Para obtener la muestra final se tomó en cuenta el tamaño de la muestra que se obtiene aplicando la fórmula de asignación proporcional, el número de agricultores según la parte de la cuenca hidrográfica, y las muestras adicionales o reemplazos para cubrir cualquier eventualidad.

### c. Tamaño de la muestra

El tamaño de muestra se calculó aplicando la siguiente fórmula de asignación proporcional (INCAGRO, 2006):

Formula:

$$n = (4PQ/d^2) / \{ [((4PQ/d^2) - 1)/N] + 1 \}$$

Donde:

$n$  = Tamaño de muestra

$N$  = Población objetivo (1920)

$P$  = Proporción de la población que cumple una condición (0.5)

$Q$  = (1-P), proporción de la población que no cumple la condición (0.5)

$d$  = % de error (0.10).

Se eligió el tamaño de muestra correspondiente al nivel de confianza de 95% y error de muestreo ( $d$ ) de 10 %, lo cual dio un tamaño mínimo de  $n = 96$  encuestas.

Para determinar el número de muestras por sección de cuenca, se decidió realizar un muestreo estratificado donde cada parte de la cuenca es un estrato independiente. Con la finalidad de alcanzar los niveles establecidos y considerando la posibilidad de que los agricultores elegidos al azar no se encuentren al momento del contacto o porque se tengan encuestas inconsistentes ya sea por falta de respuesta o veracidad, se decidió considerar muestras de reemplazo. Finalmente la muestra total (incluyendo las muestras de reemplazo) fue de 98 agricultores, tal como se muestra en el Cuadro 2.

**Cuadro 2: Distribución de la muestra**

N°	Cuenca	N° de agricultores	$w_i = N_i / N$	$n_i = n w_i$	Muestra + reemplazo
01	Cuenca Media	$N_1 = 498$	$w_1 = 0.2763$	28	29
02	Cuenca Baja	$N_2 = 1422$	$w_2 = 0.6805$	68	69
TOTAL		$N = 1920$		96	98

Donde:

$N_i$  = Número de agricultores de la población objetivo por zona de la cuenca

$N$  = Número total de agricultores de la población objetivo

$w_i$  = Peso ponderado para cada zona de la cuenca

$n_i$  = Número de muestras

Luego de haber determinado el tamaño de la muestra, el siguiente paso fue distribuir los productores según “sectores”; la distribución se hizo en forma aleatoria dentro de éstas. El número total de agricultores encuestados fue de 98.

### **3.3.3 Técnicas de recolección y análisis de la información**

Las técnicas de recolección de la información fueron:

- Fuentes de información primaria y secundaria.- se recopiló información básica de la cuenca, accediendo a fuentes escritas, estadísticas, mapas y otros (información secundaria), e información directa de la zona en estudio a través de comunicación oral y documentos institucionales (información primaria) que se utilizó para levantar un diagnóstico previo y describir el medio.
- El sondeo o diagnóstico exploratorio.- se efectuó el sondeo “Rapid Rural Appraisal” (Zanetell y Khuth, 2002) que sirvió para elaborar un diagnóstico preliminar que se usó para definir las unidades en estudio, el diseño de la muestra y la zonificación.
- La entrevista.- es el contacto directo con los productores que sirvió para obtener información de campo acerca de la situación de las fincas. La entrevista es una forma de diálogo focalizado en temas de interés y con una mayor profundización en estos. Es una técnica útil para recolectar información que permite comprender la dinámica y las prácticas de manejo del sistema de producción y la cotidianidad de los sujetos. Además, la interacción cara a cara con el productor posibilita una relación de convivencia entre investigador e investigado.
- Los grupos focales y talleres participativos.- son reuniones grupales con productores seleccionados para identificar limitantes y potencialidades y diseñar alternativas tecnológicas (Cárdenas, 2009). Los talleres son eventos grupales, en los cuales los participantes tienen la posibilidad de interactuar y compartir sus opiniones en franco diálogo, aunque también tienen ventajas y desventajas. Lo ideal es que estos sean manejados como grupos focales, es decir, agrupando individuos con alguna afinidad de intereses.

Los grupos focales tienen ventajas y desventajas en comparación con las entrevistas individuales. En las entrevistas en grupo, el nivel de información puede ser alto, por lo que son particularmente útiles cuando el tiempo es limitado. La información de las entrevistas grupales es más fidedigna, en la medida en que es discutida por los miembros mejor informados del grupo. Los talleres permiten la interacción entre los productores mejor informados y los menos informados, donde los segundos aprenden de los primeros.

Estudios realizados sobre aspectos sociales de los sistemas de producción (Brondt, 2002; Zanetell y Khuth, 2002), recomiendan la integración de diferentes técnicas y fuentes de información para conseguir mayor fidelidad de los datos. En el presente estudio se aplicaron encuestas a los productores para tener mayor información de campo y programas estadísticos para el análisis de los datos.

**a. La encuesta.-** Es un cuestionario con variables priorizadas, aplicadas a 98 productores que conforman la muestra. Está constituida por preguntas abiertas y cerradas, estructuradas de tal forma que abarca diversos aspectos ambientales, económicos, tecnológicos y sociales (la encuesta completa se presenta en el Anexo 1). Sirvió para efectuar la caracterización y medición de las unidades de producción y tipificación de los predios. Los principales temas que contiene la encuesta están referidos a:

- Aspectos generales de la familia campesina
- Aspectos generales del fundo (propiedad, uso de la tierra)
- Aspectos sociales (servicios básicos, organización)
- Indicadores económicos
- Actividades complementarias de la familia
- Aspectos tecnológicos (cultivos, variedades, plagas, riego, labores culturales)
- Mano de obra, crédito, capacitación, expectativas
- Problemas ecológicos; limitantes y potencialidades de la producción
- Sistemas de cultivo, sistemas de producción agropecuaria

**b. El análisis de datos.-** Para el procesamiento de datos, la información acopiada fue introducida en una base de datos (hojas de cálculo Excel) y de acuerdo a las necesidades del estudio se aplicó paquetes estadísticos (SPSS V. 20). Para la evaluación de las variables se aplicaron métodos de análisis de datos como: tablas de porcentaje, medidas descriptivas como promedios y desviación estándar. Para identificar tipologías se utilizó Análisis Multivariado y para clasificar los usos de la tierra se efectuó Análisis Cluster.

La revisión y análisis de la documentación escrita (informes técnicos, folletos, mapas, etc.) proporcionó la información secundaria en el nivel de paisaje y comunidad, necesaria para establecer relaciones entre los conceptos y categorías derivadas del trabajo de campo (Zanetell Y Khuth, 2002). A continuación se describen las metodologías específicas utilizadas en cada una de las etapas de la investigación.

### **3.3.4 Descripción de metodologías para la etapa I: Caracterización biofísica y zonificación del área en estudio.**

La delimitación del área en estudio, resulta de un análisis territorial y del diagnóstico de la cuenca del río Supe, que concluye con la identificación de la zona de interés que es la cuenca media y baja del río Supe; territorio conformado por un conjunto de condiciones físicas, económicas y sociales. En este espacio se encuentran fincas con distintos grados de desarrollo tecnológico y económico.

La metodología usada para el presente trabajo de investigación consistió en la realización secuencial de las siguientes etapas:

La primera etapa: se recolectó información escrita y digital de la zona en estudio, obteniéndose mapas cartográficos, cartografía digital, aerofotografías, imágenes satelitales y planos topográficos, identificando en gabinete el área de interés. Las fuentes de información utilizadas fueron:

- Imágenes satelitales Landsat
- Imágenes satelitales SRTM
- Base de datos de la junta de usuarios del valle Supe
- Base de datos de las comisiones de regantes de la cuenca media y baja.
- IV Censo Nacional Agropecuario (IV CENAGRO)
- Reportes de producción de la D R A L – Agencia Barranca

- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
- Cartas nacionales del Ministerio de Educación (MINEDU)

La segunda etapa consistió en la descripción biofísica del área en estudio; mediante las técnicas de teledetección y el SIG, determinando las características geomorfológicas, fisiográficas y ecológicas de la zona en estudio. A continuación se organizó salidas al campo, con la finalidad de contrastar y comprobar la información de gabinete, y acopiar información de campo necesaria; se utilizaron instrumentos de medición directa tales como el altímetro digital, barómetro digital, GPS de precisión submétrica, cámaras fotográficas, cámaras filmadoras.

Es preciso señalar que toda la información obtenida se incorporó a una base de datos georeferenciada en coordenadas UTM, geoide GWS 84.

La tercera fase fue el trabajo de gabinete, que consistió en la selección, ordenamiento, interpretación y procesamiento (análisis SIG) de los datos obtenidos en la fase anterior. En esta etapa, se construyó la base de datos que alimenta al sistema de información geográfica. Mediante el uso del software ArcGis, se generó el modelo de elevación digital (DEM) de la cuenca y del área intervenida, a partir esta imagen contrastando con la información de campo obtenida, se logró identificar prioritariamente los sistemas agrícolas predominantes en la cuenca, las áreas cultivables, zonas con cobertura vegetal nativa; las áreas aptas para la práctica de una agricultura bajo riego y de secano, zonas homogéneas de producción, así como la distribución poblacional.

En la cuarta etapa, se confeccionaron los mapas temáticos que muestran los atributos biofísicos y socioeconómicos, obteniéndose como resultado: áreas aptas para la agricultura, fisiografía, geomorfología, geología, zonas de vida, áreas destinadas al sembrío bajo riego, población distribuida por zonas, cuerpos y fuentes de agua, índice de vegetación, capacidad de uso de suelos. Se identificó zonas homogéneas de producción, con sus respectivos cultivos prevalentes.

### **3.3.5. Descripción de metodologías para la etapa II: Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas.**

Los objetivos de esta etapa fueron: caracterizar los sistemas prediales de acuerdo a las dimensiones de análisis agro-ecológico, técnico-productivo, socio-económico y evaluar la sustentabilidad de las fincas a través de la aplicación de indicadores seleccionados.

La metodología consistió en recoger información de campo de 98 agricultores de la Cuenca Baja y Media que conforman la población muestra, los que fueron estratificados según sectores y a los que se les aplicó las encuestas previamente elaboradas, se trabajó también con grupos focales con el fin de obtener la información primaria tanto en términos biofísicos y socioeconómicos.

La información recogida en las encuestas sirvió como fuente para la caracterización de las fincas. El análisis comprende la elaboración de una base de datos a partir de las encuestas, la ordenación de variables seleccionadas y la aplicación del programa estadístico SPSS V. 20 para el análisis de los datos obtenidos.

#### **La caracterización de los sistemas prediales**

Consistió en la descripción analítica de las unidades de producción agropecuaria de los productores considerados en la encuesta, comprende. (a) el levantamiento de información de las fincas con cultivos prevalentes, (b) la sistematización y análisis de la información.

La caracterización permitió identificar los sistemas de producción agrícola y los cultivos más importantes en las fincas de la cuenca. De estos, se seleccionaron fincas representativas con cultivos prevalentes, en las cuales se evaluó la sustentabilidad.

#### **Medición de la sustentabilidad de fincas**

La sustentabilidad se evaluó utilizando dos metodologías: una denominada “tipo multicriterio” que utiliza indicadores de tipo económico, ecológico y sociocultural; y una variante del “método agroecológico rápido para evaluación de la sostenibilidad de cafetales” utilizando el indicador de calidad del suelo y la salud de los cultivos.

A) El primer método denominado “tipo multicriterio” es empleado para medir la sustentabilidad de fincas con un enfoque sistémico; incluye los siguientes pasos:

1. Construcción de indicadores.- Los indicadores se construyeron de acuerdo a la metodología y el marco conceptual propuesto por Sarandón (2002), siguiendo los lineamientos de Astier *et al.* (2002). Se eligieron indicadores y sub indicadores para cada dimensión considerada, que fueran fáciles de obtener, de interpretar, que brindaran la información necesaria, y que permitieran detectar tendencias en el ámbito de la finca. El cuadro 3 detalla los indicadores y subindicadores para cada dimensión de sustentabilidad.

**Cuadro3: Indicadores y sub indicadores para cada dimensión de sustentabilidad empleando la metodología “tipo multicriterio” (Sarandón, 2002)**

DIMENSIÓN ECONÓMICA	DIMENSIÓN ECOLÓGICA	DIMENSIÓN SOCIOCULTURA
<b>A- autosuficiencia alimentaria</b>	<b>A-Manejo de los cultivos</b>	<b>A-satisfacción de las necesidades</b>
A1-diversificación de la producción	A1-Rotacion de cultivos	<b>básicas</b>
A2-superficie de producción para el autoconsumo	A2-Diversificación de cultivos	A1-vivienda
	A3-Aplicación de agroquímicos	A2-acceso a la educación
	A4-Disponibilidad de agua-riego	A3-acceso a la salud y cobertura
<b>B-ingreso económico neto mensual por familia</b>	<b>B-riesgo de erosión</b>	A4-servicios
	B1 pendiente predominante (%)	
<b>C-riesgo económico:</b>	B2- prácticas conservacionistas	<b>B-aceptabilidad del sistema de producción</b>
C1-diversificación para la venta	B3-metodo de riego	
C2- número de vías de comercialización	<b>C-manejo de la biodiversidad</b>	<b>C-integración social a sistemas organizativos</b>
C3-dependencia de insumos externos	C1-biodiversidad temporal	
	C2-biodiversidad espacial	<b>D-conocimiento y conciencia ecológica</b>

2. Estandarización y ponderación de los indicadores.- Para permitir la comparación de las fincas y facilitar el análisis de las dimensiones de la sustentabilidad los datos fueron estandarizados, mediante su transformación a una escala, para cada indicador de 0 a 4, siendo 4 el mayor valor de sustentabilidad (Sarandón *et al.*, 2004). Los indicadores y sub indicadores son calificados a través de valores los cuales se adecuaron a esta escala independientemente de su unidad original.

Posteriormente los indicadores fueron ponderados multiplicando el valor de la escala por un coeficiente de acuerdo a la importancia relativa de cada variable

respecto a la sustentabilidad. El peso de cada indicador refleja la importancia del mismo en la sustentabilidad.

2. Descripción y ponderación de los indicadores elegidos.- Según el análisis de las condiciones de la zona y de acuerdo al grado de conocimiento del investigador se hizo algunas modificaciones a la metodología planteada por Sarandón *et al* (2004). referidos a la descripción de sub indicadores y sus unidades de medida y al peso de los indicadores, lo que se refleja en las fórmulas finales.

La información para cada finca se obtuvo mediante entrevistas a los propietarios y observación de campo. Para cada indicador y sub indicador se ha consignado un valor entre 0 a 4. A continuación se presentan las fórmulas para las tres dimensiones analizadas:

Indicador Económico = IK

Indicador Ecológico = IE

Indicador Sociocultural = ISC

$$IK = \{2[(A1+A2)/2] + 2B + [(C1+C2+C3)/3]\} / 5$$

$$IE = \{(2*A1+A2+A3)/4 + (2B1+B2+B3)/4 + (C1+C2)/2\} / 3$$

$$ISC = \{2[(2*A1+2*A2+A3+2*A4)/7] + 2B + C + D\} / 6$$

El valor de cada macro indicador es un cociente cuyo numerador es la sumatoria ponderada de indicadores y sub indicadores considerados (Cuadro 3) y el denominador es el número de variables tomando en cuenta su ponderación.

Así por ejemplo, para el indicador económico (IK), se ha ponderado con 2 el primer indicador: autosuficiencia alimentaria (A) el cual incluye los sub indicadores: diversificación de la producción (A1), y superficie de producción de autoconsumo (A2); más el ingreso económico neto mensual por familia (B) que se ponderó con 2; más la sumatoria simple de tres sub indicadores: diversificación para la venta (C1), número vías de comercialización (C2) y dependencia de insumos externos (C3) del indicador riesgo económico (C); a todo este numerador se divide por cinco, que es el número de casos ponderados (2A+2B+C).

Con los datos de los macro indicadores económicos (IK), ecológicos (IE) y socioculturales (ISC), se calcula el índice de sustentabilidad general (IS Gen), que valora las tres dimensiones por igual:

$$\text{IS Gen} = (\text{IK} + \text{IE} + \text{ISC}) / 3$$

Condiciones: (Sarandón *et al* 2004)

- a) Una finca es sustentable si el valor IS Gen es mayor a 2: (IS Gen > 2).
- b) Ninguna de las tres dimensiones deben tener un valor menor a 2.

**B)** El segundo método utilizado fue el “método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales” (Altieri y Nicholls, 2002), que utiliza criterios de calidad de suelo y salud del cultivo, con modificaciones de adaptación a la cuenca y a los cultivos prevalentes de la zona. Para esto, se seleccionaron diez indicadores de calidad de suelo y diez de salud del cultivo; cada indicador se estima en forma separada y se le asigna un valor de 1 a 10 (siendo 1 el valor menos deseable, 5 un valor medio y 10 el valor deseado) de acuerdo a las características que presenta el suelo o el cultivo, y los atributos a evaluar para cada indicador.

Con la participación de los agricultores se asignan los valores para cada indicador, luego se suma y se divide entre el número de indicadores evaluados y se obtiene el promedio por separado para la calidad de suelo y la salud del cultivo. Las fincas con valores inferiores a 5 se encuentran por debajo del umbral de sostenibilidad, y por lo tanto requieren un tratamiento y manejo correctivo.

Los valores de los indicadores son más fáciles de interpretar si se grafican en una figura tipo “ameba”, esto permite observar de mejor manera el grado de sostenibilidad de los agroecosistemas.

### **3.3.6. Descripción de metodologías para la etapa III: Tipología y diseño de fincas**

Clasificar y determinar los tipos de productores más representativos de la zona, formular modelos que grafiquen el desempeño de los sistemas, identificar factores limitantes y recursos potencialmente productivos en el área, y proponer alternativas técnicas que contribuyan a mejorar el desempeño de los sistemas en la zona.

- **Tipología de productores**

Para identificar los tipos de productores que predominan en la zona se efectuó el “análisis multivariado” utilizando el programa estadístico SPSS V.21. Para ello se seleccionó las variables de mayor importancia e influencia de la base de datos.

Para los estudios de caso se seleccionó un productor por cada tipología encontrada procurando que sea lo más representativo posible. Al productor seleccionado se le entrevistó con mayor detalle recogiendo información relacionada a la parcela, unidad de producción, entorno, etc. Se recogió variables generales de la unidad de producción, así como variables sociales, económicas y técnicas que aplica cada productor.

- **Diseño de fincas**

- a. *Elaboración de modelos cualitativos.*- a partir de la tipología encontrada, se elaboraron modelos cualitativos de flujo, considerando los datos económicos y técnicos que caracterizan los sistemas de finca.

- b. *Identificación de limitaciones y potencialidades.*- se aplicó el análisis tipo FODA, para ello se hicieron talleres participativos con los productores en la cuenca media y baja. Los participantes plantearon su problemática, analizaron los puntos críticos y validaron las tecnologías. Como resultado se tuvo una serie de limitaciones y potencialidades que caracterizan la problemática de la zona. Enseguida se procedió a jerarquizar los problemas.

- c. *Jerarquización de problemas.*- incluyó la construcción de un árbol de limitaciones, clasificando los problemas según su grado de causalidad o consecuencia y la aplicación de la “Matriz de Vester” para determinar cuáles son los problemas activos, pasivos, críticos e indiferentes y su impacto en los sistemas agropecuarios de la zona en estudio.

La Matriz de Véster es un formato de doble entrada (filas y columnas), en donde los problemas se identifican con un número que corresponderá tanto a su posición en la fila como en la columna. Luego se colocó en la matriz, el grado de causalidad de cada problema con respecto a cada uno de los otros. Este grado está

dado por un valor o calificación que corresponde al consenso de los participantes, estos valores fueron:

0 = No afecta o no es causa.

1 = Es causa indirecta.

2 = Es causa medianamente indirecta.

3 = Es causa muy directa.

De acuerdo con la calificación obtenida, se pudo distinguir cuatro tipos de problemas, que requieren diferentes tipos de tratamiento o de planeación de alternativas; estos son: problemas activos, pasivos, críticos e indiferentes.

5. *Diseño de alternativas técnicas.*- Consistió en la formulación de las ofertas tecnológicas con el fin de efectuar mejoras en los sistemas de producción existentes. Surgen como resultado de la integración de los componentes de los sistemas y del análisis de la problemática agropecuaria de la zona. Se proponen alternativas técnicas para los tres niveles de estudio: agroecosistema, finca y región. Considera aspectos de índole social y económica de los productores, manteniendo principios de sostenibilidad ambiental y tomando en cuenta la diversidad de situaciones y el interés general.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CARACTERIZACIÓN GEOESPACIAL DEL TERRITORIO

Se hizo un análisis territorial del área estudiada, en base a las imágenes satelitales Landsat, SRTM y aerofotografías, apoyados con cartografía e información digitalizada, referentes a las características fisiográficas y geomorfológicas; identificando primeramente el límite de la cuenca baja y media del río Supe, que en este caso es la superficie de intervención, o zona de estudio.

#### 4.1.1 LA CUENCA DEL RÍO SUPE

La cuenca del río Supe pertenece al sistema hidrográfico del Océano Pacífico, cuenta con un área de drenaje total, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, de 1,008 km<sup>2</sup> y una longitud máxima de recorrido, desde sus nacientes hasta su desembocadura, de 92 km. Presenta una pendiente promedio de 5%, la misma que se hace más pronunciada a partir de la localidad Capilla, llegando hasta 11 % en las partes altas, específicamente en el tramo comprendido entre las localidades de Mitupampa y Ámbar. La superficie de la cuenca colectora húmeda es de 545 km<sup>2</sup>, estando fijado este límite, aproximadamente, por la cota 2,000 msnm, es decir, el 54% del área de la cuenca contribuye sensiblemente al escurrimiento superficial. La cuenca colectora húmeda total es de 944 km<sup>2</sup>.

La figura 4, muestra la imagen satelital de la cuenca, destacando las zonas con vegetación, que son de color morado.

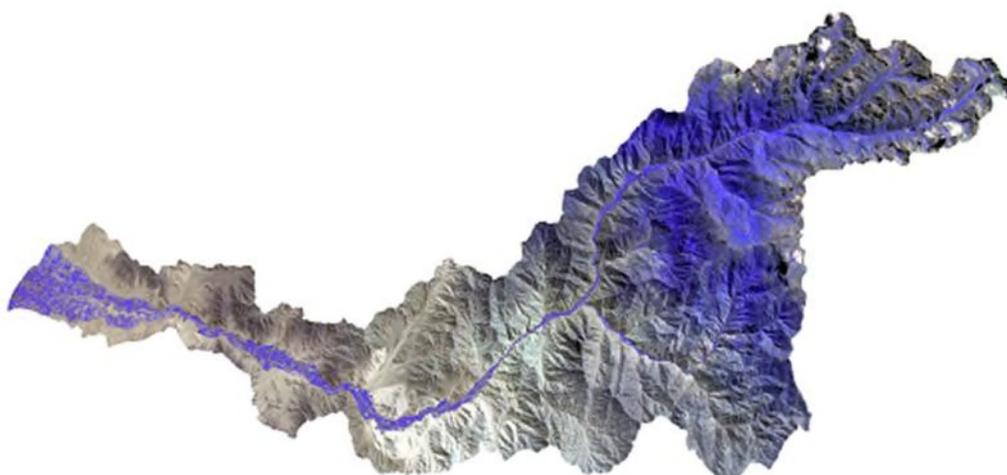


Figura 4. Imagen satelital de la cuenca hidrográfica del río Supe.

#### 4.1.2 DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Para el análisis territorial, la delimitación y descripción del medio, se utilizó las imágenes satelitales Landsat, SRTM, la cartografía del IGN, los shape files del MINEDU. La superficie es de 51,920.0 hectáreas, con un perímetro de 170.7489 km. La figura 5, muestra la parte media y baja de la cuenca hidrográfica del río Supe, que constituye el área de estudio.



Figura 5. Imagen satelital de la cuenca media y baja del río Supe

#### 4.1.3 ANÁLISIS FISIAGRÁFICO DE LA CUENCA

Provincia Fisiográfica: la cuenca hidrográfica SUPE comprende *costa y sierra*  
Grandes paisajes.- Como grandes paisajes se observa el valle de Supe cuyo proceso de formación es de origen aluvial; también se observa los valles estrechos altoandinos hacia la parte media de la cuenca; la formación es de origen coluvio aluvial.

Paisajes.- En esta categoría conservamos terrazas de formación aluvial, también lomadas.

Provincia Climática.- según la clasificación del sistema Holdridge

Las zonas de vida, que son consecuencia del clima, que predominan en la cuenca son las que se listan en el acápite 4.1.7.6

Al interpretar directamente de la imagen satelital impresa de toda la cuenca, se observa en la zona de costa un valle de origen aluvial, de relieve plano ondulado, desarrollado sobre depósitos aluviales y rocas, donde se ha producido la modificación del relieve debido a la acción de las aguas superficiales, la gravedad y la actividad antrópica.

Asimismo se nota que en la parte baja de la cuenca existe un solo curso del río; es preciso indicar que en este valle se practica la agricultura intensiva; también se observa arenas o pampas desérticas de origen eólico

Hacia la parte media de la cuenca, se observa valles estrechos, en el presente caso se identifica a los valles comprendidos entre los riachuelos tributarios al río principal de la cuenca que es el río Supe.

En lo que corresponde a la sierra, de la observación e interpretación del material fotográfico, se infiere que hay valles altoandinos y altiplanicies, también colinas altoandinas, y montañas altoandinas.

#### 4.1.3.1 UNIDADES FISIAGRÁFICAS

La cuenca media y baja tiene su propia caracterización estructural típica, presenta zonas de transición hasta contrafuertes de la cordillera, tal como se aprecia en la figura 6.

Hay que destacar el papel determinante de la verticalidad, es decir del factor altitudinales en la caracterización ecológica de una micro cuenca. De acuerdo a este parámetro, se reconocen principalmente en base a su geografía, hidrología y vegetación, tres partes comunes en todas las cuencas las que son: cuenca alta, cuenca media, cuenca baja, cada una de ellas con un microclima, con un tipo de suelos, con su propia vegetación fauna cultivos y ganadería características.

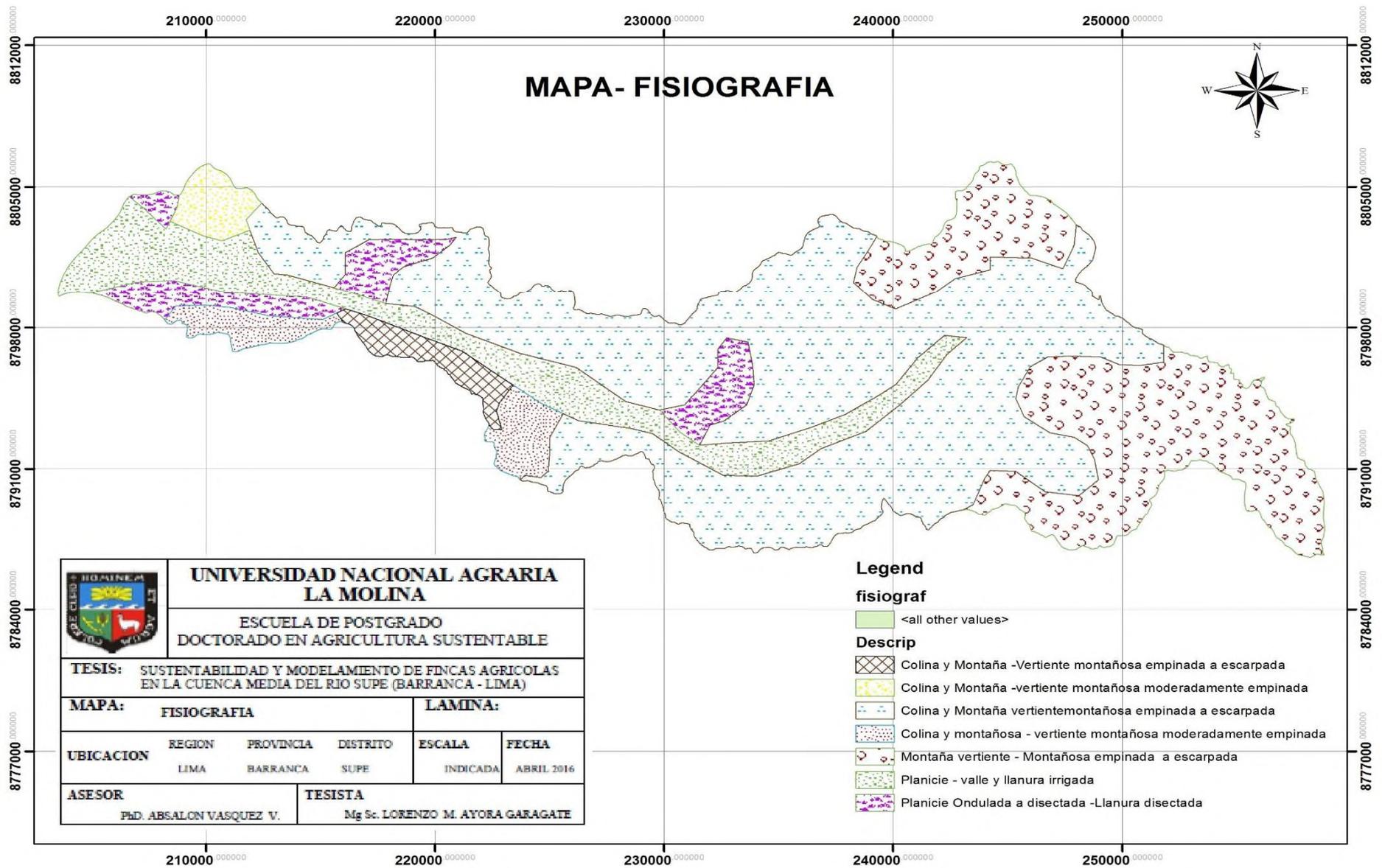


Figura 6. Fisiografía de la cuenca media y baja del río Supe

La superficie que ocupa cada clase es:

Colina y Montaña –Vertiente montañosa empinada a escarpada = 1,090 has

Colina y Montaña –vertiente montañosa moderadamente empinada =933 has

Colina y Montaña vertiente montañosa empinada a escarpada = 26,480 has

Colina y montañosa – vertiente montañosa moderadamente empinada =1,891 has

Montaña vertiente – Montañosa empinada a escarpada =11,760 has

Planicie – valle y llanura irrigada = 6,642 has

Planicie Ondulada a disectada –Llanura disectada =3,077 has

#### 4.1.4 GEODINÁMICA Y VULNERABILIDAD

En la figura 7, se advierte que la dinámica del área estudiada es intensa, hay una alta probabilidad de ocurrencia del fenómeno de geodinámica externa tales como erosión pluvial, inundaciones, huacos y otros, su ocurrencia podría generar ingentes daños a las poblaciones y obras públicas. Las características de esta zona están dadas por la pronunciada pendiente de las laderas que favorecen el escurrimiento superficial, una red hidrográfica de alta densidad, cobertura vegetal alterada y sobre todo litología de naturaleza heterogénea en procesos de fracturamiento.

Las áreas vulnerables se ubican principalmente en las laderas que conforman la cuenca del río Supe en su tramo superior, igualmente en las laderas de la cuenca media; este problema se agrava por la actividad antrópica de la zona la cual va alterando su estructura. Así mismo, la construcción y estructura vial mediante técnicas obsoletas e inadecuadas ha generado muchos deslizamientos.

En el área de intervención, 745.65 has corresponden a la categoría de alta vulnerabilidad, 28,098.50 has a baja vulnerabilidad, 18,929.50 has a vulnerabilidad moderada, 3,526.25 has a muy alta vulnerabilidad, y 572.89 has a muy baja vulnerabilidad.

Se evidencia en el mapa (Figura 7) que los terrenos aptos para la Agricultura tienen la categoría de baja y moderada vulnerabilidad.

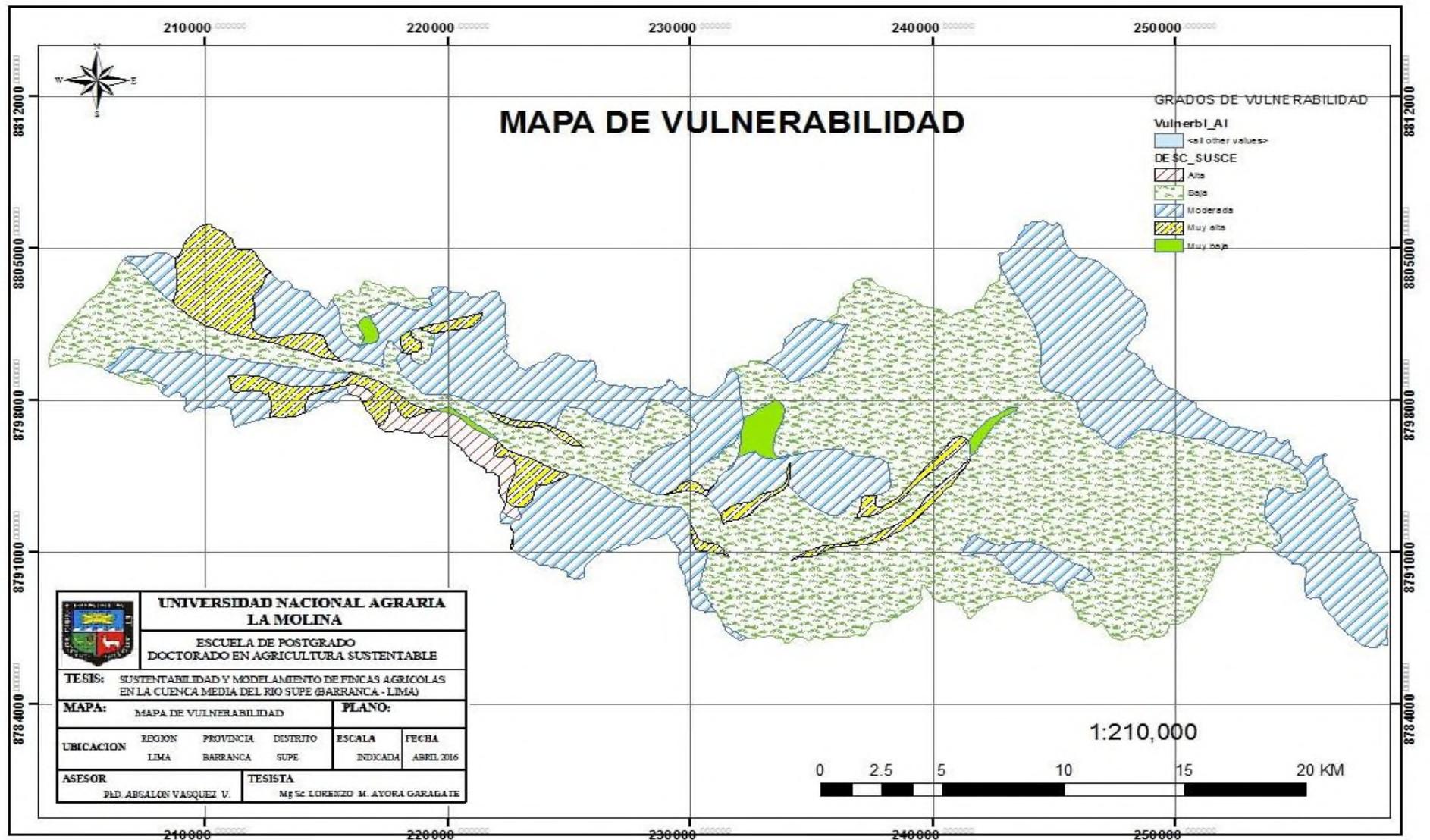


Figura 7. Mapa de vulnerabilidad de la cuenca media y baja del río Supe

#### 4.1.5 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOMORFOLÓGICAS

##### 4.1.5.1 GEOLOGÍA

El subsuelo está constituido por rocas volcánicas de la formación *Casma* del Cretáceo (Figura 8) que forma los cerros aislados de la costa. Litológicamente comprende rocas volcánicas provenientes de derrames de composición andesítica y aglomerados con intercalaciones de sedimento compuesto por arenisca, lutitas de colores pardo, marrón y gris. Esta formación fue intruida por el batolito de la costa de edad Cretáceo-Terciario, formada por rocas intrusivas de variada composición, las que forman principalmente las estribaciones andinas.

La figura 8, muestra que las áreas con mayor aptitud agrícola, en la zona estudiada, se localizan en la parte baja de la cuenca hidrográfica, la descripción corresponde al cuaternario holoceno continental.

Las rocas ígneas, intrusivas y extrusivas, se distribuyen ampliamente en la parte media alta de la cuenca, tal como se visualiza en la figura 9, en donde constituyen afloramientos que se presentan inconsolidados, localizándose también a lo largo del río Supe, en quebradas y piedemonte.

Este conjunto de rocas fue erosionado por los ríos cuyos valles fueron rellenados por depósitos cuaternarios del tipo aluvial y fluvial. Los depósitos más recientes se presentan en el sector de la denominada “planicie costanera” y en las quebradas secas que descienden de las estribaciones andinas.

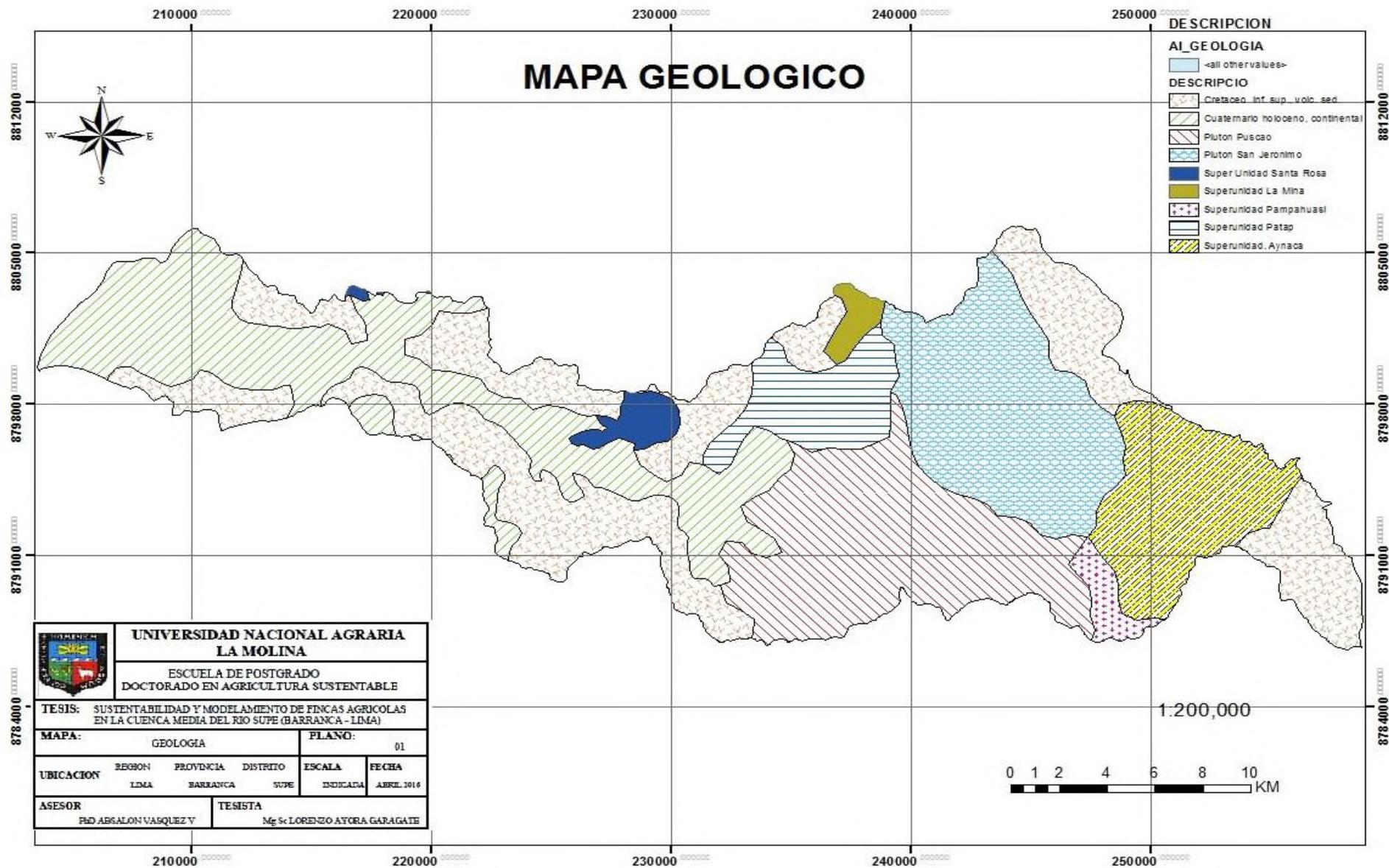


Figura 8: Descripción Geológica de la cuenca media y baja del río Supe

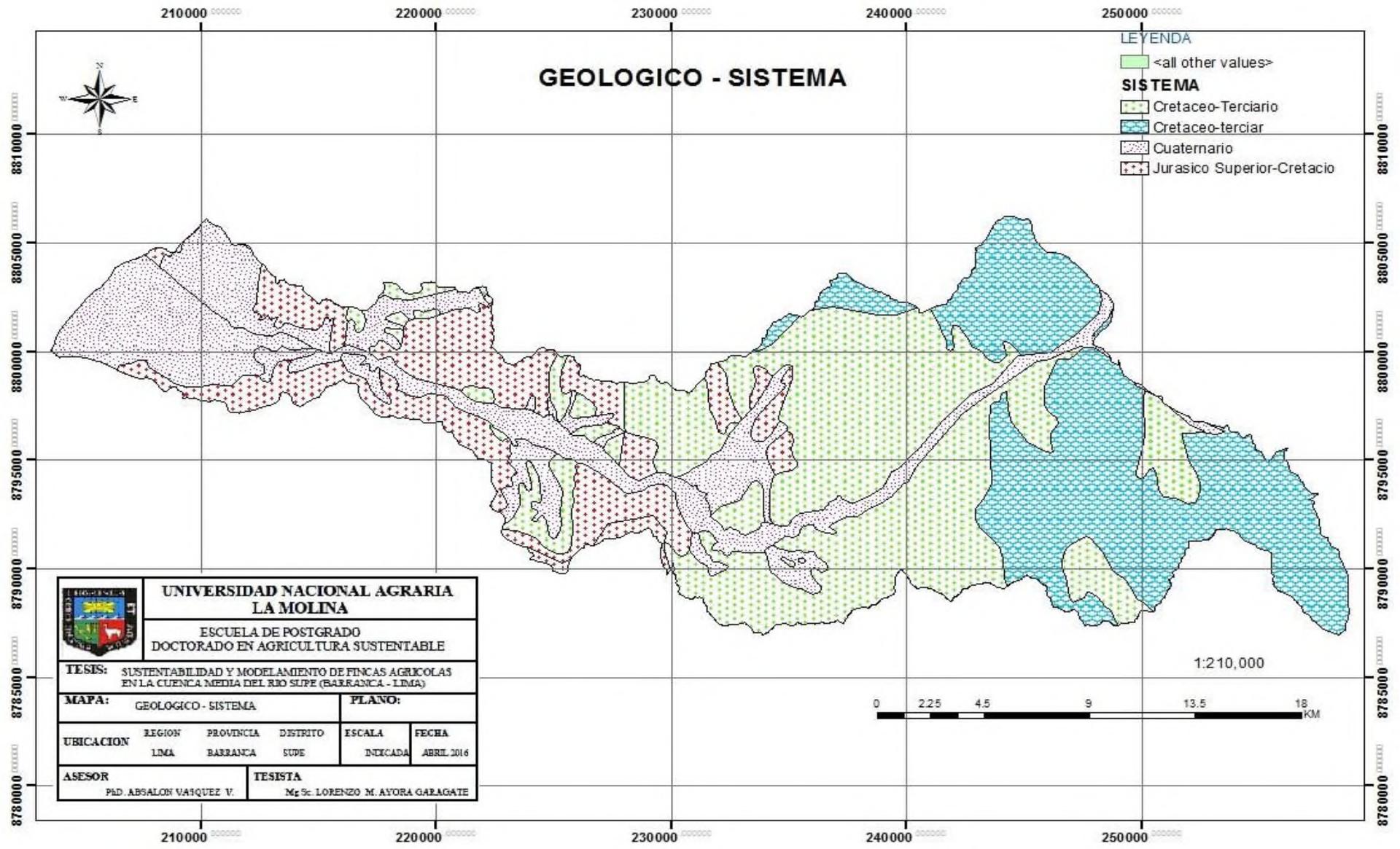


Figura 9. Geología-sistema, de la cuenca media y baja del río Supe

#### 4.1.5.2 MORFOLOGÍA

Morfológicamente se presentan superficies relativamente planas, disectadas por la acción erosiva de la escorrentía superficial del río y la de algunas quebradas de régimen hidrológico excepcional. Los depósitos que conforman estos sedimentos se pueden agrupar en cuatro tipos:

- Los depósitos aluviales, constituidos por arena, arcillas, limos, gravas y conglomerados, las mismas que pueden estar en forma separada o mezclada. Estos depósitos dan origen a suelos muy buenos para la agricultura, los que se encuentran a lo largo del río Supe, formando, en su último tramo de 20 km, una planicie aluvial de 5 km de ancho y de 100 a 150 m de espesor promedio. Por el volumen que representan, así como por su constitución litológica y distribución en la cuenca, son considerados los más importantes componentes del reservorio acuífero. Su superficie externa conforma el valle de Supe.
- Los depósitos fluvio-aluviales, constituidos por arenas, gravas y fragmentos rocosos angulares. Estos depósitos se localizan en los conos de deyección de las quebradas de Taita Laynes, Purmacana, Era de Pando y Alpacoto. Desde el punto de vista hidrológico, algunos de ellos tienen importancia en la formación de acuíferos, debido a la escorrentía inducida sobre su superficie, como es el caso del complejo Purmacana y anexos.
- Los depósitos fluviales corresponden a los depósitos de lechos del río, constituidos por cantos rodados, gravas y arena. Desde el punto de vista hidrológico, por su elevada permeabilidad, favorecen una elevada infiltración, transformando a los ríos, por medio de este proceso, en los principales alimentadores del reservorio acuífero.
- Los depósitos eólicos se localizan en casi toda la faja costanera e ingresan a diferentes distancias tierra adentro, según la topografía local y su efecto sobre las corrientes del aire. La arena es transportada desde las playas, por el viento, y puede rellenar los canales de irrigación, causando la disminución de su capacidad.

En el área de estudio se ha identificado cinco (05) unidades hidrogeológicas claramente definidas:

- Afloramientos rocosos
- Depósitos aluviales
- Depósitos coluviales
- Depósitos eólicos
- Depósitos marinos

#### 4.1.6 GEOMORFOLOGÍA

Las formas características del territorio están determinadas por su relieve y perfiles internos típicos, resultantes del material y edad del territorio (Figura 10). Su estructura geomorfológica incide directamente sobre las características edafológicas (suelo) y ecológicas que sobre ella se desarrollan.

El relieve del territorio está conformado por una sucesión de colinas y planicies que configura el Macizo Costanero, las que constituyen los materiales más antiguos. Su resultante es un paisaje consolidado, cortado transversalmente por un valle encajonado y flanqueado de NE- SO por las estribaciones andinas, cuyas formas más abruptas son producto de elevaciones en un período geológico posterior.

Como producto de la erosión marina sobre el Macizo, se ha conformado un litoral medianamente accidentado que, en sucesivas regresiones del mar, ha consolidado diferentes niveles de terrazas marinas, dispuestas sobre una plataforma de erosión litoral. El perfil costero es abrupto, con puntas rocosas de material ígneo que dan la forma característica del paisaje litoral, denotando unidades geomorfológicas menores, siendo éstas:

- A.** El litoral, definido como una sub unidad por criterios morfogenéticos, es efecto de la erosión marina y de las características del medio continental y bioclimático, relacionado con la ocupación del territorio y la topografía. Constituye una faja que se extiende paralela al litoral desde el nivel del mar hasta los 300 metros de altitud aproximadamente.
  
- B.** Macizo Costanero, formación orográfica paralela a la costa, correspondiente a un macizo antiguo formado por materiales precámbricos asociados a intrusivos más modernos. Su relieve ha evolucionado hacia formas redondeadas y gradientes suaves, por efecto de la erosión, propias de los paisajes consolidados. Es la unidad morfo estructural del territorio.

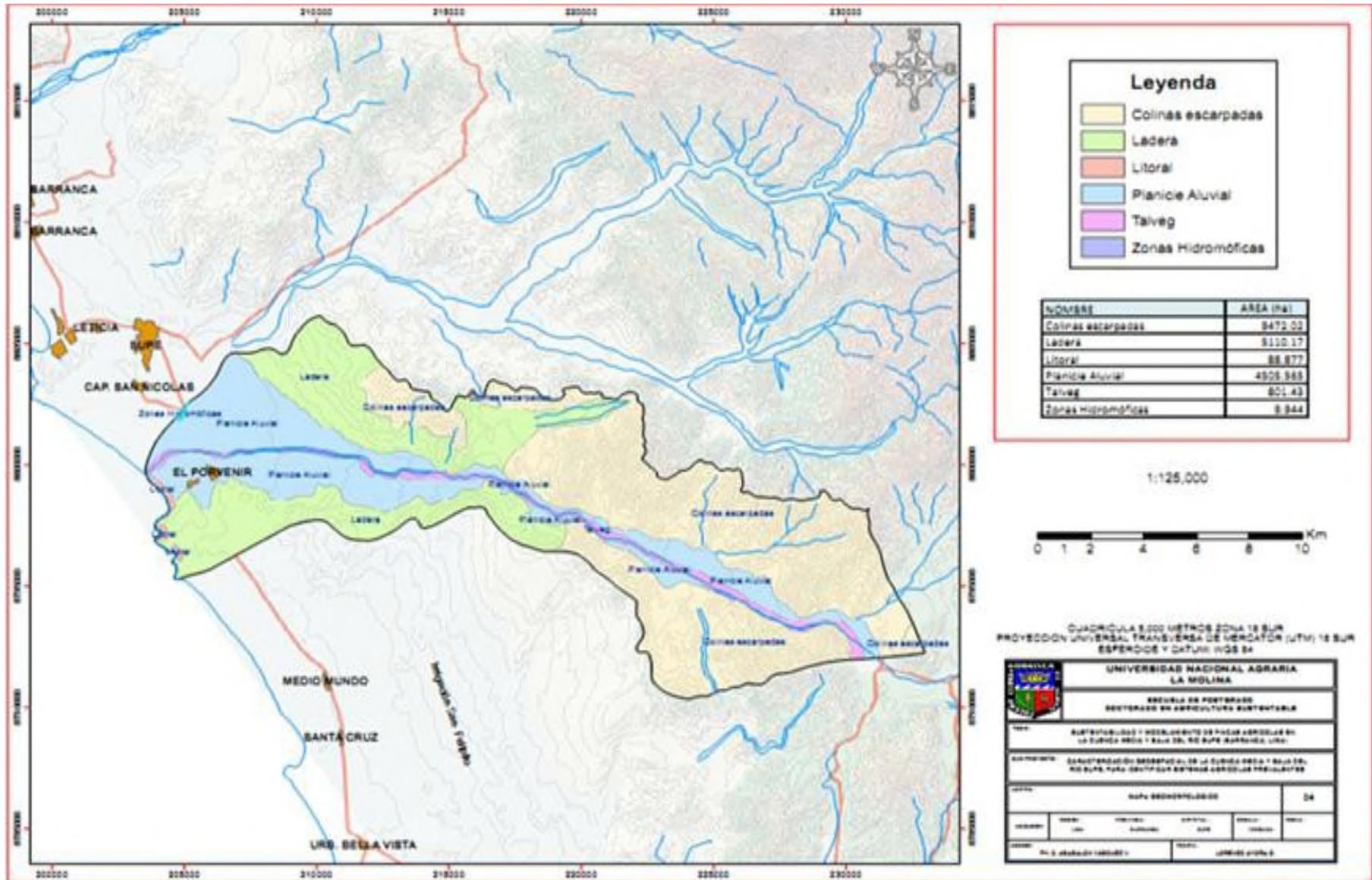


Figura 10. Geomorfología de la cuenca media y baja del río Supe

C. Cuenca baja y media de Supe, que corta transversalmente las estribaciones andinas, el Macizo Costanero y las terrazas marinas, aprovechando las deformaciones y los materiales menos resistentes a la erosión. Alcanza un recorrido de 40 km aproximadamente. Fisiográficamente se observan dos tramos diferenciados: el primero, desde Jaiva hasta Huaralica, muy encajonado (Cañón del Supe); y el segundo, desde El Molino hasta Bellavista, en la desembocadura, más amplio, dando lugar a la formación de amplias terrazas fluviales de relieve plano o ligeramente ondulado.

D. Las planicies interiores, localizadas a una altitud superior a 600 m, con amplitud variable, territorio más o menos llano y una leve inclinación al sur. Se han formado a partir de una depresión de origen tectónico, rellenada por depósitos del Terciario y Cuaternario. En ellas se distingue hasta cuatro sub-unidades menores:

- Llanura ondulada baja, cuyo relieve es de ondulado a suave. Litológicamente está compuesta por arenas de grano medio a fino, parcialmente calcáreas y pequeñas arenas de rocas intrusivas.
- Llanura aluvial, de relieve plano, compuesta por suelos de origen eólico y marino con alto contenido de sales.
- Llanura desecada de costa, de relieve plano o ligeramente ondulado, formado por suelos de arena y arcilla. A esta sub-unidad, pertenecen las Pampas de Era de Pando, Huaralica, entre otras.
- Vertiente montañosa moderadamente empinada, de relieve abrupto rodeado de pampas y colinas de material madre constituido por rocas plutónicas.

E. Estribaciones de la Cordillera Andina, en los bordes del límite provincial. Alcanzan mayores alturas que la cota 1,000 msnm.

Su relieve es más abrupto, producto de los movimientos epirogénicos del Terciario.

Son rocosas y no presentan formaciones de suelo ni recursos aprovechables de importancia económica:

- Vertiente montañosa empinada a escarpada
- Vertiente montañosa escarpada
- Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada

## 4.1.7 CARACTERÍSTICAS BIOECOLÓGICAS

### 4.1.7.1 CLIMAS

Los climas que predominan en el área de estudio se visualizan en la figura 11, y son: desértico premontano, estepa montano, estepa espinosa montano, y matorral desértico premontano.

La superficie de cada clase es:

Desértico premontano = 14, 135.20 has

Estepa montano = 469.50 has

Estepa espinosa montano = 6,085.00 has

Matorral desértico premontano = 21,600.00 has

Se observa que en la mayor extensión del área intervenida predomina el clima Matorral desértico premontano, seguido del Desértico premontano, en menor proporción el clima Estepa espinosa montano, y en pequeña superficie el Estepa montano.

Se advierte que las tierras de uso intensivo para la agricultura se localizan en la zona correspondiente a la parte baja de la cuenca hidrográfica que abarca la totalidad del valle Supe.

### 4.1.7.2 SUELOS

La figura 12 muestra la distribución de los grupos de suelos en el área investigada. Como se advierte, la mayor extensión lo ocupa el lítico desértico, seguido por el Regosol eútrico, Fluvisol eútrico, y en menores proporciones el Fluvisol eútrico seco y litosol andino.

La superficie que ocupa cada uno de estos grupos se detalla a continuación:

Fluvisol eútrico (seco) = 1,881.39 has

Lítico (no suelo) litosol desértico = 35,772.78 has

Lítico litosol desértico regosol = 708.72 has

Litosol andino districo = 2,176.10 has

Regosol eútrico = 2,638.96 has

Regosol eútrico (irrigado) fluvisol gleico = 4,368.87 has

Solonchack ortico = 502.20 has.

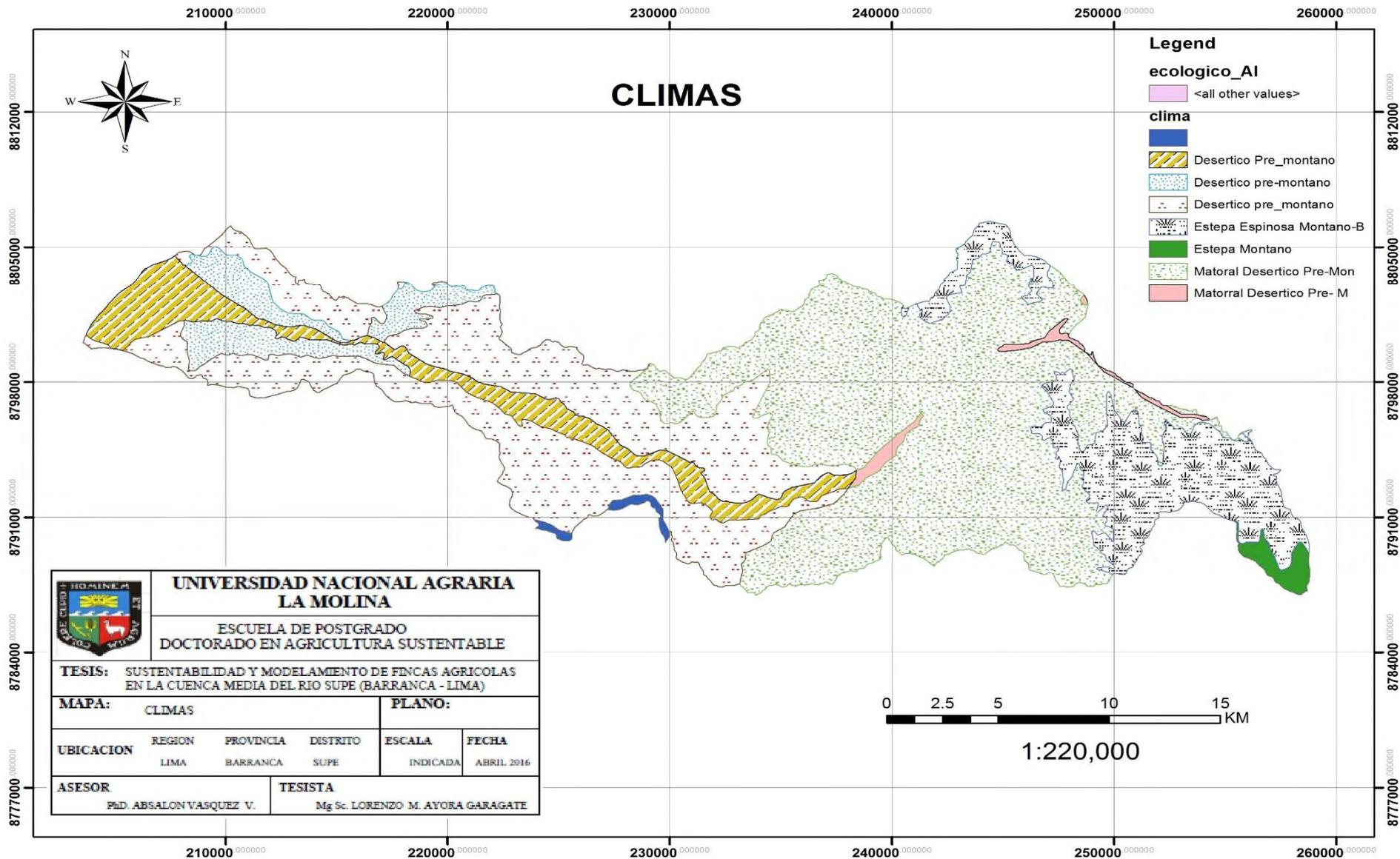


Figura 11. Climas en la cuenca media y baja del río Supe

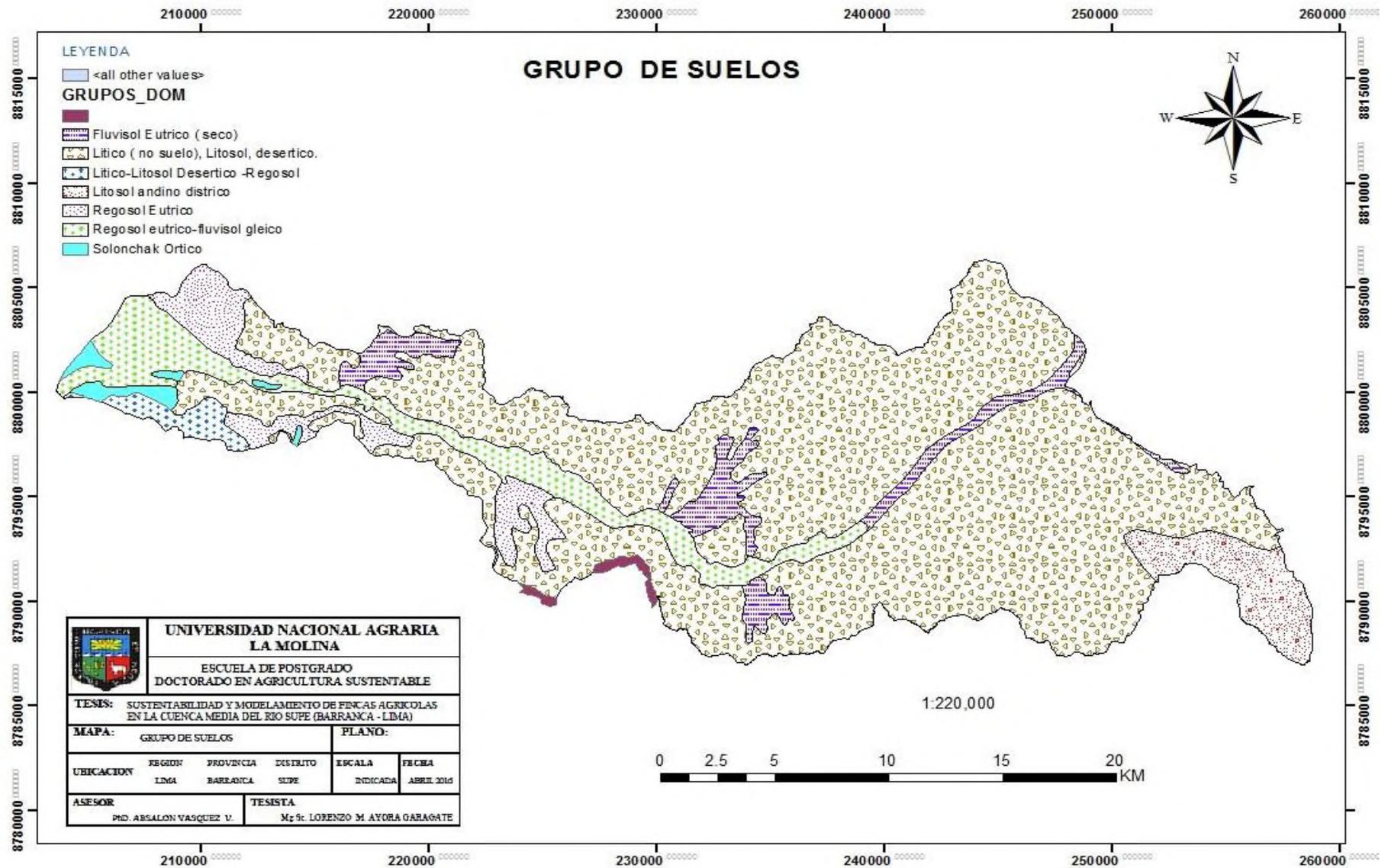


Figura 12. Grupo de suelos en la cuenca media y baja del río Supe

La figura 13 muestra en forma panorámica la distribución de las clases de suelos en el territorio, confirmando que en la zona de estudio existen suelos para cultivo en limpio y cultivo permanente, además estos son de buena calidad y existen suelos aptos para cultivo intensivo y de frutales.

Las mejores tierras que agrupa a los suelos de clase I y III ocupan 4,368.87 has

Los terrenos con suelos de clase IV abarcan 502.22 has

Las tierras con suelos de clase IV y VIII ocupan ,756.24 has

Las tierras con suelos de clase VIII abarcan 3,359.12 has

Las tierras con suelos de clase IV, VII y VIII ocupan 2,176.10 has

Los terrenos con clase de suelos VII y VIII ocupan 36,487.50 has.

### CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS

Esta categoría agrupa los suelos según su vocación máxima de uso. Reúne suelos que representan categorías y cualidades similares en cuanto a su aptitud natural para la producción, ya sea de cultivos en limpio e intensivo, cultivos permanentes, pastos y de protección.

En la figura 14, se detalla la capacidad de uso de suelos en la cuenca hidrográfica baja y media de la zona estudiada.

#### **A. Tierras aptas para cultivos en limpio**

Reúnen condiciones ecológicas que permiten la remoción periódica y continuada del suelo para el sembrío de plantas herbáceas y semi arbustivas de corto periodo vegetativo, bajo técnicas adecuadas, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo, ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca.

Estas tierras, por su alta calidad agrologica y mayor rendimiento económico, están dedicadas a plantaciones de Maíz amarillo duro, Caña de azúcar, Maracuyá, espárragos, hortalizas, leguminosas de grano y cultivos hortofrutícolas como sandía, melón, palta, maracuyá, granada, melocotón, paca, etc.

Las tierras aptas para cultivo en limpio es característico de la cuenca baja. Constituye las tierras de mayor capacidad productiva, pero exige riego permanente. La consolidación más importante está referida a las tierras de clase I a III, suelos de la más elevada calidad agrologica para cultivos limpios e intensivos de topografía plana, bien arados y mecanizados, con riego permanente.

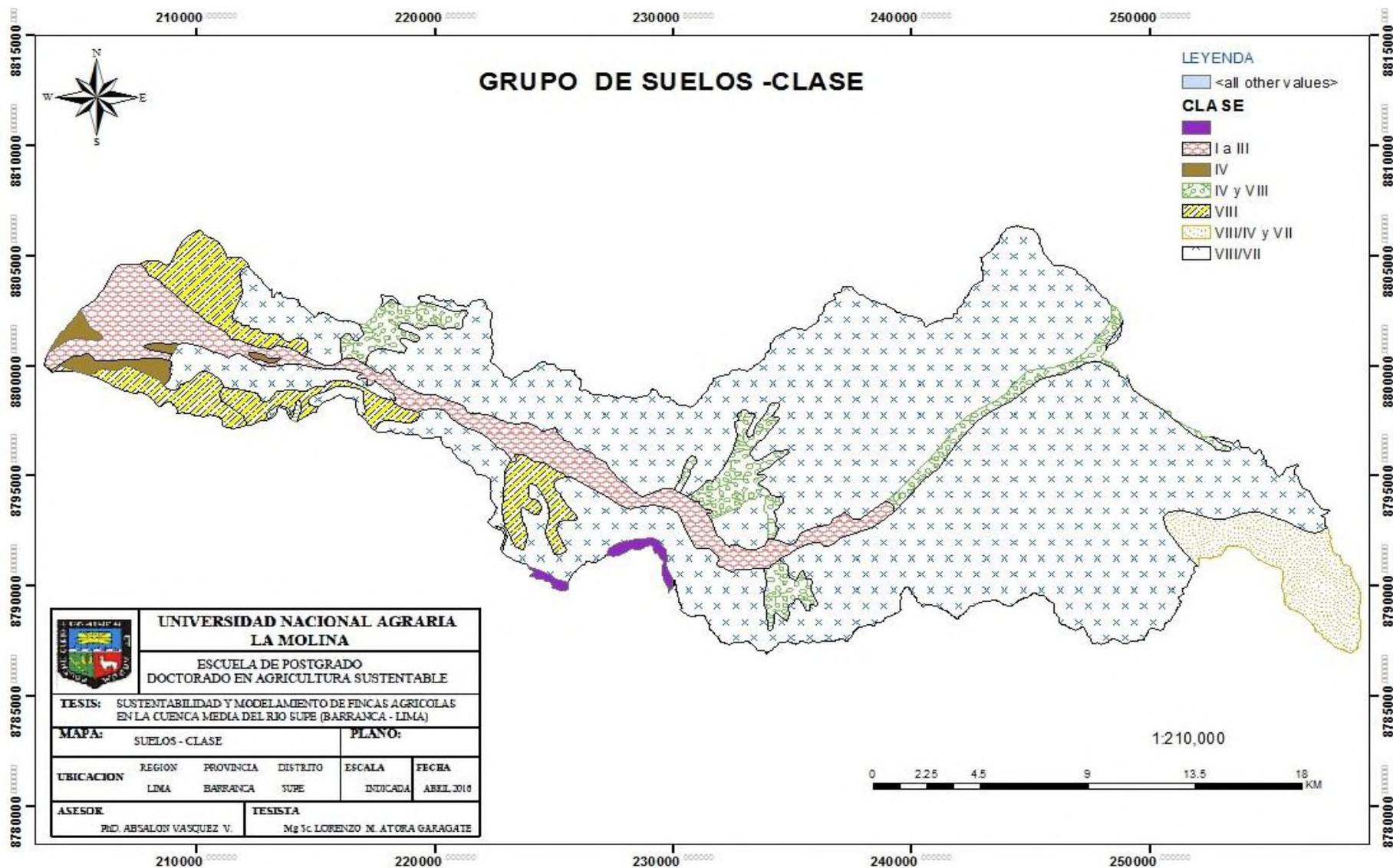


Figura 13. Clase de suelos en la cuenca media y baja del río Supe

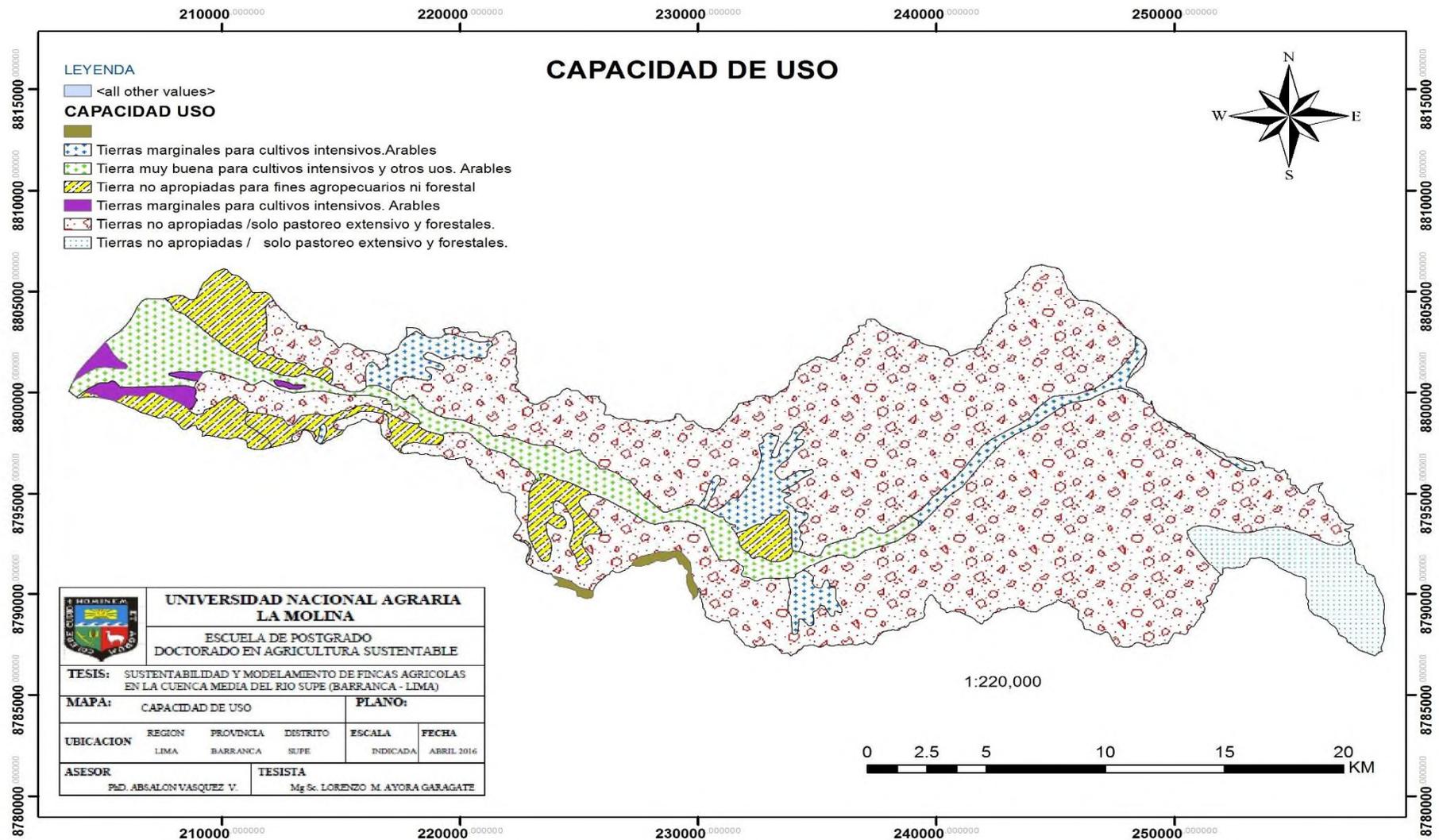


Figura 14. Capacidad de uso de suelos en la cuenca media y baja del río Supe

## **B. Tierras aptas para cultivo permanente**

Son aquéllas cuyas condiciones ecológicas no son adecuadas para la remoción periódica y continuada del suelo (no son arables), pero que permiten la implantación de cultivos perennes, sea de plantas arbustivas o arbóreas, frutales principales, o forrajeras, como la alfalfa.

En este grupo de tierras se ubican las pampas eriazas de Huaralica, Era de Pando, Pampa el Tutumo y Pampas Medio Mundo, donde la mayor extensión corresponde a la intercuenca Supe- Végueta, con suelos de calidad agrologica media por restricciones de suelo y requerimiento de riego.

Otro grupo de tierras se ubica en las quebradas Era de Pando, Las Minas y La Empedrada, cuyos suelos son de una asociación constituida en un 70% por suelos de protección y 30% de tierras de cultivos permanente.

## **C. Tierras aptas para pastos**

La vocación natural de este tipo de tierras permite su uso continuo o temporal para el pastoreo. En general, con riego, son aptas para fines agrícolas, y reúnen características ecológicas para la propagación de pasturas naturales, especialmente temporales. En el área de estudio se presentan en asociación con tierras de protección en un 80%, de suelos de calidad agrologica baja con restricciones de clima.

En este territorio están representadas por las lomas El Taro y Purmacana, áreas con potencial ecológico y económico, principalmente en la producción de tara.

## **D. Tierras de protección**

Están constituidas por aquéllas que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivo, pastoreo o producción forestal. Son tierras que presentan limitaciones muy severas o extremas, que las hacen inapropiadas para propósitos agrícolas y pecuarios. Sin embargo, son de gran valor económico para la actividad minera, protección de cuencas hidrográficas, área de reserva natural, áreas recreacionales, paisajísticas y turísticas.

Aquí se incluyen el área de puntas y bahías, las lomas, las quebradas como Lurihuasi y Miraya, y la mayor parte del macizo costero.

En la síntesis valorada según la capacidad de uso mayor de las tierras, las áreas han sido calificadas de acuerdo a su vocación para cultivos. Las de mayor valor actual son las tierras del valle de Supe, dominadas por cultivos altamente rentables (de valor agregado) y de exportación. Le siguen las pampas Huaralica, Tutumo y Era de Pando, por transferencia del recurso hídrico de la irrigación de la quebrada Purmacana, luego las tierras de las lomas de El Taro y Purmacana, y por último, aquellas tierras de protección que, si bien no tienen vocación

para cultivos y pasturas, son importantes para otros sectores económicos, como la minería, el turismo de recreación y protección del patrimonio arqueológico.

#### 4.1.7.3 PAISAJES EDÁFICOS

Desde el punto de vista del paisaje edáfico (geomorfología, topografía y geología) dominante en el valle de Supe y sus alrededores, se han agrupado los suelos, diferenciando los siguientes paisajes de interés:

- **Valle encajonado.** Comprende desde la hacienda Limán hasta la hacienda Peñico. Este paisaje está conformado por terrazas altas, medias y bajas que varían desde superficiales a profundas. La pedregosidad es variable en proporción y tamaño, presentándose mayormente donde hay abanicos que desembocan en el valle. En general se encuentran libres de salinidad, a excepción de algunos suelos que están en la margen del río. Son suelos de productividad variable.
- **Llanura de inundación.** Refiere a los suelos ubicados en la llanura inundable del río Supe (fondo del valle). Comprende el lecho del río, las tierras marginales sujetas a inundaciones periódicas y aquellas áreas de antiguos cauces que han sido ganados por la agricultura. La presencia de cantos rodados y material arenoso es común, por lo que no registran problemas de drenaje ni de salinidad. Los suelos que conforman este tipo de paisajes se encuentran en constante riesgo por la erosión lateral, resultado de las épocas de avenida del río durante el fenómeno de El Niño. Actualmente, el río ha perdido su cauce debido a la deforestación del bosque ribereño, lo que ha incrementado las áreas inundables.
- **Llanura aluvial o de sedimentación no inundable.** Comprende aquellos suelos dispuestos en el llano aluvial no inundable, profundos o medianamente profundos, de buena característica textural, variable de franco pesado a franco ligero, con mayores problemas de salinidad y mal drenaje. Está integrada por las haciendas San Nicolás, El Molino y Supe.
- **Abanicos aluviales.** Comprenden las áreas de Río Seco, Alameda y Supe, formando parte de la llanura de deyección. Han contribuido a ampliar el área agrícola. Sus suelos son de profundidad variable y de textura gruesa. La salinidad se presenta en los suelos de irrigación, sobre todo en la parte baja, donde existen problemas de drenaje.
- **Áreas eólicas.** Incluyen suelos formados por deposición eólica. Son de textura gruesa, superficial y presentan problemas de salinidad y drenaje. Comprenden las localidades de Tutumo, Piedra Parada, y el Porvenir.
- **Llanura fluvio-marina.** Comprende la zona de origen aluvial y marino. Se localiza en la zona más baja del valle, cerca al mar.

- **Áreas montañosas.** Comprenden todos aquellos suelos residuales. Las constituyen las formaciones que rodean a las anteriores. Presentan una topografía accidentada con pendientes muy fuertes. Están distribuidas en la región de los Litosoles desérticos, es decir, no aptas para fines agrícolas ni pecuarias.

En general, los suelos con mayor potencial para el desarrollo agrícola se localizan en el área del valle medio y bajo. Este último concentra casi 40% del área total del valle.

Le sigue el grupo de suelos con gran potencial para el desarrollo agrícola, como son las pampas ubicadas en ambas márgenes del río Supe: Pampa Grande y Tutumo en la margen izquierda y Huaralica y Era de Pando en la margen derecha.

Desde el punto de vista de la sustentabilidad patrimonial, el territorio de Supe presenta gran extensión de suelos sin vegetación con aptitudes para la protección, comprendiendo las *colinas áridas* y el *gran desierto costero*.

De la misma manera, existe una gran extensión de *suelos de lomas* localizada en el cerro El Taro, caracterizada por su delgadez y fragilidad, potencial ecológico y valor económico.

#### 4.1.7.4 ECOLOGÍA

La configuración ecológica de la zona sigue un patrón direccional determinado por factores climáticos; los que se detallan y cuantifican a continuación:

Área Agrícola de quebrada y Piedemonte= 466.03 has.

Montañas Semiáridas= 6,085.25 has

Montañas Áridas =21,600.75 has

Montañas Sub-húmedas= 469.50 has

Pampas Eriazas= 2,805.10 has

Pampas y colinas Peráridos= 14,007.23 has

Valles Agrícolas de Costa=4,142.50 has

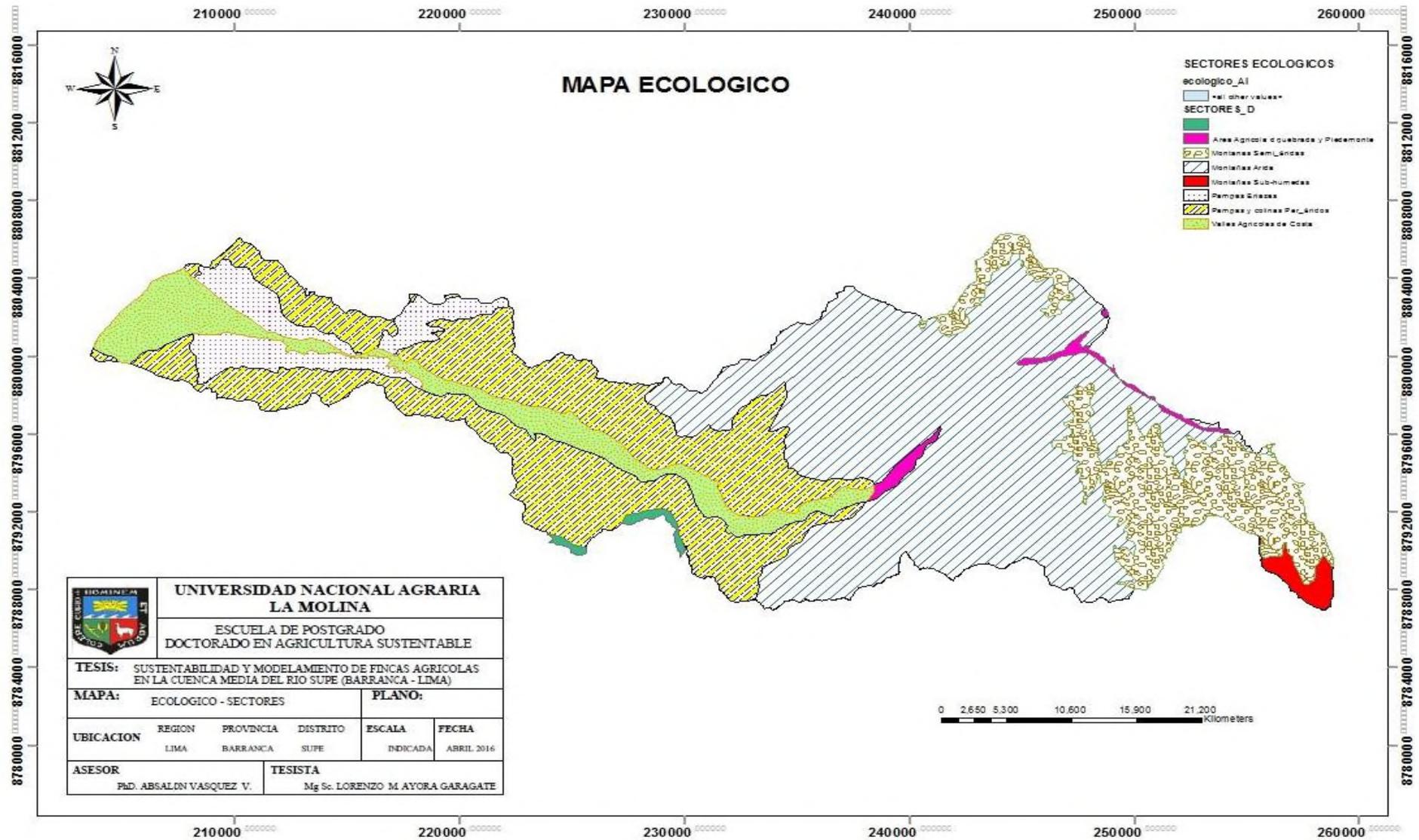


Figura15. Zonas ecológicas en la cuenca media y baja del río Supe

#### 4.1.7.5 COBERTURA VEGETAL

En la zona existe una diversidad formaciones vegetales, desde una vegetación compuesta por pastizales, matorrales y bosques en los valles interandino hasta los humedales, bosques húmedos y secos en la zona baja, la figura 16 muestra la cobertura vegetal.

La imagen es el resultado de la combinación de las bandas satelitales LandSat, mostrando de color verde intenso la superficie cubierta por vegetación, como se advierte, ésta se distribuye en las márgenes del río Supe, y en mayor proporción en las partes altas de la cuenca.

En el área estudiada, existen especies vegetales nativas, tales como: Huarango, Pájaro bobo, Sauce, Caña brava, Hierba Santa, Molle, Gramalote, Chamico, Huaranguillo, Higuera, Grama China, Cola de caballo, Choloque, Floripondio, pacoyuyo, amorseco, Carrizo y otros.

La figura 16, nos muestra la cobertura vegetal de toda la cuenca hidrográfica.

#### DESCRIPCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL

En la zona en estudio, la cobertura vegetal se distribuye en función de la altitud, configuración fisiográfica y factores bioclimáticos, caracterizándose por su heterogeneidad y abundancia; este escenario vegetal está constituido por vegetación de estrato superior (arbóreo), estrato medio (arbustivo) y estrato inferior; el mayor porcentaje está constituido por pastizales, matorrales, forestales nativos, forestales introducidos y humedales. En la figura 17 se observa la distribución de la vegetación, compuesta por firmas espectrales de una imagen satelital.

El índice de vegetación, se determina realizando operaciones básicas con la banda de reflectividad infrarrojo cercano y la banda de reflectividad en el rojo.

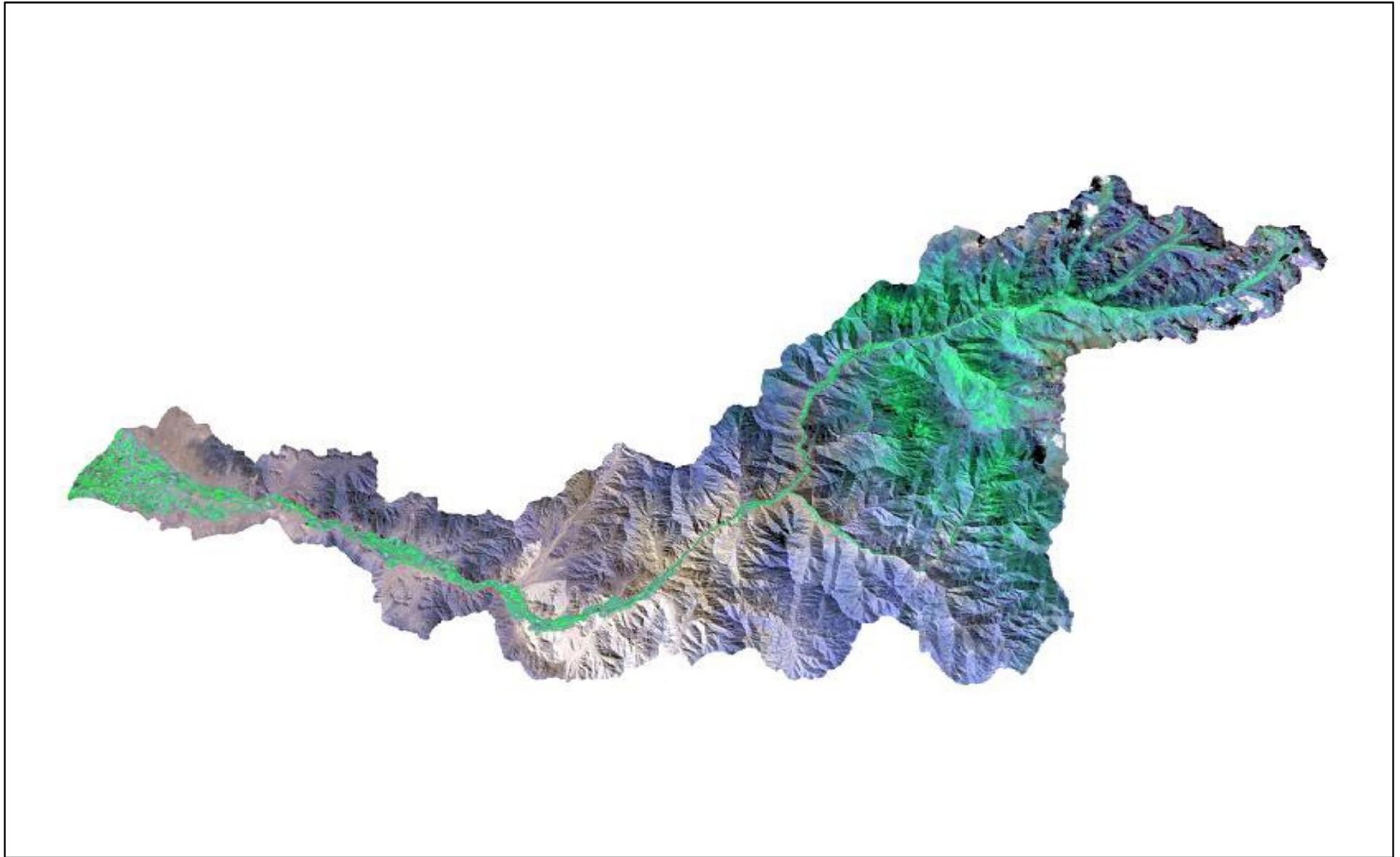


Figura 16. Cobertura vegetal en la cuenca del río Supe

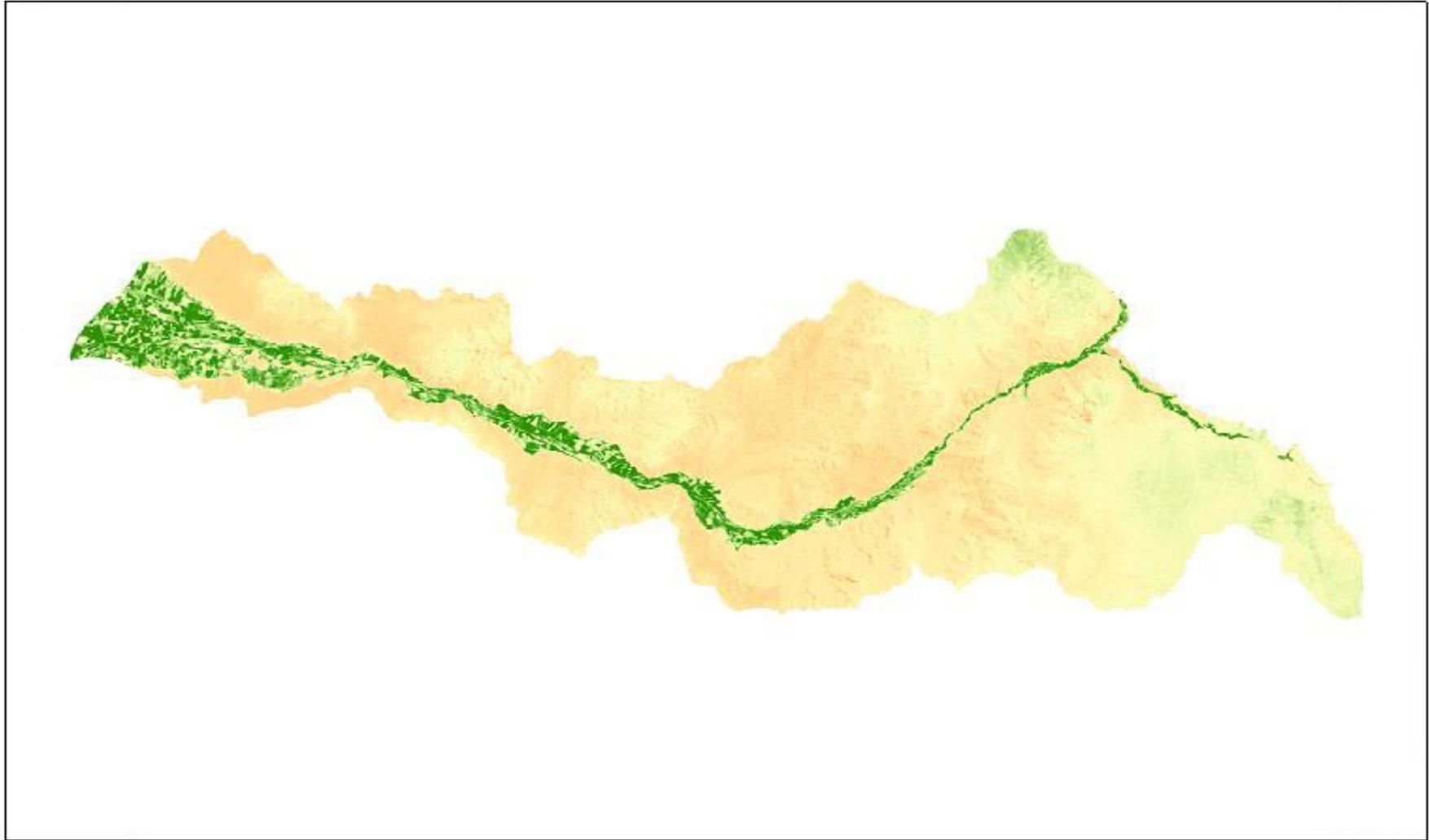


Figura 17. Índice de vegetación en la cuenca media y baja del río Supe.

#### 4.1.7.6 ZONAS DE VIDA

En la figura 18, se muestra la distribución de las zonas de vida en el área de intervención, la que se detalla y cuantifica a continuación:

Desierto árido Montano Tropical= 396.80 has

Desierto desecado Subtropical = 8,464.00 has

Desierto perárido Montano Bajo Subtropical = 15.96 has

Desierto perárido Montano Bajo Tropical = 5,739.00 has

Desierto perárido Premontano Tropical = 1,7760.00 has

Desierto superárido Premontano Tropical = 19,500.00 has

Se advierte que la zona de vida que se localiza en la parte más baja de la cuenca corresponde a la desértica disecada subtropical, que es la zona cercana al litoral, donde se desarrolla una agricultura intensiva.

#### 4.1.7.7 USO ACTUAL DE TIERRAS Y COBERTURA DEL TERRITORIO

En este proceso la clasificación digital de las imágenes Landsat, fue de importancia la visualización preliminar directa en el mapa físico, aplicando el análisis fisiográfico y usando la información temática referencial que ha permitido un acercamiento cabal al entendimiento de la zona en estudio.

En términos generales se puede apreciar que la parte baja de la cuenca se dedica a cultivos agroindustriales intensificados, la parte media, y parte de la cuenca alta se combinan entre cultivos perenes y frutales, y la parte alta se destina exclusivamente al cultivo en seco, el pastoreo y terrenos eriazos. La distribución de la superficie en función al uso actual, se detalla a continuación: Intensiva 4,871.09 has, intensiva y sin uso 2,732.13 has, sin uso marginal 36,486.55 has, marginal 2,610.68 has, y sin uso 2,833.50 has.

Se advierte que las tierras de uso intensivo forman una estrecha franja que se localiza en ambos márgenes del río Supe, desde la localidad de Monguete hasta las cercanías del litoral marino.

La mayor superficie lo constituyen terrenos sin uso marginales.

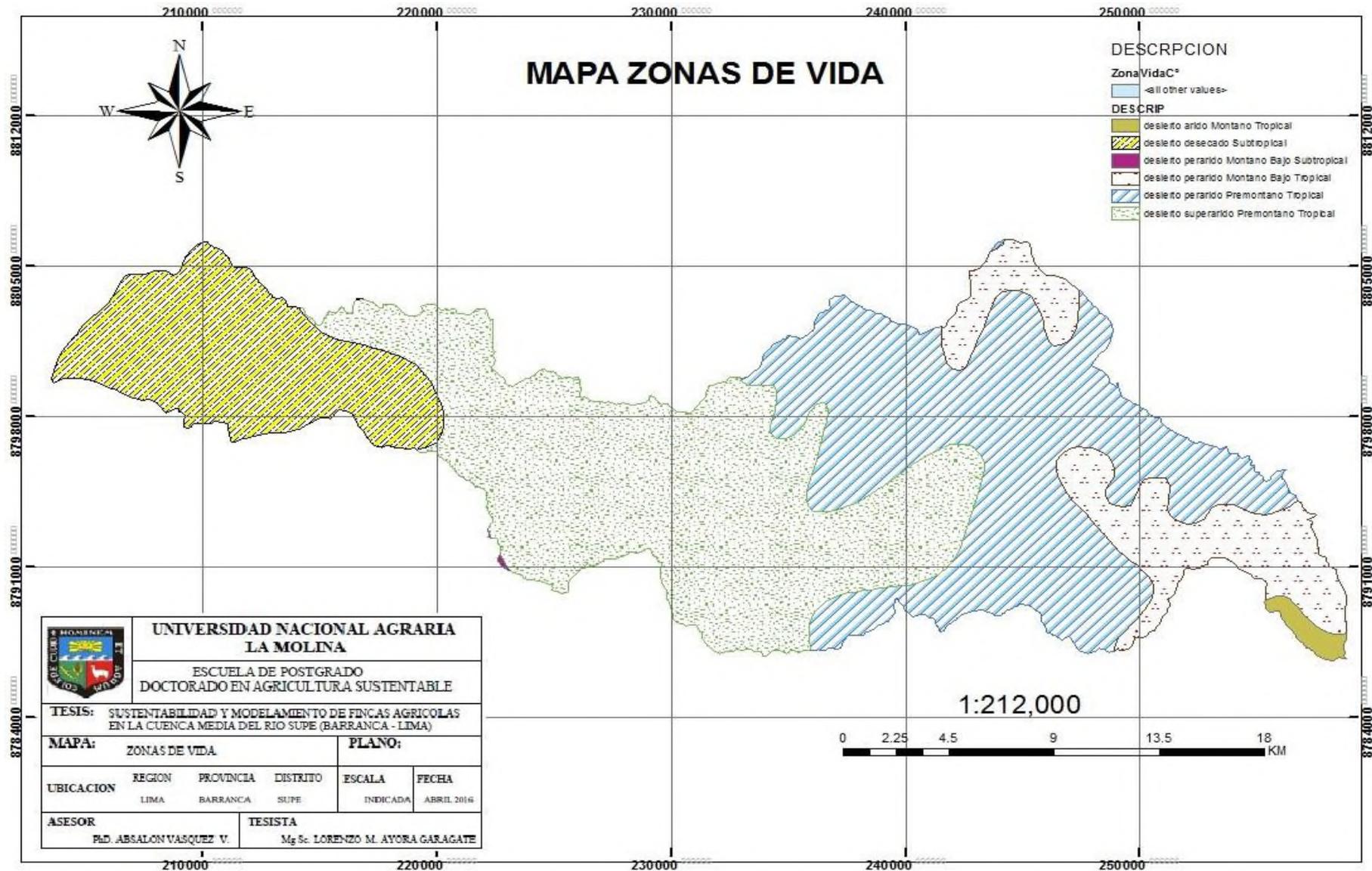


Figura 18. Zonas de vida en la cuenca media y baja del río Supe

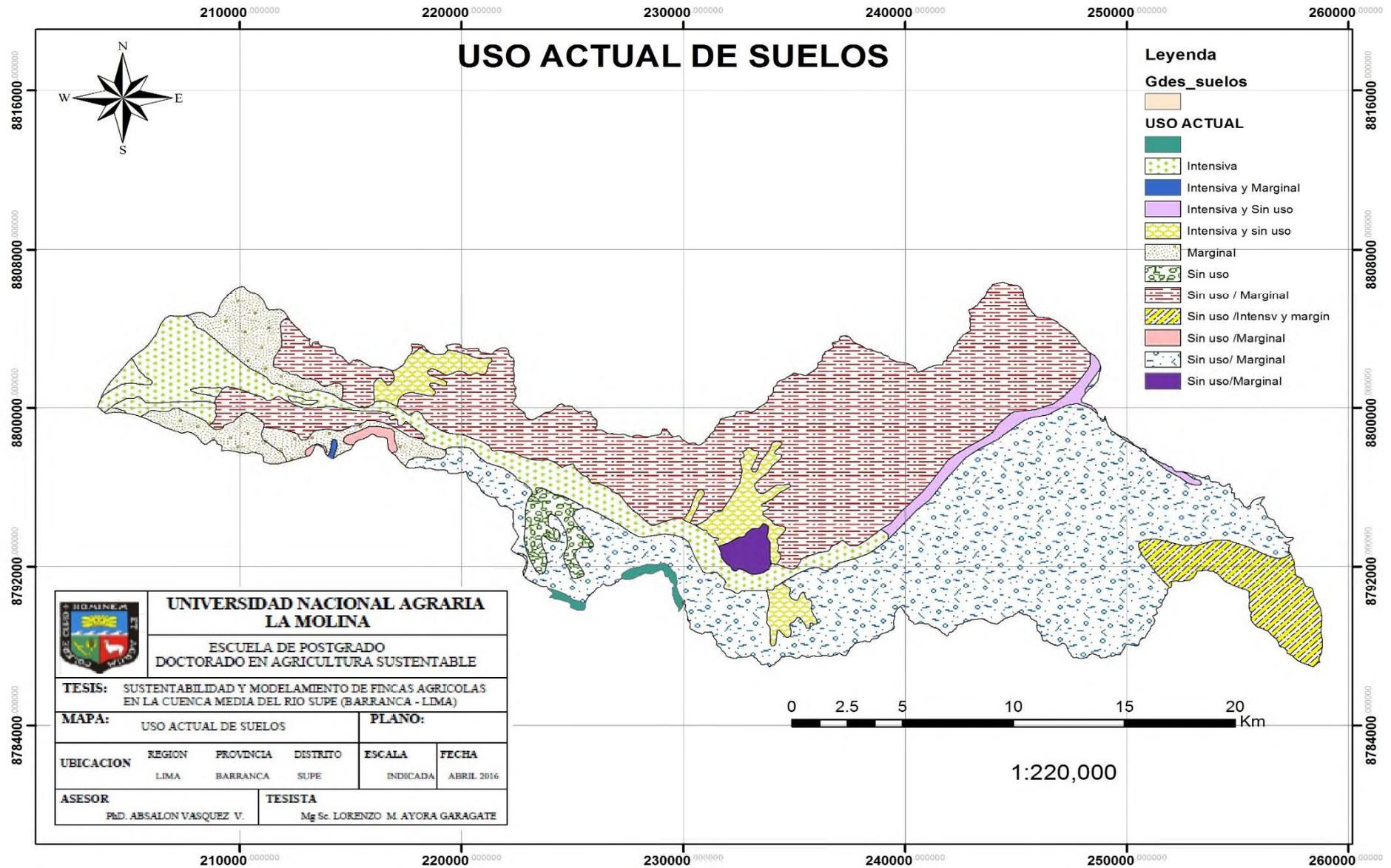


Figura 19. Uso actual de suelos en la cuenca media y baja del río Supe

#### 4.1.8 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS GENERALES

##### 4.1.8.1 LA DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA

Los datos de la Población Económicamente Activa (PEA) constituyen la fuente de información que usaremos para comprender la distribución sectorial de las actividades económicas. La Población Económicamente Activa comprende a todas las personas entre 6 y más años de edad. La Población No Activa comprende a las personas dedicadas al cuidado del hogar, los estudiantes, y los jubilados. La actividad agrícola es importante por la extensión de tierras sembradas, sin embargo, la tecnología utilizada no es intensiva en mano de obra.

##### 4.1.8.2 LA PRODUCCIÓN Y LOS FLUJOS DE MERCADO

El conjunto de la oferta productiva se relaciona con su demanda en el espacio, entonces, una demanda como la de Lima Metropolitana, que se aproxima a los 10 millones de habitantes, condicionará la oferta de todas las actividades productivas de su entorno, por tanto, la zona en estudio necesariamente organizará su producción en función de esa demanda.

Salvo el caso de la Asociación de Cebolleros, que sí son empresarios locales y acumulan excedentes localmente, la mayoría de las empresas económicamente más dinámicas sólo dejan en el espacio local los pequeños salarios de sus escasos trabajadores y los exiguos alquileres por la tierra arrendada, porque hasta sus insumos son externos, en la mayoría de los casos.

#### EL MERCADO DE PRODUCTOS AGRÍCOLAS PARA LIMA METROPOLITANA

El conjunto de la producción agrícola de la zona intervenida se orienta fundamentalmente al mercado de Lima Metropolitana. Ya sea directamente, como el caso de los productos de pan llevar, o indirectamente, como el caso de la caña de azúcar procesada por AIPSA que es para el mercado de Lima, o como el maíz amarillo, insumo de las avícolas también orientadas al mercado metropolitano.

#### EL MERCADO DE INSUMOS AGRÍCOLAS Y AGROQUÍMICOS

El uso de pesticidas, fungicidas, herbicidas y otros agroquímicos en la actividad agrícola, sumado al uso de semillas externas, hace de la importación de estos productos el principal mercado proveedor de insumos agrícolas.

#### 4.1.8.3 ESTRUCTURA DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA

##### Superficie de tierras agrícolas

La superficie agropecuaria de la cuenca media y baja con respecto al resto de la cuenca es la de mayor cantidad de hectáreas. Lo mismo ocurre con el número de agricultores, que supera el millar. Esto muestra que el área investigada tiene la mayor cantidad de tierras agrícolas con capacidad de uso intensivo.

##### Superficie agrícola por junta de regantes

La superficie agrícola comprendida por las comisiones de regantes de Campiña, Caral, Peñico y Jaiva representan ocupan 4183.37 has con un total de 1883 agricultores.

Cuadro 4: Superficie agrícola por comisiones de regantes de la junta de usuarios del río supe

COMISIÓN DE REGANTES	Nº DE AGRICULTORES	HA BAJORIEGO
CAMPINA	1 170,00	2910,47
CARAL	524	1 308,66
JAIVA	40	149,88
PEÑICO	99	534,36
<b>TOTAL</b>	<b>1833,00</b>	<b>4183,37</b>

Fuente: Agencia Agraria Barranca, 2008

#### 4.1.8.4 ACTIVIDAD AGRÍCOLA

##### Tierras de labranza

La actividad agrícola en la zona intervenida, está dada por los usos de la tierra. Las tierras de labranza representan el 45% de la superficie total. Los cultivos transitorios tienen un 27% y los cultivos permanentes sólo el 6%. A lo largo del recorrido por la cuenca se puede apreciar poca extensión de frutales, algunas pequeñas fincas con paltos, manzanos, pacaes, etc. El pasto cultivado sólo representa el 4%, lo que explica el bajo índice de producción pecuaria. En el caso de los cultivos forestales, el área es muy pequeña, alcanzando apenas 0.70 ha.

#### 4.1.8.5 DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO

Se ha observado que en la campaña anterior, principalmente en los meses de lluvia, la disponibilidad de agua sobrepasó a la demanda.

Cuadro 5: Balance hídrico del valle de supe, campaña 2009-2010

Meses	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Demanda(m <sup>3</sup> )	835.429	1.251.884	1.234.068	1.267.529	1.087.263	1.686.042	2.224.239	3.304.461	3.919.753	2.697.613	1.739.394	1.394.208
Disponibilidad(m <sup>3</sup> )	1.320.000	1.253.000	1.236.000	1.270.000	1.089.000	1.688.000	11.445.000	12.757.000	5.052.000	2.701.000	1.741.000	1.396.000
Balance	484.571	1.116	1.932	2.471	1.737	1.958	9.220.761	9.452.539	1.132.247	3.387	1.606	1.792

Fuente: Agencia Agraria –Barranca, 2010

#### 4.1.9. ZONAS HOMOGÉNEAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

La delimitación del área estudiada, resultó del diagnóstico y análisis territorial previo de la cuenca, en la etapa de la caracterización geoespacial, que permitió identificar la unidad geográfica-económica de interés, que resultó ser la cuenca media y baja del río Supe, zona constituida por un conjunto de condiciones homogéneas físicas, económicas y sociales.

En este contexto coexisten fincas con distinto grado de desarrollo tecnológico y económico, con diversas estrategias de manejo de cultivos y crianzas.

Completado el análisis territorial y, el análisis socioeconómico del área en estudio, se identificó 03 zonas homogéneas de producción agrícola, en base a criterios fisiográficos, agroecológicos y socioeconómicos.

En la figura 20, así como en el cuadro 6, se detalla los centros poblados, localidades, y sectores que conforman cada zona homogénea identificada en el ámbito de estudio, precisando que en la zona baja, se ha delimitado de acuerdo a la configuración fisiográfica, ecológica e hidrográfica de la cuenca del río Supe.

La zona homogénea baja, va de 0 a 450 msnm; comprende una superficie de 8,486.19 has, donde se encuentran tierras aptas para la agricultura intensiva, con médanos y dunas, escasas colinas; los caseríos que lo conforman son, Campiña, Piedra Parada, Tutumo, Capellanía, El Molino, Huaralica, Liman, Pulancahe, Venturosa, Caudevilla, Sausal y Pando.

La zona homogénea media, va de 450 a 850 msnm; comprende un área de 12,904.02 has, con tierras de buena calidad para la agricultura intensiva, se advierte la presencia de cerros y colinas, así como de espacios eriazos; está conformada por los sectores, Llamahuaca, Pueblo Nuevo, Alpacoto, Chupacigarro, Caral, Minas Chico, Las Minas, Tacora, Cocharcas, y La Empedrada.

La zona homogénea alta, va de 850 a 1,250 msnm; comprende un área de 30,528.04 has, con tierras de mediana calidad para la agricultura, en este tramo se advierte grandes montañas, afloraciones rocosas, con pendiente pronunciadas y abruptas, grandes extensiones de terrenos eriazos; está conformada por los sectores, Peñico, Monguete, Jaiva, Capilla, Mal Paso, Capitana, Huayamajan, Arcata, Uucoto, Pillan, Rau Rau, y Aynaca.

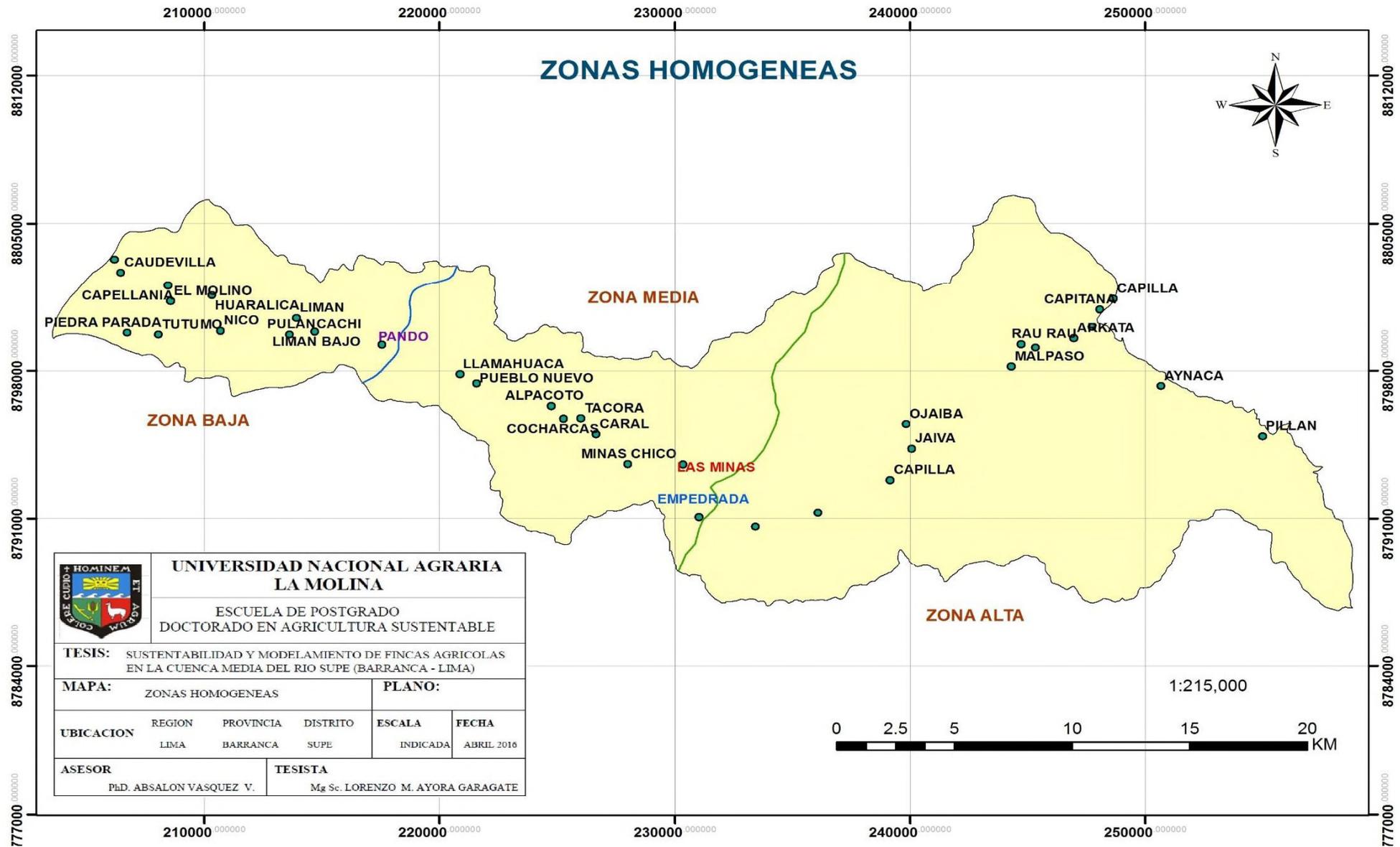


Figura 20. Zonas homogéneas de producción agrícola en el área estudiada.

Cuadro 6: Zonas homogéneas de producción en la cuenca media y baja del río Supe

ZONA HOMOGÉNEA	ALTITUD (msnm)	CULTIVOS PREVALENTES	SECTORES/LOCALIDAD DE MAYOR INTERÉS	SISTEMAS AGRÍCOLAS EXISTENTES
<b>BAJA (Costera)</b>	0 a 450	Maíz amarillo duro	Campiña, Venturosa; Caudevilla	Cultivos transitorios
		caña de azúcar, palto	Huaralica, Tutumo, Sausal, Pando	Cultivos perennes
		maracuyá, frejol	Sausal, Molino, Liman, Venturosa	fruticultura
		ají paprika, hortalizas	Pulancache, Piedra parada	Crianzas
<b>MEDIA</b>	450 a 850	Maíz amarillo duro	Pueblo Nuevo, Minas chico	Cultivos transitorios
		palto, Ají Paprika	Llamahuaca, Cocharcas	Fruticultura
		Maíz morado, maracuyá	Chupacigarro, Tacora	Crianzas
		Espárragos, Camote	Alpacoto, Caral	Cultivos perennes
			Las Minas, Empedrada	
<b>ALTA</b>	850 a 1250	Maíz Morado	Peñico, Jaiva, Capilla	
		Maíz amarillo duro	Mal paso, Rau Rau	Cultivos transitorios
		Paltos, Manzanos	Monguete, Arcata, Capitana	Agricultura subsistencia
		Camote, frejol	Huayamajan, Aynaca, Pillan	Crianzas menores

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 6, detalla la altitud promedio, los cultivos prevalentes, los sistemas agrícolas existentes y los caseríos o sectores de mayor interés dentro de una zona homogénea.

El propósito de la zonificación fue analizar la diversidad de escenarios agrarios; dentro de la metodología del diagnóstico agrario, la zonificación representa el paso que permite obtener una primera aproximación de la heterogeneidad del medio, para explicar, en algunos casos, la diversidad de los sistemas de producción existentes en la zona.

## **4.2.-DETERMINACIÓN DE ATRIBUTOS Y EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE PARCELAS**

En esta segunda etapa la unidad central de análisis es la finca, conceptualizada esta, como la explotación agropecuaria generalmente de propiedad privada, cuyo propósito es la ganancia o la supervivencia y que coloca su producción en el mercado, que es lo más frecuente o la dedica al consumo familiar ya sea parcial o íntegramente (Chayanov, 1990 citado por Rodríguez y Jiménez, 2007).

Se emplea una metodología evaluativo-explicativa de los sistemas agrarios, que comprende el análisis de variables seleccionadas a partir de una base de datos obtenidas mediante encuestas a los productores, el cual sirve para describir las características prediales, y en ellas medir la sustentabilidad de las unidades de producción.

### **4.2.1. Caracterización de los sistemas prediales**

A continuación se describen las características de los agricultores que conducen parcelas agrícolas según las variables de mayor interés:

#### **a. Sexo y edad del jefe de familia**

El 88,8% son varones y 11,2% son mujeres; observándose que un reducido número de fincas son explotadas por el género femenino. Según las encuestas realizadas, el promedio es de 55,21 años, las edades están en el rango de 20 el mínimo y 82 el máximo. El grupo más significativo es el de 41 a 64 años (56,12 % de los agricultores entrevistados), siguen los de 65 a 76 años (23,47 %), 29 a 40 años (12,24 %).

Según estos datos, el 83,76 % de los jefes de familia tienen edades mayores a 41 años; población adulta con bajo nivel de escolaridad que tiene la propiedad y el control de los medios de producción. La presencia de agricultores jóvenes como jefes de familia se debe a la herencia recibida y compra de predios.

#### **b. Nivel de instrucción del responsable de la parcela**

En la cuenca baja el 48,0 % tienen instrucción primaria, el 45,9% secundaria, y solo el 3,1% estudios de nivel técnico, con un 3,1 % sin instrucción.

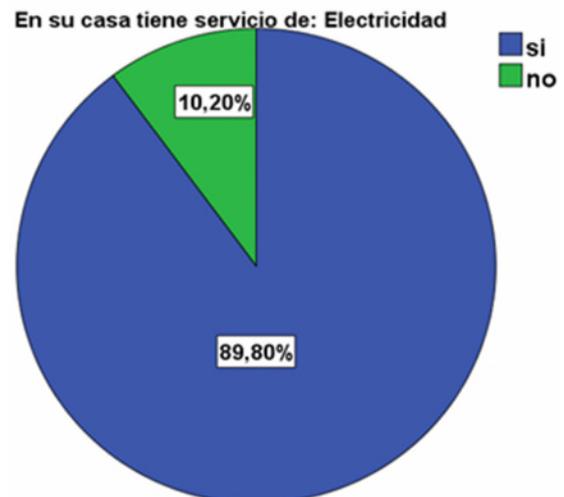
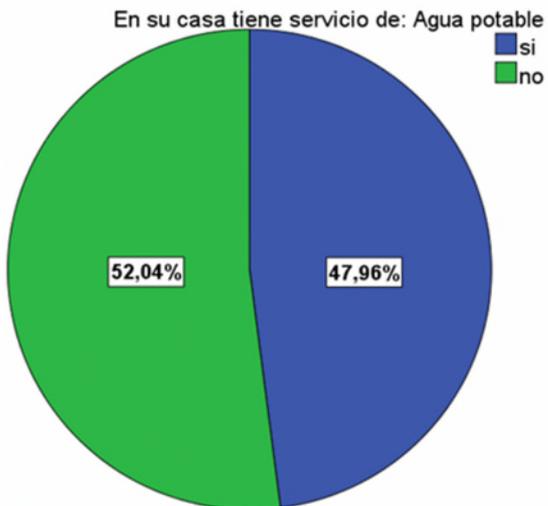
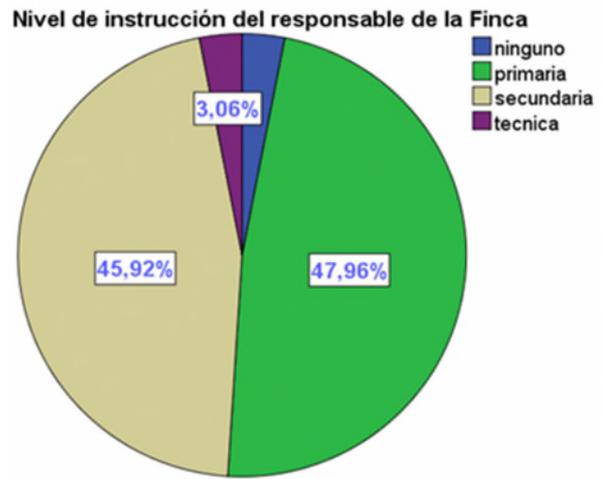
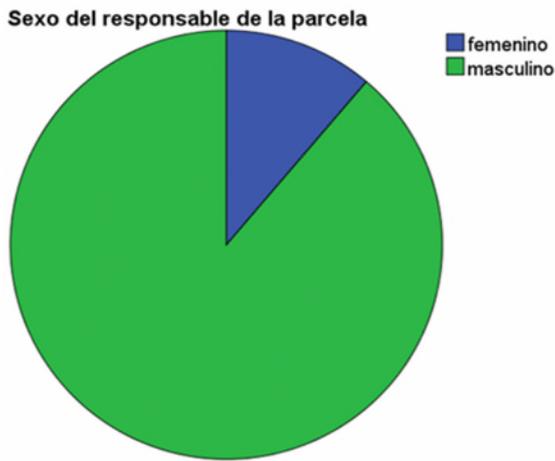
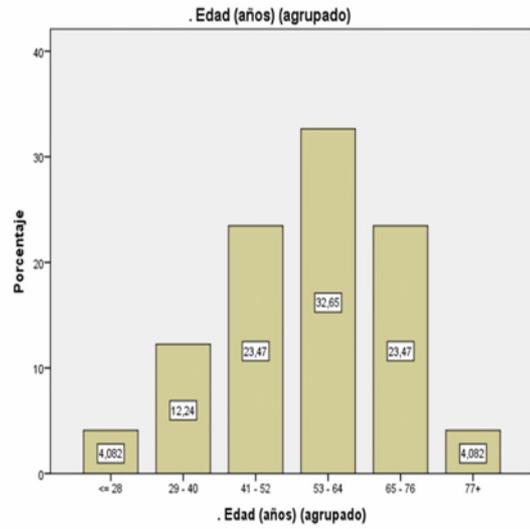
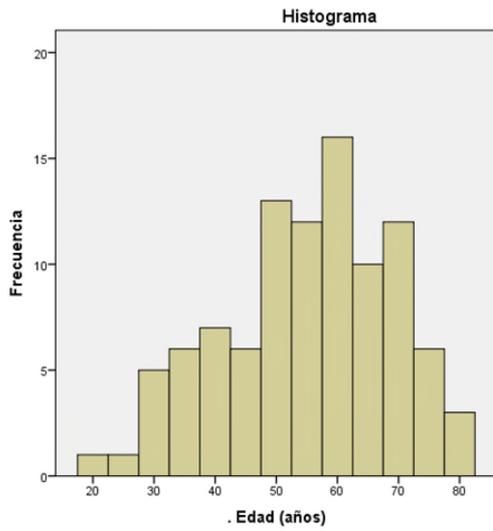


Figura 21. Género, edad, instrucción y servicios básicos de los agricultores

### **c. Provisión de servicios básicos**

La zona rural del área investigada está desatendida por el Estado. Se observa la condición de los servicios básicos en la zona. Estas carencias reflejan la situación de pobreza y condicionan una baja calidad de vida de los pobladores. Se describen estas características.

- Vivienda.- El tipo de vivienda tradicional es de adobe con techo de calamina y/o esteras con torta de barro (73.5%), le sigue de caña empastada con barro (17.3%), y de material noble (9.2%)
- Agua para consumo humano.- El 52.0% consume agua sin tratamiento y solo el 48.0% consume agua potabilizada.
- Energía eléctrica.- El 89.8% dispone de energía eléctrica del sistema interconectado, y el 10.2% no cuenta con energía eléctrica.
- Centro de salud o puesto de salud.- El 24.5% cuenta con servicio de salud, el 75.5% no cuenta asistencia de salud. La provisión de servicios básicos en una región es un indicador clave de la condición de pobreza de sus pobladores. Para tener un panorama más completo de la calidad de vida en el campo, se debe complementar la información sobre pobreza con datos de acceso a los servicios básicos (Ángel, 2011). En un estudio reciente en El Salvador, Trigueros y Oliva (2008), demuestran que el acceso a servicios básicos como agua, electricidad, telefonía y saneamiento, tiene una alta correlación con los ingresos de los hogares rurales.

### **d.- Ingreso mensual y crianza de animales**

Los ingresos están en relación con la superficie que conduce, observándose que los mayores ingresos lo obtienen los agricultores con áreas cultivables mayor de 4.0 hectáreas; la distribución porcentual es como sigue:

El ingreso promedio es de S/. 753.06 mensual, con un máximo de S/. 1,700 y un mínimo de S/. 400

Un 62.2% de productores tiene ingresos del orden de S/. 661 y S/. 920, seguido por un 29.6% cuyo ingreso esta entre S/. 401 a S/.660

El 63,2% de los agricultores si cría animales, predominando las aves de corral (74.4%), seguido de ganado vacuno (10.2%); y un 37.8% de parceleros no cría animales.

#### **e.- medio de comunicación y participación en organizaciones**

El 44.9% utiliza la televisión, un 36.7% la radio y un 14.3% el teléfono móvil.

La participación en organizaciones del responsable de las fincas, es mínima, por cumplimiento y/o obligación la gran mayoría participa en la comisión de regantes (83.7%) y un reducido número en asociaciones de productores (10.2%)

#### **f.- actividad complementaria de la familia**

Un 83.7% tiene como actividad complementaria la agricultura, un 4.1% la ganadería, y un 5.1% el comercio.

#### **g.- capacitación y asistencia técnica**

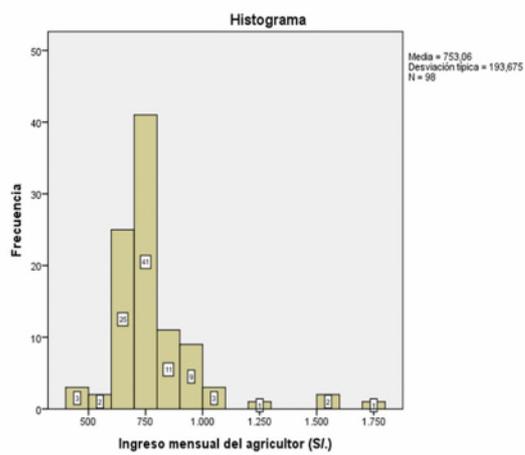
El 32.7% de los agricultores ha recibido capacitación, y un 67.3% no ha recibido capacitación, la capacitación recibida en su mayoría es la que proporcionó el “mayorista” con un 41.5% de participación, un 5.8% proporcionada por el ministerio de agricultura, y un 15.9% lo proporcionaron otras instituciones.

En lo referente a los temas en que desearía recibir capacitación, el mayor porcentaje corresponde al tema de la fruticultura con un 53.1%, le sigue el tema de crianza de animales mayores y agricultura orgánica con 9.2 %, seguido de crianza de animales menores con 7.1%, y control de plagas y fertilización con 6.1%

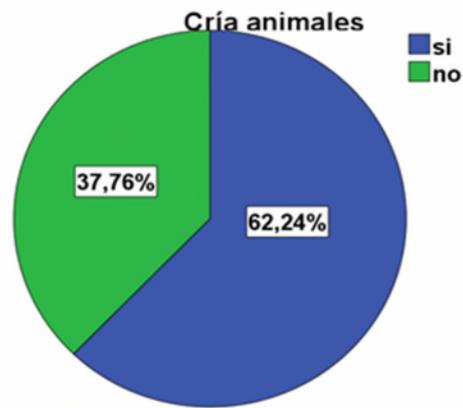
#### **h. Propiedad de la tierra y superficie que conduce**

El 63.3% de los agricultores tienen título de propiedad; y el 36.7 % no tienen título. Estos datos muestran que en la zona falta efectuar acciones de titulación de tierras. La falta de título de propiedad es un factor limitante para que el agricultor invierta en la finca y potencie sus medios de producción, o pueda usarlo como prenda agrícola para solicitar empréstitos y capitalizar el predio. Esta limitante de orden legal debe ser resuelto cuando las instancias institucionales del Estado Peruano culminen el proceso inconcluso de titulación de predios rurales en la zona y otorguen de esta manera la seguridad jurídica que anhela el productor.

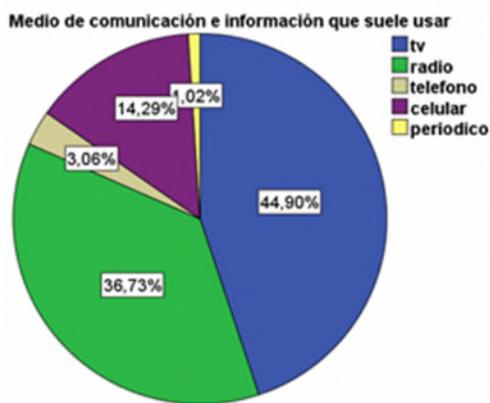
En lo referente a la superficie que conduce al agricultor, se observa que en promedio el área cultivable es de 3.53 hectáreas, siguiendo el valor mínimo de 0.80 ha, y el valor máximo de 9.66 ha



Ingreso Mensual



Crianza de animales



Medio de comunicación



Participación en organizaciones



Actividad Complementaria



Capacitación

Figura 22. Ingreso mensual, crianza de animales, medio de comunicación, participación en organizaciones, actividad complementaria y, capacitación.

## i. Cultivos prevalentes

Según la encuesta efectuada a los agricultores, se ha determinado que los cultivos prevalentes en las fincas son: El Maíz amarillo duro (*Zea mays*), el maíz morado (*Zea mays*) la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), el ají paprika (*Capsicum annuum L.*); y frutales como el Maracuyá (*Passiflora Edulis*) y palto (*Persea americana*); como cultivos complementarios se tiene productos de “pan llevar” (camote, zapallo, frijol, y esparrago); ganadería extensiva; crianza de animales menores.

Los rendimientos de los cultivos están dentro del promedio regional, ya que los mayoristas y empresarios suministran los insumos y tecnologías necesarias para lograr un buen rendimiento.

La producción en la cuenca esta diversificada, la variedad de climas y la diferencia de altitudes forman ambientes favorables para la producción de cultivos con óptima calidad intrínseca. De esta manera puede surgir una propuesta de especialización de cultivos según microcuencas y subcuencas, aprovechando las ventajas comparativas que oferta el medio ambiente.

**Cuadro 7: Extensión y rendimiento de cultivos prevalentes en la cuenca media y baja del río Supe – Barranca (n=98, año 2014)**

	UBICACIÓN	Cuenca Baja	Cuenca Media	Promedio
<b>CULTIVOS</b>				
Caña de azúcar	Extensión	56.55	-	56.55
	Rdto (T/ha)	171.43	-	171.43
Maíz Amarillo duro	Extensión	204.5	93.5	149
	Rdto (T/ha)	10.22	10.38	10.3
Palto	Extensión	36.3	38.8	37.55
	Rdto (T/ha)	9.075	5.542	7.3085
Maracuyá	Extensión	193	23.5	108.25
	Rdto (T/ha)	32.17	18.5	25.335
Maíz Morado	Extensión	-	65.1	65.1
	Rdto (T/ha)	-	7.233	7.233
Ají Paprika	Extensión	43.5	-	43.5
	Rdto (T/ha)	7.25	-	7.25

Fuente: Encuesta de productores.

El cuadro 7, detalla la extensión de los cultivos prevalentes, así como los rendimientos promedio de éstos en las fincas estudiadas por zona, notándose que los rendimientos (T/ha) son significativos y se enmarcan en el promedio regional y nacional.

## j. Uso de la tierra

Los suelos con aptitud para cultivo se localizan en la región costa y parte de la región natural yunga; predominando las zonas de vida desierto desecado, desierto perárido, y desierto superárido. Se nota igualmente la diversidad de uso de la tierra con una variabilidad de cultivos. El área total de la finca varía según localización en la cuenca hidrográfica, la cuenca media tiene la menor extensión promedio con una superficie promedio de 3.21 has por familia; la cuenca baja es la que tiene la mayor extensión de finca por familia, con una superficie promedio de 3.53 has por familia. El promedio para toda la zona en estudio es de 3.44 ha.

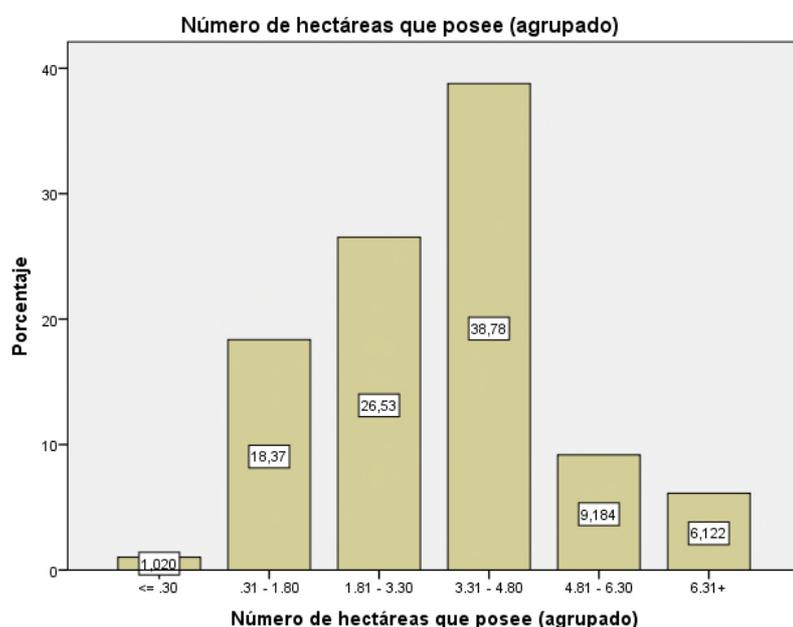


Figura 23. Superficie (agrupada) que posee el agricultor

En la figura 23 se visualiza que el 38.78% de parceleros posee entre 3.31 ha a 4.80, seguido por el grupo que tiene entre 1.81 y 3.30 ha que representan el 26.53%, y un reducido porcentaje (6.12) que cuenta con más de 6 has.

Se explica estas cifras, en el origen de la propiedad que fue la parcelación de latifundios que se transformaron en cooperativas agrarias, empresas de propiedad social, y sociedades agrícolas de interés social, las que al final terminaron particionando sus tierras a cada socio o cooperativista, en promedio 3 a 5 ha para cada uno.

Según el análisis, y como se observa en el dendrograma (figura 24), existen tres grupos de uso de la tierra relacionados según su extensión. El grupo (1) está constituido por Maíz amarillo duro y Maracuyá, los mismos que presentan mayor extensión que los

demás; el grupo (2) por caña de azúcar, Maíz morado, palta y ají paprika; el grupo (3) frejol y espárragos, muestran menor extensión.

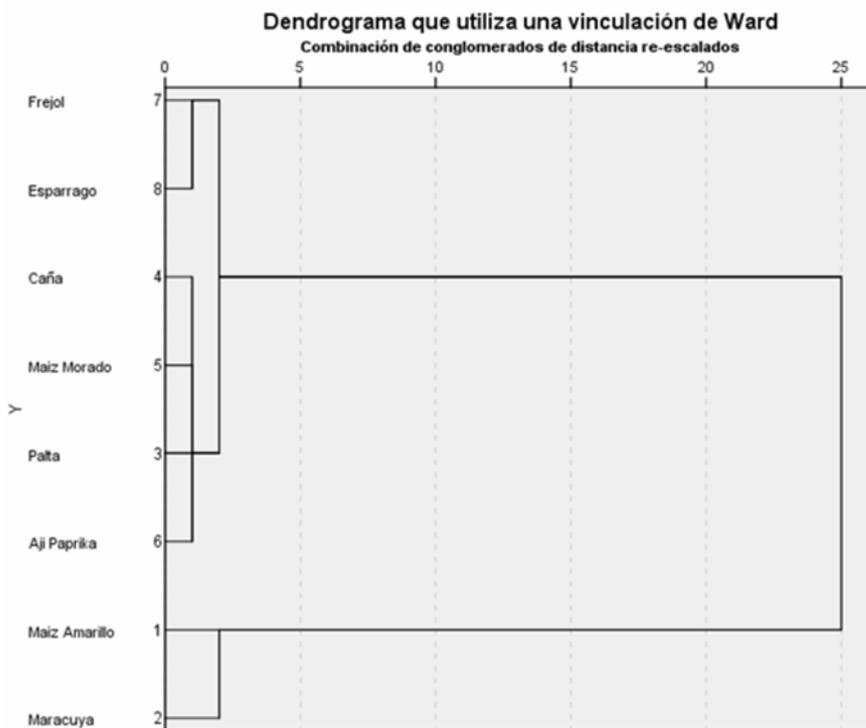


Figura 24. Agrupamiento de cultivos según superficie que ocupan

La existencia de zonas intangibles y zonas de amortiguamiento en mayor proporción, supone que la presión de uso sobre la tierra es fuerte debido entre otras razones a que en la zona se practica una agricultura intensiva y porque el agricultor utiliza los recursos naturales continuamente; por otra parte se ratifica al maíz duro amarillo como el cultivo de mayor extensión en la región y como tal, el más importante en la economía de los agricultores.

De acuerdo con Isaac-Márquez, *et al.* (2005), los factores biofísicos especialmente la geomorfología, son los primeros condicionantes del uso del suelo a una escala regional, el futuro desarrollo de la cobertura del suelo dependerá del uso que los campesinos realicen de sus áreas de vegetación secundaria. Las circunstancias actuales en el área investigada son favorables para revertir la deforestación, siempre y cuando el gobierno impulse y apoye este proceso a través de la instrumentación de programas de largo plazo, de incentivos económicos y de asistencia técnica.

Una explicación para la pobreza en las zonas rurales es el tamaño de la propiedad y la dotación natural de la calidad de las tierras. En el Salvador, Ángel (2011) encontró que el 86.1% de los productores cultivan 1.4 ha o menos de tierra. Estos pequeños productores trabajan el 61% de las tierras cultivadas de este país.

Con áreas cultivadas tan reducidas, es difícil generar las economías de escala que requieren las actividades extensivas para ser competitivas, La fragilidad del recurso suelo indica la necesidad de enfocarse en cambios sostenibles en su uso, es decir, que el cultivo o actividad sea acorde con la capacidad del suelo.

La incorporación de tierras ociosas puede contribuir a una mayor producción agropecuaria, pero el aspecto más importante es la productividad el cual puede incrementarse con mayor tecnología.

**k. Análisis económico.**-La economía de los agricultores en la cuenca media y baja es crítica; los ingresos por familia y por persona son bajos en todos los sectores. El ingreso mensual promedio para la cuenca baja es S/. 755.36 muy cercano al sueldo mínimo vital establecido por el gobierno; ingreso mensual promedio para la cuenca media es S/. 747.59; y de toda la zona en estudio es S/. 753.06 muy cercano del sueldo mínimo vital per cápita (S/. 750.00 nuevos soles) que fijó el Estado Peruano para el año 2015.

En el cuadro 8 se ha totalizado la utilidad neta familiar por año y por mes, tanto para la cuenca baja y para la cuenca media, observándose que el ingreso per cápita de los agricultores del área en estudio están por debajo del mínimo vital, acentuándose más en la cuenca media del río Supe.

Cuadro 8: Análisis económico del ingreso neto por finca en la cuenca Media y baja del río Supe – Barranca (n=98, año 2014)

Sector de la Cuenca	Total utilidad neta anual familiar(S/.)	Total utilidad neta mensual familiar(S/.)	Nº de personas que dependen de la finca	Ingreso mensual per cápita (S/.)	Ingreso mensual per cápita (\$)
Baja	8395.2	699.6	2.75	254.40	80.51
Media	5963.1	496.9	2.83	175.59	55.57

Fuente: Censo agrario 2014

\$1=S/. 3.16

Según el Banco Mundial (2008) se define a una población pobre, como aquella en la cual cada persona vive con menos de 2 dólares por día, y una extremadamente pobre aquella que vive con menos de 1 dólar al día.

Resultados similares se obtuvieron en El Salvador, donde en las zonas rurales consideradas más pobres, el 26.8% de los productores tienen ingresos netos mensuales de US\$ 500 o más (Ángel, 2011). En este caso, la línea de pobreza extrema se define por el nivel de recursos necesario para adquirir una canasta básica alimentaria para la familia, mientras que la línea de pobreza relativa es dos veces el nivel de la línea de pobreza extrema, es decir, equivalente a dos canastas básicas.

Los altos costos de transacción de los pequeños productores y la debilidad de las estructuras institucionales han contribuido a agravar las condiciones socioeconómicas de los pobres rurales. Al mismo tiempo, existe un interés creciente de la sociedad por la preservación de los recursos naturales y por la sostenibilidad de los procesos productivos que se desarrollan en ecosistemas frágiles como las laderas andinas.

La pobreza es a la vez, causa y consecuencia de la degradación de la base de recursos naturales y el medio ambiente. Un primer enfoque reconoce que los productores empujados por el crecimiento poblacional, se ven obligados a utilizar suelos marginales frágiles con la consecuente degradación y, a su vez, su nivel de pobreza se acentúa por el bajo potencial productivo de sus recursos. Se genera un círculo vicioso “Downward spiral”, donde la productividad de la mano de obra y la producción per cápita se deterioran hasta llegar a niveles insostenibles.

Un segundo enfoque, que no desconoce las condiciones inmodificables de fragilidad de los recursos, da mayor importancia a la acción del hombre para transformar las condiciones que conllevan al círculo pobreza/degradación. El comportamiento de los hogares rurales, en términos de las decisiones de producción, consumo e inversión que afectan sus vínculos con el medio ambiente, está determinado por la cantidad y calidad de activos a su disposición (Hazell, 2002).

## I. Relación entre ingreso económico, nivel de escolaridad y edad del agricultor

La figura 25 muestra la relación que existe entre la edad del agricultor, su grado de escolaridad y el nivel de ingreso económico neto anual por familia campesina. Se nota que a mayor edad del jefe de familia y a mayor nivel de educación, la familia obtiene mayor ingreso económico.

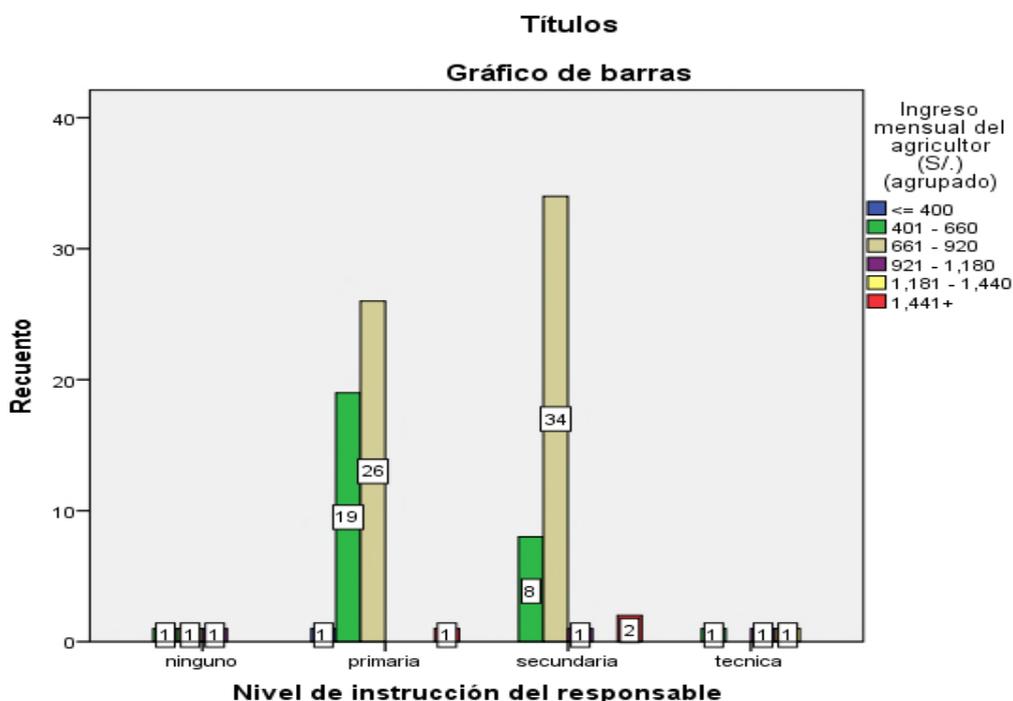


Figura 25. Nivel de instrucción e ingreso mensual del agricultor

Los jefes de familia que tienen entre 41 y 70 años con educación secundaria muestran mayores ingresos económicos netos por mes (661 a 920 soles); y los que tienen educación primaria ingresos bajos (401 a 660 soles).

La explicación del porque los agricultores con mayor edad tienen mayores ingresos por finca es que estos han acumulado en el tiempo mayor cantidad de bienes de producción (tierra e infraestructura para la producción), mayor capital financiero (dinero para la inversión), mayor capital humano (mano de obra para el trabajo). El mayor nivel de escolaridad del agricultor es de por sí un elemento que favorece el incremento de la economía campesina.

## II. Relación entre ingreso económico y ocupación del agricultor

De los 98 jefes de familia encuestados, el 83.7 % se dedica completamente a la agricultura y el 16.3 % además de la agricultura tienen otras actividades

complementarias. La figura 26 muestra la relación que existe entre la actividad principal y complementaria del agricultor y su relación con el ingreso económico neto anual total que se genera en la finca.



Figura26. Actividad complementaria de la familia

Si bien la actividad complementaria eleva el ingreso económico de la finca y subsidia la reproducción familiar, no genera acumulación de capital (excepto comerciantes y/o transportistas con ingresos altos). Los agricultores progresistas que se dedican plenamente a la agricultura, que generan ingresos económicos altos y por lo tanto pueden desarrollar procesos de capitalización en la finca.

Según Martínez (2008), la variedad geográfica, ecológica, biológica y genética es el principal rasgo de la producción tradicional campesina, como mecanismo para reducir el riesgo. La agricultura campesina, con su economía de subsistencia es una combinación de prácticas agrícolas (recolección, extracción forestal, caza, pesca, ganadería, artesanía), que protegen a su comunidad rural contra las fluctuaciones del mercado y eventualidades naturales. Así se explica por qué los campesinos no son solo agricultores.

### m. Tecnologías y prácticas campesinas

Una práctica campesina se define como la forma por la cual un productor lleva a cabo un proceso productivo. Mientras una tecnología puede ser descrita independientemente del agricultor, el análisis de una práctica debe referirse al contexto en el cual se aplica.

**Riegos.-** El 100 % de las fincas tienen riego; el riego por gravedad es el más usado y el riego por aspersión y goteo es escaso, solo se observa en las fincas grandes dedicadas al cultivo de exportación. El mayor porcentaje de fincas con riego de forma tradicional, indica que no hay cultura de riego en la zona, y que es necesario emprender proyectos de riego desde una perspectiva tanto privada como estatal, pues en la región existen aguas subterráneas suficientes que proveen el agua necesaria para la producción agropecuaria.

- **Abonos.-** El 89.90 % de los agricultores usan fertilizantes químicos, y el 10.1 % no usan estos abonos. Las fincas en donde se usan abonos químicos vienen generando una degradación acelerada del recurso suelo. Estas características configuran al área en estudio como una región donde se practica una agricultura convencional con marcado uso de insumos externos.
- **Control de plagas y enfermedades.-** Al ser consultados los agricultores, mencionan efectuar diversas labores culturales en sus agroecosistemas. Efectúan podas, renovación de plantaciones, abonamiento, control de plagas, selección por calidad, injertos, tutoraje, entre otros. Todas estas prácticas se realizan en forma manual, de acuerdo al tipo de cultivo, a la provisión de insumos, al nivel tecnológico del productor y a los jornales disponibles.

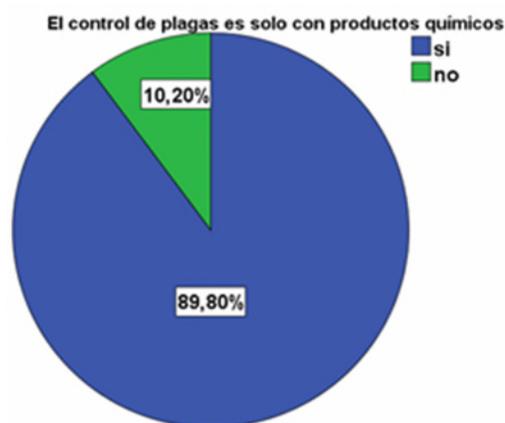


Figura 27. Uso de productos químicos

Se puede afirmar que en la región hay una presencia masiva de plagas que disminuye la producción a niveles insostenibles, que obligan al productor al uso intensivo de agroquímicos. Es necesario implementar un programa sostenido de control integrado de plagas con apoyo de instituciones como el SENASA para reducir los efectos dañinos en la producción.

## n. Tecnologías orgánicas

Según Mora-Delgado (2004) se denominan fincas de tecnología orgánica, aquellas caracterizadas por utilizar recursos endógenos en su sistema de producción y emplear prácticas orgánicas o ecológicas; son fincas convencionales porque usan tecnologías y recursos exógenos; y fincas mixtas, porque funcionan bajo un esquema de agricultura orgánica pero han incorporado algunas prácticas y recursos de la agricultura convencional.

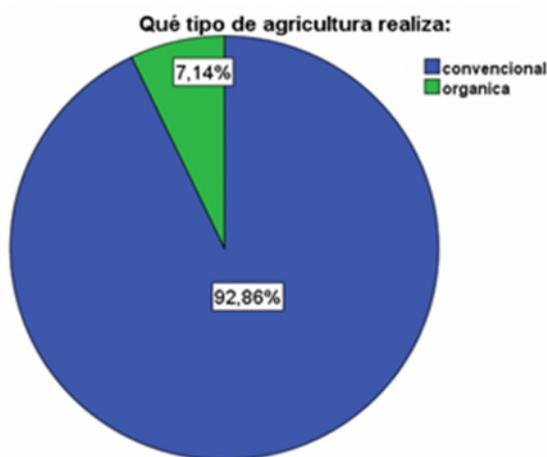


Figura 28. Tipo de Agricultura que realiza: orgánica y convencional.

Según la figura 28, en la cuenca baja y media, el 7.14 % de los agricultores aplican prácticas exclusivamente orgánicas, el 92.86 % agricultura convencional, no se ha encontrado fincas que combinan las prácticas orgánicas y convencionales

En la zona existe el proyecto de “paltas orgánicas” conducido por la “Asociación de productores de Caral” apoyados por el programa estatal AGROIDEAS, los asociados vienen conduciendo sus cultivos bajo el sistema de agricultura orgánica, con asistencia de un especialista, los cultivares están aún en desarrollo vegetativo.

Comparativamente las tecnologías orgánicas vienen demostrando ser más sostenibles, así, Alonso y Guzmán (2005), aplicando indicadores desde una perspectiva económica, social y ambiental para el cultivo de olivo, encontraron que el manejo ecológico presenta un nivel más alto de sostenibilidad global que el manejo convencional.

Gomero y Velásquez (2003), en Tarapoto – San Martín, comparando sistemas productivos convencional, tradicional y orgánico, encontraron que el desarrollo del

sistema de algodón orgánico, sustentado en la diversificación del predio y su manejo con tecnologías agroecológicas, permitió encontrar nuevos niveles de equilibrio en la producción agrícola y pecuaria. Además, contribuyó a incrementar la producción de biomasa, la mejora de la seguridad alimentaria y el incremento de los ingresos económicos del agricultor.

Según Altieri *et al.* (2011) los agricultores tradicionales de América Latina han desarrollado y heredado sistemas agrícolas complejos, adaptados a las condiciones locales, que les han ayudado a la ordenación sostenible de los ambientes áspers y para satisfacer sus necesidades de subsistencia, sin depender de la mecanización, fertilizantes químicos, pesticidas u otras tecnologías de la ciencia agrícola moderna.

Las tecnologías de uso más frecuente en las fincas de la cuenca son: el compostaje, uso de barreras de protección de cultivos, aplicación de estiércol, y prácticas de conservación de suelos.

#### o. Sistemas de cultivo

En la figura 29, se observa que hay escasa diversidad de sistemas de cultivos que se siembran en las fincas; esto es debido a la predominancia del “monocultivo” que practican en forma tradicional los agricultores y a las condiciones climáticas de la zona para acoger una serie de cultivos y crianzas. Los sistemas de cultivo predominantes son los monocultivos: Maíz amarillo duro, Maíz Morado, Caña de azúcar y Ají paprika; como frutales con cierto grado de asociación se tiene el Maracuyá y el palto.

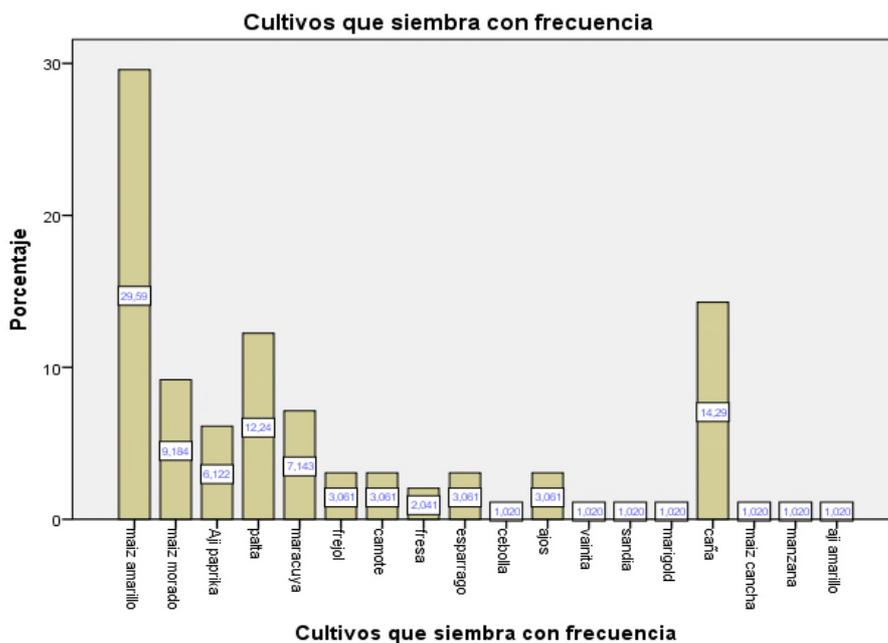


Figura 29. Cultivos que el agricultor siembra con frecuencia.

La existencia de estos sistemas ratifica la predominancia de los monocultivos sobre los policultivos, y de los cultivos sobre las crianzas.

El incremento de los rendimientos es una necesidad a corto plazo pues es esencial para impulsar el crecimiento, superar la pobreza y mejorar la seguridad alimentaria (Banco Mundial, 2008)

#### p. Sistemas de producción prevalecientes

La Figura 30 muestra una síntesis de los principales sistemas de producción en la cuenca baja y media. Los sistemas de subsistencia en conjunto representan el 23.0 % y los sistemas semi intensivos para la venta suman el 77.0% de prevalencia en la zona. La variable que define ambos grupos de sistemas es la conexión de la producción agropecuaria con el mercado. Para este estudio los sistemas de subsistencia están agrupados en: agricultura de subsistencia 6.50 %, crianzas menores extensiva 16.5 %. Los sistemas para la venta son: cultivos perennes intensivos 28.75%, cultivos intensivos transitorios 38.10%, fruticultura semi intensiva 4.65%, y la pequeña ganadería con 5.50%; estos resultados muestran el perfil de la agricultura en la zona.

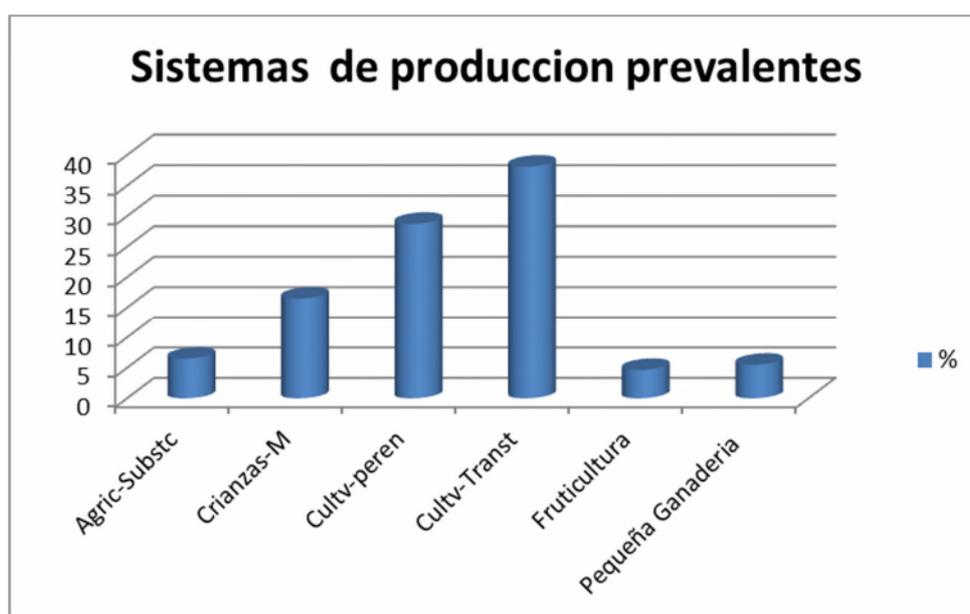


Figura 30. Sistemas de producción prevalecientes

En la finca los agricultores adoptan uno o varios de estos sistemas según el capital existente el nivel tecnológico y el grado de inserción en el mercado. Según Malagón y Prager (2001) “hay fincas que como sistemas están consolidadas o están por lograrlo, en ambos casos las formas agrarias de producción determinarán el estado actual”. Como tal se puede decir que en la región existen formas agrarias empresariales y formas campesinas caracterizadas por prácticas de producción no intensificadas, con unidades de producción de bajo nivel de productividad.

Se verifica una vez más la dualidad entre la producción de cultivos perennes para la venta y la producción de cultivos anuales para el autoconsumo como estrategia de supervivencia.

#### q. Problemas ecológicos

La figura 31 muestra los principales problemas ecológicos que suceden en la cuenca baja y media, según la percepción de los agricultores. Los más frecuentes son: Sequía prolongada (43.88 %), la presencia de plagas y enfermedades (41.84 %), erosión de los suelos (4.08 %), entre otros.

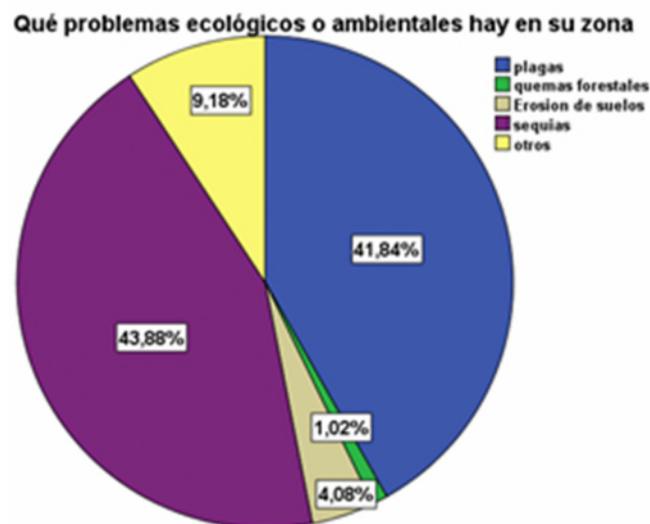


Figura 31. Problemas ecológicos y ambientales

Las causas son de orígenes naturales (climático) ya que el régimen hídrico de la cuenca en su totalidad es estacional, el río Supe conduce agua solo en las épocas de avenidas es el periodo comprendido entre los meses de Diciembre y Marzo. A esto se añade la condición de ecosistema frágil de la zona debido a la fisiografía

medianamente accidentada, a una geodinámica activa y a un régimen de lluvias muy concentrado en ciertas épocas del año y con períodos de sequías prolongados.

Calles *et al.* (2011) reportan similar situación en los departamentos de La Paz y los Yungas en Bolivia, donde el crecimiento demográfico es un factor que incentiva la migración principalmente del altiplano y centros mineros hacia la selva donde exploran la tierra y los bosques sin tomar en cuenta las técnicas de uso apropiado de la naturaleza. De esta manera se destruyen los ecosistemas, para formar un sistema de producción de corto plazo que garantice la sobrevivencia del migrante.

#### **r. Crédito**

El 63.3 % de los agricultores tienen acceso al crédito, el 36.7 % tienen acceso restringido ya que estos no tienen título de propiedad de sus terrenos. Las fuentes crediticias que tienen mayor presencia en la zona son: Los “Mayoristas” (29.0 %), Caja municipal de Sullana (25.25 %), caja municipal del Santa (23.7 %), y Agrobanco (15.3%). También se ha determinado que un 6.75% de agricultores cultivan con su propio capital.

La Empresa privada (Mayorista) tiene muy significativa colocación de créditos en el sector rural, debido a las condiciones y requisitos simples que exige al prestatario, AGROBANCO que es la entidad del Estado muestra incipiente participación.

Muchos agricultores no solicitan crédito por temor al fracaso, suponen que la agricultura no reditúa ganancias y menos pueden pagar intereses del préstamo. Por falta de crédito muchas fincas se encuentran en un proceso de estancamiento económico, sería conveniente que el Estado Peruano estimule la economía rural dando apertura a líneas de crédito promocional con intereses blandos de acuerdo a la realidad de la zona.

La apertura de nuevas líneas de crédito debe tomar en cuenta las experiencias pasadas (Banco Agrario), asimismo se debe medir la verdadera demanda de crédito rural. Por ejemplo en El Salvador, solamente alrededor del 10.0 % de los productores rurales cuentan con acceso a crédito, a pesar de que la industria de las micro finanzas rurales en dicho país es considerada una de las diez mejores del mundo (Fusades, 2010); entonces,

los bajos niveles de uso de crédito en la zona rural están más relacionados a problemas de demanda (falta de proyectos rentables, mala historial crediticia, etc.) y no de oferta.

#### s. Mano de obra

En la zona, la mano de obra es escasa, ya que el número de personas que trabajan en las parcelas es reducido, así tenemos que de los encuestados un 55.10 % manifestó que en la finca trabajan 2 personas; un 24.49 % afirmó que en su parcela trabaja el solo; y un

15.31 % afirmó que en su parcela trabajan 3 personas. Este fenómeno tiene su origen en la aparición de empresas mineras en la parte media de cuenca, quienes absorben gran parte de la mano de obra joven pagándoles salario por encima de los S/. 1,500 mensuales, así también la instalación de grandes extensiones de cultivos de exportación, quienes captan la mano de obra con mejores salarios y mayores beneficios.

La disponibilidad de mano de obra es un elemento determinante. En la zona de estudio todo el año hay actividad de siembra labores culturales y de cosecha, por lo que la demanda en mano de obra es constante, acentuándose más en los meses de Mayo y Junio que es donde se produce la mayor cosecha de Maíz amarillo duro.

#### t. Organización agraria

La mayoría de los agricultores están organizados; el 93.87 % pertenecen a alguna organización agraria y solo el 6.13 % son productores independientes. Las organizaciones agrarias más representativas de la región son: Las asociaciones de productores, los comités de riego y la junta de regantes (Figura 32). Evidentemente muchos agricultores pertenecen a varias de esta organizaciones al mismo tiempo.



Figura 32. Participación del agricultor en organizaciones agrarias

Las organizaciones en la zona son de carácter mixto, tienen a la vez fines económicos, sociales y políticos. Por definición, las organizaciones han asumido diversos roles en la historia, han incidido de una u otra forma en la dinámica económica y social de una región. El primer paso para el desarrollo es organizar a los campesinos y conformar organizaciones locales que sean autónomas; y luego unir, a estas instituciones con los niveles superiores de la economía y la sociedad (Caballero *et al*, 2002).

#### u. Quema de rastrojos, y aplicación de materia orgánica

En la figura 33 se observa la incidencia de la quema de rastrojo, el porcentaje de agricultores que aplica materia orgánica a su finca, y la práctica de realizar rotación de cultivos. Un 92.9% quema los rastrojos, y un 7.1 % no quema los rastrojos.

Se explica esta situación por que como se cultivan 02 campañas por año, es urgente deshacerse de los residuos de cosecha, y la forma rápida que logran es mediante la quema en campo, de los rastrojos.

Se nota también que la aplicación de materia orgánica a sus cultivos es 27.6%, cifra que guarda relación con la quema de rastrojos, un 72.4% no aplica materia orgánica; se explica en la medida que aplicar materia orgánica, es para el productor mayor uso de mano de obra, y tener que esperar mayor tiempo para obtener resultados.

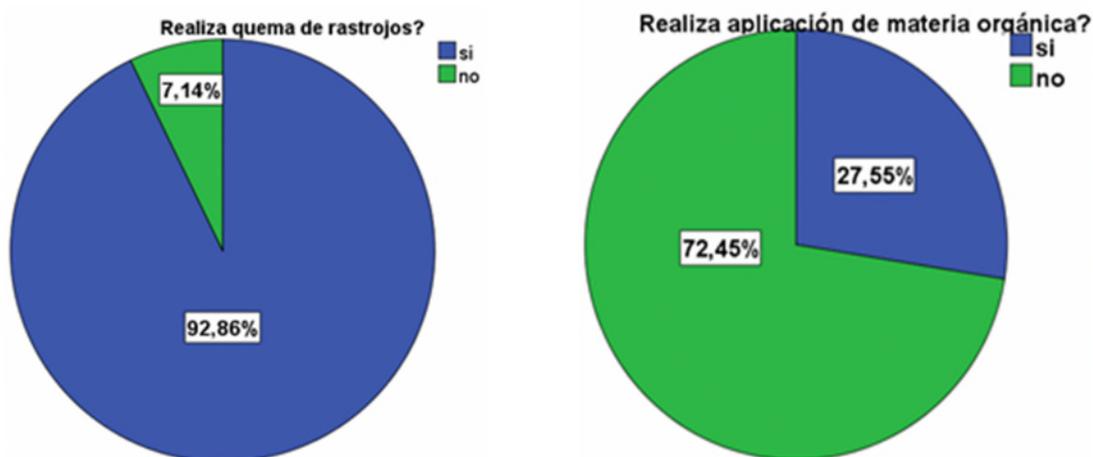


Figura 33. Quema de rastrojos, y aplicación de materia orgánica

#### v. Rotación de cultivos y control biológico

En la zona estudiada es una práctica poco usual el control biológico, ya que aún no hay conciencia de la agricultura orgánica, recién se están dando los primeros experimentos con cultivo de paltos y granada, pero el agricultor se muestra incrédulo, y más aún si esta forma de cultivo implica mayor uso de mano de obra; un 63.27 % si realiza rotación

de cultivos, mientras que un 36.73% no efectúa esta práctica agrícola por varias razones, una de ellas es porque al tener instalado un cultivo de periodo largo (mayor de 02 años), su respuesta al momento de la encuesta fue NO. En el área de intervención la rotación de cultivos se efectúa como una actividad común.

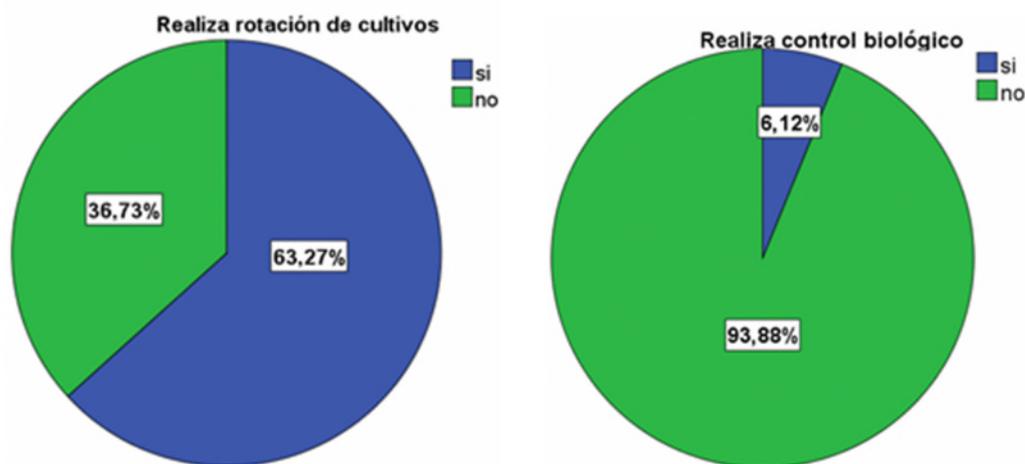


Figura 34. Rotación de cultivos y, control biológico en las fincas

Un 93.88% no realiza el control biológico, mientras que solo un 6.12% efectúa un control biológico elemental, precisando que estos agricultores son los que están cultivando bajo el sistema de agricultura orgánica.

#### w. Factores externos limitantes y sentimiento con la producción de su finca

De acuerdo a la encuesta, los agricultores tienen varias percepciones sobre los factores externos que limitan el desarrollo agrario (Figura 35). Entre los factores mencionados se tiene: bajos precios de los productos (19.59 %), falta de crédito oportuno (30.93 %), falta de capacitación (11.4 %) y falta de asistencia técnica (17.53 %). Estas y otras limitantes reducen las posibilidades de desarrollo de la región en general y de las fincas en particular. La visión que tienen los agricultores sobre el “mundo externo” a sus fincas, pueden tener sesgos importantes, esto depende del nivel de información a que tengan acceso.

En cuanto a la sensación que tiene el agricultor respecto con la producción de su parcela, un 13.27 % se siente desilusionado, un 36.73 % se siente contento, y un 50 % se siente poco satisfecho. Estos resultados se interpretan como un indicador de que

la actividad agropecuaria deja poca satisfacción, y que hay poco interés por parte del gobierno central y de los gobiernos locales por mejorar o revertir esta situación.

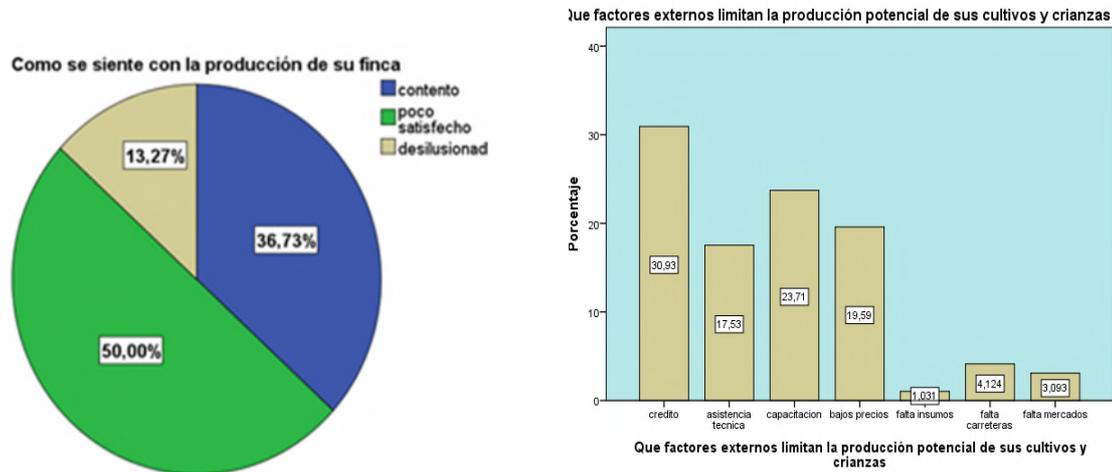


Figura 35. Sentimiento con la producción de su finca y factores externos limitantes

#### u. Beneficios de trabajar su finca y confianza hacia las instituciones

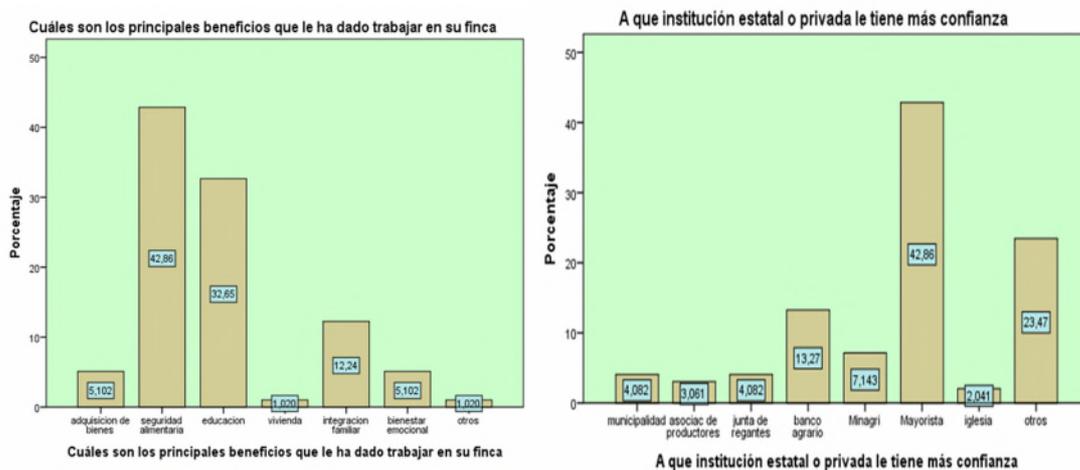


Figura 36. Beneficios de trabajar en su finca y, confianza hacia las instituciones

En relación a los beneficios del productor al trabajar en su finca, un 42.86% destaca a la seguridad alimentaria, un 32.65% a la educación de él y su familia, y un 12.24% revela que es la integración familiar.

El agricultor tiene mayor confianza a las entidades privadas, al mayorista le otorgan el 42.86%, seguido por el Banco Agrario con un 13.27%, estos resultados se interpretan en el sentido de que las instituciones estatales tienen poca presencia efectiva, no cumplen con sus programas de asistencia técnica, ni de extensión rural.

#### **4.2.2. Evaluación de la sustentabilidad de fincas**

Entendida en sentido amplio, la sustentabilidad puede definirse como “el mantenimiento de una serie de objetivos (o propiedades) deseados a lo largo del tiempo” (Masera *et al*, 2002). Aplicado en la agricultura, involucra aspectos técnicos, económicos y socio ambientales. La American Society of Agronomy postula que “una agricultura sustentable es aquella que, en el largo plazo, promueve la calidad del medio ambiente y los recursos base, de 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”.

Altieri (2000), se refiere a la agricultura sustentable 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”. Por lo tanto, los esfuerzos en evaluar fincas se orientan a optimizar el agroecosistema en su conjunto, en lugar de concentrarse en maximizar los rendimientos de corto plazo.

Para evaluar la sustentabilidad de fincas en este estudio, se aplicó dos metodologías: el análisis “tipo multicriterio” (Sarandón *et al*, 2004) y el “método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales” que utiliza criterios de calidad de suelo y salud del cultivo (Altieri y Nicholls, 2002).

##### **4.2.2.1. Evaluación de fincas utilizando el análisis multicriterio**

Se evaluó 18 fincas (tres fincas por cada cultivo prevalente), en los cuales se aplicó indicadores de sustentabilidad (Sarandón *et al*, 2004), calificando de acuerdo al tipo de indicador (económico, ecológico y sociocultural); luego se obtuvo valores promedio para cada cultivo, en una escala de 0 a 4. Para determinar la sustentabilidad se tomó como referencia el valor mínimo de 2.0, debajo del cual se considera como no sostenible al sistema evaluado (Cuadro 9).

**Cuadro 9: Evaluación de la sustentabilidad de parcelas con cultivos prevalentes utilizando el análisis multicriterio (Sarandón *et al*, 2004), en la cuenca baja y media del río Supe (n=98, año 2014)**

<i>Finca</i>	<i>AA (2)</i>	<i>IM (2)</i>	<i>Rec</i>	<b><i>IK</i></b>	<i>MC</i>	<i>RE</i>	<i>MB</i>	<b><i>IE</i></b>	<i>SN (2)</i>	<i>Ac (2)</i>	<i>IS</i>	<i>CE</i>	<b><i>ISC</i></b>	<b><i>IS-G</i></b>	<i>Sustent.</i>
<i>Maíz A D</i>	1.50	2.67	1.89	2.04	2.67	3.25	2.67	2.86	2.90	3.00	3.33	2.33	2.91	2.61	<i>SI</i>
<i>Palto</i>	2.00	2.67	2.67	2.40	2.60	3.08	2.50	2.73	2.90	2.00	2.67	3.00	2.58	2.57	<i>SI</i>
<i>Caña A</i>	2.17	3.33	2.11	2.62	3.00	3.08	2.50	2.86	2.62	3.00	3.00	2.33	2.76	2.76	<i>SI</i>
<i>Maíz M</i>	1.83	2.67	2.33	2.27	3.13	2.83	2.83	2.93	2.81	2.33	2.67	2.67	2.60	2.59	<i>SI</i>
<i>Maracuyá</i>	1.83	3.00	2.44	2.42	2.40	3.17	2.33	2.63	2.95	3.33	3.67	2.67	3.15	2.73	<i>SI</i>
<i>Paprika</i>	1.00	3.00	1.56	1.91	1.67	2.17	1.83	1.89	2.67	1.33	1.67	1.67	1.89	1.89	<i>NO</i>

**Nota:** Valores promedio igual o menores a 2.00 advierten sistemas no sustentables

**Leyenda:**

**IK = indicador económico:** AA= autosuficiencia alimentaria; IM= ingreso económico neto mensual por familia; REc= riesgo económico.

**IE = indicador ecológico:** MC= manejo del cultivo; RE= riesgo de erosión; MB= manejo de la biodiversidad.

**ISC= indicador sociocultural:** SN= satisfacción de las necesidades básicas; Ac= aceptabilidad del sistema; IS= integración social;

CE= conocimiento y conciencia ecológica.

**IS-G= índice de sustentabilidad general.**

Los resultados en el cuadro 9, muestran que el índice de sustentabilidad general (IS-g) es  $> 2.0$  en las cinco fincas estudiadas (umbral mínimo); pero las fincas con el cultivo de ají paprika, no alcanzan el valor mínimo en las dimensiones económica (2.13), ecológica (2.37) y, sociocultural (2.64); en general las fincas evaluadas superan el umbral mínimo en los tres indicadores establecidos, las fincas con ají paprika no superan el umbral mínimo, resultando no sustentables.

Los cultivos que muestran mayores valores de sustentabilidad general son los frutales como el Palto y Maracuyá. El ají paprika mantiene un índice general bajo (1.89), debido a la irregularidad del precio del producto cosechado y la aceptabilidad; en el caso del maíz duro amarillo solo se mantiene sustentable por su tradición social, el agricultor está identificado con este cultivo. La caña de azúcar obtiene buenos valores debido a que es un cultivo tradicional en la zona, mantiene precios estables, el Maracuyá es sustentable porque es un cultivo que tiene tendencia a ser cultivado en forma orgánica y se están formando cadenas productivas para asegurar la venta y el precio.

Con los valores obtenidos en los componentes de cada dimensión evaluada, se construyeron diagramas tipo ameba o “tela de araña” que permiten visualizar el estado general de los sistemas de cultivo; los que se muestran a continuación:

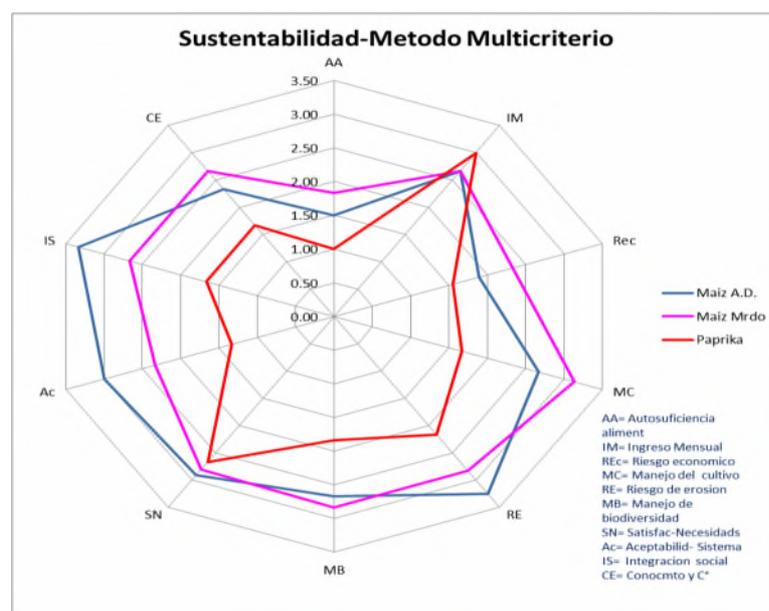


Figura 37. Sustentabilidad de los cultivos de periodo corto en la zona de estudio

Se advierte en la figura 37, que las fincas con cultivo de ají paprika no alcanzan la sustentabilidad, ya que sus indicadores, en las tres dimensiones evaluadas, no alcanzan el umbral mínimo. Lo que indica que los cultivos de periodo corto, por ser monocultivos destinados al mercado, utilizan una gran cantidad de insumos agroquímicos, y obligan un manejo convencional contraviniendo las buenas prácticas agrícolas.

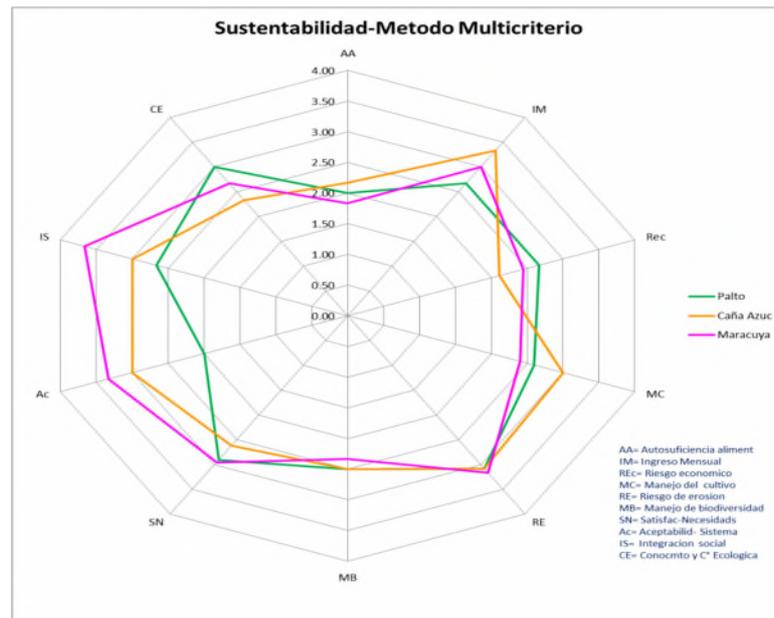


Figura 38. Sustentabilidad de cultivos perennes en la zona investigada.

En la figura 38, se evidencia que los cultivos perennes son los que alcanzan mayores valores de sustentabilidad, se explica esta condición, debido a que en la zona, se está adoptando las prácticas agroecológicas para los cultivos prevalentes como son: la caña de azúcar, el maracuyá y el palto.

El mayor valor de sustentabilidad se reporta en las fincas con cultivo de caña de azúcar; se explica en la medida de que este cultivo por su naturaleza requiere de menos agroquímicos, tiene un mercado asegurado que para este caso es la empresa agroindustrial “Paramonga”, así mismo permite un margen de utilidad mayor que el resto de cultivos, consecuentemente asegura la satisfacción de las necesidades básicas del agricultor y su familia.

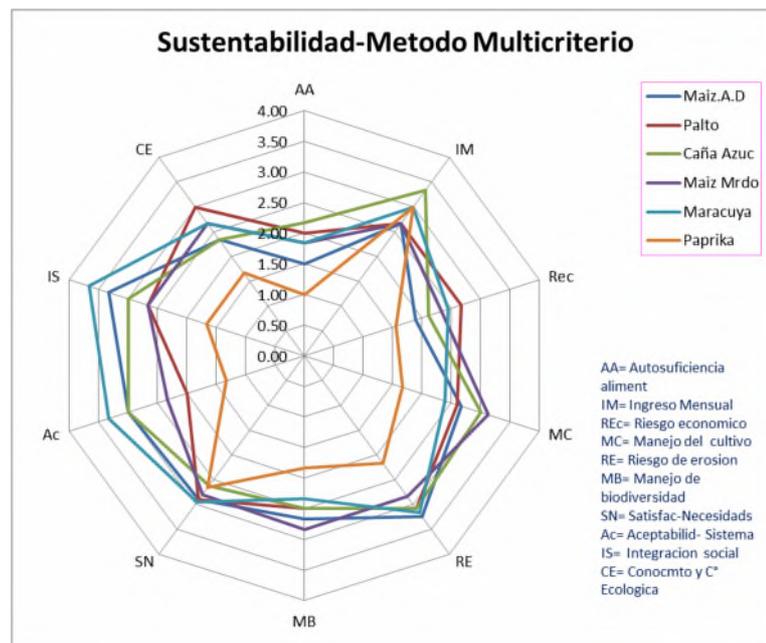


Figura 39. Sustentabilidad de todos los cultivos en la zona estudiada

En la figura 39, se visualiza el grado de sustentabilidad de todos los cultivos, llegando a efectuar una comparación rápida entre los cultivos de periodo corto los cultivos perennes; determinándose que son estos últimos los que logran un mayor grado de sostenibilidad.

La validez de la aplicación de indicadores utilizando el análisis multicriterio puede ser discutida para el caso de la cuenca baja y media o de otras zonas. Para este estudio se ha procurado cumplir las condiciones que exigen (Maserá *et al*, 2002) como son: evaluar sistemas específicos en un lugar y contexto, en una escala espacial y temporal. Así: (a) Los sistemas agropecuarios evaluados son conducidos por pequeños agricultores en un ámbito de cuenca baja y media del río Supe; (b) Se ha evaluado agroecosistemas con cultivos prevalentes a nivel de Parcela (finca); (c) La evaluación fue hecha durante el año 2014.

Los indicadores utilizados respondieron plenamente a las condiciones del medio y los resultados confirman que la hipótesis planteada: “las fincas con cultivos prevalentes de Maíz Amarillo, Caña de azúcar y frutales tienen mayores índices de sustentabilidad que las fincas que tienen ají paprika y Maíz morado, es aceptada como cierta.

#### 4.2.2.2. Evaluación de fincas utilizando criterios de calidad del suelo y salud del cultivo

Para este fin se evaluaron otras 18 fincas (3 fincas por cada cultivo) aplicando indicadores prácticos que estiman la calidad del suelo y la salud del cultivo (Altieri y Nicholls, 2002), con la participación del agricultor se calificó con una escala de 1 a 10 para cada indicador, a continuación se obtuvo los promedios para cada cultivo. Para estimar la sustentabilidad se tomó como referencia el valor mínimo de 5, debajo del cual se considera como no sostenible al sistema evaluado.

Cuadro 10: Calidad del suelo en fincas agrícolas de la cuenca media y baja del río Supe

	CALIDAD DEL SUELO	Maíz-A	Palto	Caña	Maíz M	Maracuyá	Ají Párika
1	estructura y textura	6.7	6.7	5.3	6.7	8.3	3.7
2	compactación e infiltración	6.7	8.3	6.7	8.3	8.3	3.7
3	profundidad del suelo	10.0	10.0	10.0	6.7	8.3	8.3
4	estado de residuos	3.7	3.7	5.0	6.7	5.0	3.7
5	materia orgánica, color y color	3.7	5.0	5.0	5.0	3.7	3.7
6	retención de humedad	8.3	8.3	8.3	3.7	8.3	2.3
7	desarrollo de raíces	6.7	10.0	10.0	5.0	8.3	3.7
8	cobertura del suelo	1.0	3.7	5.0	3.7	6.7	1.0
9	erosión	10.0	10.0	10.0	6.7	8.3	6.7
10	actividad biológica	2.3	6.7	2.3	3.7	3.7	2.3
	<b>PROMEDIO</b>	<b>5.9</b>	<b>7.2</b>	<b>6.8</b>	<b>5.6</b>	<b>6.9</b>	<b>3.9</b>

Fuente: Elaboración en base a evaluación en campo de fincas seleccionadas

El cuadro 10 muestra los resultados de la evaluación. Respecto a la evaluación utilizando criterios de calidad del suelo, los promedios son maíz amarillo duro 5.9, palto 7.2, caña de azúcar 6.8, maíz morado 5.6, Maracuyá 6.9, y ají párika 3.99, estos resultados demuestran que los cultivos de palto y Maracuyá tienen suelos de mejor calidad ecológica, lo que una mayor sostenibilidad en relación suelo-planta. En cambio el cultivo de ají párika tiene promedio menores a cinco que demuestra que ocupa suelos con limitaciones edáficas que los vuelven poco sostenibles.

Cuadro 11: Salud del cultivo en las fincas agrícolas de la cuenca media y baja del río Supe

<b>SALUD DEL CULTIVO</b>	<b>Maíz A.D.</b>	<b>Palto</b>	<b>Caña Azúc.</b>	<b>Maíz M.</b>	<b>Maracuyá</b>	<b>Ají P.</b>
<b>Apariencia</b>	7.67	7.00	7.33	7.00	8.67	7.00
<b>Crecimiento cultivo</b>	8.00	6.33	8.00	6.33	7.33	6.33
<b>Tolerancia al estrés</b>	6.33	7.00	6.00	6.33	7.00	3.33
<b>Incidencia enfermedad</b>	7.00	5.67	6.67	7.00	6.33	4.33
<b>Competencia malezas</b>	7.00	8.00	7.00	7.00	8.00	7.33
<b>Rendimiento Ac/Pot</b>	7.67	5.33	6.67	8.00	7.33	4.33
<b>Diversidad –Genética</b>	1.67	5.00	3.67	2.33	3.67	1.33
<b>Diversidad –vegetal</b>	1.00	5.67	1.00	1.00	3.67	1.00
<b>Diversidad –Natural</b>	1.67	5.67	2.33	2.67	3.67	1.00
<b>Sistema de manejo</b>	2.67	5.00	2.33	3.67	3.67	1.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.07</b>	<b>6.07</b>	<b>5.10</b>	<b>5.13</b>	<b>5.93</b>	<b>3.70</b>

Fuente: Elaboración en base a evaluación en campo de las fincas seleccionadas.

En lo referente a la salud del cultivo, el palto (6.07), el maracuyá (5.93), el maíz amarillo duro (5.07), el maíz morado (5.13), y la caña de azúcar (5.10) mostraron mejores índices de sanidad; en comparación con el ají pprika que tiene un valor debajo de 5.00, lo que evidencia que este cultivo tiene afectaciones de sanidad en la zona.

Tomando en cuenta que las mediciones efectuadas se fundamentan en indicadores conocidos, los resultados podran compararse, de tal forma que se podra seguir la evolución de un agroecosistema a través del tiempo, o realizar cotejos entre dos o más agroecosistemas con diferentes manejos. La comparación de varios sistemas permite a los agricultores identificar los sistemas más saludables (Altieri y Nicholls, 2002).

Lo más relevante sera que una vez aplicado los indicadores, cada agricultor puede visualizar el estado de su finca, observando que atributos del suelo o de la planta anda bien o mal en relación al umbral establecido (Altieri y Nicholls, 2007). Esta observación es de utilidad para que los agricultores comprendan porque ciertas fincas se comportan mejor que otras, y que hacer para mejorar los valores observados en fincas con valores menores.

### 4.2.2.3. Construcción de diagramas tipo “ameba”

Con los valores obtenidos se construyeron diagramas tipo ameba o “tela de araña” que permiten visualizar el estado general de la calidad del suelo y salud del cultivo, tomando en cuenta que mientras más se aproxime la ameba del cultivo al diámetro mayor del círculo (valor 10) el sistema es más sostenible. El procedimiento consiste en diseñar un gráfico radial cuyos ejes representan el valor hallado para cada indicador. A continuación se presenta de manera comparativa las amebas formadas por la evaluación de la calidad de suelos en los cultivos.

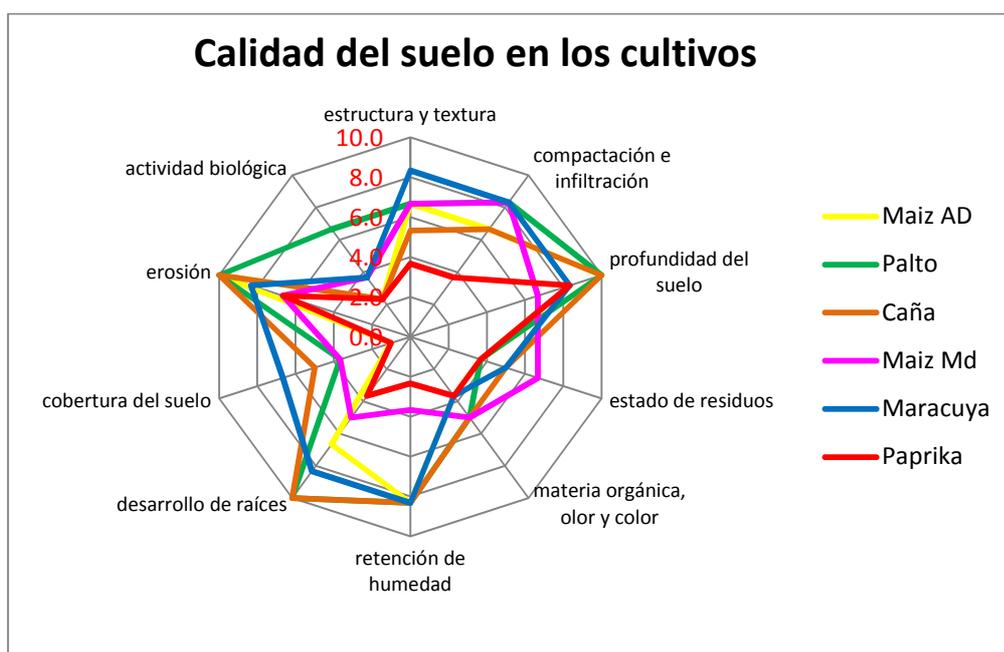


Figura 40. Calidad del suelo en fincas agrícolas en la cuenca media y baja del río Supe.

La sustentabilidad de todos los cultivos, graficados en una sola ameba, se observa en la figura 40; se corrobora el resultado obtenido en la evaluación de la sustentabilidad mediante la aplicación del método multicriterio, ya que se comprueba que los cultivos perennes alcanzan mayores índices de sustentabilidad en comparación con los cultivos de ciclo corto.

El análisis de los diagramas de tela de araña muestra que los cultivos prevalentes para la zona (Maíz, Palto, Maracuyá, y Caña) mantienen mejores condiciones de sustentabilidad de suelos que los cultivos transitorios (Maíz morado y ají paprika) que son cultivos manejados más intensivamente.

Las figuras 41, 42, y 43 muestran graficados los valores de la sustentabilidad agrupando los cultivos de dos en dos, con la finalidad de compararlos.

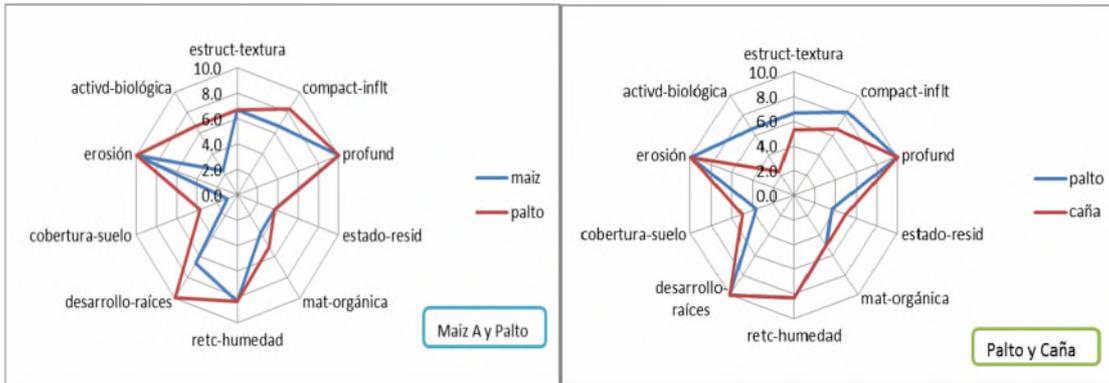


Figura 41. Calidad del suelo en dúo (Maíz y Palto – Palto y Caña)

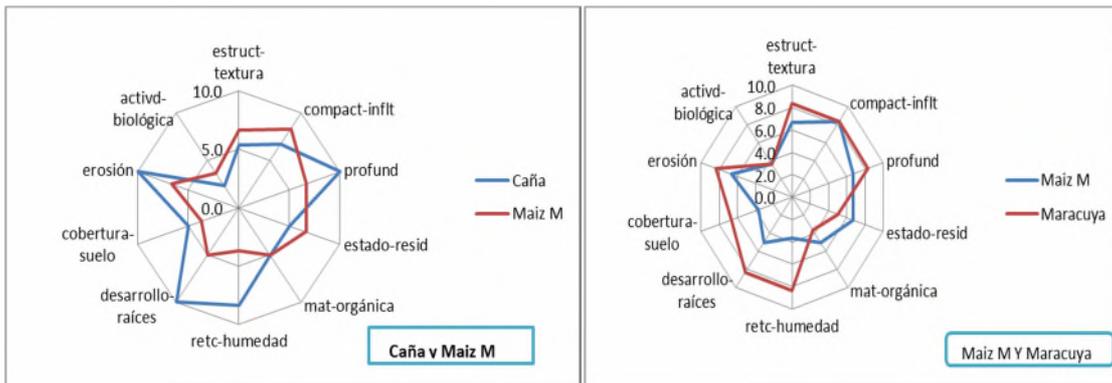


Figura 42. Calidad del suelo en dúo (caña y Maíz– Maíz y maracuyá)

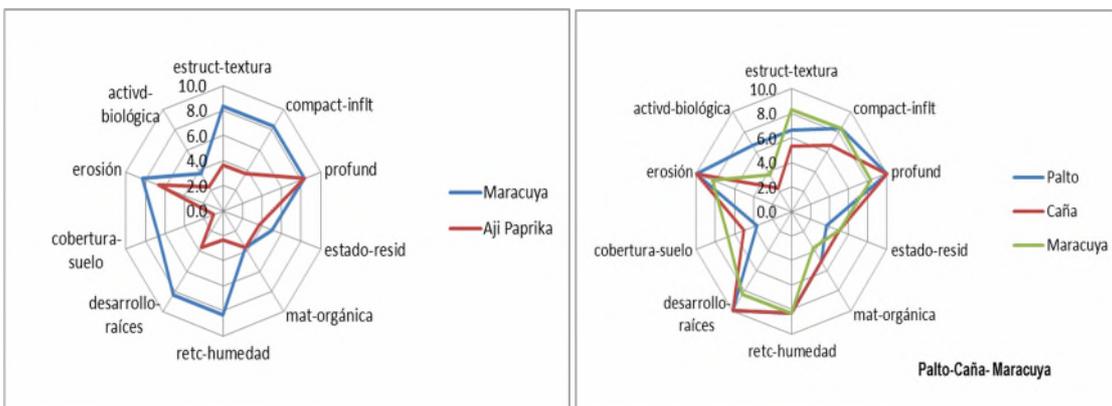


Figura 43. Calidad del suelo (maracuyá y ají –palto, caña y maracuyá)

En las siguientes figuras se observan mediante gráficos tipo araña, los resultados obtenidos al evaluar la salud de los cultivos, precisando que también se logra establecer de qué los cultivos perennes alcanzan mayores valores que los cultivos de ciclo corto.

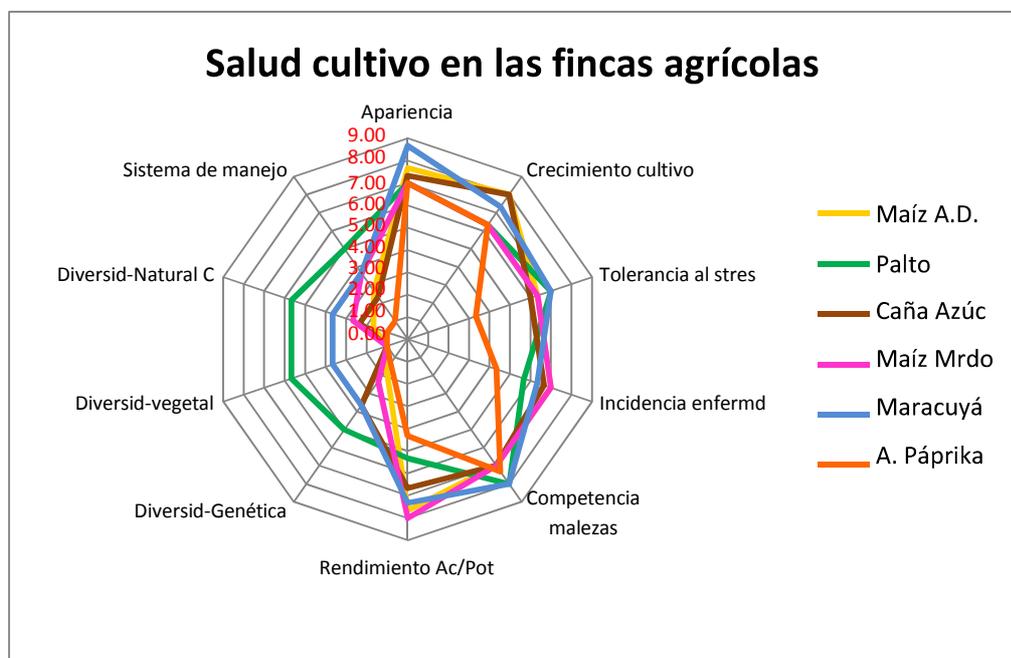


Figura 44. Salud de los cultivos en las fincas agrícolas de la cuenca media y baja del río Supe.

La figura anterior muestra en forma comparativa el grado de sustentabilidad que alcanzan los cultivos investigados, es evidente que las fincas con cultivos de palto son más sustentables las fincas cultivos de maracuyá y caña de azúcar; y aún más superan en sustentabilidad a las fincas cultivos de ciclo corto tales como el maíz amarillo duro, el maíz morado, y el ají Páprika.

También se advierte la escasa diversidad vegetal y diversidad genética en el caso del maíz amarillo, maíz morado y ají Páprika; se explica esta situación, debido a que se practica el monocultivo, y como toda la producción se destina al mercado, se hace uso de una gran cantidad de insumos externos, fundamentalmente los pesticidas, fertilizantes químicos y aditivos acelerantes del crecimiento y de la fructificación.

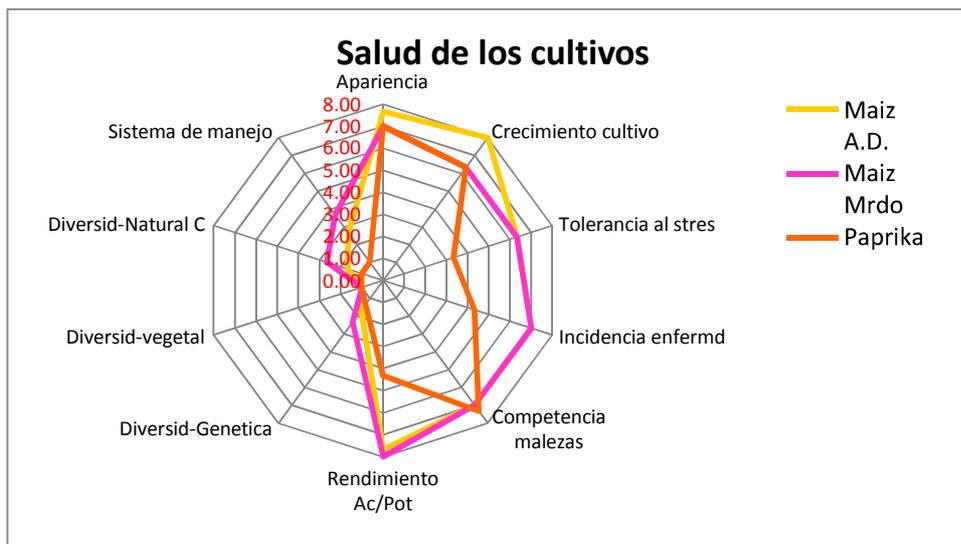


Figura 45. Salud de cultivos con ciclo corto en las fincas agrícolas

En el diagrama que precede, se han gratificado los valores de sustentabilidad obtenidos mediante el método de la salud del cultivo, en este caso específico para los cultivos de ciclo corto; se visualiza estos alcanzan un valor mínimo de diversidad genética diversidad vegetal y diversidad natural; se explica este fenómeno como la consecuencia del predominio del monocultivo.

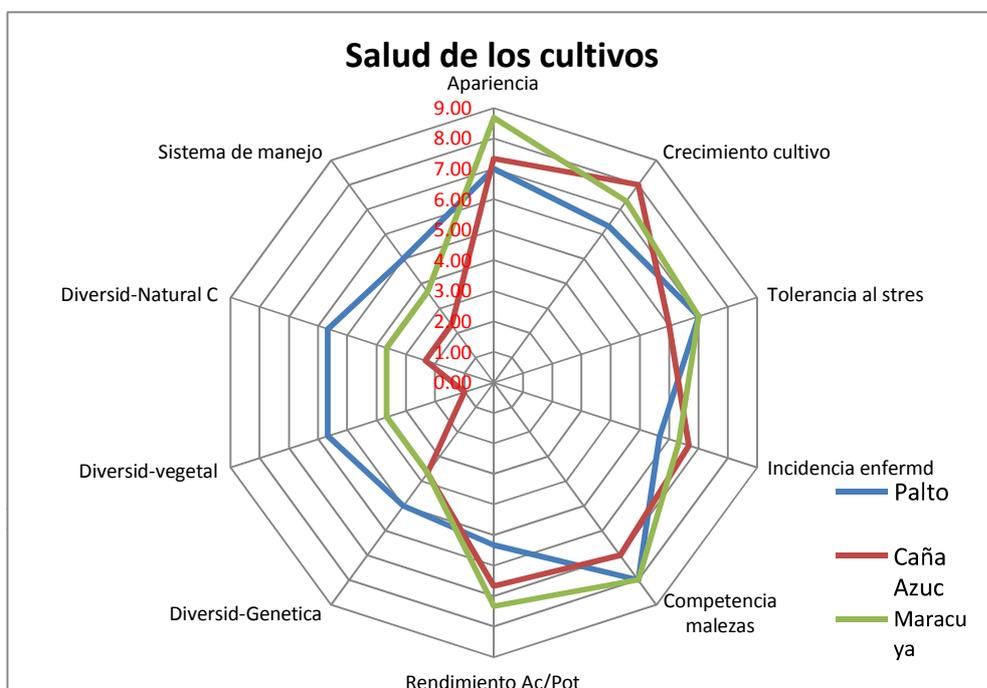


Figura 46. Salud de los cultivos perennes en las fincas agrícolas de la cuenca media y baja del río Supe

En la figura 46, se advierte claramente que los valores alcanzados por los cultivos perennes superan a los que se halló en los cultivos de ciclo corto; evidenciándose que las fincas con frutales alcanzan mayor grado de sanidad vegetal.

Las dos metodologías aplicadas en el presente trabajo tienen como sustento un enfoque holístico (Andreoli y Tellarini, 2000). Se observó una alta interdependencia entre las dimensiones analizadas. Para las condiciones del medio, la sustentabilidad ecológica estuvo claramente condicionada por aspectos económicos y socioculturales.

Los resultados obtenidos confirman la utilidad de emplear una óptica multicriterio para abordar la multidimensión de la sustentabilidad (Mendoza y Prabhu, 2000; Evia y Sarandón, 2002). El resultado no es una única respuesta, sino varias posibilidades ponderadas de acuerdo a los cultivos prevalentes e intereses de los agricultores.

El desarrollo y uso de indicadores, resulta una herramienta adecuada y flexible para evaluar tendencias, establecer diferencias entre fincas y detectar los puntos críticos de manejo de recursos para el logro de una agricultura sustentable (Sarandón *et al*, 2004).

La evaluación de la sustentabilidad es un objetivo difícil de alcanzar debido a la propia complejidad del término. El uso de indicadores es un instrumento válido para traducir esa complejidad en valores objetivos y claros que permiten cuantificar y comparar estos aspectos (Sarandón, 2002). Con este fin se utilizó un conjunto de indicadores que permitieron comparar diferentes fincas y evaluar el grado de sustentabilidad de las mismas.

### **4.3. TIPOPOLOGÍA DE PRODUCTORES Y DISEÑO DE FINCAS**

#### **4.3.1. 1. Tipología de productores**

De la base de datos lograda de la encuesta, se seleccionó variables de interés y aplicando a éstas el análisis multivariado, se pudo determinar la existencia de tres tipos de productores en la cuenca media y baja del río Supe; tipo I: Pequeños agricultores con cultivos perennes extensivos y de economía restringida; tipo II: Pequeños agricultores con actividad complementaria no agrícola y economía de autosubsidio; tipo III: Medianos agricultores con cultivos perennes intensivos y economía de capitalización.

La variable que diferencia estos tres tipos es el “ingreso económico neto anual” que tiene la unidad de producción (finca). Los agricultores del tipo I son considerados como de “economía restringida” debido a que el 43.24% de ellos tienen ingresos netos muy bajos durante un año (6,000-8,400 Soles) y el 56.76% tienen ingresos bajos (9,000- 9,600 Soles); su economía precaria solo les alcanza para subsistir.

Los agricultores del tipo II son considerados como de “economía de autosubsidio” porque el 53.06 % tiene ingresos bajos (10,200-10,800 Soles) y el 46.94% tienen ingresos medios (13,200-14,400 Soles). El ingreso económico por actividades no agrícolas subsidia la economía agrícola y permite la reproducción de algunos medios de producción.

Los agricultores del tipo III son considerados como de “economía de capitalización” porque el 66.7% obtienen ingresos medios (16,800-18,000 Soles) y el 33.3% obtienen ingresos altos (19,200-21,600 Soles), estos tienen una economía suficiente para reproducir los medios de producción y capitalizar la finca.

En el Cuadro 12 se observa las variables que fueron consideradas para elaborar las tipologías y se detalla las características por cada tipo encontrado.

**Cuadro 12: Características de los tipos de productores de la cuenca media y baja del río Supe.**

<b>Variables</b>	<b>Tipo I</b>	<b>Tipo II</b>	<b>Tipo III</b>
Grado de escolaridad del jefe de familia	Analfabeto (8.70%) Educación primaria (54.05 %) Educación secundaria (45.95%)	Analfabeto (6.12%) Educación primaria (48.98%) Educación secundaria (40.82%) Educación técnica (4.08%)	Educación primaria (25 %) Educación secundaria (66.67%) Educación técnica (8.33 %)
Actividad económica principal	Solo agricultura (86.5 %) Pequeños ganaderos (2.7 %) Comercio (2.7%), peón (8.1%)	Solo agricultura (83.67%) Turismo (4.08%) Comercio (8.16%), otras (4.09%)	Solo agricultura (75 %) Pequeños ganaderos (6.0 %) Comercio(12.5%), otras(6.5)
Propiedad de la tierra	Con título de propiedad (51.4%) Sin título de propiedad (48.6 %)	Con título de propiedad (71.4%) Sin título de propiedad (28.6 %)	Con título de propiedad (91.67 %) Sin título de propiedad (8.33 %)
Extensión de la finca (ha)	pequeña (1– 2.0 ha)	pequeña (2 – 4 ha)	mediana (4 – 10 ha)
Cultivos prevalentes	Maíz amarillo (21.6%), caña (5.4%) Maíz morado (24.3%), Ají paprika (2.7%) Palta (16.2%), maracuyá (5.4%)	Maíz amarillo (36.7%), caña (20.40%) , Ají paprika (6.1%) Palta (10.2%), maracuyá (4.1%) Otros (22.5%)	Maíz amarillo (25%), caña (16.7%) , Ají paprika (16.7%) Palta (8.3%), maracuyá (25%) Otros (8.3%)
Ingreso económico neto anual	Muy bajos (43.24%), (S/. 6000-8400 ) Bajos (56.76 %), (S/. 9000-9600 )	Ingresos bajos (53.06 %) (S/. 10200-10800 ) Ingresos medios (46.94%) (S/. 13200-14400 )	Ingresos medios (66.7%) (S/.16800-18000) Ingresos altos (33.3%)(S/. 19200-21600 )
Agua para riego	No tiene riego (24,3%) Si tiene riego (75,7%)	No tiene riego (12.65%) Si tiene riego (87.35 %)	No tiene riego (8.33%) Si tiene riego (91.67%)
Crédito	No tiene acceso al crédito (54,1%) Si accede al crédito (45,9%)	No tiene acceso al crédito (28.57 %) Si accede al crédito (71.43 %)	No tiene acceso al crédito (8.33%) Si accede al crédito (91.67%)
Sistemas de producción predominantes	Cultivos perennes para la venta (27 %) Cultivos transitorios-para venta (41.7 %) Pequeña ganad.y crianzas menores (27.5%) Otras actividades (3.8%)	Cultivos perennes para la venta (18.2 %) Cultivos transitorios-para venta (43.5%) Pequeña ganad. Y crianzas menores (23.7%) Otras actividades (14.6%)	Cultivos perennes para la venta (48.75%) Cultivos transitorios-para venta (31.35%) Pequeña ganad. Crianzas menores ( 17.4%) Otras actividades (2.5%)
Capacitación	Si ha recibido capacitación (21.6%) No ha recibido capacitación (78.4%)	Si ha recibido capacitación (40.82%) No ha recibido capacitación (59.18 %)	Si ha recibido capacitación (75%) No ha recibido capacitación (25%)

Estudios sobre tipología de productores se han efectuado en nuestro país, y en varios países latinoamericanos, en función a variables priorizadas según su importancia relativa en la actividad agropecuaria, reportándose resultados similares al presente estudio.

Así, Merma (2012), determinó la existencia de tres tipos de productores en la región del Alto Urubamba (Cusco-Perú); Tipo I: Pequeños agricultores con cultivos perennes extensivos y de economía restringida; Tipo II: Pequeños Agricultores con actividad complementaria no agrícola y economía de autosubsidio; Tipo III: Medianos Agricultores con cultivos perennes intensivos y economía de capitalización.

Aguirre y Chiappe (2007), considerando la proporción de mano de obra familiar y asalariada, el manejo de cultivos y el uso de insumos en El Salto (Uruguay), identificaron tres tipos de productores: 1. Familiar con producción predominantemente convencional, 2. Familiar en transición a producción orgánica o de bajos insumos, y 3. Empresarial con perfil de producción integrada. Estos últimos mostraron un mejor comportamiento al evaluar la sostenibilidad de sus sistemas productivos.

Considerando el grado de organización de los productores, Sifuentes (2009) en un estudio en pequeñas fincas agropecuarias en los cantones de Pérez Zeledón y Coto Brus al sur de Costa Rica, encontró tres tipos de productores: grupo A: conformado por productores asociados, con mayor capital natural; grupo B: conformado por productores tradicionales, menos asociados y organizados; y grupo C: productores con experiencia, asociados y organizados.

Ávila, *et al.* (2000) reportan resultados de la tipificación y priorización de los sistemas de finca en la zona de Caldas (Colombia), caracterizados por la extensión, cobertura y productividad de café, encontrando ocho tipos de productores, de los cuales recomiendan que las mayores prioridades institucionales deberían asignarse a: 1. Fincas con pequeñas extensiones y cobertura café-plátano, 2. Fincas con medianas extensiones y diversidad de cultivos, y 3. Fincas con medianas extensiones y cobertura café-plátano-cacao.

El valor práctico de los estudios de tipologías está en que permite efectuar dominios de recomendación específicos dirigidos a cada grupo encontrado, proponiendo soluciones técnicas e institucionales más cercanas a su realidad (Zúñiga *et al.*, 2004).

Según el Banco Mundial (2008), en los países en vías de desarrollo se pueden distinguir hasta cinco estrategias de supervivencia a nivel de finca. (1) Los hogares que obtienen la mayor parte de su ingreso de involucrarse activamente en los mercados agrícolas (pequeños agricultores orientados al mercado); (2) Los que utilizan la mayor parte de su producto para el autoconsumo (agricultores de subsistencia); (3) Los que derivan la mayor parte de su ingreso del trabajo asalariado en la agricultura y en la economía rural no agrícola (agricultores orientados al mercado de trabajo); (4) Los hogares que pueden escoger abandonar el sector rural por completo, o depender de las transferencias de miembros que han migrado (hogares orientados a la emigración); (5) Los hogares que combinan ingreso de la agricultura, el trabajo no agrícola y la migración (estrategia de diversificación).

Se identifican tres estrategias básicas para lograr mejorar el bienestar del hogar: (1) Intensificación o extensificación agrícola, (2) Diversificación de los medios de vida, y (3) Migración y remesas. Tales estrategias están presentes en las sociedades rurales de América Latina. Su estudio y comprensión permiten un mejor entendimiento de estas sociedades y de sus sistemas de supervivencia, para con base en ello proponer estrategias de intervención a los tomadores de decisiones. El conocimiento local de los productores constituye el recurso dinámico que establece los enlaces entre los diferentes medios de vida y estrategias de supervivencia.

Las evidencias de la tipología permiten inferir que en la estructura socio-económica de las fincas de la zona estudiada coexisten dos lógicas de producción: de racionalidad capitalista y de racionalidad tradicional o de subsistencia. Los medios de producción (tierra, mano de obra, bienes de capital, etc.) son utilizados por el agricultor en forma combinada para obtener una producción que satisfaga en primer lugar las necesidades básicas de la agricultura familiar y luego utiliza los excedentes para la venta.

En este caso, no se trata de privilegiar formas precarias de producción rural, sólo porque éstas son las que predominan en una región. Las consecuencias de optar entre la inviabilidad relativa de la agricultura de subsistencia o su incorporación dentro de la lógica del mercado, son diametralmente opuestas ya que implican la exclusión o la inserción de vastos sectores agrícolas de una determinada región (Valenzuela, 2007).

Merma (2012), manifiesta que, cuando los medios de producción están en mínima cantidad, la agricultura se vuelve una actividad económica poco o nada rentable. Esta situación obliga a los miembros de la familia campesina a emplear su mano de obra por salario; el agricultor busca nuevas fuentes de ingreso económico en ocupaciones fuera de su finca, trabajando en actividades que le generen un ingreso económico adicional (caso tipo II).

Los cultivos perennes, los cultivos transitorios y los frutales; se cultivan principalmente para la venta y en menor proporción para el consumo familiar. La venta de los cultivos comerciales se utiliza para comprar bienes que no pueden ser producidos en la finca.

La pequeña ganadería y crianzas menores es una actividad importante en la economía de la zona, el animal en pié representa un ahorro para el agricultor, pues este puede vender el ganado en caso de presentarse alguna urgencia económica.

Las crianzas menores como aves (gallinas, patos, pavos) y cuyes, son actividades generalizadas en casi todas las fincas; esta producción es principalmente para el autoconsumo familiar y venta.

La figura 47 muestra un dendrograma donde se visualiza las tres tipologías encontradas. Se puede notar la estructura de agrupación por tipo, el número de agricultores que conforman cada tipo y el grado de afinidad que hay entre ellos; así se tiene que el Tipo I agrupa a 38 agricultores, el Tipo II a 46 agricultores y el Tipo III a 14 agricultores, haciendo un total de 98 agricultores que conforman toda la población.

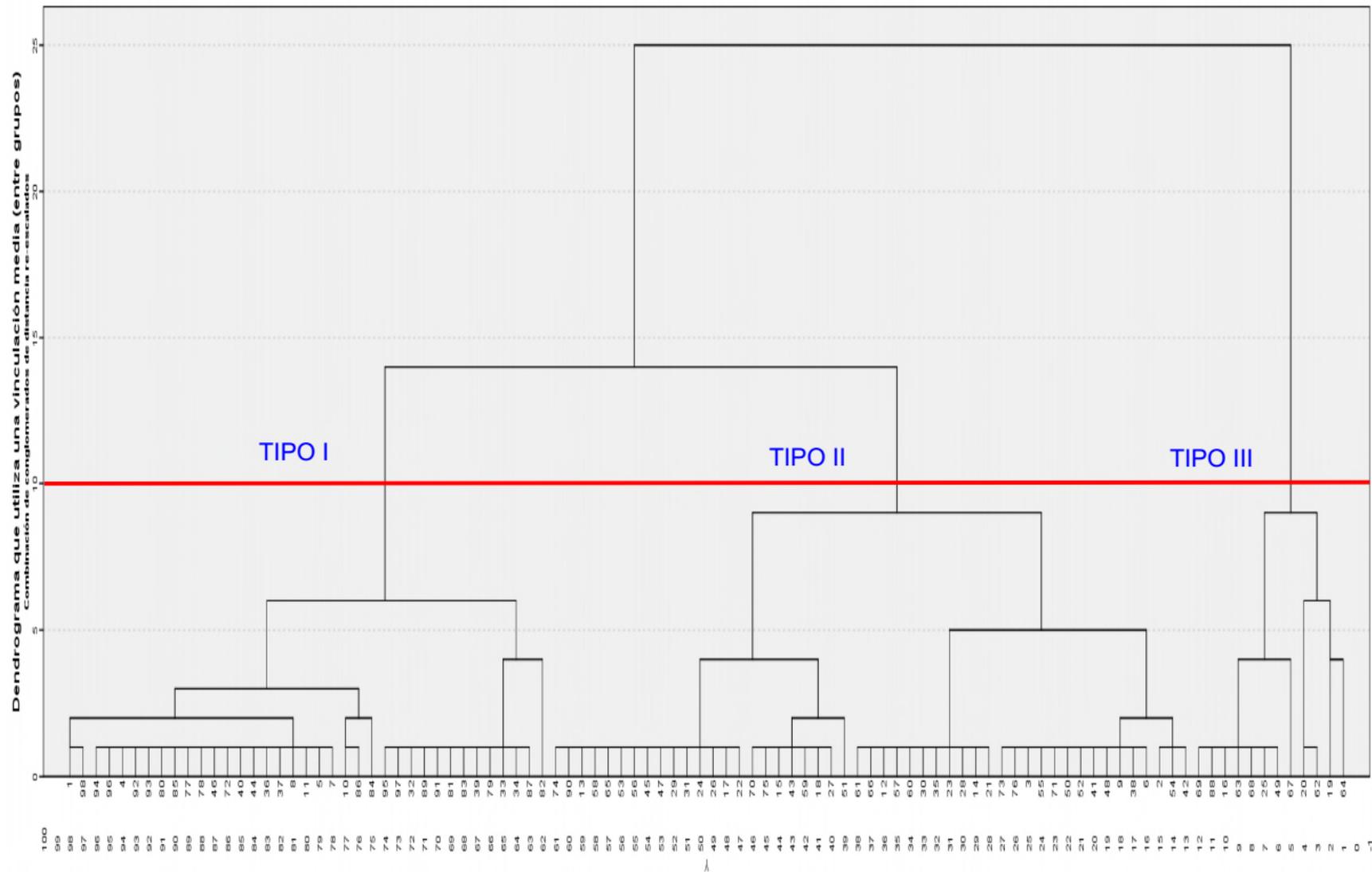


Figura 47. Tipos de agricultores en la cuenca media y baja del río Supe (n=98, año 2014)

### 4.3.2. Identificación de limitaciones y potencialidades

Con la participación de grupos involucrados, líderes y productores de la zona y después de haber hecho un examen grupal tipo FODA se ha efectuado el siguiente análisis:

**a. Problemática de la CAU Caral:**

1. Identificación de problemas.- Resulta del conocimiento, la opinión y consenso de los participantes, se han seleccionado los problemas más relevantes que afectan a la producción agrícola de la CAU (Cooperativa Agraria de Usuarios).

- P1 = Bajo precio de los cultivos producidos en la CAU
- P2 = Escaso apoyo de entidades del Estado
- P3 = Corrupción de dirigentes y administradores
- P4 = Baja productividad
- P5 = Venta de activos de la CAU
- P6 = Escasa innovación tecnológica
- P7 = Migración de la población juvenil
- P8 = Desorganización institucional

2. Jerarquización de problemas.- Se construye la matriz de Vester, en donde se coloca un valor (escala de 0 a 3), donde cero representa menor causalidad del problema con respecto a los demás y tres significa mayor causalidad (ver metodología). Este valor resulta de la calificación que le otorgan los participantes.

Cuadro 13: Matriz de Vester para los problemas identificados en la CAU Caral- Supe –Lima

PROBLEMAS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	TOTAL ACTIVOS ( X )		
P1 = Bajo precio de los cultivos	0	1	0	1	2	2	3	1	10	N	
P2 = Escaso apoyo del Estado	1	0	2	3	1	2	1	2	12	F	
P3 = Corrupción de dirigentes y adm	0	2	0	2	3	2	1	3	13	L	
P4 = Baja productividad	1	2	2	0	3	2	2	1	13	U	
P5 = Venta de activos de la CAO	1	1	1	2	0	2	2	2	11	E	
P6 = Escasa innovación tecnológica	2	1	0	3	0	0	2	1	9	N	
P7 = Migración de la población juvenil	0	0	1	1	1	3	0	1	7	C	
P8 = Desorganización institucional	0	1	2	2	2	3	3	0	13	I	
TOTAL PASIVOS (Y)	5	8	8	14	12	16	14	11		A	
	<b>DEPENDENCIA</b>										

Luego de efectuar la suma de las filas y las columnas para cada problema enumerado de antemano, se grafica un plano cartesiano y se determina la ubicación de cada problema a través de un punto en el eje de coordenadas x, y; enseguida se divide el plano en cuatro

secciones para distinguir el grado de causalidad e importancia de cada uno de los problemas encontrados. De acuerdo con la calificación obtenida se distinguen cuatro tipos de problemas, que ofrecen diferente tipo de tratamiento.

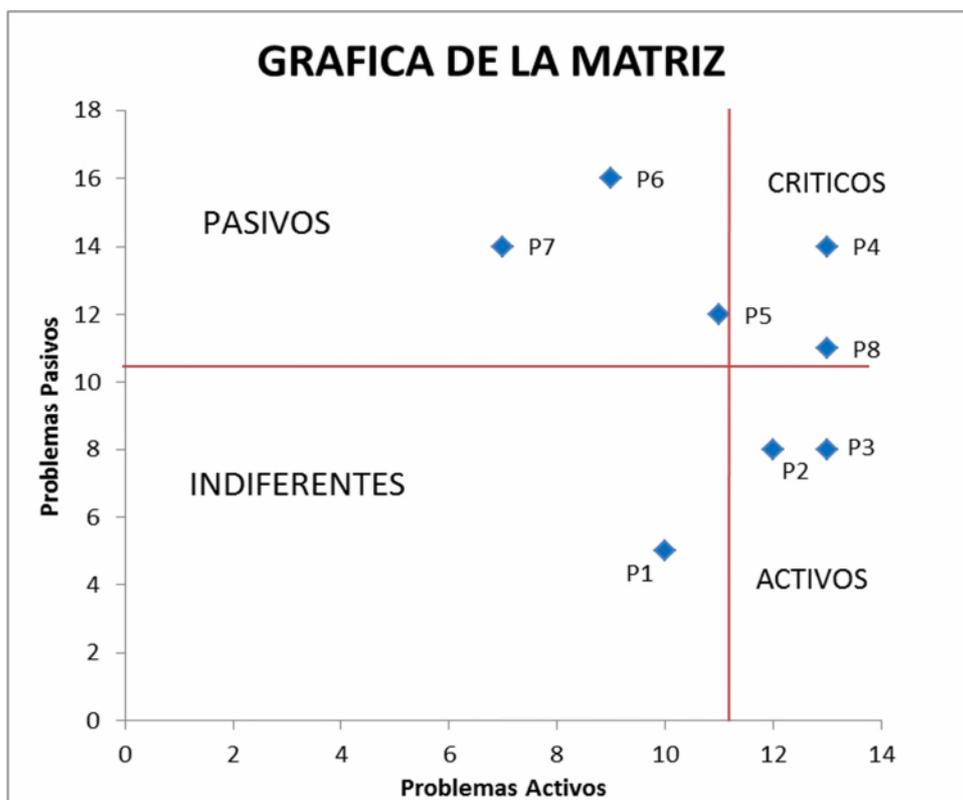


Figura 48. Calificación de problemas según su grado de causalidad en la CAU Caral

Se observa que los problemas: P5, P6 y P7 son pasivos; P2 y P3 son activos; P1 es indiferente; y P4 con P8 son críticos. Según estos resultados, los problemas activos influyen mucho sobre los demás, estos son las causas primarias del problema central y deben tener alta prioridad en su intervención. Los problemas pasivos no influyen de manera importante sobre los otros, son los efectos del problema central. Los problemas críticos tienen un alto grado de causalidad con los demás, requieren de un análisis especial en el tipo de solución planteada, ya que pueden desestabilizar el desarrollo del sistema (Malagón y Prager, 2001).

3. Construcción del árbol de problemas.- Es un acto de jerarquización de problemas, donde se identifica un problema central y con base en él se ubican en el nivel superior aquellos que son causados por varios problemas, y a su vez no son causa de otros, y en el nivel

inferior aquellos problemas que influyen mucho sobre los demás, pero que no son causados por otros.

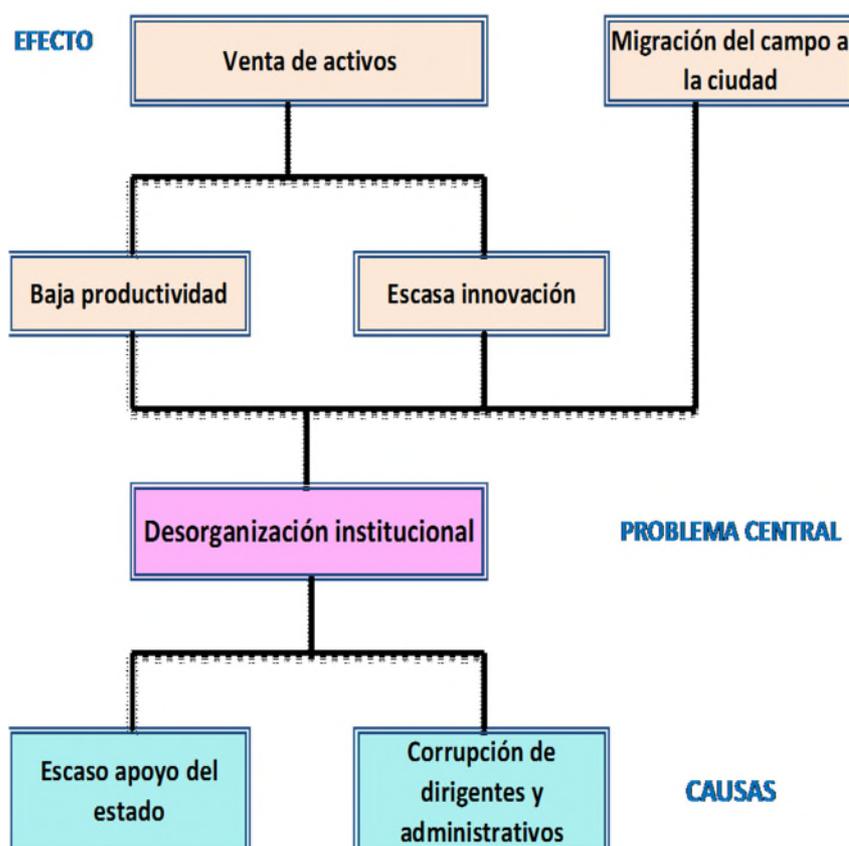


Figura 49. Árbol de problemas de la CAU Caral

En el análisis efectuado se observa que el problema central es la desorganización institucional.

Las asociaciones del tipo cooperativistas, sociedades agrícolas de interés social y sociedades campesinas, han ingresado a una etapa de estancamiento y desarticulación, resultado de una continua degradación de sus valores morales y éticos, pérdida de los activos y capital de trabajo, sumado a estos factores la corrupción de sus dirigentes y funcionarios.

En la cuenca media y baja del río Supe, luego de la reforma agraria se formaron varias cooperativas agrarias de producción y sociedades agrícolas de interés social, que fueron perdiendo sus bienes y capital de trabajo hasta quedar reducido a pequeñas parcelas que conduce cada ex cooperativista; es el caso de las CAUs, y la más representativa de la zona

en estudio es la CAU CARAL, que abarca la mayor cantidad de sectores agrícolas de la cuenca media y la cuenca baja.

Por otra parte el mínimo e inoportuno apoyo del Estado, agudiza la situación crítica por la que atraviesan los agricultores de la zona en estudio.

Como consecuencia inmediata la productividad de los cultivos representativos de la cuenca ha disminuido, sumado los bajos precios, falta de mercados auspiciosos y abandono de las parcelas de cultivo por la baja rentabilidad. Los efectos finales son la venta de activos de la empresa asociativa por deudas contraídas y la migración de la población especialmente joven hacia la ciudad de Barranca, Lima y otras zonas del país en busca de mejores alternativas económicas y de trabajo.

Según Valenzuela (2007), la identificación de las restricciones técnicas, económicas, legales o de organización, puede permitir la generación de propuestas de solución y el diseño de estrategias para poner en práctica las soluciones, vía acciones de carácter discontinuo (proyectos de inversión) y continuo (servicios, sistemas de producción y otros).

#### **4.3.3 Diseño de fincas**

Para el diseño, se utilizó los resultados encontrados en etapas previas de evaluación y análisis; en este caso se toma como referencia central las tres tipologías encontradas para los agricultores que conducen sus fincas en la cuenca media y baja del río Supe.

Se construyeron modelos de representación gráfica; estos son diagramas cualitativos que sintetizan y muestran el funcionamiento de las fincas con los sistemas de producción prevalecientes en la zona de estudio.

De la información obtenida a través de las encuestas y estudios de caso, así como de la conceptualización de la finca como unidad de estudio se ha podido elaborar los diagramas (modelos) de flujo para cada tipo encontrado; en donde se muestran los componentes, la forma en que estos interactúan y las principales entradas y salidas del sistema.

#### **4.3.3.1. Diseño actual**

Se ha organizado modelos de representación cualitativa de las fincas más representativas de la zona, mediante diagramas que muestran las características del subsistema socio económico (la familia campesina) y de los agroecosistemas (AGES) o campos de cultivo y núcleos de crianza.

Las figuras 50, 51, y 52, nos muestran los diseños para cada tipología encontrada. El modelo cualitativo propuesto se presenta en forma de diagrama (gráficos lineales) porque estos representan la mejor manera de comunicar conceptos y datos que si se emplearan ecuaciones o palabras. En el modelo se puede apreciar el desempeño dinámico del subsistema socioeconómico, es decir el hogar campesino y su administración de recursos; y los agroecosistemas de cultivos y crianzas con sus respectivos flujos e interacciones.

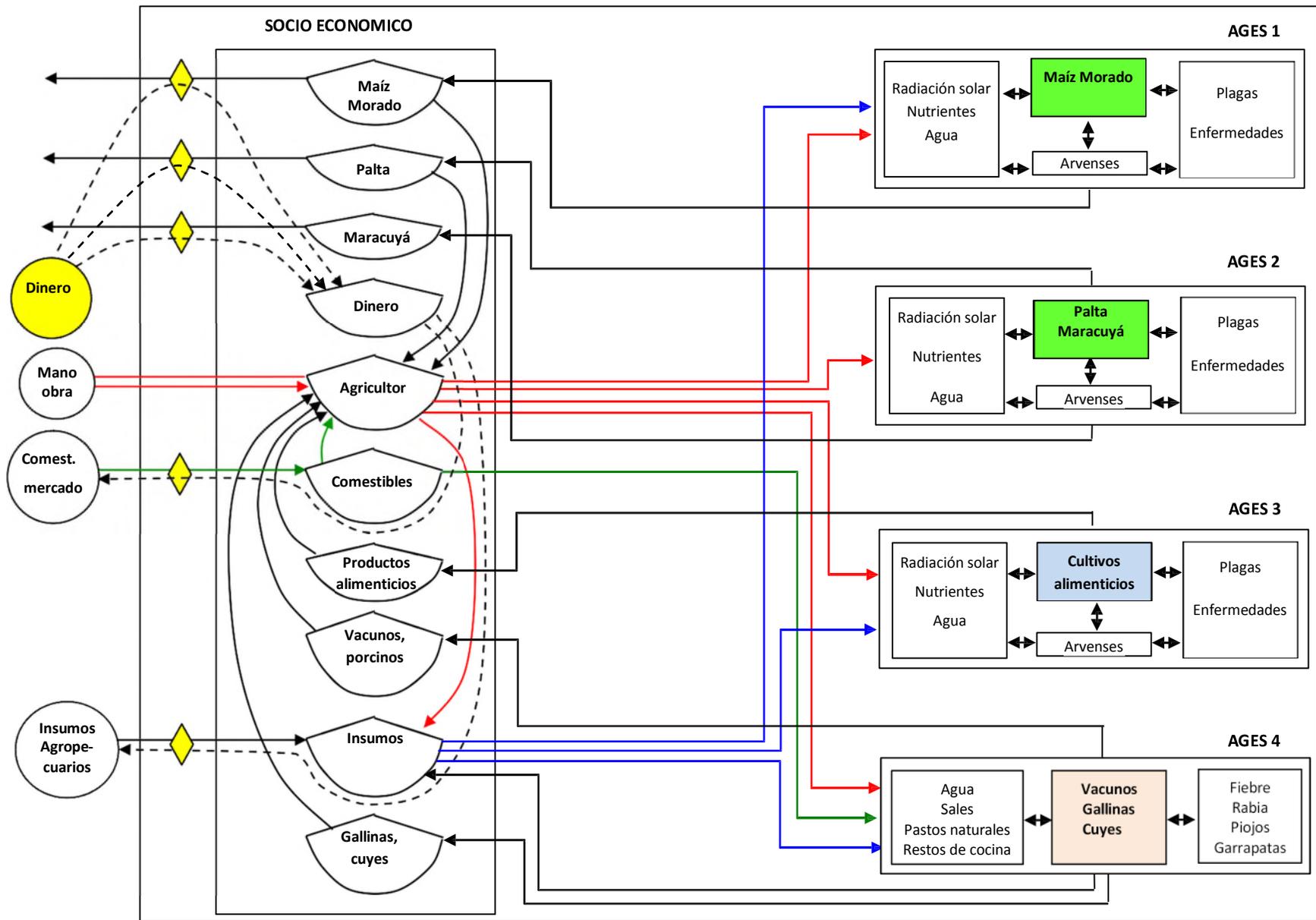


Figura 50. Diagrama cualitativo de flujos del sistema de finca de los agricultores Tipo I – Diseño actual

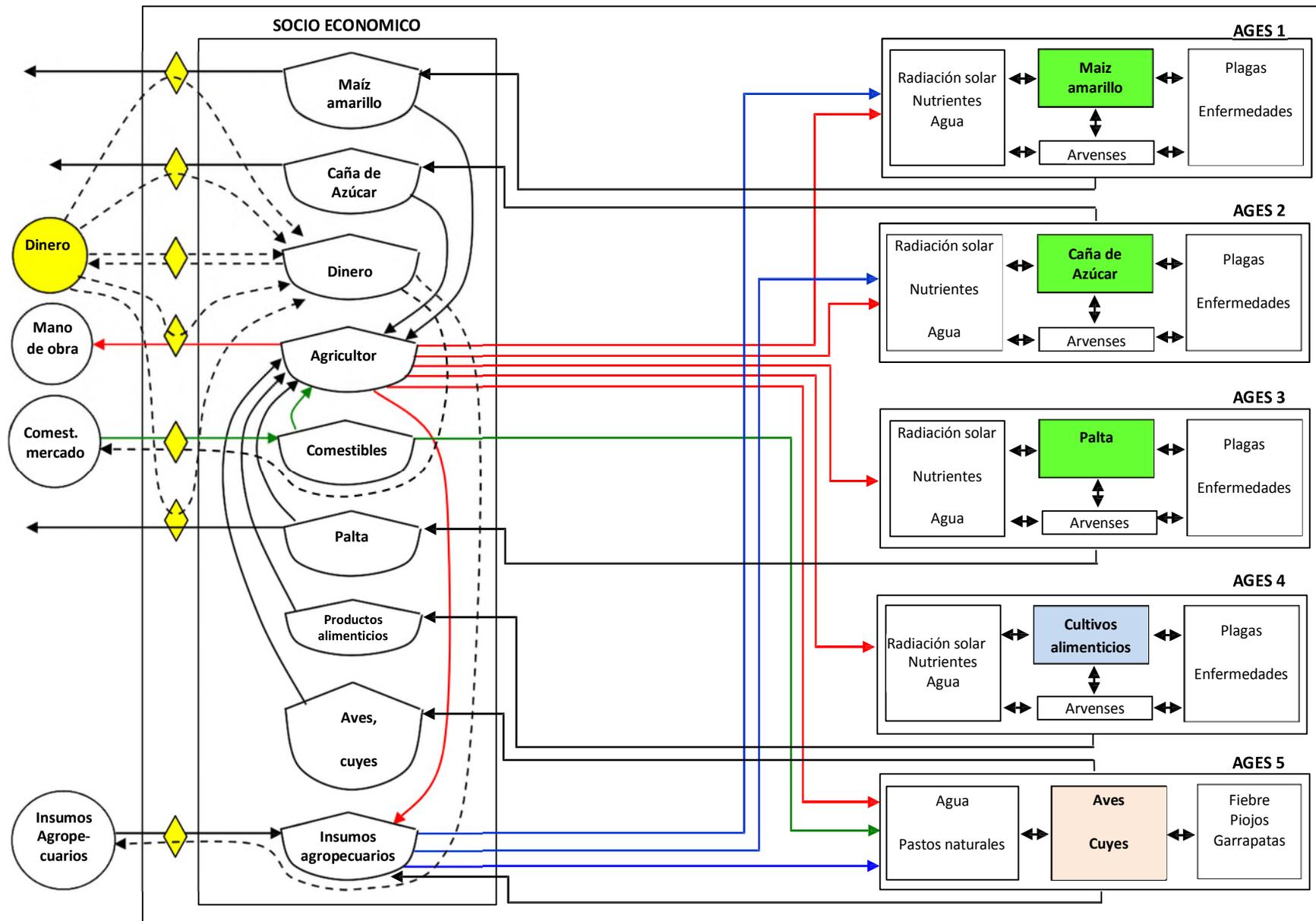


Figura 51. Diagrama cualitativo de flujos del sistema de finca de los agricultores Tipo II – Diseño actual

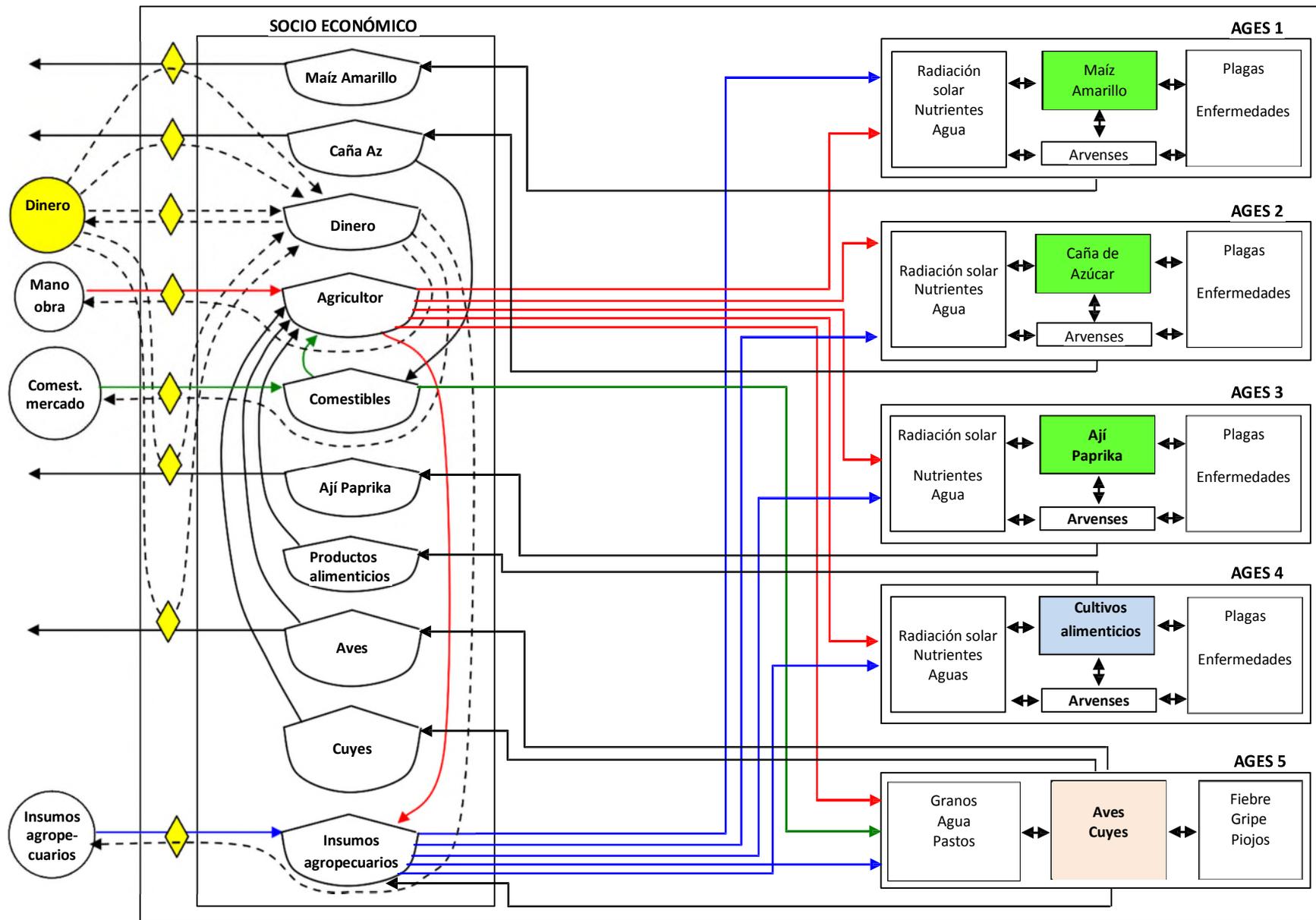


Figura 52. Diagrama cualitativo de flujos del sistema de finca de los agricultores Tipo III – Diseño actual

Las fincas tipo I producen maíz morado, palta, maracuyá, cultivos alimenticios y crianzas como porcinos, aves y cuyes. El agricultor vende su cosecha de maíz morado, maracuyá, palta; los cultivos alimenticios y las crianzas se destinan en un gran porcentaje para el autoconsumo; compra insumos y parte de comestibles del mercado; no accede al crédito y paga la mano de obra. Sus ingresos son bajos (menos de 10,000 Soles de ingreso neto anual) y cuando no vende sus productos se adapta a condiciones de autosubsistencia.

Las fincas tipo II producen maíz amarillo, así paprika, caña de azúcar, y palta para la venta; así como cultivos alimenticios y crianzas menores los cuales se destinan para el autoconsumo y para la venta al mercado. El agricultor accede al crédito, alquila la mano de obra y maquinaria agrícola de fuera de la finca; para mejorar su nivel de ingreso económico trabaja en diversas ocupaciones fuera de su finca; de esa manera obtiene dinero adicional que le sirve para la subsistencia y si hay remanente económico, adquiere bienes de producción.

Las fincas tipo III tienen producción intensiva de maíz amarillo, caña de azúcar, ají paprika, así como cultivos alimenticios para el autoconsumo y producción de aves y cuyes para el mercado. El agricultor accede al crédito, alquila mano de obra fuera de la finca, alquila tractores agrícolas para preparación de suelos. Sus ingresos son buenos (hasta 50,000 Soles de ingreso neto anual) y los invierte en nuevos procesos de producción. Es emprendedor y tiene capacidad de gestión, además capitaliza la finca mediante la compra de bienes de producción.

#### **4.3.3.2. Diseño propuesto**

La propuesta de nuevos sistemas se basa en la necesidad de revisar experiencias (técnicas, económicas) de los cultivos. Los frutales y semillas comestibles tienen proyecciones positivas en el mediano plazo dependiendo del fortalecimiento de la economía mundial; en estos la diferenciación del producto por calidad será importante para alcanzar mayores precios y competir en el mercado. Los productores que adopten más tecnología para mejorar el cultivo y su procesamiento, se beneficiarán; mientras que los no adoptadores seguirán en la crisis de bajos precios o abandonarán sus plantaciones.

La fruticultura es sin duda una de las apuestas más promisorias para contribuir al mejoramiento de la vida rural y la reconversión del agro. La producción de frutas y nutraceúticas son rentables, todos los indicadores señalan que la producción e industria de estos tiene grandes oportunidades en los mercados nacionales, regionales e internacionales (IICA, 2008).

La fruticultura ofrece considerables beneficios sociales ya que las plantaciones pueden generar oportunidades de trabajo mejor remuneradas por tratarse de rubros que permiten encadenamientos, desde la fabricación de insumos para la producción, hasta la comercialización. La agroindustria rural es otro sector que está creciendo dando alternativas para el aprovechamiento de las frutas por grupos de pequeños empresarios, especialmente mujeres organizadas, quienes obtienen ingresos de las actividades de procesamiento de las frutas (IICA, 2008).

Las actividades de la fruticultura además son muy congruentes con la responsabilidad social empresarial. Los consumidores internacionales demandan el cumplimiento de condiciones sociales y están dispuestos a pagar un sobreprecio por los productos que demuestren cumplir con esos estándares.

Los frutales tradicionales y los no tradicionales (granada, lúcuma, pecanas y otros) tienen un tratamiento distinto, pues mientras los primeros ya tienen mercados asegurados, los segundos aún no lo tienen. Tomará tiempo y capital lograr el desarrollo tecnológico y de los mercados necesarios para asegurar el desarrollo sostenible. Mientras tanto el desarrollo de las nuevas alternativas productivas debe empezar con los mercados locales.

Cultivos perennes (como caña de azúcar, maracuyá y espárragos), y árboles frutales constituyen excelentes componentes para diseñar sistemas agrícolas. Estos sistemas son utilizados en regiones de diversas condiciones ecológicas, económicas y sociales. En regiones con suelos fértiles los sistemas pueden ser muy productivos y sostenibles; igualmente, estas prácticas tienen un alto potencial para mantener y mejorar la productividad en áreas que presenten problemas de baja fertilidad y exceso o escasez de humedad de los suelos.

Las Figuras 53, 54 y 55 muestran los sistemas de finca alternativos o mejorados para cada tipo de agricultor; en ellas se observan las propuestas de corrección y mejora de los sistemas estudiados.

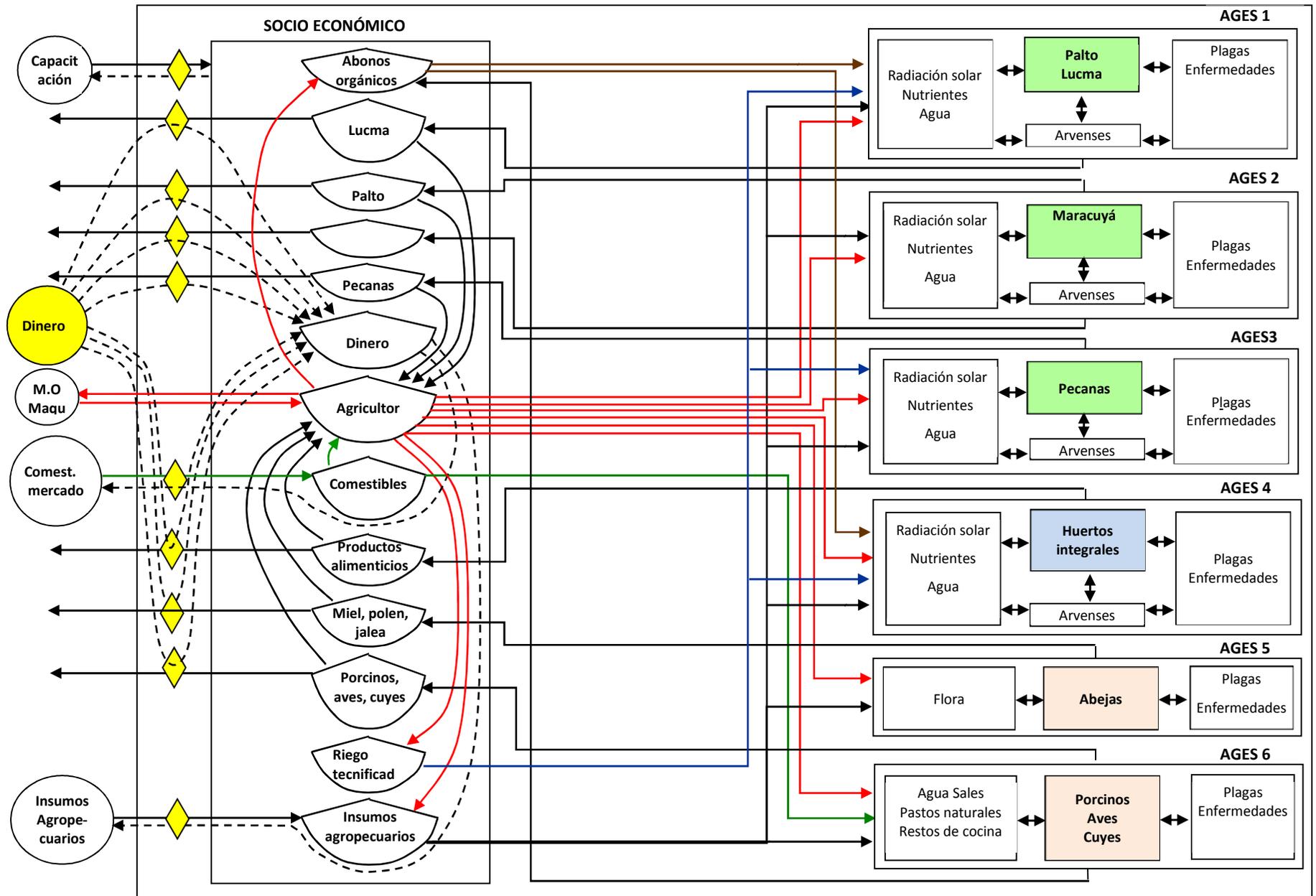


Figura 53. Diagrama cualitativo de flujos del sistema de finca de los agricultores Tipo I – Diseño propuesto

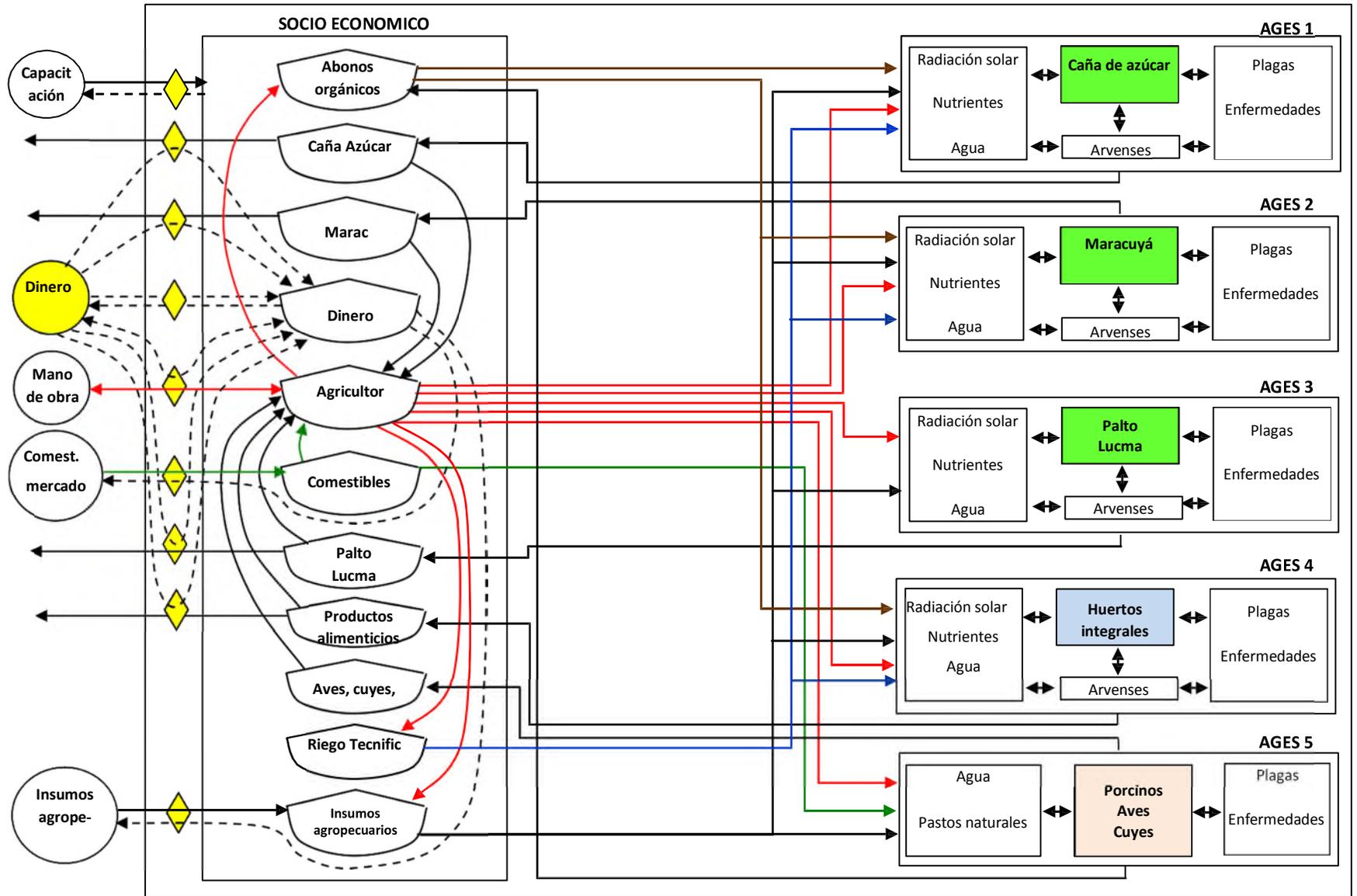


Figura 54. Diagrama cualitativo de flujos del sistema de finca de los agricultores Tipo II – Diseño propuesto

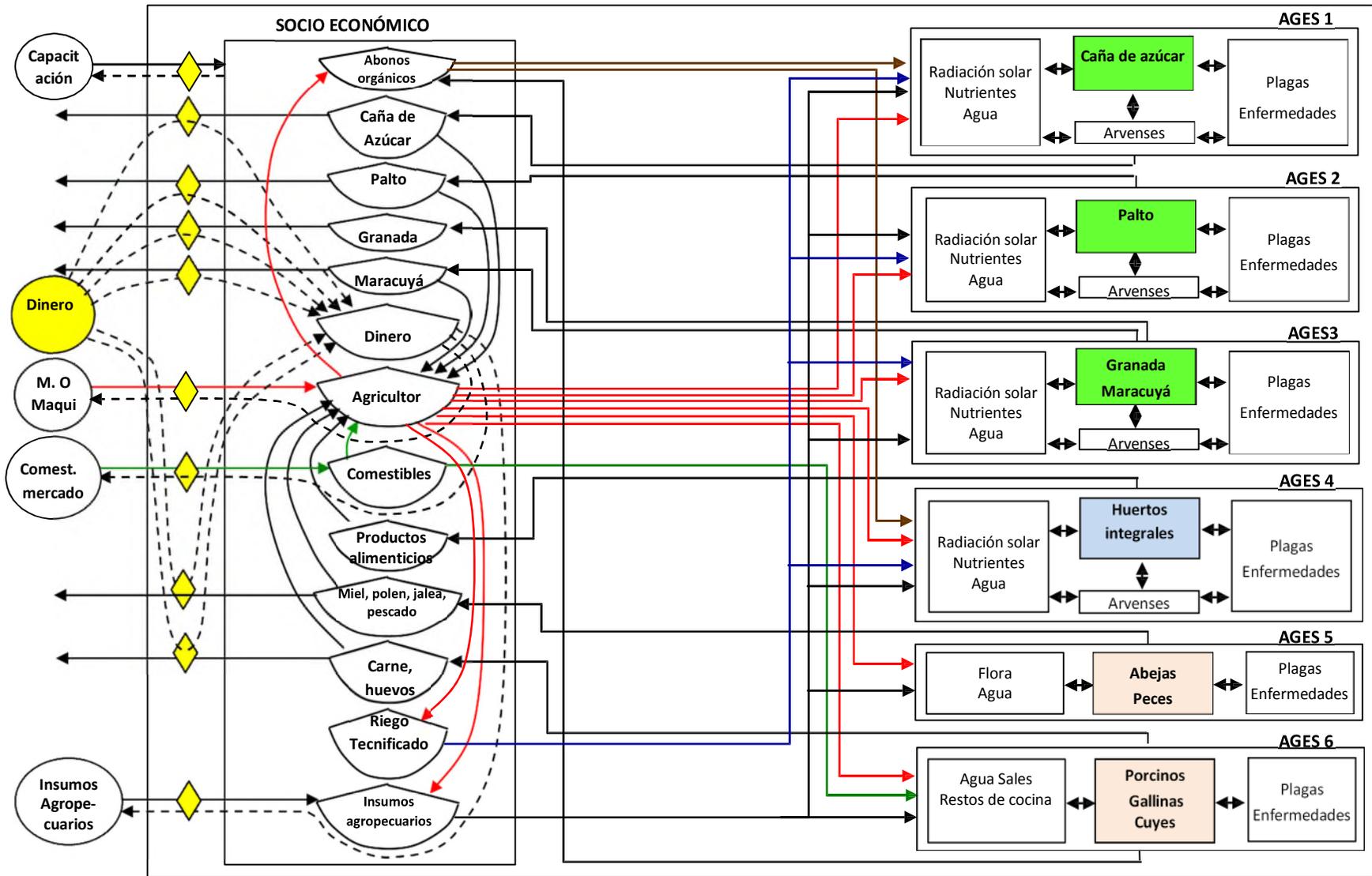


Figura 55. Diagrama cualitativo de flujos del sistema de finca de los agricultores Tipo III – Diseño propuesto

La Figura 53 muestra el diseño propuesto para los agricultores tipo I, en donde se incluye los cultivos de lucma y pecanas, por ser productos adaptables a la zona y con buenas posibilidades de mercado; los cultivos alimenticios son manejados en huertos integrales, su producción es para el autoconsumo y los excedentes para la venta; se propone el uso de abonos orgánicos, se incorpora la crianza de abejas para la producción de miel, polen y jalea para el mercado y la producción de porcinos, aves y cuyes para la venta. Además se incorpora riego tecnificado para los frutales con la finalidad de brindarle mayor productividad y continuidad a la producción agrícola durante todo el año. Se proyecta incorporar el uso de máquinas agrícolas en mantenimiento de los cultivos.

Estas innovaciones permitirán que el agricultor mejore su nivel tecnológico, se relacione más con el mercado y obtenga mayor ingreso económico para la finca. Así también se propone adicionar el componente de capacitación y transferencia tecnológica que es de importancia vital.

La Figura 54 muestra el diseño propuesto para los agricultores tipo II, en donde se plantea la reconversión de la producción convencional a la producción orgánica de palto maracuyá Lucma, aprovechando las condiciones naturales del medio y el manejo tradicional de estos cultivos en la zona. Se incluye la producción de frutales con abonos orgánicos, se proponen el uso de riego tecnificado, el uso de la mano de obra conjuntamente con las máquinas agrícolas en labores de preparación de suelos y de mantenimiento del cultivo. En el modelo propuesto se incluye el componente de capacitación y transferencia tecnológica que es de suma importancia.

Los cultivos alimenticios son manejados en huertos integrales, cuya producción es para el autoconsumo y para venta en el mercado local; la producción de crianzas menores como porcinos, aves y cuyes para el autoconsumo y para la venta. Se incorpora el riego tecnificado y uso de abonos orgánicos aprovechando el estiércol que deja la producción pecuaria. Estas innovaciones permitirán que el agricultor aumente su productividad, generando bienestar y sosiego trayendo como consecuencia su permanencia en la finca al encontrar opciones rentables de producción.

La Figura 55 muestra el diseño propuesto para los agricultores tipo III, en donde se incorpora frutales como el palto, la granada y el maracuyá.

Los cultivos alimenticios son manejados en huertos integrales, su producción es para el autoconsumo y para la venta en el mercado local. Se incorpora la crianza de abejas para la producción de miel, polen, jalea y peces como la tilapia y carpa, para el mercado. La producción de porcinos, cuyes y aves es principalmente para la venta en los mercados cercanos como Supe y Barranca. Se integra en riego tecnificado y el empleo de abonos orgánicos utilizando el estiércol de la producción pecuaria. Se adiciona el componente de capacitación y extensión agropecuaria. Estas innovaciones potencializarán más los recursos con que cuentan los agricultores, mejorarán los niveles de productividad e ingreso económico de la finca.

Los mercados exigen grandes mejoras en eficiencia productiva para reducir costos unitarios de producción, lo que solo podrá lograrse en las tierras con mayor potencial productivo, donde se pueda producir a bajo costo y con una alta intensidad tecnológica.

Desarrollar en las cuencas hidrográficas de la costa peruana la eficiencia productiva y competitividad para los productos tradicionales de exportación permitirá el desarrollo económico indispensable para el cuidado a nivel local de la biodiversidad y los recursos naturales (IICA, 2008). El desarrollo de mercados para los productos provenientes de la biodiversidad y de la agricultura ecológica, es uno de los más importantes retos para la investigación y el desarrollo sostenible de los valles costeros.

El diseño de agrosistemas sustentables y autosuficientes para campesinos latinoamericanos tiene como objetivos: que los sistemas productivos sean estables y diversificados en el tiempo y en el espacio tanto en cultivos como en vegetación de apoyo, que permitan la autosuficiencia alimentaria y productiva, que logren la conservación y regeneración de recursos naturales (agua, suelo, nutrientes y germoplasma), que tengan potencial económico, que apliquen una tecnología social y culturalmente aceptable, y que posean capacidad de autogestión y efecto multiplicador (Altieri, 1997 citado por Alvarado, 2004).

Según Sifuentes (2009), una finca es organizada con cultivos y crianzas por el agricultor, con base en su conocimiento de los sistemas instalados y el interés personal del productor (capital cultural), las oportunidades de mercado, los precios de los productos y la disponibilidad de capital (capital financiero), el aprovechamiento de fuentes de agua para el ganado y el terreno disponible (capital natural).

El productor y su familia juegan un papel muy importante en la toma de decisiones sobre el uso de la tierra, ya que ellos manejan directamente los recursos de las fincas con fines de maximizar su producción y beneficios, priorizando su subsistencia y seguridad alimentaria y buscando sistemas de producción diversificados que conllevan al establecimiento de diferentes diseños dentro de sus fincas (López *et al*, 2007).

Un modelo se construye con el propósito de entender y explicar el funcionamiento del sistema real (León-Velarde y Barrera, 2003). Los diseños de finca representan los elementos constitutivos como son los componentes (estructura del sistema) y los flujos (que definen la función del sistema), todos ellos ensamblados con un propósito común.

El subsistema socio económico es la unidad que controla los procesos agrícolas de la finca, es el núcleo familiar que dispone de una infraestructura física (vivienda, almacenes), tiene equipos, herramientas, insumos, alimentos; administra los bienes y toma decisiones.

Los AGES son subsistemas de la finca compuestos por cultivos y crianzas propios de la costa y quebradas; son unidades de producción que requieren entradas de energía (mano de obra) y materiales (insumos agropecuarios) para producir salidas (productos agrícolas y pecuarios) los cuales se destinarán para la venta y para el autoconsumo.

En el presente estudio, se ha logrado organizar una representación cualitativa de las fincas más representativas de la zona. Los sistemas propuestos se sustentan en

la necesidad de optimizar los recursos, incluyendo nuevos cultivos y crianzas, ordenarlos de tal manera que puedan mejorar los rendimientos biológicos y económicos de la finca. Estos diseños deben ser evaluados ex post para validar su eficiencia en las condiciones de la cuenca media y baja del río Supe.

#### **4.3.3.3. Representación gráfica de las tipologías**

Con el fin de realizar un análisis comparativo entre las diferentes fincas campesinas, se ha calculado el ingreso neto anual por finca (S/.) y la superficie de la finca (ha), con estos datos se ha graficado las tres tipologías encontradas, agrupando como “una nube de puntos” a los agricultores comprendidos en cada tipo.

En la figura 56 se observa la posición que toma cada tipo entre sí y respecto a los umbrales de “sobrevivencia” (nivel mínimo con el cual una familia puede sobrevivir), en este caso se considera el salario mínimo de un jornalero en la zona (S/. 23.0) y el “umbral de reposición” (mínimo necesario para satisfacer las necesidades de la familia campesina y reponer los medios de producción), se considera un nivel promedio de remuneración por día de trabajo rural (S/. 30.00).

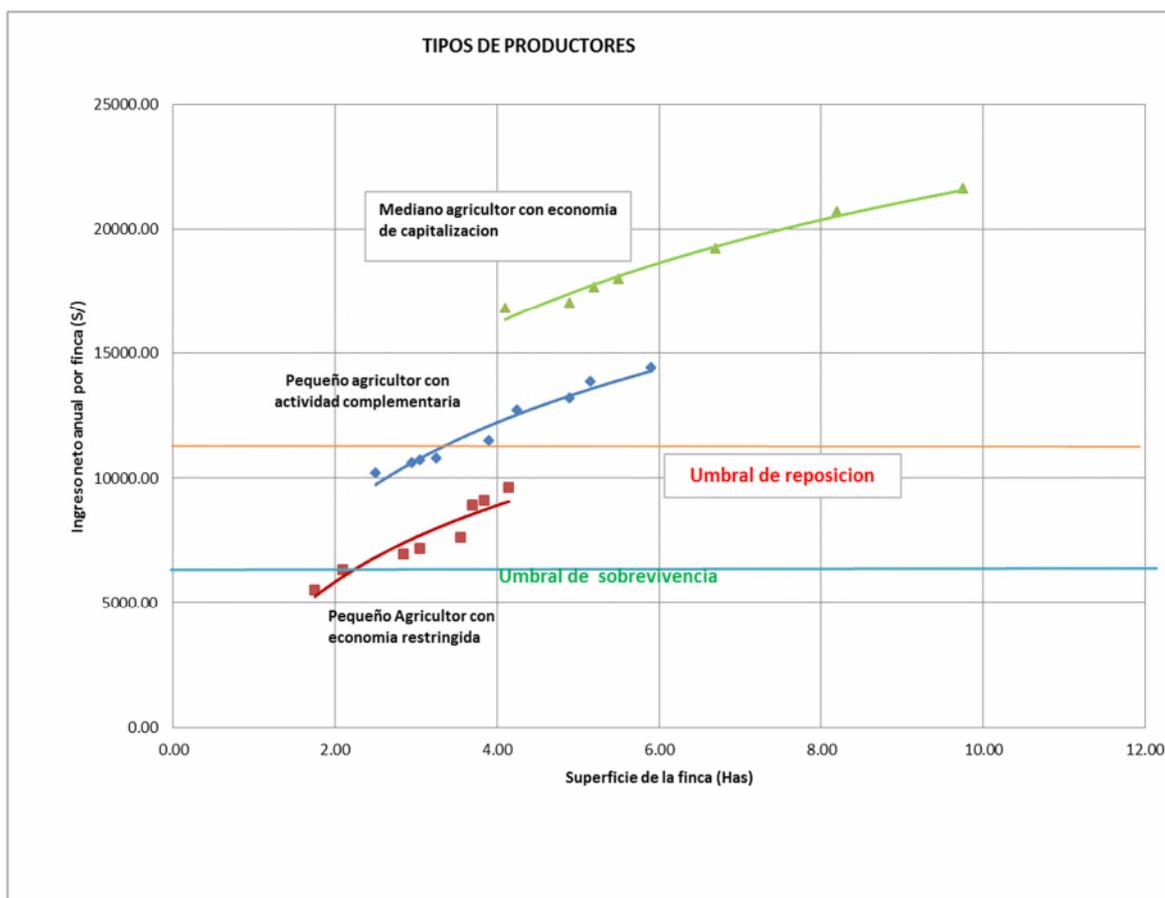


Figura 56. Representación gráfica de los tipos de productores en la cuenca baja y media del río Supe (n=98, año 2014)

Umbral de reposición = S/. 10,800 (ingreso neto anual) = S/. 30.00 jornal diario.

Umbral de supervivencia = S/. 8,400 (ingreso neto anual) = S/. 23.00 jornal diario.

Nº miembros promedio por familia = 3 miembros

Los pequeños agricultores con economía restringida (tipo I), se ubican entre ambos umbrales, lo que significa un estancamiento de los medios de producción y una condición económica precaria entre la venta poco rentable de sus productos agropecuarios y la autosubsistencia. Los que se sitúan en el nivel inferior pueden llegar a abandonar la finca mediante la migración, el alquiler o venta de su predio.

Los pequeños agricultores con actividad complementaria no agrícola (tipo II), apenas superan el umbral de reposición. Los ingresos de fuera de la finca subsidian las necesidades básicas de la familia y les permiten hasta cierto punto, reponer sus medios de producción. En cambio la conducción de la finca queda desatendida y los niveles de producción disminuyen.

Los medianos agricultores con economía de capitalización (tipo III), superan ampliamente ambos umbrales debido al mayor ingreso económico y a la explotación eficiente de sus agroecosistemas. Estos productores generan suficiente economía para reproducir con éxito los bienes de producción y de esa manera capitalizar su finca.

Este análisis tiene un condicionante económico. Yurjevic (1998) citado por Alvarado (2004) señala que “la transición de la agricultura campesina hacia la sustentabilidad depende directamente de las inversiones que se hagan para mejorar la gestión social, productiva y económica, así como en los stocks de capital humano, natural productivo, social y construido”.

El mejor parámetro para conocer el grado de capitalización de la finca es la racionalización del proceso productivo, el creciente nivel tecnológico y el grado de integración al mercado, tanto para colocar la producción como para obtener de él los insumos requeridos. A medida que se profundiza la dependencia del mercado, disminuye la proporción de la producción dedicada al autoconsumo familiar (Tepicht, 1990 citado por Rodríguez y Jiménez, 2007).

Sin embargo, el campesino y su finca no operan como una empresa en el sentido económico, tal como lo señalan Bryceson (2000) y Westphal (2002), pues sus actividades están orientadas a lograr el desarrollo del hogar y no el de un negocio; a diferencia de la granja que como empresa agrícola es un negocio que opera factores de producción generalmente adquiridos en el mercado y organizados para generar mercancías que den un rendimiento económico.

En cambio, la producción campesina funciona con base en la organización de diferentes rubros interactivos en el marco de la finca, algunos de ellos orientados al intercambio externo y otros al autoconsumo. Por lo tanto, en la producción campesina, la toma de decisiones está supeditada a la obtención de un producto predial y no de un rubro en particular.

La agricultura es en realidad mucho más que una actividad económica diseñada para producir un cultivo o para obtener el más alto beneficio en el menor tiempo posible. La discusión sobre la agricultura sostenible debe ir más allá de lo que

sucede dentro de los límites de la unidad de producción individual. La producción agrícola es un sistema mucho más vasto (Gliessman *et al*, 2007).

En el siglo XXI, la agricultura sigue siendo un instrumento fundamental para el desarrollo sostenible y la reducción de la pobreza. Según el Banco Mundial (2008) la agricultura puede ayudar a reducir la pobreza rural que aún persiste si los pequeños agricultores se convierten en proveedores de los mercados modernos de alimentos, si se generan buenos empleos en la agricultura y la agroindustria y se introducen mercados para los servicios ambientales.

Para que estas posibilidades se concreten, también hace falta la mano visible del Estado en la tarea de brindar servicios públicos esenciales, mejorar las condiciones para la inversión, regular la ordenación de los recursos naturales y garantizar la obtención de resultados sociales deseables.

Resulta imperioso lograr que los sistemas de explotación agrícola de los pobres en las zonas rurales se vuelvan menos vulnerables al cambio climático. El manejo de los vínculos entre agricultura, conservación de los recursos naturales y medio ambiente debe ser parte integral del uso de la agricultura para fines de desarrollo.

Para reducir la pobreza es necesario mejorar la disponibilidad de activos de los productores de las zonas rurales, hacer más competitiva y sostenible la agricultura en las fincas, diversificar las fuentes de ingreso orientándolas al mercado laboral (Banco Mundial, 2008).

La inestabilidad de los mercados y la tendencia al incremento de los precios de los insumos constituye una amenaza a los medios de subsistencia de los productores. El Estado debe regular las operaciones comerciales para que estas sean más justas y eficientes. También la mejora de la calidad de los productos cosechados y el comercio justo pueden generar nuevas oportunidades para acceder a mercados más rentables.

En la cuenca media y baja del río Supe, es necesario convertir a la agricultura tradicional en una agricultura más competitiva, que esté impulsada por pequeños

empresarios integrados en amplias cadenas de valor que vinculen a los productores con los consumidores e incluyan a la gran mayoría de pequeños agricultores.

#### **4.3.3.4. Propuesta de alternativas tecnológicas**

Tomando como referencia los pasos anteriores, como el diagnóstico regional, la evaluación de sustentabilidad de fincas y la identificación de limitantes y potencialidades de la zona, se proponen alternativas técnicas para los tres niveles de estudio: agroecosistema, finca y región (Figura 57).

Agroecosistema	Finca	Cuenca
Utilización de semillas certificadas y de calidad	Titulación completa de predios rurales	Mejoramiento de las vías de comunicación
Uso de abonos orgánicos y guano de las islas	Optimización de la mano de obra y uso de Mec. Ag.	Mejoramiento de la infraestructura para la producción: de riego, de acopio, almacenes, secaderos, caminos
Control integrado de plagas y enfermedades	Especializac en cultivos y crianzas de alto valor	Gestión del territorio en base a manejo de cuencas
Instalación de riego tecnificado	Microcréditos y fondos rotatorios accesibles al productor	Fomentar la expansión de nuevos mercados
Intensificación de la producción agropecuaria	Industrialización de productos agrarios	Promover la asociación entre los productores
Uso de sistemas de producción sostenibles	Recuperación, innovación de tecnologías locales	Prevención y control de quemas e incendios
Crianza animales menores: aves, cuyes, cerdos, otros	Fomento a la creación de empresas agrícolas	Reducir el riesgo de eventos geodinámicos de carácter destructivo
Aplicación de tecnologías agroecológicas	Producción de cultivos orgánicos alimenticios	Ingresar en el mercado de frutales orgánicos
Fomento de la apicultura y piscicultura	Capacitación en técnicas agroecológicas y gestión empresarial	Levantar un plan base de ordenamiento territorial
Programa de manejo de suelos y aguas		

Figura 57. Alternativas tecnológicas agropecuarias propuestas para la cuenca baja y media del río Supe, Barranca – Lima.

Para implementar de mejor manera las alternativas propuestas es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

La provisión y uso de semillas de calidad en la zona tendrá sostenibilidad cuando se implemente un programa de certificación de semillas que incentive la formación de empresas que produzcan semillas de acuerdo a los estándares establecidos por ley.

Los agricultores deben preparar sus propios abonos orgánicos en las fincas en cantidades suficientes para abastecer los cultivos instalados. Los residuos de cosecha y estiércol de animales deben optimizarse para este fin. También es necesario considerar la provisión de guano de islas.

El control integrado de plagas debe ser un esfuerzo conjunto de instituciones y productores. En este caso las instituciones especializadas del Estado como SENASA deben convocar y monitorear programas específicos de intervención.

La intensificación se refiere al incremento de la productividad física o financiera de los cultivos comerciales y crianzas. La especialización se refiere al conocimiento teórico y práctico y a la capacidad del agricultor para llevar con éxito los procesos productivos de cultivos y crianzas de alto valor.

Pretty (2011), reporta que la producción de alimentos a través de la intensificación, con la utilización de variedades nuevas y mejoradas en África durante la década de 1,990-2,000 fue significativa en el rendimiento de los cultivos que aumentaron un promedio de 2.13 veces en su producción. Aunque advierten que estos avances dependen de que los agricultores tengan acceso a fertilizantes y otros insumos.

Los sistemas de producción agropecuaria deben ser sostenibles, entendiendo la sostenibilidad como un enfoque integral y holístico hacia la producción de alimentos, fibras y forrajes que equilibra el bienestar ambiental, la equidad social, y la viabilidad económica entre los sectores de la sociedad y a través de las generaciones. Inherente en esta definición es la idea de que la sostenibilidad tiene

que extenderse no sólo en el ámbito espacial, sino también en el tiempo (Gliessman *et al*, 2007).

Las pequeñas granjas familiares son mucho más productivas que las grandes, si se considera la producción total en lugar del rendimiento de un solo cultivo. Los sistemas integrados de producción en los que el pequeño agricultor produce granos, frutas, hortalizas, forrajes y productos de origen animal han producido mayor rendimiento por unidad que un solo cultivo como el maíz en explotaciones a gran escala.

Los sistemas agroforestales (SAFs) son alternativas ecológicas y productivas con la capacidad de mejorar o mantener el uso de grandes áreas degradadas. Según Montagnini (2001), esta práctica es considerada como uno de los sistemas de cultivos más antiguos del mundo. Para el CATIE citado por Calles *et al*, (2011), los SAFs mantienen el equilibrio en la biodiversidad (especies depredadoras protegen al cultivo de importancia contra plagas y enfermedades o protegen a especies polinizadoras importantes para garantizar la cosecha de algunos cultivos) y la dinámica del suelo, brindando beneficios a los humanos y proveyendo un hábitat donde la biodiversidad puede vivir y reproducirse.

La optimización de mano de obra se refiere al mejoramiento del desempeño laboral del agricultor en sus actividades agropecuarias, mediante el uso de herramientas y equipos adaptados a la zona, uso de técnicas adecuadas como labranza mínima y agricultura orgánica. También lograr ser viverista, semillero, injertador, podador, etc. Es adquirir una condición de agricultor calificado.

La modernización en el campo es entendida como el incremento de la productividad agrícola y la integración al mercado. El uso de tecnología moderna (mecanización e insumos externos), la especialización de la mano de obra y la división del trabajo son considerados requisitos imprescindibles para alcanzar la eficiencia en la producción agrícola (Westphal, 2002). Si bien al principio dicha concepción de la modernización rural estaba asociada a la producción agrícola de gran escala, en los años recientes también se extiende hacia las pequeñas fincas campesinas.

Se debe promover la creación de microempresas agrícolas rurales para optimizar los recursos y generar mayores ingresos a las familias campesinas. El fomento empresarial debe estar acompañado por acciones de capacitación a los agricultores para mejorar su capacidad de gestión. En el Salvador, las microempresas rurales aportan un promedio de 60% de los ingresos rurales (FUSADES, 2010). El surgimiento de las microempresas rurales, incluso las de subsistencia, debe ser consistente con una de las estrategias más comunes de las familias rurales para reducir su vulnerabilidad, por medio de la diversificación de sus ingresos (FUSADES, 2005).

La agricultura orgánica, es un sistema sustentable que se enmarca dentro de los principios de la agroecología (Ullé, 2010). En la zona se practican tecnologías locales con componentes agroecológicos innatos, derivados de la cultura andina, que deben ser recuperadas y sistematizadas para su revaloración y puesta en vigencia junto a los conocimientos modernos.

La producción de cultivos orgánicos alimenticios en la finca debe elevarse a niveles que satisfagan las necesidades básicas de la familia y lograr excedentes para el mercado, cumpliendo así su rol social. Con un enfoque eminentemente agronómico es fácil olvidar que el sistema agrícola es solamente un componente, aunque importante, de un sistema alimentario mayor.

En Filipinas, Bachmann *et al.* (2009), efectuaron un análisis comparativo entre 280 agricultores orgánicos y convencionales. El estudio muestra que la seguridad alimentaria es mayor para los agricultores orgánicos, estos comen una dieta más variada, nutritiva y segura, lo que afirma mejor su salud; tienen una diversidad mucho mayor en la finca; una mejor fertilidad de suelo y menor erosión; mayor tolerancia de los cultivos a las plagas y una mejor capacidad de gestión agrícola.

Los ingresos económicos netos por hectárea de los agricultores orgánicos son una vez y media superiores al de los agricultores convencionales (Bachmann *et al.*, 2009). En promedio tienen un saldo positivo de efectivo anual de los hogares en comparación con los agricultores convencionales que experimentan un déficit en

el saldo de caja del hogar. Esto significa que los agricultores orgánicos están menos endeudados que sus contrapartes convencionales.

La agroecología integra conceptos ecológicos al manejo de los ecosistemas, siendo un buen punto de partida para promover procesos innovadores en los paisajes rurales (Cárdenas, 2009). Se recomienda el diseño e implementación de un modelo de gestión centrado en la agroecología que garantice el desarrollo sostenible del área (Campos, *et al*, 2005).

Una herramienta valiosa de gestión es el ordenamiento sustentable del territorio regional. El ordenamiento territorial comprende: la determinación y asignación de funciones al espacio, la determinación de áreas prioritarias y funcionalmente complementarias, sobre la base de ciertos principios generales de política, de las potencialidades o las restricciones provenientes del sistema físico natural y del nivel de agresividad de las actividades humanas que allí quieran implantarse (Arenas, 2003).

Para lograr la aceptación de los productores de las alternativas propuestas, hay que tomar en cuenta, según Trautman-Richers (2007), que los agricultores medianos consideren la existencia de mercado, la posibilidad de conseguir más ingresos y el hecho de percibir el cambio en su finca. Tomar en cuenta que los pequeños productores valorizan más la poca demanda de mano de obra, la sencillez y el bajo costo al momento de implementar cambios en sus sistemas productivos.

Se espera que las alternativas técnicas propuestas en este estudio y su correcta aplicación por los productores, instituciones y agentes del desarrollo en la cuenca baja y media del río Supe, contribuya a mejorar el desempeño de los sistemas agropecuarios de la zona, optimizar el manejo de los recursos del medio y mejorar la calidad de vida de la población rural.

#### **4.3.3.5 Propuestas de mejoras en la zona de estudio**

En el cuadro 14, se muestra las propuestas de mejora para la cuenca hidrográfica media y baja del río Supe, la que se agrupa en dos grandes ejes o lineamientos. El primero de ellos promueve la gestión sostenible de los recursos naturales especialmente el agua, el suelo y los bosques. Se ha sectorizado en programas y

subprogramas, estableciendo los entes u organismos responsables de su ejecución; asimismo se ha tipificado las áreas de desarrollo y de influencia, como dos subprogramas fundamentales: el monitoreo y control ambiental que involucra el sistema de información meteorológica de la cuenca, la gestión de riesgo y manejo integral del río Supe, el plan de acción para la protección ambiental de la cuenca baja y media, el estudio de suelos, estudio del estado de contaminación por efectos de las actividades mineras, el plan de riego, recuperación y drenaje de la cuenca baja, y rehabilitación de reservorios.

El segundo lineamiento de las propuestas es el que busca impulsar sistemas productivos agroecológicos; con los programas de promoción agroecológica y sistemas productivos agrarios, los que contemplan los subprogramas de promoción agroecológica, comercialización agroecológica y financiamiento agroecológico; y el subprograma de promoción agraria y asistencia técnica. Al igual que en el primer grupo, se ha identificado a las instituciones responsables y también las áreas de desarrollo y de influencia respectiva.

#### ***A. Propuestas del plan de manejo agroecológico***

Luego de haber efectuado un diagnóstico y evaluación de los agroecosistemas predominantes en el área de intervención, y tomando como referencia las recomendaciones del *plan maestro*, se plantea los planes de *manejo agroecológico* por lineamientos estratégicos.

##### ***Lineamientos estratégicos***

Los lineamientos estratégicos incorporan principios de gestión de recursos, manejo y control de la calidad ambiental, responsabilidad ambiental y cultura urbano-ambiental, de tal forma que reduzcan las tendencias vinculadas con depredación de los recursos y los impactos ambientales negativos generados por las actividades económicas.

La modificación de la realidad, incluyendo sus diversas dimensiones, se realizará siguiendo lineamientos estratégicos formulados para tal fin.

Se plantean lineamientos estratégicos para transformar los procesos y obtener los resultados acumulativos y así, alcanzar la imagen objetivo proyectada.

Los lineamientos estratégicos son:

- Promover la gestión integrada sostenible de la cuenca, en recursos, especialmente en el binomio agua-suelo.
- Impulsar sistemas productivos locales agroecológicos para hacer de la cuenca del río Supe, la despensa alimentaria de calidad para los mercados de Lima Metropolitana, nacional y mundial

### **1.-Lineamiento estratégico agua-suelo**

Promover la gestión integrada sostenible de la cuenca, en recursos, especialmente en el binomio agua-suelo. La sostenibilidad de la actividad productiva exige una gestión integral de los recursos de la cuenca, debemos garantizar que las futuras generaciones tengan una calidad de vida superior a la que podemos alcanzar en el presente.

La gestión integrada sostenible de los recursos de la cuenca exige:

- La administración racional de las aguas y el suelo, desde las fuentes superficiales y subterráneas, abastecimiento, usos, riego y drenajes.
- El monitoreo ambiental de la cuenca, con instalación de estaciones meteorológicas para la medición de flujo de aguas superficiales, suelos, vientos, precipitaciones, temperaturas, humedades, ruidos, residuos domésticos y mineros.
- La gestión integral del río Supe, reforzando su cauce, construyendo defensas ribereñas y formular planes de contingencia en avenidas.
- La recuperación de áreas forestales en la cuenca alta.
- La forestación de las riberas del río y sus afluentes.
- La reconstrucción del sistema de drenajes en la cuenca baja
- Reflotamiento de la red de pozos tubulares para captación de aguas subterráneas y el sistema de reservorios en el área de intervención.
- La protección de humedales.
- El control de los contaminantes de origen minero, industrial y urbano.
- La restricción del uso de agroquímicos y su reemplazo por un manejo agroecológico.

## **2.-Lineamiento estratégico sistemas productivos agroecológicos**

Impulsar sistemas productivos locales *agroecológicos* para hacer de la cuenca, la despensa alimentaria de calidad para los mercados de Lima Metropolitana, nacional y mundial.

El manejo inapropiado de suelo y agua bajo el enfoque agrícola convencional-agroquímico, ha provocado serios problemas de salinidad y pérdida de la fertilidad de los suelos, generando un fuerte costo económico y social, como son la necesidad siempre creciente y dependiente del uso de abonos químicos, pesticidas etc. En los últimos años se incrementó la cantidad de productos químicos usados en las zonas cultivadas, con el consiguiente deterioro de la salud de los campesinos.

Debido a los bajos niveles de rentabilidad de la agricultura de la zona, como consecuencia de la implementación de esta tecnología inapropiada, los agricultores diseñan diversas estrategias de supervivencia, como la ampliación de sus áreas de cultivo sin respetar las zonas arqueológicas, aumentando el riesgo de perder este patrimonio cultural-arqueológico.

Las innovadoras técnicas agroecológicas pueden desarrollar la agricultura de la cuenca, parando el actual ciclo de descapitalización y aumento de la pobreza. Estas nuevas técnicas permitirían la iniciación de un proceso de acumulación de capital y generación de excedentes económicos que, posesionándose en el mercado con productos ecológicos de alta calidad, desarrollaría una estrategia de nicho exclusivo frente a la contradictoria práctica de las estrategias de economía de escala y bajos costos desde pequeñas parcelas, como se hace en la actualidad.

La Agroecología supone una nueva forma de relación con la naturaleza, modificando la enraizada creencia moderna en el antropocentrismo y el sometimiento de la naturaleza a las necesidades del hombre. Concebir la vida como un proceso de la naturaleza en su conjunto y el proceso vital humano como un elemento del proceso de la vida en general, hacen que nuestra actividad productiva esté guiada por una noción de armonía y equilibrio vital.

*La producción agroecológica* concibe el proceso productivo de una manera muy diferente al proceso industrial moderno, el equilibrio de la vida implica la complementariedad de los ciclos vitales en un proceso que concatena la actividad hortícola y los invernaderos con la pecuaria, con los viveros de cultivos permanentes y frutales, con la actividad forestal, con el reciclaje de residuos, con la lombricultura, con el control entomológico de plagas, etc.

Lo interesante de estas nuevas técnicas agroecológicas es que encuentran su equivalencia en la sabiduría de las antiguas prácticas agrícolas, de modo que la investigación arqueológica es fuente de inspiración para estos nuevos procesos, como en los estudios sobre el algodón de color, los restos arqueológicos de semillas de palto y lúcuma, los sistemas de riego y andenería y otros. Así, el pasado no es un dato de archivo, por el contrario, se encuentra adelante, enseñándonos los nuevos caminos a descubrir.

La falta de capital de trabajo, de tecnologías apropiadas, de diversificación de la producción, así como los inadecuados canales de comercialización, entre otros; ha generado un círculo vicioso que mantiene a los pobladores locales en una condición de pobreza que tiende a acentuarse cada vez más. La presente propuesta parte del principio que los pobladores aledaños sean artífices de su propio desarrollo, brindándoseles solamente el refuerzo a su organización, para que orienten su producción hacia la Agroecología, devolviéndole vida a los suelos (por medio de cultivos orgánicos) y diversificando sus líneas de producción, sin perder de vista las interacciones entre ellas y la cadena de valor (producción, transformación y comercialización).

Asimismo, dichas organizaciones de base tendrán un eje dinamizador que es el patrimonio cultural, por medio del cual podrán ofrecer a los visitantes – atraídos inicialmente por los restos arqueológicos – una diversidad de productos sanos y originales (algunos incluso autóctonos) así como una alternativa de turismo vivencial enmarcado con el paisaje.

Cuadro 14: Propuesta de mejoras para la zona de estudio.

PROMOVER LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS, ESPECIALMENTE AGUA, SUELO Y BOSQUES					
PROGRAMAS	SUB PROGRAMAS	EN EL ÁREA PATRIMONIAL CULTURAL-NATURAL	RESPONSABILIDADES	EN LAS ÁREAS DE DESARROLLO Y DE INFLUENCIA	RESPONSABILIDADES
Gestión sostenible de cuenca en recursos agua-suelo y bosques	Monitoreo y Control ambiental	Sistema de Información Meteorológica de la cuenca	Municipalidad Supe, Junta Usuarios, INRENA, SENAMHI	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Optimización de uso de agua para riego.</li> <li>•Embalse en la cuenca alta río Supe.</li> <li>•Canales de ampliación de frontera agrícola.</li> <li>•Protección de Áreas agrícolas, rural, y urbanas.</li> <li>•Forestación de toda la cuenca</li> <li>•Manejo de Totorales y juncos y su transformación en artesanías.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gobierno Regional</li> <li>•Municipalidades</li> <li>•MINAG</li> <li>•Junta de Usuarios</li> <li>•PSI</li> <li>•Autoridades de Cuenca</li> <li>•INRENA</li> <li>•ALA –ANA</li> <li>•Organizaciones de productores</li> <li>•Empresas agrarias</li> </ul>
		Gestión de riesgo y manejointegral del río Supe	Junta de Usuarios, MINAG-INRENA, Gobierno Regional		
		Plan de acción para protección ambiental de la cuenca baja y media del río Supe	Municipalidad Supe Junta Usuarios, INRENA		
		Estudio de suelos	MINAG-INRENA		
		Estudio de estado de contaminación por efectos de actividad minera	Dirección Regional de Minería		
		Plan de riego	Dirección Regional de Agricultura, Junta de Usuarios		
		Recuperación drenaje cuenca baja	Junta usuarios, Municipalidad MINAG-PSI		
Rehabilitación de reservorios	Junta de Usuarios, PSI				
Gestión del paisajes, naturaleza y cultura		Recuperación de Lomas y bosques	Municipalidad Supe, Gobierno Regional, INRENA		
		Reforestación de la cuenca	MINAG, INRENA, G R, Municipalidades		
IMPULSAR SISTEMAS PRODUCTIVOS AGRO ECOLÓGICOS					
Promoción Agro ecológica		Eco Centros	Junta Usuarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Zonificación ecológica productiva</li> <li>•Buenas prácticas agrícolas</li> <li>•Facilidades para acceso a créditos</li> <li>•Promoción de cultivos perennes</li> <li>•Promoción de asociatividad entre agricultores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gobierno Regional</li> <li>•Municipalidades</li> <li>•MINAG</li> <li>•Junta de Usuarios</li> <li>•PSI</li> <li>•INRENA</li> <li>•Organizaciones de productores</li> <li>•Empresas agrarias</li> <li>•Cajas Municipales</li> <li>•Banco Agrario</li> </ul>
		Proyecto piloto agroecológico	Agro Ideas		
		Promoción de cadenas de valor agro ecológicas asociadas a patrimonio Caral.	Junta Usuarios, MINAG		
		Comercialización agro ecológica	Eco Tambo		
Financiamiento agro ecológico		Eco Caja Rural (para acceso a crédito de trabajo)	Agrobanco		
Sistemas productivos agrarios	Promoción agraria y asistencia técnica	Investigación del cultivos nativos	Universidades		
		Impulso a cultivos perennes de exportación	MINAG, Junta Usuarios, Asociaciones de productores, Gobierno Regional		
		Asistencia técnica de riego y plan de cultivos.	MINAG, Gobierno Regional		
		Manejo de ganadería y crianzas menores	MINAG-INRENA, SENASA Municipalidad, Gobierno Regional		
		Acceso a crédito para capital de trabajo y maquinaria	Banco Agrario, Cajas Rurales		

Fuente: Encuesta de productores 2014- tesista.

## V.- CONCLUSIONES

### 5.1 Caracterización Geoespacial de la cuenca media y baja

- Se han identificado tres zonas homogéneas en el área de estudio, asimismo se han identificado los cultivos prevalentes en cada una de estas zonas homogéneas.
- La capacidad de uso mayor de los suelos en el ámbito estudiado, están orientados fundamentalmente a la actividad agrícola, predominando los cultivos de períodos vegetativo cortos, cultivos de pan llevar y los frutales.
- Del análisis geomorfológico se establece que el área de estudio, es eminentemente agrícola con cultivos prevalentes de acuerdo al piso altitudinal.
- La zona en estudio desarrolla como actividad complementaria el comercio, y el turismo.

### 5.2. Determinación de atributos y evaluación de la sustentabilidad de fincas

Se ha evaluado las características prediales en el Cuenca Baja y Media del río Supe, de acuerdo a las dimensiones de análisis agro-ecológico, técnico-productivo y socio-económico y se ha evaluado la sustentabilidad de fincas con cultivos prevalentes.

#### Aspectos sociales

- a. Los jefes de familia son agricultores en su mayoría procedentes de la sierra y en menor cantidad de los pueblos costeros aledaños a la cuenca. La propiedad y conducción de los predios están en manos de las primeras generaciones de migrantes; población adulta (el 83.76 % de ellos tienen edades mayores a 41 años) con bajo nivel de escolaridad.
- b. El número de miembros de la familia campesina es de 2.79 personas por finca; de estos, los miembros jóvenes salen de la finca y migran a los pueblos y ciudades cercanas en busca de mejores oportunidades de educación y trabajo.
- c. Los servicios básicos en el sector rural tienen serias limitaciones, así: el tipo de vivienda característica es de adobe y calamina (73.5 %); solo el 48 % de la población consume agua potabilizada; el 89.8 % dispone de energía eléctrica. En la zona aún no se ha resuelto el problema de la propiedad de la tierra pues solo el 63.3 % de los agricultores tienen título de propiedad.

## **Cultivos prevalentes**

- d.** Los cultivos más importantes en el Cuenca Baja y Media son: El Maíz amarillo (*Zea mays*), la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), el ají paprika (*Capsicum annuum L.*); y frutales como el Maracuyá (*Passiflora Edulis*) y palto (*Persea americana*); cuyo destino es la venta. Como cultivos complementarios se tiene productos de “pan llevar” (camote, sandia, zapallo, frijol, ají amarillo y otros); ganadería extensiva; crianza de animales menores.
- e.** Algunos sectores están vinculados a la producción de ciertos cultivos, así: en el sector campiña, Molino, Liman, Pulancache, pando y Llamahuaca predomina el cultivo de caña de azúcar conjuntamente con el Maíz Amarillo duro, en el sector Caral alto, Huaralica, Venturosa, Molino y Alpacoto predomina el Maracuyá.

## **Caracterización de fincas**

- f.** El tamaño promedio de la finca o parcela es de 3.53 ha. Las áreas son cultivables en su totalidad, con suelos aptos para la agricultura intensiva, con suministro de agua para riego por turnos. El agricultor opta por un cultivo prevalente pero en algunos casos conduce más de uno en la finca bajo una estrategia de diversidad, para atenuar impactos económicos o biológicos. Se confirma la presencia mayoritaria de pequeños productores en toda la zona.
- g.** La mayoría de cultivos se han establecido en áreas apropiadas, la producción agrícola es vulnerable a la irregularidad de los cambios climáticos, plagas, así como a la fluctuación de precios de los productos agrícolas.
- h.** El uso actual de la tierra es resultado de los distintos procesos históricos de acumulación o de subsistencia en donde las características prediales como: acceso a la finca, cercanía al mercado, nivel de capitalización, calidad del suelo y nivel tecnológico, son los más relevantes y definen la cédula de cultivos del agricultor.
- i.** Los rendimientos unitarios por cultivo en el Cuenca Baja y Media, son iguales o menores en comparación a otras zonas costeras del país, debido entre otras causas a que

el 67.3 % de agricultores no recibe capacitación y asistencia técnica adecuada, las fincas no disponen de agua superficial para riego durante todo el año, teniendo que comprar el agua subterránea; el 10.1 % de los agricultores no usan abonos; La presencia de plagas en los cultivos es alta; el 36.7 % de los agricultores tienen acceso restringido al crédito.

**j.** En la estructura socio-económica de la zona se mantiene la coexistencia de dos tipos de lógicas de producción: fincas de racionalidad capitalista o empresarial (cuenca baja) y fincas de racionalidad tradicional o de subsistencia (cuenca media). Los medios de producción (tierra, mano de obra, bienes de capital) son utilizados por el agricultor de acuerdo a su ubicación geográfica, así en la parte baja de la cuenca, el parcelero dedica casi toda su producción para la venta, y con las ganancias compra sus alimentos, en cambio el agricultor de la cuenca media, combinada los insumos productivos para obtener una producción que satisfaga en primer lugar las necesidades básicas de la familia y luego utiliza los excedentes para la venta.

**k.** La economía de los agricultores es crítica; el ingreso mensual per cápita de la zona está por debajo del sueldo mínimo vital que fijó el Estado Peruano para el año 2014. El ingreso diario per cápita promedio es \$ 7.16, en la cuenca baja es \$ 8.48 y en la cuenca media \$ 5.85, estos valores son bajos de acuerdo a los estándares internacionales. Se verifica de este modo, un estado de pobreza en la zona rural del Cuenca Baja y Media.

**l.** Respecto a las tecnologías en uso, predomina las practicas convencionales con cultivos intensivos, en la cuenca media se nota la subsistencia de las prácticas tradicionales heredadas y una agricultura menos dependiente de insumos externos. Las prácticas orgánicas se viene implementando en la zona “por convenio”, es decir porque el programa estatal AGROIDEAS mediante un convenio, les obliga a efectuar el cultivo orgánico de paltas para asegurar su venta al mercado internacional.

**m.** Los principales sistemas de producción en el Cuenca Baja y Media son los sistemas semi intensivos para la venta que suman el 95.5 % de prevalencia en la zona; agricultura de subsistencia (1.25 %), crianzas menores extensiva (3.25 %). Los sistemas

para la venta son: cultivos perennes intensivos, como el esparrago y la caña de azúcar (17.40%), cultivos intensivos transitorios (62.30%), fruticultura semi intensiva (20.3%).

- n. En la zona hay problemas ecológicos debido a la intervención antrópica. La necesidad de obtener ingresos a corto plazo y el uso de tecnologías inapropiadas por los agricultores, viene ocasionando la pérdida de recursos especialmente suelo y aguas subterráneas. A esto se añade la condición de vulnerabilidad de los ecosistemas de la zona.
- o. La mayoría de los agricultores están organizados; el 93.87 % pertenecen a alguna organización agraria, y solo el 6.13 % son productores independientes. Las organizaciones agrarias más representativas de la región son: las cooperativas agrarias, los sindicatos de campesinos, las asociaciones de productores y las juntas de regantes. Muchos agricultores pertenecen a varias de estas organizaciones al mismo tiempo.

### **5.2.1 Sustentabilidad de fincas**

- p. Al evaluar fincas con cultivos prevalentes aplicando indicadores “tipo multicriterio” con escala de 0 a 4; los resultados determinan que el índice de sustentabilidad general (IS-g) es mayor a 2.0 en cinco de las fincas estudiadas (umbral mínimo); pero las fincas con el cultivo de ají paprika, no alcanzan el valor mínimo en la ninguna dimensión, con un índice de sustentabilidad general de 1.89; en comparación con las fincas de los otros cultivos evaluados que superan el umbral mínimo.
- q. De las fincas con cultivos prevalentes evaluadas, la que mayor índice de sustentabilidad alcanza es el maracuyá (2.73), le sigue la caña de azúcar (2.67), a continuación se ubica el maíz amarillo duro (2.61), continua el maíz morado (2.59) continua el palto (2.57), finalmente el ají paprika (1.89)
- r. Utilizando una metodología práctica de evaluación con indicadores de 1 a 10 se encontró que la evaluación para calidad del suelo muestra que los promedios de los cultivos son: Maíz amarillo duro 5.9, palto 7.2, caña de azúcar 6.8, maíz morado 5.6, Maracuyá 6.9, y ají paprika 3.9, estos resultados demuestran que los cultivos de palto y Maracuyá tienen suelos de mejor calidad ecológica, lo que una mayor sostenibilidad en relación suelo-planta. En cambio el cultivo de paprika tiene promedio menores a 5.0 lo que demuestra que ocupa suelos con limitaciones edáficas.

### **5.3 Clasificación (Tipología) y diseño de fincas**

#### **5.3.1 Tipología de fincas**

1. Se ha encontrado tres tipos de productores según la actividad principal y el ingreso económico anual de la familia: Tipo I: Pequeños agricultores con cultivos perennes extensivos y de economía restringida; Tipo II: Pequeños agricultores con actividad complementaria no agrícola y economía de autosubsidio; Tipo III: Medianos agricultores con cultivos intensivos y economía empresarial o de capitalización.
2. Se confirma la existencia de formas agrarias empresariales con prácticas de producción intensificadas, con acceso a ciertos servicios como riego, créditos y con unidades de producción de mediano nivel de productividad y con economía empresarial o de capitalización; y las formas campesinas, caracterizadas por prácticas de producción no intensificadas con unidades de producción con bajos niveles de productividad y de economía restringida.

#### **5.3.2 Diseño de fincas**

3. Se ha organizado modelos cualitativos de las tres fincas representativas de la zona, mediante diagramas de flujo que muestran el desempeño dinámico de la finca como un sistema, conformado por el subsistema socioeconómico, es decir el hogar campesino y su administración de recursos y los agroecosistemas (AGES) o campos de cultivo y núcleos de crianza.
4. Se presentan en forma gráfica los diseños que muestran el estado actual de las fincas y, los diseños alternativos o mejorados para cada tipo de finca; en ellos se observan las propuestas de corrección y mejora de los sistemas estudiados. Se corrobora la hipótesis de que el diseño de las fincas permite reconocer su estructura y función como un sistema, y facilita las propuestas de mejora de los sistemas existentes.

#### **5.3.3 Limitaciones y potencialidades**

5. Según la percepción que tienen los agricultores, los principales factores externos que limitan el desarrollo agrario en la región son entre otros: los bajos precios de los productos (25.4 %), falta de infraestructura de riego (18.9 %), deficientes vías de comunicación (11.4 %), falta de mercados (10.4 %) y falta de crédito agrario (7.6 %).

6. En la región hay un bajo rendimiento económico de los factores productivos (tierra, capital, trabajo); el sector secundario es incipiente (escaso desarrollo agro industrial); inapropiada aplicación de tecnologías de producción; bajos precios de los productos agrícolas; intervención excesiva de los intermediarios; incremento del minifundio en la cuenca media y baja, y falta de crédito agrario promocional.
7. La zona muestra potencialidades intrínsecas como: climas definidos para la producción de cultivos y crianzas con óptima calidad; suelos de buena calidad, ingentes recursos hídricos (subterráneos), recursos turísticos (arqueológico) y el canon pesquero, cuyos fondos económicos son administrados por el gobierno local de Supe, y el gobierno regional de Lima.

#### **5.3.4 Representación gráfica de las tipologías**

8. Comparando gráficamente las tipologías de productores con los umbrales económicos de reposición y sobrevivencia, se observa que los agricultores del tipo I se ubican entre ambos umbrales lo que ratifica su condición económica precaria, los del tipo II apenas superan el umbral de reposición y los del tipo III superan ampliamente ambos umbrales, generando excedentes que les permite capitalizar su finca.

#### **5.3.5 Alternativas tecnológicas**

9. Se proponen alternativas técnicas para los tres niveles de estudio: agroecosistema, finca y cuenca. Su aplicación por los productores, instituciones y agentes del desarrollo en la cuenca baja y media del río Supe debe contribuir a mejorar el desempeño de los sistemas agropecuarios, optimizar el manejo de los recursos y mejorar la calidad de vida de la población rural. Estas propuestas deben ser evaluadas ex post, para determinar su grado de aplicación.

## VI. - RECOMENDACIONES

- Continuar con trabajos de evaluación de la sustentabilidad de fincas, cultivos y sistemas de producción en la toda la cuenca del río Supe, aplicando la metodología utilizado en este estudio; así mismo se recomienda formular propuestas de modelos matemáticos que simulen el comportamiento de los sistemas agrícolas evaluados, en una escala temporal.
- Fomentar en forma concertada la investigación y extensión agraria con todos los agentes de cambio y productores de la zona, con el propósito de desarrollar tecnologías innovadoras que permitan mejorar los niveles de producción y competitividad agraria. En esta tarea deben estar involucradas instituciones del Estado como las Municipalidades, las Universidades, el MINAG, AGRORUAL, el INIA y el sector privado.
- Que los Gobiernos locales y el Gobierno Regional realicen la zonificación ecológica- económica y de ordenamiento territorial, al detalle para que sirva de línea de base a proyectos agropecuarios e instrumento de gestión y planificación del desarrollo rural.
- El Estado a través del COFOPRI rural, debe concluir con la titulación de todos los agricultores de la cuenca del río Supe, para dar seguridad jurídica al agricultor y posibilidades de inversión económica.
- Promover y potenciar la agricultura orgánica a partir de las experiencias del palto orgánico y extenderlas a los demás cultivos como Maracuyá, Caña de Azúcar, Maíz amarillo duro, espárragos, y frutales; generando así actividades tendientes a la conservación y protección de la ecología local.
- Las instituciones y diversas dependencias del Estado Peruano deben mejorar los servicios a la producción agropecuaria de la zona, financiando proyectos productivos en las mismas fincas de los agricultores, fortaleciendo sus capacidades, promoviendo una agricultura empresarial y competitiva, evitando así la migración del capital humano del sector rural hacia las ciudades.

- Es urgente y necesario implementar proyectos de riego tecnificado desde una perspectiva tanto privada como estatal, en la zona existe restricciones de agua superficial durante los meses de estiaje (Mayo a Noviembre) y se hace una sobreexplotación de las agua subterráneas.
- Implementar con apoyo de instituciones como el SENASA, acciones sostenidas de control de plagas y enfermedades de cultivos y crianzas; con mayor énfasis en los cultivos de palto, maracuyá y maíz amarillo, buscando reducir los efectos dañinos en la producción y evitar la pérdida de sustentabilidad de estos cultivos.
- Es necesario que las instituciones del Estado como AGROBANCO y AGRORURAL e instituciones privadas de crédito tengan mayor presencia en la región, inviertan más capital de trabajo con agencias descentralizadas y otorguen crédito agrario a los productores en condiciones promocionales para impulsar los procesos productivos del sector rural.
- Es necesario promover la diversificación de cultivos y crianzas seleccionando aquellos que otorguen mayor utilidad económica al agricultor y a la vez con alto valor alimentario como los cereales, leguminosas de grano, frutales, hortalizas y crianzas menores, para asegurar una mejor alimentación de la familia campesina.
- Los proyectos de desarrollo en la región deben tomar en cuenta las zonas homogéneas de producción y las tipologías encontradas en el presente estudio, para lograr mejores respuestas de los componentes ambientales y sociales.
- Se recomienda el diseño e implementación de un modelo de gestión centrado en la agroecología que garantice el desarrollo sostenible del área. Parte de esta tarea consiste en recuperar y sistematizar las tecnologías locales con componentes agroecológicos innatos, derivados de la cultura andina, para su revaloración y puesta en vigencia junto a los conocimientos modernos.
- Se debe planificar en forma concertada la investigación y extensión agraria con todos los agentes de cambio y productores de la zona, en la perspectiva de desarrollar tecnologías innovadoras que permitan mejorar los niveles de producción y competitividad agraria.

En esta tarea deben estar involucradas instituciones del Estado como las Municipalidades, la Universidad, el MINAG, el INIA y el sector privado.

- Promover entre los agricultores proyectos de transformación e industrialización de productos agropecuarios y la creación de microempresas para obtener valor agregado a la producción de campo y generar mayores ingresos a las familias. El fomento empresarial debe estar acompañado con acciones de organización, capacitación y financiamiento.
  
- Se sugiere a los productores, instituciones y agentes del desarrollo en la cuenca media y baja del río Supe, que apliquen las alternativas tecnológicas propuestas en el presente estudio, tomando en cuenta los ámbitos de agroecosistema, finca y región, bajo un enfoque sistémico.
  
- Para alcanzar un buen grado de precisión y certidumbre, se hace necesario contar con imágenes satelitales de alta resolución, que deberían ser adquiridos por el ministerio de agricultura y por los gobiernos locales

## VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abramovay, R. 2006. Para una teoría de los estudios territoriales, en Mabel Manzanal, Guillermo Neiman y Mario Lattuada (coords.) Desarrollo rural, Organizaciones, instituciones y territorios. Buenos Aires. 25p.

Aguirre, MS; Chiappe, HM. 2007. Evaluación de la sostenibilidad en predios hortícolas salteños. En: I Seminario de Cooperación y Desarrollo en Espacios Rurales Iberoamericanos. Almería, España. 11 p.

Alonso, MA; Guzmán IG. 2005. Evaluación comparada de la sostenibilidad agraria en el olivar ecológico y convencional. CIFAED. Córdoba, España. pp. 63-73.

Altieri, MA. 2000. Agroecología: bases científicas de la Agricultura Sustentable. Editorial Nordan. Montevideo. 338 p.

Altieri, MA; Nicholls, CI. 2000. Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable. FAO- PNUMA. Serie Textos básicos. México.

Altieri, MA; Nicholls, CI. 2002. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. In Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. Costa Rica. N° 64, pp. 17-24.

Altieri, MA; Nicholls, CI. 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. Rev. Ecosistemas. AEET. Universidad de California, Berkeley 16 (1).

Altieri, MA; Funes, MF; Petersen, P; Tomic, T; Medina, Ch. 2011. Sistemas agrícolas ecológicamente eficientes para los pequeños agricultores. Foro Europeo de Desarrollo Rural 2011. Valencia, España. 27 p.

Alvarado, de la FF. 2004. Balance de la agricultura ecológica en el Perú 1980 – 2003. En Perú: El problema Agrario en Debate - Sepia X Mesa Especial. Lima. Edit. SEPIA. 83 p.

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

Ángel, A. 2011. Panorama productivo e infraestructura para el desarrollo rural en El Salvador. Proyecto Estado de la Región/RUTA/FIDA. Determinantes de la pobreza rural en Centroamérica: desafíos y oportunidades para la acción. El Salvador, 29 p.

Apollin, F; Eberhart, C. 1999. Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural. Guía metodológica. CAMAREN, Quito-Ecuador. 239 p.

Arenas, F. 2003. ¿Ordenamiento sustentable del territorio regional? Los gobiernos regionales entre la necesidad y la realidad. Pontificia Universidad Católica de Chile. Revista de Geografía, Norte Grande, 30: 45-54.

Astier, M; López-Ridaura, S; Pérez-Agis, E; Masera, OR. 2002. El Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) y su aplicación en un sistema agrícola campesino en la región Purhepecha, México. En Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable (Sarandón SJ, ed.) Ediciones Científicas americanas. Capítulo 21: 415-430.

Ávila, AL; Muñoz, M; Rivera, B. 2000. Tipificación de los sistemas de producción agropecuaria en la zona de influencia del programa UNIR (Caldas). Universidad de Caldas, DSP. CONDESAN. Colombia. 18 p.

Bachmann, L; Cruzada, E; Wright, S. 2009. Food security and farmer empowerment: a study of the impacts of farmer-led sustainable agriculture in the Philippines. Masipag-Misereor, Los Baños, Philippines.

Banco Mundial. 2008. Informe sobre el desarrollo mundial 2008: Agricultura para el desarrollo. Bogotá, Colombia. Banco Mundial en coedición con Mayo I. Ediciones. S.A.

Bell, S. y Morse, S. 2003. Sustainability indicators. Measuring the incommensurable? Earthscan, London. 223: 133-147.

Bottino, BM y Leal, A. 2003. Geoinformática y Cibergeografía, nuevos paradigmas-nuevos desafíos. España. Ediciones Cybermonde. 9 p.

Brondt, S. 2002. Learning about tree management in rural Central India: a local – global continuum. Human Organization 61(1):58-67.

Bryceson, DF. 2000. Peasant theories and smallholder policies: Past and present. In: Disappearing Peasantries? Rural Labour in Africa, Asia, and Latin America. London Intermediate Technology Publications. p. 1-36.

Caballero, AW; Flores MA; Arroyo, BO; Alcántara, VA. 2002. Hacia una nueva agricultura: con énfasis en la generación y transferencia de tecnología. CONCYTEC. Lima, Perú. 507 p.

- Calles, V; Smeltekop, H; Villca, R. 2011. Sistemas agroforestales como alternativas ecológicas y productivas en áreas degradadas. Universidad Católica San Pablo. La Paz, Bolivia. Journal of the Selva Andina Research Society, JSARS. 1 (1): 71-72.
- Campos, M; Machado, H; Matías, Y; Sánchez, S; Duquesne, P. 2005. Diagnóstico social económico, ambiental e institucional de una entidad productiva mediante metodologías participativas. Matanzas, Cuba. Rev. Pastos y Forrajes, Vol. 28, No. 4. 331-340.
- Cárdenas, GI. 2009. Investigación participativa con agricultores: una opción de organización social campesina para la consolidación de procesos agroecológicos. Universidad de Caldas. Manizales. Revista Luna Azul N° 29: 95-102.
- Caycho, J; Arias, A; Oswald, A; Esprella, R; Rivera, A; Yumisaca, F; Andrade, J. 2009. Tecnologías sostenibles y su uso en la producción de papa en la región altoandina. Revista Latinoamericana de la Papa. 15(1): 20-37.
- Chuvieco, E. 2008. Teledetección ambiental: la observación de la tierra desde el espacio. Ariel ciencias, S.A. Barcelona. España. 597: 43-65
- Delgado, M; Gaspari, F. 2010. Caracterización morfométrica geoespacial. Estudio de caso: Arroyo Belisario, Argentina. Tecnociencia. Chihuahua. México. 10 p.
- Delgado, R. y Cabrera de Bisbal, E. 2005. Un sistema integral de evaluación y transferencia de tecnologías para una agricultura sustentable en Venezuela. INIA. Maracay, Venezuela. Rev. Agronomía Tropical. V.55 N° 2.
- Dhakar, S. 2002. Report on indicator related research for kitakyushu initiative. Institute for global environmental strategies (IGES)-Ministry of environment, Tokyo. 65 p.
- Díaz, R. 2011. Desarrollo sustentable: una oportunidad para la vida. Segunda Edición. Ed. McGraw-Hill. México. 306: 102-129.
- Escobar, G. y Berdegué, J. 1990. Tipificación de sistemas de producción agrícola. RIMISP. Santiago de Chile. Chile. Edit. Grafica Andes. 282: 45-82.
- Evia, G; Sarandón, SJ. 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, (Sarandón SJ, ed.) Ediciones Científicas Americanas, Capítulo 22:431-448.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 1999. El enfoque de sistemas agropecuarios para el desarrollo SAD. Servicio de Administración de Unidades Agropecuarias y Producción Económica – FAO. pp. 13-34.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2000. 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. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2004. Los sistemas de información geográfica y la telepercepción. Documento técnico 318. Reino Unido. 216 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia) 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.

Fernández, L. 2011. Sistemas de Información Geográfica para el ordenamiento territorial. Serie Documentos de Gestión Urbana. La Plata, Argentina. pp 15-16

Flora, CB. 2010. Food security in the context of energy and resource depletion: Sustainable agriculture in developing countries. *Renewable Agriculture and Food Systems*: 25(2); 118-128.

FUSADES (Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social). 2005. Informe de desarrollo económico y social 2005: hacia una MIPYME más competitiva. San Salvador.

FUSADES (Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social). 2010. Microfinanzas en El Salvador: entre las diez mejores del mundo. ME. 13. San Salvador.

García, J. 2002. Situación actual y perspectivas de la agricultura orgánica y su relación con América Latina. En *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. Costa Rica. N° 64 p. 116-124.

Glave, M; Escobal, J. 2001. Indicadores de sostenibilidad para la agricultura andina. Proyecto: Políticas Integradas para el Desarrollo Rural Sostenible – GDRUPA. En: *Debate Agrario* N° 23.

Gliessman, SR; Rosado-May, FJ; Guadarrama-Zugasti, C; Jedlicka, J; Cohn. A; Mendez, VE; Cohen, R; Trujillo, L; Bacon, C; Jaffe, R. 2007. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. AEET. España. *Revista Ecosistemas* 16-1.

Gomero, OL; Velásquez, A. 2003. Evaluación de la sustentabilidad del sistema de algodón orgánico en la zona de trópico húmedo del Perú. *LEISA. Revista de agroecología*. 8 p.

Guzmán, GI; Alonso, AM. 2007. La investigación participativa en agroecología: una herramienta para el desarrollo sustentable. Asociación Española de Ecología Terrestre, AEET. Santa Fe, Granada. *Rev. Ecosistemas* 16 (1).

Gudynas, E. 2010. Desarrollo sostenible: una guía básica de conceptos y tendencias hacia otra economía. Otra economía: Revista Latinoamericana de economía social y solidaria. 25 p.

Hazell, P. 2002. Investing in Poor People in Poor Lands [E-text type]. The International Food Policy Research Institute (IFPRI) and Wageningen University and Research Center (WUR), [www.ruralforum.info/papers/Hazell1In.pdf](http://www.ruralforum.info/papers/Hazell1In.pdf).

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2008. La Fruticultura en Panamá: su potencial socioeconómico e iniciativas para su desarrollo. 167 p.

INCAGRO (Proyecto de Innovación y Competitividad para el Agro Peruano). 2006. Estudios de línea de base y de salida de sub proyectos cofinanciados. Lima. 92 p.

Isaac-Márquez, R; De Jong, B; Eastmond, A; Ochoa-Gaona, S; Hernández, S; Kantún, MD. 2005. Estrategias productivas campesinas: Un análisis de los factores condicionantes del uso del suelo en el oriente de Tabasco, México. Rev. Universidad y Ciencia. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Año/Vol. 21 N° 042: 57-73.

Jiménez, F; Muschler, R; Kopsell, E. 2001. Funciones y Aplicaciones de los Sistemas Agroforestales. Turrialba, Costa Rica. CATIE/GTZ. Mód. N° 6. 187 p.

Kammerbauer, J. 2001. Las dimensiones de la sostenibilidad: fundamentos ecológicos, modelos paradigmáticos y senderos. Interciencia. V 26. N°8, pp. 356-359

León-Velarde, C. y Barrera, V. 2003. Métodos bio-matemáticos para el análisis de sistemas agropecuarios en el Ecuador. INIAP. Quito, Ecuador. pp 8-10.

Lillesand, TL; Ralph, WK. 2000. Remote sensing and image Interpretation. Wiley & Sons. USA. 607: 609-649.

López, F; Gómez, R; Harvey, C; López, M; Sinclair, F. 2007. Toma de decisiones de productores ganaderos sobre el manejo de los árboles en potreros de Matiguás, Nicaragua. Agroforestería en las Américas N° 45: 93-100.

López-Ridaura, S; Maser, O; Astier, M. 2001. Evaluando la sustentabilidad de los sistemas integrados: el marco MESMIS. Boletín de ILEIA. Abril, 2001. Pp 25-27.

Lovell, C; Mandonado, A; Moriarty, P. 2002. The question of scale in integrated natural resource management. Conservation Ecology. 5:25.

Macedo, B. 2005. El concepto de sostenibilidad. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (UNESCO). Santiago. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0016>

- Malagón, R. y 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.
- Martínez, CR. 2008. Agricultura tradicional campesina: características ecológicas. Universidad de Costa Rica. Tecnología en Marcha, Vol. 21, N° 3: 3-13.
- Masera, O; Astier, M. y López-Ridaura, S. 2002. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El Marco de Evaluación MESMIS. GIRA.A.C. México. 109 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. 2012. Evaluación y diseño de fincas en selva alta bajo sistemas de cultivos prevalentes, en la Convención- Cusco. Tesis Ph.D. Agricultura Sustentable UNALM. Lima-Perú. 188 p.
- Montagnini, F. 2001. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. 3ra. Edición. Organización para Estudios Tropicales. San José- Costa Rica. 622 p.
- Morales, JG. 2003. Tipología socioeconómica de las actividades agrícolas: una herramienta de síntesis para el ordenamiento ecológico. SEMARNAT. México. pp 33-44
- Mora-Delgado, J. 2004. Tecnología, conocimiento local y evaluación de escenarios en sistemas de caficultura campesina en Puriscal, Costa Rica. Tesis doctoral en Sistemas de Producción Agrícola Tropical Sostenible. Universidad de Costa Rica. 249 p.
- Moldan, B. y Dahl, AL. 2007. (eds.), Sustainability indicators. A Scientific assessment. Scope Series, 67. Island Press, Washington. 401: 145-189.
- Núñez, J. 2008. Prácticas sociales campesinas: Saber local y educación rural. UPEL-IPRGR. Caracas, Venezuela. Investigación y postgrado. V.23 n.2.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) y (JRC) Joint Research Centre. 2008. Handbook on constructing composite indicators. Methodology and user guide. OECD, París. 151: 19-27.
- Ortuño, SF y Coronel, M. 2005. Tipificación de los sistemas productivos agropecuarios en el área de riego de Santiago del estero, Argentina. Universidad Nacional Autónoma de México. *Revista Latinoamericana de Economía*, vol. 36, núm. 140, 2005, pp. 63-88.
- Pacini, C; Wossink, A; Giesen, G; Vazzana, C; Huine, R. 2002. Evaluation of sustainability of organic, integrated and conventional farming systems: a farm and field- scale analysis. *Agriculture Ecosystems and Environment*. 95: 273.

Pintér, L; Hardib, P; Martinuzzic, A; Halla, J. 2012. Indicators of environmental sustainability: From concept to applications. Vol.17, pp. 20–28.

Prélaz-Droux, R; Musy, A. 2004. A systemic approach to land information system for sustainable land use planning. Francia. 186 p.

Pretty, J. 2007. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. Journal Philosophical transactions of the Royal Society B 363, 447-465.

Ramírez, A; Sánchez, JM. y García, A. 2004. El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle Distrito Federal, México. Vol. 6, núm. 21, pp. 55-59.

Romero, S y Sepúlveda, S. 2002. El desarrollo sostenible de la agricultura: El potencial de la era digital. IICA. Cuaderno técnico 13. Costa Rica. 13 p.

Rodríguez, BF y Jiménez, CR. 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. 20-4 p. 8-23.

Sarandón, SJ. 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.

Sarandón; SJ; Zuluaga, MS; Cieza, R; Gómez, C; Janjetic, L; Negrete, E. 2004. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. En Agroecología 1. Edic. Científicas Americanas. p. 19-28.

Segnestam, L. 2000. Desarrollo de indicadores. Lecciones aprendidas de América Central. Proyecto CIAT-Banco Mundial-PNUMA.

Sifuentes, ME. 2009. Evaluación del diseño de pequeñas fincas agropecuarias y de la condición de las pasturas mejoradas en la zona sur de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. en Agroforestería Tropical. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 108 p.

Souza, J. 2001. La dimensión institucional del desarrollo sostenible: de las reglas de la vulnerabilidad a las reglas de sostenibilidad en el contexto de cambio de época. Editorial Quipus-CIESPAL. Quito, Ecuador. 105 p.

Toro-Mújica, P; García, A; Gómez-Castro, A; Acero, R; Perea, J; y Rodríguez-Estévez, V. 2011. Sustentabilidad de agroecosistemas. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Santiago. Chile.

Trautman-Richers, B. 2007. Factores que influyen en el diseño, implementación y manejo de sistemas silvopastoriles con características que favorezcan la conservación de la biodiversidad en Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 172 p.

Trigueros, A. y Oliva, JA. 2008. El Salvador: identificación de la combinación de inversiones públicas más apropiada durante el período de transición hacia la entrada en vigencia del CAFTA. Proyecto de Cooperación CEPAL/BID/IFPRI. Cepal/México.

Ullé, JA. 2010. Evaluación de la sostenibilidad de sistemas orgánicos mediante el desarrollo y validación de indicadores agroambientales, sociales y económicos en Latinoamérica. Inta-Argentina. Horticultura Brasileña V. 28, N° 2.

Umaña, GE, 2002. Manejo de cuencas Hidrográficas y protección de fuentes de agua. UNA. Nicaragua. 27: 14-21.

Valenzuela, C. 2007. Los desafíos para el desarrollo de áreas rurales marginales: una propuesta de inclusión productiva para los sectores agrícolas tradicionales del noreste argentino. IIGHI-CONICET-UNNE. Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. Vol. XI, núm. 245 (55).

Westphal, SM. 2002. When change is the only constant. Ph.D. Dissertation. Dinamarca, Roskilde University. 293 p.

Zanetell, BA; Khuth, B. 2002. Knowledge partnerships: Rapid Rural Appraisal's role in catalyzing community-based management in Venezuela. Society and Natural Resources 15: 805-825.

Zúñiga, C; Somarriba, E; Sánchez, V. 2004. Tipologías Cafetaleras de la Reserva Natural Miraflores-Moropotente, Estelí, Nicaragua. CATIE-Costa Rica. Revista Agroforestería en las Américas N° 41-42: 105-111.

## **VIII. ANEXOS**

## ANEXO 1

### FICHA ENCUESTAS PARA AGRICULTORES

#### I. DATOS GENERALES

Nombre del responsable de la encuesta: .....

Nombre y apellido de agricultor (a): .....

Distrito: ..... Sector: .....

#### II. ASPECTO SOCIO-ECONÓMICO DEL AGRICULTOR

1. Sexo del responsable de la parcela: Hombre ( ) Mujer ( )
2. Edad (años): .....
3. Nivel de instrucción del responsable de la parcela: Ninguno ( )  
Primaria ( ) Secundaria ( ) Técnico ( ) Universitario ( )
4. Número de hijos menores de 18 años: .....
5. Número de personas que aportan con los gastos de la casa: .....
6. Cuenta con centro médico en la localidad: SI ( ) NO ( )
7. El personal asistencial es permanente en el centro médico SI ( ) NO ( )
8. En su casa tiene servicio de: Agua potable ( ) Electricidad ( ) Desagüe ( ) Teléfono ( )  
Cable ( )
9. Vivienda del agricultor: Casa de material noble ( ) Casa de adobe ( ) Casa de caña y barro ( ) No posee ( )
10. Ingreso mensual del agricultor (S/.): .....
11. Cría animales SI ( ) NO ( )
12. Tipo de animales: Vacunos ( ) Caprinos/lanar ( ) Equinos ( ) Porcinos ( ) Aves de corral ( )
13. Medio de comunicación e información que suele usar: Televisor ( ) radio ( ) Teléfono fijo ( ) Celular ( ) Periódico ( ) Folletos ( ) Internet ( )
14. Cuenta con movilidad en la zona SI ( ) NO ( )  
Si contesta si, Cuál es la frecuencia:
15. Participa o pertenece a alguna organización:  
Productores ( ) Deportiva ( ) Religiosa ( ) Del Estado ( ) Regantes ( )
16. Actividad complementaria de la familia:  
Agricultura ( ) Ganadería ( ) Extractiva ( )  
Comercio ( ) Artesanía ( ) Turismo ( ) Otros.....
17. Ha recibido capacitación SI ( ) NO ( )
- 18.- Está satisfecho con la capacitación o asistencia técnica? Si ( ) NO ( )
- 19.- En qué temas desearía recibir capacitación: .....

20. De quien recibe capacitación: Ministerio Agricultura ( )      ONGs ( )  
Asociación de productores ( )      Otros.....

### III. ASPECTO SOCIO-ECONÓMICO DE LA FINCA

21. Tiene título de propiedad      SI ( )      NO ( )
22. Número de hectáreas que posee: .....
23. Cultivos que siembra con frecuencia: .....
24. Qué tipo de semillas utiliza en sus cultivos:  
Certificada ( ) común ( ) propia ( )
25. Área total cultivada: .....
26. Rendimiento total del cultivo sembrado (kg./ha): .....
27. Qué calidad de producto obtiene?:  
Excelente ( )      Bueno ( ) Regular ( ) Malo ( )
28. A quien vende su producción?:  
Intermediarios ( ) mayoristas ( ) minoristas ( ) otros .....
29. Precio de venta del cultivo que tiene sembrado( S/. por Kg) : .....
30. Costo de producción por Ha (S/.): .....
31. Como vende el producto: A granel ( ) Envasado/Ensacado ( )
32. Cuantas personas trabajan en la finca, incluido Usted?: .....
33. Qué tipo de agricultura realiza:      Convencional ( )      Orgánica ( )
34. Utiliza jornaleros      SI ( )      NO ( )
35. Costo del jornal (S/.) .....
36. Tenencia de la tierra: Propia ( ) Alquilada ( ) Hipoteca ( ) otra .....
37. Saca préstamos para sus cultivos: del banco ( ), de la caja municipal ..... De  
Agrobanco ( ), de los mayoristas ( ) siembro con mis ahorros ( )
38. Considera Ud. Que el proyecto arqueológico CARAL ha creado trabajo?  
Bastante ( ) Regular ( ) poco ( ) muy poco ( )
39. La presencia del proyecto CARAL en el valle es: Muy  
bueno ( ) bueno ( ) Regular ( ) Malo ( )

### IV. FACTORES AMBIENTALES DE LA FINCA

40. Cuenta con agua de riego durante todo el año      SI ( )      NO ( )
- 41.Cuál es la fuente de abastecimiento de agua:  
Lluvia ( ) Pozo ( ) Rio ( ) Manantiales/filtraciones ( )
42. Utiliza abono químico para la fertilización      SI ( )      NO ( )
43. El control de plagas es solo con productos químicos      SI ( )      NO ( )



## ANEXO 2

### INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN DE SUSTENTABILIDAD CALIDAD DEL SUELO

#### 1. Estructura

- Suelo polvoso, sin gránulos visibles (1)  
Suelo suelto con pocos gránulos que se rompen al aplicar presión suave (5)
- Suelo friable y granular, los agregados aún humedecidos mantienen la forma al aplicar presión suave (10)

#### 2. Compactación e infiltración

- Compacto, se anega (1)
- Presencia de capa compacta delgada, el agua se infiltra lentamente (5)
- Suelo no compacto, el agua se infiltra fácilmente (10)

#### 3. Profundidad del suelo

- Subsuelo casi expuesto (1)
- Suelo superficial delgado, con menos de 20 cm (5)
- Suelo superficial más profundo, con más de 20 cm (10)

#### 4. Estado de Residuos

- Presencia de residuos orgánicos que no se descomponen o la hacen muy lentamente (1)
- Se mantienen residuos del año anterior, en proceso de descomposición (5)
- Residuos en varios estados de descomposición, residuos viejos bien descompuestos (10)

#### 5. Color, olor y materia orgánica

- Suelo pálido, con mal olor o químico, y no se observa la presencia de materia orgánica o humus (1)
- Suelo pardo claro o rojizo, con poco olor y con algún grado de materia orgánica o humus (5)
- Suelo de negro a pardo oscuro, con olor a tierra fresca, presencia de materia orgánica y humus (10)

#### 6. Retención de humedad

- Suelo se seca rápido (1)
- Suelo permanece seco durante la época seca (5)
- Suelo mantiene humedad durante la época seca (10)

#### 7. Desarrollo de raíces

- Raíces poco desarrolladas enfermas y cortas
- Raíces con crecimiento limitado, se observan algunas raíces finas (5)
- Raíces con buen crecimiento, saludables y profundas, con abundante presencia de raíces finas (10)

#### 8. Cobertura de suelo

- Suelo desnudo (1)
- Menos del 50% del suelo cubierto por residuos, hojarasca o cubierta viva (5)
- Más del 50% del suelo con cobertura viva o muerta (10)

#### 9. Erosión

- Erosión severa, se nota arrastre de suelo y presencia de cárcavas y canalillos (1)
- Erosión evidente, pero poca (5)
- No hay mayores señales de erosión (10)

#### 10. Actividad biológica

- Sin signos de actividad biológica, no se observan lombrices o invertebrados (insectos, arañas, etc.) (1)
- Se observan algunas lombrices y artrópodos (5)
- Mucha actividad biológica, abundantes lombrices y artrópodos (10)

## **SALUD DEL CULTIVO**

### **1. Apariencia**

- Cultivo clorótico o descolorido, con signos severos de deficiencia de nutrientes (1)
- Cultivo verde claro, con algunas decoloraciones (5)
- Follaje verde intenso, sin signos de eficiencia (10)

### **2. Crecimiento del cultivo**

- Cultivo poco denso, de crecimiento pobre. Tallos y ramas cortas y quebradizas, muy poco crecimiento de nuevo follaje (1)
- Cultivo más denso, pero no uniforme, con crecimiento nuevo, con ramas y tallos aún delgados (5)
- Cultivo denso, uniforme, buen crecimiento, con ramas y tallos gruesos y firmes (10)

### **3. Resistencia o tolerancia a estrés (sequía, lluvias intensas, plagas, etc.)**

- Susceptibles, no se recuperan bien después de un estrés (1)
- Sufren en época seca o muy lluviosa, se recuperan lentamente (5)
- Soportan sequía y lluvias intensas, recuperación rápida (10)

### **4. Incidencia de enfermedades**

- Susceptible a enfermedades, más del 50% de plantas con síntomas (1)
- Entre 20-50% de plantas, con síntomas de leves a severos (5)
- Resistentes, menos del 20 % de plantas con síntomas leves (10)

### **5. Competencia por malezas**

- Cultivos estresados dominados por malezas (1)
- Presencia media de malezas, cultivo sufre competencia (5)
- Cultivo vigoroso, se sobrepone a malezas, o malezas chapeadas no causan problemas (10)

### **6. Rendimiento actual o potencial**

- Bajo con relación al promedio de la zona (1)
- Medio, aceptable con relación al promedio de la zona (5)
- Bueno o alto, con relación al promedio de la zona (10)

### **7. Diversidad genética**

- Pobre, domina una sola variedad (1)
- Media, dos variedades (5)
- Alta, más de dos variedades (10)

### **8. Diversidad vegetal**

- Monocultivo sin sombra (1)
- Con solo una especie de sombra (5)
- Con más de dos especies de sombra, e incluso otros cultivos o malezas dominantes (10)

### **9. Diversidad natural circundante**

- Rodeado por otros cultivos, campos baldíos o carretera (1)
- Rodeado al menos en un lado por vegetación natural (5)
- Rodeado al menos en un 50% de sus bordes por vegetación natural (10)

### **10. Sistema de manejo**

- Monocultivo convencional, manejado con agroquímicos (1)
- En transición a orgánico, con sustitución de insumos (5)
- Orgánico diversificado, con uso de insumos orgánicos o biológicos (10)

### ANEXO 3

Encuesta para evaluar la sustentabilidad de la finca

Nombre y apellido de agricultor (a): .....

Distrito: ..... Sector: .....

Cultivo: .....

<b>I. Indicador para la dimensión económica.</b>		
<b>A) Autosuficiencia alimentaria</b>		
a.1. Diversificación de la producción de un sistema	Más de 6 productos	4
	Hasta 6 productos	3
	Hasta 5 productos	2
	Hasta 3 productos	1
	Menos de 2 productos	0
a.2. Superficie de producción de autoconsumo.	Más de 1 ha.	4
	01 – 0,51 ha	3
	0,5 – 0,31 ha	2
	0,3 – 0,1 ha	1
	Menos o igual a 0,1 ha	0
<b>B) Ingreso neto mensual</b>		
b. 1. Ingreso neto mensual (S/.)	Más de 1200	4
	Entre 1200 – 901	3
	Entre 900 - 601	2
	Entre 600 - 300	1
	Menos de 300	0
<b>C) Riesgos económicos</b>		
c.1. Diversificación para la venta	6 o más productos	4
	5 a 4 productos	3
	3 productos	2
	2 productos	1
	1 producto	0
c.2. Numero de vías de comercialización	5 o más canales	4
	4 canales	3
	3 canales	2
	2 canales	1
	1 canal	0
c.3. Dependencia de insumos externos	0a 20 % de insumos externos	4
	21a 40 % de insumos externos	3
	41 a 60 % de insumos externos	2
	61 a 79 % de insumos externos	1
	80 a 100 % de insumos externos	0

<b>II. Indicador para la dimensión ecológica.</b>		
<b>A) Manejo del cultivo</b>		
a.1. Rotación de cultivos	Rotación todos los años e incorporación de leguminosas o abonos verdes	4
	Rotación todos los años. No deja descansar el suelo.	3
	Rotación cada 2 o 3 años	2
	Realiza rotaciones eventualmente	1
	No realiza rotaciones	0
a.2. Diversificación de cultivos	Totalmente diversificado, con asociación de cultivos y vegetación natural	4
	Alta diversificación de cultivos, con asociación media entre ellos	3
	Diversificación media, con muy bajo nivel de asociación entre ellos	2
	Escasa diversificación de cultivos, sin asociaciones	1
	Monocultivo	0
a.3. Aplicación de agroquímicos	Sin aplicación	4
	Con aplicación ocasional	3
	Con aplicación hasta dos veces	2
	Con aplicación hasta cuatro veces	1
	Con aplicación abundante	0
a.4. Disponibilidad de agua para riego	Todo el año y abundante	4
	Todo el año y por turnos	3
	Por temporadas y restringido	2
	Solo en avenidas	1
	No dispone	0
<b>B) Riesgo de erosión</b>		
b. 1. Pendiente predominante (%)	De 0 al 5 %	4
	De 5 al 15 %	3
	De 15 al 30 %	2
	De 30 a 45 %	1
	Más del 45 %	0
b.2. uso de practic- conservaciont	100 %	4
	99 a 75 %	3
	74 a 50 %	2
	49 a 25 %	1
	24 a 0 %	0
b.3. método de riego	Aspersión/micro aspersión	4
	Por goteo	3
	Por surcos a nivel	2
	Por melgas	1
	Por inundación/machaco	0

<b>C) Manejo de la biodiversidad</b>		
c.1. Biodiversidad temporal	Rota todos los años. Deja descansar un año e incorpora leguminosas y abono verdes.	4
	Rota todos los años. No deja descansar el suelo	3
	Rota cada 2 a 3 años	2
	Realiza rotaciones eventualmente	1
	No realiza ninguna rotación	0
c.2. Biodiversidad espacial	Establecimiento totalmente diversificado, con asociaciones entre ellos y con vegetación natural	4
	Alta diversificación de cultivos, con media asociación entre ellos	3
	Diversificación media, con muy bajo nivel de asociación entre ellos	2
	Poca diversificación de cultivos, sin asociaciones	1
	Monocultivo	0

<b>III. Indicador para la dimensión socio-cultural</b>		
<b>A) Satisfacción de las necesidades básicas</b>		
a.1. Vivienda	De material noble terminada y buena	4
	De material noble sin terminar	3
	De adobe con techo de calamina	2
	De adobe con techo de barro	1
	De carrizo y barro (quincha)	0
a.2. Acceso a la educación	Acceso a educación superior	4
	Acceso a educación secundaria	3
	Acceso a educación primaria y secundaria con restricciones	2
	Acceso a la escuela primaria	1
	Sin acceso a la educación	0
a.3. Acceso a salud y cobertura sanitaria	Acceso a hospital con médicos permanentes e infraestructura adecuada	4
	Acceso a centro de salud con personal temporal medianamente equipado	3
	Acceso a centro de salud con personal temporal, mal equipado	2
	Acceso a puesto de salud mal equipado y sin personal idóneo	1
	Sin acceso a centro o puesto de salud	0
a.4. Servicios	Con energía eléctrica, agua potable, letrinas sépticas y telefonía móvil	4
	Con energía eléctrica, agua potable y letrinas sépticas	3
	Con energía eléctrica y agua de pozo	2
	Sin energía eléctrica y agua de pozo artesanal o noria	1
	Sin Energía eléctrica y sin fuente de agua cercana	0

<b>B) Aceptabilidad del sistema de producción</b>		
b. 1. Aceptabilidad del sistema de producción	Está muy contento con lo que hace, no haría otra actividad aunque esta le reporte más ingresos	4
	Está contento pero antes le iba mejor	3
	No está del todo satisfecho, se queda porque es lo único que sabe hacer	2
	Poco satisfecho con esta forma de vida, anhela vivir en la ciudad y ocuparse a otra actividad	1
	Esta desilusionado con la vida que lleva, no lo haría más, está esperando que se presente una oportunidad para dejar la producción	0
<b>C) Integración social</b>		
c.1. Integración social	Muy alta	4
	Alta	3
	Media	2
	Baja	1
	Nula	0

<b>D) Conocimiento y conciencia ecológica</b>		
d.1. Conocimiento y conciencia ecológica.	Concibe la ecología desde una visión amplia, más allá de su finca y conoce sus fundamentos	4
	Tiene un conocimiento de la ecología desde su práctica cotidiana. Sus conocimientos se reducen a la finca no usa agroquímicos y más prácticas conservacionistas	3
	Tiene sólo una visión parcializada de la ecología. Tiene la sensación de que algunas prácticas pueden estar perjudicando al medio ambiente.	2
	No presenta un conocimiento ecológico ni percibe las consecuencias que pueden ocasionar algunas prácticas, pero utiliza prácticas de bajos insumos.	1
	Sin ningún tipo de conciencia ecológica, realiza prácticas agresivas al medio por causa de desconocimiento.	0

## ANEXO 4

### VARIABLES SELECCIONADAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE FINCAS

Dimensión	Variable
Ambiental	Parte de la cuenca Altitud (msnm) Topografía de la finca Uso de agroquímicos Arreglo espacial y temporal de cultivos Sistemas de cultivo Sistemas de producción Problemas ecológicos
Económica	Actividad principal y complementaria Extensión de la finca Producción anual por cultivos Producción anual por crías Porcentajes de la producción para la venta y autoconsumo Otras actividades de ingreso familiar Utilidad neta anual familiar (SI.) Tipo de abonos y fertilizantes usados en la finca Incidencia de plagas y enfermedades Labores culturales más empleados Disponibilidad de mano de obra Acceso y fuentes de crédito Capacitación y asistencia técnica Factores externos limitantes del desarrollo agrario
Social	Edad del jefe de familia N° miembros de la familia Nivel de escolaridad N° personas que dependen de la finca N° personas que aportan Situación jurídica de la propiedad Afiliación a organizaciones socioeconómicas Tipo de servicio de salud Tipo de alumbrado Tipo de vivienda rural

**ANEXO 5**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**



**F1.** Encuestando a un agricultor en su cultivo de palto



**F2.** Encuestando a un agricultor con cultivo de maíz y ganado vacuno



**F3.** En el sector Alpacoto, con agricultor en su finca



**F4.** Agricultor con cultivo de palto orgánico



**F5.** Taller participativo con los agricultores de la cuenca baja



**F6.** Inicio de la cuenca media, predomina aun el cultivo de maíz amarillo



**F7.** Entrevistando a los agricultores de la cuenca media



**F8.** Típica finca con cosecha de maíz amarillo duro



Fotos 8 y 9. Vista de la fisiografía en el sector LLamahuaca - Caral



Fotos 10 y 11. Vista de la fisiografía en el sector Chupacigarro – Caral



Foto 12. Sector Alpacoto -Caral



Foto 13. Sector Lurihuas -Caral



Foto 14. Sector Alpacoto



Foto 15. Sector Minas hico



Foto 16. Sector Caral Bajo



Foto 17. Sector Pando