

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**



**“VIABILIDAD DE LOS SISTEMAS AGRARIOS TRADICIONALES  
COMO PRODUCTOS EMERGENTES O SUMA DE PARTES EN UN  
ESTUDIO DE CASO DE CAJATAMBO”**

**Presentada por:**

**DIANA ZULEMA QUINTEROS CARLOS**

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

**Lima - Perú**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**“VIABILIDAD DE LOS SISTEMAS AGRARIOS TRADICIONALES  
COMO PRODUCTOS EMERGENTES O SUMA DE PARTES EN UN  
ESTUDIO DE CASO DE CAJATAMBO”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR  
*DOCTORIS PHILOSOPHIAE* (Ph.D.)**

**Presentada por:**

**DIANA ZULEMA QUINTEROS CARLOS**

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

Ph.D. Julio Alegre Orihuela  
**PRESIDENTE**

Dr. Edgar Sánchez Infantas  
**ASESOR**

Dr. Alberto Julca Otiniano  
**MIEMBRO**

Dra. Luz Gómez Pando  
**MIEMBRO**

Ph.D. Hanna Cáceres Yparraguirre  
**MIEMBRO EXTERNO**

## DEDICATORIA

A mi familia, que siempre será el motivo y la inspiración de mi vida, con el amor y el afecto más profundos:

Alcides Quinteros Ballardo (†) y Elvira Carlos Ríos, mis padres.

Silvia, Leticia, Norma y Pedro, mis hermanas y hermano.

Anel, Alejandra, Alejandro y Rodrigo, mis sobrinas y sobrinos.

Lisset Thais Barreto y Miguel Runco Martínez, mí cuñada y cuñado.

Juan Juscamaita Morales, mi esposo.

Gabriel Alonso Juscamaita Quinteros, mi hijo; por haberme elegido como madre y permitirme gozarlo como hijo.

A los productores agropecuarios de Cajatambo que proporcionaron de manera entusiasta y desinteresada la información requerida para la tesis y nos transmitieron su filosofía de vida y sabiduría.

A Cajatambo, mi Tierra natal, mi gratitud y cariño por su hospitalidad con los miembros del equipo de investigación mostrándoles su naturaleza llena de riqueza biológica y cultural.

A todos los que se involucraron en esta tarea para recordarme a Carl G. Jung diciendo:

“Conozca todas las teorías,

Conozca todas las técnicas,

Pero al tocar un alma humana,

Sea apenas otra alma humana”

## **AGRADECIMIENTO**

De manera especial a mí asesor de tesis, Dr. Edgar Sánchez Infantas, por compartir su experiencia, conocimiento y amistad; y por involucrarse en mi proyecto de doctorado generosa y desinteresadamente.

A a mis maestros y amigos Efraín Malpartida Inouye (†) y Guillermo Aguirre Yato (†), por su constante aliento para realizar los cursos de doctorado y el trabajo de investigación de la tesis. Les pido disculpas por la demora en terminar el trabajo.

Al Programa de Doctorado en Agricultura Sustentable, por acogerme como estudiante y alentar mis avances. Así mismo, a los docentes de los cursos y a los miembros de mi jurado de tesis, por orientar mi interés en el estudio general de los conocimientos de referencia sobre la gestión de los sistemas agrarios y el amor por los mismos.

A todo el personal administrativo del Programa de Doctorado en Agricultura Sustentable, por las facilidades brindadas en el desarrollo de los cursos y los trámites administrativos requeridos.

A la Universidad Nacional Agraria La Molina, a la Facultad de Ciencias y al Departamento Académico de Biología, por las facilidades institucionales para hacer los estudios de doctorado y la investigación conducente a la tesis.

Al Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad del Ministerio de la Producción que financió el proyecto “Determinación de criterios para el establecimiento de estándares de calidad ambiental para la diversidad biológica. Estudio de caso: Distrito de Cajatambo” (Contrato N°365-PNICP-PIAP-2014), en cuyo marco se desarrolló la presente tesis.

Agradezco profundamente el trabajo y la amistad del equipo de investigación del proyecto: Edgar Sánchez, Graciela Vilcapoma, Aldo Ceroni, Rosario Castro, Viviana Castro, Ayling Wetzell, Glagys Tello, Zarela Reyes, Maritza Portilla, Daniela Gálvez, Carla Benavides,

Fátima Arévalo, Gabriela Astete, Julio Salvador, Pablo Ramos, Hernán Cunza, Gonzalo Núñez, Denis Quispe, Jorge Luján, Ernesto Málaga.

A los estudiantes de Biología y de la Maestría en Ecología Aplicada que a través de los cursos Herramientas para la Descripción de Ecosistemas y Prácticas en Ecología Aplicada realizados en Cajatambo apoyaron en la investigación de la tesis.

Al Sr. Alcalde de Cajatambo Dr. Willy Alva Arce, al Sr. Percy Fuentes Rivera y todo el personal de la Municipalidad de Cajatambo por su apoyo en la convocatoria a los pobladores de Cajatambo para la realización de los talleres de trabajo en el local Municipal.

Al Director, docentes y estudiantes del Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Santa María Magdalena de Cajatambo por su apoyo desinteresado en la realización de las encuestas a los productores agropecuarios de Cajatambo.

A todos los pobladores de Cajatambo por su comportamiento respetuoso y amistoso con todos los miembros del equipo de investigación – estudiantes, docentes y personal de apoyo - de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

A mis padres – Alcides Quinteros y Elvira Carlos – por prestar su casa de Cajatambo para la sede local del proyecto Contrato N°365-PNICP-PIAP-2014, sus campos agropecuarios para los trabajos de investigación y por sus atenciones amistosas a todos los miembros del equipo de investigación.

A Juan y Gabriel por su compañía amorosa y por involucrarse en el proyecto. No podría haber tenido un respaldo mejor.

# ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
2.1. COSMOVISIÓN.....	5
2.2. ONTOLOGÍA.....	6
2.3. NARRATIVA.....	7
2.4. SISTEMA AGRARIO.....	8
2.5. EL SISTEMA AGRARIO UN SISTEMA COMPLEJO ADAPTATIVO (CAS) .....	9
2.6. SISTEMA SOCIAL-ECOLÓGICO (SES, de Social Ecological System) .....	12
2.7. ESTABILIDAD, DIVERSIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN AGROECOSISTEMAS .....	14
2.8. SUSTENTABILIDAD – VIABILIDAD DE LOS SISTEMAS AGRARIOS .....	15
2.9. APROXIMACIÓN ARDI (ACTORES, RECURSOS, DINÁMICAS E INTERACCIONES).....	16
2.10. EL DISTRITO DE CAJATAMBO.....	18
2.11. EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRARIO DEL DISTRITO DE CAJATAMBO .....	21
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
3.1. ÁREA DE ESTUDIO .....	24
3.2. MATERIALES .....	25
3.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES O SUBSISTEMAS USANDO EL CONCEPTO MULTIESCALAR DE PANARQUÍA.....	25
3.3.1. Las Zonas de Vida (ZV) del distrito de Cajatambo (macroestructura).....	26
3.3.2. Las formaciones vegetales (FV) (mesoestructura).....	26
3.3.3. Los sistemas de producción (microestructura).....	27
3.4. IDENTIFICACIÓN DE LAS INTERACCIONES DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA AGRARIO .....	28
3.5. EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL SISTEMA AGRARIO COMPARANDO UNA APROXIMACIÓN LINEAL CON UNA EMERGENTE O BASADA EN SU CONDICIÓN DE CAS .....	31
3.5.1. Evaluación de la sustentabilidad del sistema agrario desde una aproximación lineal y aditiva.....	32

3.5.2. La evaluación de la sustentabilidad del sistema agrario con base en su condición de CAS .....	35
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>36</b>
4.1. COMPONENTES O SUBSISTEMAS DEL DISTRITO DE CAJATAMBO .....	36
4.1.1. Las Zonas de Vida como expresión de la macroestructura .....	36
4.1.2. Las formaciones vegetales como expresión de la mesoestructura .....	39
4.1.3. Los sistemas de producción como expresión de la microestructura .....	45
4.2. LAS INTERACCIONES DE LOS ELEMENTOS O COMPONENTES DEL SISTEMA AGRARIO .....	55
4.2.1. Actores .....	56
4.2.2. Recursos .....	60
4.2.3. Dinámicas.....	64
4.2.4. Interacciones a partir de una ontología .....	67
4.3. SUSTENTABILIDAD DEL SISTEMA AGRARIO DE CAJATAMBO.....	71
4.3.1. Sustentabilidad desde una aproximación lineal y aditiva.....	72
4.3.2. Sustentabilidad con base en la condición de cas de los agroecosistemas .....	74
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>87</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>89</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>91</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>105</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ciclo Adaptativo y Panarquía .....	10
<b>Figura 2.</b> Sistema Social Ecológico (SES) Global .....	13
<b>Figura 3.</b> Departamento de Lima (a) y la provincia de Cajatambo (b).....	18
<b>Figura 4.</b> Ubicación del distrito de Cajatambo.....	24
<b>Figura 5.</b> Imagen de los pueblos Cajatambo (izquierda) y Astobamba (derecha).....	25
<b>Figura 6.</b> Zonas de Vida del distrito de Cajatambo .....	36
<b>Figura 7.</b> Formaciones Vegetales del mosaico de parches del distrito de Cajatambo .....	39
<b>Figura 8.</b> Superficie (ha) de las formaciones vegetales, Cajatambo.....	40
<b>Figura 9.</b> Cambio y persistencia de los parches de tipo agrícola, 1987 – 2014.....	41
<b>Figura 10.</b> Diversidad (H) y Cobertura (%) de plantas por tipo de formación vegetal en el distrito de Cajatambo – Abril, 2016. ....	43
<b>Figura 11.</b> Diversidad (bits/parche) del mosaico de parches de cada subunidad del paisaje de las cuencas de los ríos Pumarinri y Cuchichaca. ....	44
<b>Figura 12.</b> Subsistemas o grupos definidos usando el árbol de distancias mínimas – NMMDS- a partir de las 52 encuestas que tienen datos completos. ....	46
<b>Figura 13.</b> Grupos de productores sugeridos por el NMMDS. ....	47
<b>Figura 14.</b> Análisis de Componentes Principales para la identificación de las variables que definen a cada grupo de productores. ....	48
<b>Figura 15.</b> Correlaciones de las variables con el CP1. ....	49
<b>Figura 16.</b> Correlaciones de las variables con el CP2. ....	49
<b>Figura 17.</b> Lugar de residencia (%) de los diferentes tipos de productores de Cajatambo.	51
<b>Figura 18.</b> Sexo (%) y título de propiedad (%) de los productores. ....	51
<b>Figura 19.</b> Cantidad de personas que pertenecen a una organización. ....	52
<b>Figura 20.</b> Cantidad de personas que ha recibido capacitación (%). ....	53
<b>Figura 21.</b> Número de citas por Clase de Actor Social. ....	58
<b>Figura 22.</b> Análisis de Componentes Principales para la evaluación de las características de los Actores. ....	59
<b>Figura 23.</b> Correlación de los tipos de actores con los Componentes Principales 1 y 2. ...	60
<b>Figura 24.</b> Frecuencia de citas para cada tipo de Recursos. ....	62
<b>Figura 25.</b> Análisis de Componentes Principales 1 y 2 para los Recursos.....	63
<b>Figura 26.</b> Correlaciones de los recursos con los Componentes Principales 1 y 2. ....	63



<b>Figura 27.</b> Frecuencia de citas de las diferentes dinámicas.....	65
<b>Figura 28.</b> Resultado del Escalamiento No Métrico Multidimensional (NMMDs) para las dinámicas que se han identificado para Cajatambo.....	66
<b>Figura 29.</b> Ontología que relaciona los elementos identificados para el SES Cajatambo..	69
<b>Figura 30.</b> Valores promedio de los indicadores de sustentabilidad económica (a), ecológica (b) y sociocultural (c) de los productores de Cajatambo. ....	73
<b>Figura 31.</b> Dendrograma (rho) que muestra las relaciones entre los diferentes indicadores de sustentabilidad. ....	77
<b>Figura 32.</b> Correlaciones entre los indicadores de sustentabilidad en ausencia de los no ortogonales.....	77
<b>Figura 33.</b> ACP que muestra los CP 1 y 2 y las variables que parecen ordenar a los diferentes productores entrevistados. ....	79
<b>Figura 34.</b> Correlaciones de las variables con los CP 1 (a) y 2 (b). ....	79
<b>Figura 35.</b> Tipos de productores basados en las estrategias que desarrollan en Cajatambo (ACP).....	81
<b>Figura 36.</b> Tipos de productores de acuerdo a sus estrategias.....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Definiciones de términos clave .....	6
<b>Tabla 2:</b> Producción agrícola y ganadera 2017- II trimestre de la provincia de Cajatambo (Ministerio de Agricultura y Riego, 2017). .....	22
<b>Tabla 3:</b> Indicadores de sustentabilidad y criterios de estandarización de los datos.....	34
<b>Tabla 4:</b> Características de las Zonas de Vida del distrito de Cajatambo según la Guía Explicativa del Mapa Ecológico del Perú (INRENA 1995). .....	38
<b>Tabla 5:</b> Número de especies, cobertura (%) y diversidad (H) de plantas por parche en las formaciones vegetales del distrito de Cajatambo, abril-2016 (Ceroni 2021)..	42
<b>Tabla 6:</b> Especies de plantas que explican más de la mitad de las diferencias en composición registradas entre los parches del mosaico. Abril - 2016. ....	43
<b>Tabla 7:</b> Productores por grupos sugeridos por el Escalamiento No Métrico Multidimensional (NMMDS). .....	46
<b>Tabla 8:</b> NPMANOVA de los grupos definidos por el NMMDS .....	47
<b>Tabla 9:</b> Actores sociales identificados por los participantes.....	57
<b>Tabla 10:</b> Criterios de clasificación de los actores identificados. ....	58
<b>Tabla 11:</b> Recursos identificados .....	61
<b>Tabla 12:</b> Criterios usados para clasificar a los Recursos. ....	61
<b>Tabla 13:</b> Dinámicas identificadas por los participantes.....	64
<b>Tabla 14:</b> Criterios para la clasificación de las dinámicas. ....	64
<b>Tabla 15:</b> Clasificación de las dinámicas identificadas para Cajatambo.....	67
<b>Tabla 16:</b> Evaluación de la sustentabilidad de los productores de Cajatambo.....	75
<b>Tabla 17:</b> Matriz de correlación (r de Spearman) entre indicadores de las diferentes dimensiones de la sustentabilidad en agroecosistemas de Cajatambo. ....	76
<b>Tabla 18:</b> Evidencia de la significación estadística de las diferencias entre tipos de productores a partir del NPMANOVA (coeficiente de correlación ordinal rho). .....	81

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Formato de encuesta para el productor agrario de Cajatambo .....	105
<b>Anexo 2.</b> Resultados de la encuesta a los productores de Cajatambo 2015.....	107
<b>Anexo 3.</b> Evaluación de sustentabilidad – derivada de la encuesta a los productores de Cajatambo 2015. ....	117

## RESUMEN

Un buen porcentaje de la producción agraria del Perú se desarrolla en laderas andinas como Cajatambo. Tiene bajos rendimientos, agricultores de escasos recursos, ocupa buen porcentaje de la Población Económicamente Activa y es fuente importante de alimentación. En ésta investigación se evalúa la viabilidad – indicador de sustentabilidad - de agroecosistemas tradicionales del distrito de Cajatambo, como producto emergente de la interacción de variables contrastándola con la suma lineal de las mismas. Los objetivos fueron: 1) identificar las partes del agroecosistema en los niveles macro (clima), meso (suelo, vegetación) y micro (gestión humana); 2) identificar interacciones entre variables mediante una narrativa y, 3) determinar indicadores de sustentabilidad entendidos como instrumentos dependientes de marcos teóricos o cosmovisiones que le dan sentido. Hay siete zonas de vida equipotenciales, 12 formaciones vegetales y cuatro sistemas de producción. La aproximación ARDI (Actores, Recursos, Dinámicas, Interacciones) de la percepción de los actores sociales Cajatambinos sobre su agroecosistema mostró que los Actores son urbanos y los Recursos rurales; que las Dinámicas más importantes son las agropecuarias y algunas mantienen estados indeseables (resiliencia negativa) y otras promueven transformaciones a condiciones peores (transformabilidad negativa). Se ha evidenciado: potencial competencia por el agua entre usos urbanos y de riego, amortiguada por los “ruralitas urbanos”; potencial competencia por el espacio entre alfalfa y frutales; precios bajos de la leche que inducen emigración por percepción de mala calidad de vida y complementariedad entre agricultura bajo riego y procesos que afectan especies silvestres. Entender al agroecosistema como Sistema Complejo Adaptativo mostró aspectos de sustentabilidad invisibles con la aproximación lineal: variables clave, estados alternativos para el agroecosistema y procesos que los afectan. Finalmente, como los sistemas complejos son contexto dependientes no es posible generalizar resultados; cada agroecosistema tiene su propia “personalidad” y requiere un tratamiento particular, heurístico, no algorítmico.

**Palabras clave:** Agroecosistema, Viabilidad, Sustentabilidad, Complejidad, Resiliencia, Transformabilidad.

## ABSTRACT

A good percentage of Peru's agricultural production is developed on Andean slopes such as Cajatambo. It has low yields, poor farmers, occupies a good percentage of the Economically Active Population and is an important source of food. The viability - sustainability indicator - of such a traditional agroecosystem, Cajatambo district, has been evaluated, as an emerging product of the interaction of variables, instead the classical perspective that understand sustainability as a linear sum of them. The objectives were: 1) to identify the parts of the agroecosystem at three levels: macro (climate), meso (soil, vegetation) and micro (human management); 2) to identify interactions between variables through a narrative and, 3) to determine sustainability indicators understood as instruments dependent on theoretical frameworks or worldviews that make sense. There are seven Equipotential Life Zones (macro structure), 12 Plant Vegetation types (meso structure) and four Production Systems (micro structure). The ARDI approach (Actors, Resources, Dynamics, Interactions) of Cajatambo's social actors perception about their agroecosystem has shown that the Actors are urban and Resources are Rural; the most important dynamics are agricultural and some maintain undesirable states (negative resilience) and others promote transformations to worse conditions (negative transformability). It has been shown also: potential competition for water between urban and irrigation uses, mediated by "urban ruralites"; potential competition for the space between alfalfa and fruit trees; low milk prices that induce emigration due to the perception of poor quality of life and complementarity between agriculture under irrigation and processes that affect wild species. Understanding the agroecosystem as an Adaptive Complex System showed sustainability aspects invisible with the linear approach: key variables, alternative states for the agroecosystem and processes that affect them. Finally, since complex systems are context dependent, it is not possible to generalize results; Each agroecosystem has its own "personality" and requires a particular, heuristic, non-algorithmic treatment.

**Keywords:** Agroecosystem, Viability, Sustainability, Complexity, Resilience, Transformability.

## I. INTRODUCCIÓN

Un buen porcentaje de la producción agraria en el Perú, en particular la realizada por agricultores de escasos recursos, se desarrolla en las laderas de la Cordillera de los Andes (Chaverra 1981; CAT 2017), como en el distrito de Cajatambo en la provincia del mismo nombre, Departamento de Lima. De manera general, esta producción agraria tiene bajos rendimientos, a pesar de lo cual ocupa un porcentaje importante de la población (28.8 % de la Población Económicamente Activa - PEA es agraria en la Región Lima, sin incluir Lima Metropolitana) (INEI 2015) y al mismo tiempo constituye una fuente importante de alimentación para la población (Dixon *et al.* 2001). Se hace necesario, por tanto, analizar las condiciones sobre las que basa su viabilidad y al mismo tiempo identificar las medidas que contribuyen a aumentar la rentabilidad social y económica y la integridad ecológica de estos sistemas agrarios.

La limitada rentabilidad económica parece estar en la base del abandono de estos espacios agrarios (= agropecuarios) (Walsh 2009) registrado durante por lo menos los últimos 30 años. Sin embargo, también es posible que otros factores sean al menos parcialmente responsables de este fenómeno, tales como las modificaciones que la Reforma Agraria significó a mediados de los 70s, factores humanos y naturales – Sendero Luminoso, gobiernos de García y Fujimori, los fenómenos de “El Niño” (ENSOs) – los cuales han sido fuente de incertidumbre y seguramente han tenido un efecto sobre la estructura y dinámica de los sistemas agrarios. También, procesos de mayor escala como el calentamiento global son fuente de perturbaciones (Parmesan & Yohe 2003).

Para identificar las condiciones que garantizan la viabilidad de estos sistemas agrarios previamente se requiere una definición de viabilidad lo cual implica asumir una cosmovisión que le dé un marco de referencia a los instrumentos que luego se usen para medir la viabilidad. Se trata de una racionalidad instrumental fundamentada en una racionalidad teórica, tal como lo señala March (2005).

El tema de la viabilidad del ecosistema y de los conceptos relacionados tales como: sustentabilidad e integridad, tienen en común que parten de una aproximación sistémica que entiende a un sistema como un conjunto de partes que tienen entre sí un conjunto de interacciones (Ferrater 1979; Earls 2007).

Así, la pertinencia de la descripción del sistema agrario, particularmente la identificación de sus partes, surge de una triple consideración: su rol de producción de alimentos, su capacidad de ocupar la mano de obra local y su capacidad de controlar la diversidad biológica, en principio botánica y por extensión del resto de taxas. Esta capacidad de control se expresa en el hecho de que - al parecer - el retroceso de la actividad agropecuaria está permitiendo que la vegetación natural recupere los espacios antes ocupados por las parcelas agrícolas; de este modo, la diversidad vegetal silvestre avanza tanto como se lo permite la actividad agropecuaria. Entonces, la descripción de la estructura y la dinámica del sistema agropecuario es un insumo para entender la dinámica de la diversidad biológica en este espacio, en adición a lo más estrictamente humano relacionado a la producción de alimentos y la ocupación de mano de obra.

Si la definición de un sistema implica partes que interaccionan entre sí es claro que su definición quedará incompleta si no se consideran las interacciones. A pesar de lo evidente de esta verdad, a menudo las interacciones no suelen ser tomadas en cuenta tal vez por la formación excesivamente especializada que se suele asumir y que privilegia las características de cada parte restándole importancia a las interacciones de todas las partes. Una consecuencia de este proceder es la incapacidad para identificar comportamientos emergentes en los sistemas que se están evaluando.

Un sistema entendido como sistema complejo adaptativo (CAS, de Complex Adaptive System) expresa sus interacciones de forma multiescalar (Kay *et al.* 1999; Boyle *et al.* 2001; Biesner *et al.* 2003; Kaisler & Madey 2009), es decir como un conjunto de relaciones que implican varias escalas espacio temporales. En ese sentido, es necesario dar cuenta del carácter multiescalar considerando al menos un nivel local, uno regional y uno nacional. La idea de panarquía (Chapin *et al.* 2002; Chapin *et al.* 2009) es una forma adecuada para tratar con este carácter multiescalar y como tal se usó en el presente caso.

En una escala local, se puede recurrir a los modelos de dinámica de sistemas (Jorgensen 1992) que, aunque tienen la restricción de usar una sola escala de espacio y tiempo se pueden usar para describir situaciones concretas identificadas por la panarquía, con el beneficio de permitir desarrollar análisis de sensibilidad.

Por otro lado, la necesidad de contar con algún indicador de la sostenibilidad de un sistema agrario es evidente en la medida que indica si está cumpliendo su función de producción de bienes y servicios sin atentar contra el mantenimiento de su propia integridad. Ahora bien, si los indicadores representan elementos de una racionalidad instrumental que sólo tienen sentido en el marco de una racionalidad teórica o de cosmovisión que los organiza y los hace funcionales (Andreasen *et al.* 2001), será necesario discutir cuántas y cuáles son estas cosmovisiones en la Ecología, porque en función de la cosmovisión desde la cual se parte, serán diferentes los indicadores que se construyan y los resultados que se obtengan (Holling 1998; Sánchez & Quinteros 2017).

Al mismo tiempo, la selección de una cosmovisión debe ser ella misma racional, por lo que resulta lógico usar el criterio de exceso de contenido empírico de un programa de investigación para declarar su carácter progresivo y escogerlo frente a sus competidores que adquieren la condición de regresivos (Lakatos 1989). Será necesario contar con lineamientos para el desarrollo de indicadores de sostenibilidad alternativos si los actuales resultan siendo parte de un programa regresivo, esto para operacionalizar un presunto cambio de cosmovisión.

Por lo tanto, la investigación se desarrolló teniendo como objetivo general:

- Mostrar si la viabilidad de los sistemas agrarios tradicionales del distrito de Cajatambo – entendida como indicador de su sustentabilidad – es un producto emergente de la interacción de sus variables o es el producto de la suma de las mismas.

Asimismo, se determinó los objetivos específicos:

1. Identificar los componentes o subsistemas del sistema agrario de Cajatambo para estimar su estructura.
2. Identificar las interacciones de los componentes del sistema agrario de Cajatambo para estimar su funcionamiento.



3. Evaluar la sustentabilidad del sistema agrario de Cajatambo con una aproximación aditiva y una basada en su condición de CAS para sugerir el uso de aquel que muestre carácter progresivo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. COSMOVISIÓN

Restrepo (1998) señala que el ser humano, como persona y como sociedad, se ha planteado desde el inicio de los tiempos tres preguntas fundamentales: ¿De donde vengo?, ¿quién soy?, ¿para donde voy?, que articulan el antes -problema del origen-, el ahora -problema de identidad- y el después -destino- o en el sentido del tiempo lineal el pasado, presente y futuro. Las múltiples respuestas que cada pueblo ha dado a estos interrogantes conforman la base de su Cosmovisión, visión de sí mismo, del mundo y el universo, de la ubicación del ser humano en ellos y de su accionar conjunto.

La Real Academia Española (2018) define cosmovisión como “visión o concepción global del universo” (del griego *cosmos* = “mundo” o “universo” y del latín *visio*). Corresponde a una adaptación de la palabra alemana *weltanschauung* (de *Welt* = “mundo”, y *anschauen* = “mirar” u “observar”) acuñada a fines del siglo XVIII y retomada por el filósofo Wilhelm Dilthey (1954) agrupando los diferentes modos de entender el mundo en tres grandes tipos de cosmovisión: 1) el naturalismo, donde el ser humano se ve a sí mismo como determinado por la naturaleza; 2) el idealismo de la libertad (o el idealismo subjetivo), donde el humano es consciente de su separación de la naturaleza por su libre albedrío; y 3) El idealismo objetivo, donde el individuo es consciente de su armonía con la naturaleza (Heidegger 2001). Tal representación del mundo responde al contexto particular en el que se encuentran las personas, así, una determinada cosmovisión responde a un tiempo-espacio específico y, la experiencia de la vida del sujeto se forma a partir de los valores y representaciones de la sociedad en la que se mueve. Por lo tanto, las religiones, las artes y la literatura, las ideologías políticas y económicas, la filosofía o el discurso científico son, en sí mismos, cosmovisiones, esto es, representaciones que explican el funcionamiento del mundo y determinan la manera de vincularse con este (Heidegger 2005).

Pauca (2019), en alusión al filósofo Martín Heidegger señala que la «cosmovisión» no es una simple consideración o contemplación de las cosas, sino más bien es siempre una toma de postura respecto de la visión del mundo; y en alusión al filósofo Augusto Salazar Bondy, señala que la cosmovisión se ha dado desde siempre en los pueblos y culturas de todas las latitudes; y aunque desde el punto de vista filosófico podría no ser un conocimiento riguroso, es definitivamente una forma de conocimiento desarrollado por una determinada sociedad que, sin las pretensiones de coherencia de la filosofía, tal vez por sospechar que el mundo es también incierto, manifiesta bien el sentimiento cósmico de un pueblo.

## 2.2. ONTOLOGÍA

En filosofía, ontología es el estudio de la naturaleza de la existencia y la realidad; y en Ciencias de la Computación es "una especificación explícita de una conceptualización compartida" (conceptualización = "una visión abstracta y simplificada del mundo que se desea representar para algún propósito") (Frey & Cox 2015).

En tanto artefacto representacional es una herramienta de organización y diseño de la información y procesos de las entidades de un dominio de conocimiento (Vélez 2015). A continuación, se presenta la **Tabla 1** con algunas definiciones de términos clave en ontologías, de acuerdo a Frey & Cox (2015):

**Tabla 1:** Definiciones de términos clave

Término	Definición	Ejemplo
Ontología	Un marco formal para representar el conocimiento; una especificación explícita de una conceptualización, mientras que una conceptualización es "un resumen, visión simplificada del mundo que deseamos representar para algún propósito.	<a href="http://www.openclinical.org/ontologies.html">http://www.openclinical.org/ontologies.html</a> )
Clase	Conceptos, tipos de objetos o tipos de cosas	carros; unidades de recursos
Subclase	Un conjunto de individuos de una clase que son un subconjunto del conjunto de individuos de otra clase. Una clase es por definición una subclase de sí misma.	carros eléctricos; pez
Instancia	Individuos u objetos que son miembros de una clase	Tesla S; arenque
Relación	Manera en que las clases y los individuos se relacionan mutuamente	"es un"
Atributo	Propiedad, característica o parámetro que clasifica y poseen los objetos	rojo; longitud de 20–50 cm
Componente	Parte de una clase	parachoques trasero; aleta
Restricción	Descripción de lo que es o no es cierto.	Un carro no puede ser un animal.
Regla lógica	Declaración que describe inferencias lógicas que pueden extraerse de las aserciones (por lo general de forma automática razonamiento)	Todos los peces pueden nadar. Un arenque es un pez. Por lo tanto, los arenques pueden nadar.
Clase disjunta	Si las clases A y B están separadas, ningún miembro de la clase A puede ser miembro de la clase B.	Un animal vuela o no puede volar.

### **2.3. NARRATIVA**

La narrativa es una forma de comunicación oral o escrita, cuyo objetivo es contar, referir lo sucedido, o un hecho o una historia ficticios (Real Academia Española 2018). En un contexto social ecológico, la narrativa consiste en la producción de relatos a través de los cuales las culturas producen significados que son compartidos y negociados por sus miembros, de modo de explicar los sucesos del mundo social y hacerlos comprensibles ante los otros y ante sí mismos. El recurso narrativo además de ordenar la experiencia individual por medio de la organización de episodios significativos, contribuye a cohesionar las creencias y valores compartidos, facilitando su transmisión en la cultura (Bruner 1991).

A través de la narración, las personas pueden explicar y significar aquellos sucesos que resultan inhabituales, incomprensibles e inesperados dentro de un orden cultural. Es decir que la narrativa permite hacer comprensible aquello que resulta ajeno al mundo cultural. Es, por tanto, una aproximación epistemológica pertinente que supera el antagonismo entre la realidad socio-cultural exterior y la realidad psicológica interior del sujeto, atendiendo al universo simbólico que las personas utilizan en la construcción y búsqueda de sentido de sí mismo y del mundo que los rodea (Bravo 2012).

La teoría de la narrativa reconoce la importancia de la cultura y de la subjetividad en la construcción de la realidad social y asigna un carácter de agente social activo a las personas en la construcción del conocimiento, permitiendo el despliegue de subjetividades alternativas a la racionalidad dominante, así como la creación de un sentido de semejanza y solidaridad con los objetos del mundo (Morales 2005).

Por su parte, Estupiñán & González (2012) resaltan que la narrativa como producto interpersonal de una conversación (=co-construcción) es una apuesta de personas y sistemas humanos ubicados en barrios, regiones, países, es decir, campos geo-políticos cuyo sentido histórico, social y cultural influye en las narrativas particulares. Por lo tanto, el campo narrativo un espacio relacional (vincular, interaccional, experiencial y de sentido) construido en el interjuego de actores sociales y los campos narrativos son organizaciones humanas y ecológicas, complejas y emergentes, engendradas en los acoples lingüísticos co-evolutivos entre las personas y los sistemas sociales (nichos ecológicos), los cuales configuran sentidos a nuestros modos de vivir como individuos, familias y comunidades.

## 2.4. SISTEMA AGRARIO

Monserrat (1965) se refiere al sistema agrario como “agrobiosistema” o ecosistema más o menos abierto y equilibrado artificialmente por el hombre, quien simplifica la estructura, especializa comunidades, cierra ciclos de materia y dirige el flujo energético hacia productos cotizados dependiendo de las características de los mercados hacia los que se dirige. Por su parte, Eresue (1987) señala que el sistema agrario es el espacio donde ocurre una asociación de producciones – agrícolas y pecuarias - y de las técnicas utilizadas por la sociedad para satisfacer sus necesidades; así el sistema agrario (= sistema agropecuario) expresa la interacción entre un medio natural y un medio sociocultural, a través de prácticas originadas más específicamente de la experiencia técnica. Para Rioseco *et al.* (2018), “sistema agrario” o “agrosistema” es el resultado del aprovechamiento del potencial suelo-clima por un grupo humano; éste depende de los objetivos del grupo y varían de acuerdo con el medio natural en el cual se insertan, el tipo de sociedad, la estructura económica de esta, políticas de Estado, todo lo cual lleva a que sean diversos los agrosistemas que se suceden en el espacio y en el tiempo.

Es evidente que, hace mucho tiempo, en la gestión de los sistemas agrarios se ha hecho explícito la noción de “sistema” al reconocerlos como un conjunto de componentes – variables bióticas, abióticas y antrópicas o socioeconómicas - interrelacionados de determinada manera para cumplir un fin: la producción de bienes y servicios de importancia económica. Además, la gestión holística o generalista de los sistemas agrarios implica reconocer que el todo es más que la suma de las partes (Sarandón 2002; Sarandón 2008; Sarandón *et al.* 2006; Cotler *et al.* 2006). De este modo, es imposible interpretar el comportamiento del sistema sólo basándose en estudios sobre el comportamiento de sus partes de manera aislada (Sarandón & Flores 2014). Para Cotler *et al.* (2006) es importante considerar que el sistema agrario está definido en relación al espacio sobre el cual se extiende y se debe considerar que el medio resulta imprescindible porque condiciona los procesos biológicos a partir de los cuales se obtienen los productos agropecuarios y silvestres. En fin, la sociedad constituye el elemento determinante porque es ella, a través de su organización, que pone en valor el espacio y aplica una tecnología adaptada a sus capacidades y al medio para obtener la producción que necesita.

Además, en el caso de sistemas humanos (familia, empresa, pareja, agrosistema, etcétera) el sistema puede definirse como un conjunto de individuos con historia, mitos y reglas, que persiguen un fin común. Por lo tanto, todo sistema se compone de un aspecto estructural (límites, elementos, red de comunicaciones e informaciones) y un aspecto funcional (Urquiola 2017; Arnold & Osorio 1998).

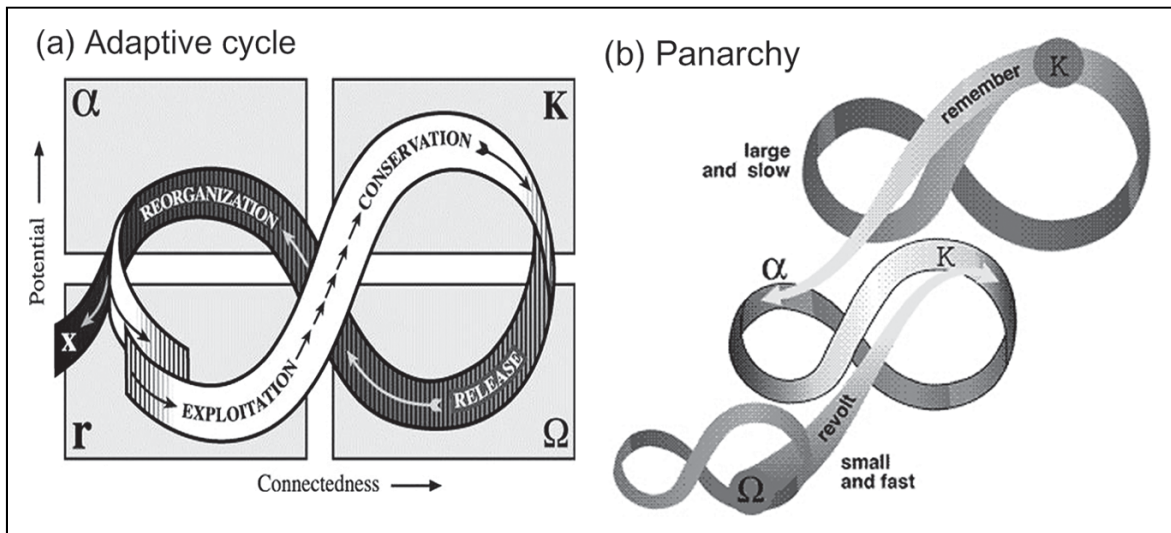
## **2.5. EL SISTEMA AGRARIO UN SISTEMA COMPLEJO ADAPTATIVO (CAS)**

El sistema agrario en tanto ecosistema, es un Sistema Complejo Adaptativo (CAS, de Complex Adaptive System), un tipo especial de sistema complejo. Es complejo en el sentido que es diverso y está conformado por múltiples elementos interconectados; y adaptativo, porque tiene la capacidad de cambiar y aprender de la experiencia (Kay *et al.* 1999; Boyle *et al.* 2001; Levin 2002; Bar-Yam 1997). Por su propia definición, un CAS, tiene múltiples estados estables alternativos (Chapin *et al.* 2009) cada uno definido como un atractor.

Son características esenciales de un CAS: la no-linealidad, su carácter dinámico, la incertidumbre irreductible que muestran, así como sus propiedades emergentes - que surgen de las interacciones del conjunto de componentes y no los poseen los componentes individualmente – y su auto-organización. Otras características importantes son la autosimilaridad, comunicación, cooperación, especialización, organización espacial y temporal y su capacidad para la reproducción. Por lo tanto, un CAS es una compleja y autosimilar colectividad de interacciones de agentes adaptativos. Tiene un alto grado de capacidad adaptativa, lo que le proporciona resiliencia frente a las perturbaciones y, al mismo tiempo, tiene la capacidad de evolucionar, definida como su transformabilidad (Castillo-Villanueva & Velásquez-Torres 2015; Casanova-Pérez *et al.* 2015). El CAS puede organizarse, comunicarse y cooperar en todos los niveles, desde agentes hasta niveles de sistemas (Schianetz & Kavanagh 2008; Cumming & Collier 2005). El estudio de su dinámica se aborda desde las metáforas del ciclo adaptativo y la panarquía.

El Ciclo Adaptativo (**Figura 1:** (a) Adaptive cycle), planteado por Holling en 1986, describe cuatro fases que ocurren de manera común en los procesos de cambio de los sistemas complejos como resultado de su dinámica interna e influencia externa: crecimiento o explotación ( $r$ ), conservación ( $K$ ), liberación o destrucción creativa ( $\Omega$ ) y reorganización ( $\alpha$ ). Muchos sistemas se mueven en estas cuatro fases, incluyendo los ecosistemas, sistemas

sociales, sistemas institucionales y sistemas social-ecológicos (Walker *et al.* 2004; Walker *et al.* 2006; O'Connell *et al.* 2015; Grigg *et al.* 2015; Waltner-Toews & Kay 2005).



**Figura 1.** Ciclo Adaptativo y Panarquía

Fuente: <https://www.resalliance.org/adaptive-cycle> and panarchy.

Tal como se muestra en la Figura 1(a) la progresión del ciclo va lentamente (flechas cortas) de la fase de crecimiento (r) hacia la fase de conservación (K), para a partir de ésta ir muy rápidamente (flechas largas) hacia la fase de liberación ( $\Omega$ ), rápidamente hacia la fase de reorganización ( $\alpha$ ) y hacia otra fase de crecimiento. Durante el bucle lento - crecimiento a conservación - la conectividad y estabilidad se incrementan y se acumula paulatinamente un capital que hace aumentar el potencial del sistema. En un sistema económico o social, el potencial acumulado puede consistir de habilidades, redes de relaciones humanas, y confianza mutua que va creciendo conforme se avanza en este bucle (Holling & Gunderson 2002).

Walker *et al.* (2006) señalan que la fase r, de crecimiento; se caracteriza por la disponibilidad de recursos, estructura de acumulación y alta resiliencia. Mientras la estructura y las conexiones entre los componentes del sistema se incrementan, la cantidad de energía requerida para mantenerlo también se incrementa. En la fase K el ritmo de crecimiento de la red se ralentiza y el sistema se vuelve más interconectado, menos flexible y más vulnerable a perturbaciones externas. Estas dos fases, r-K, se integran en un bucle de crecimiento *front loop* y corresponde al proceso de sucesión ecológica en los ecosistemas y constituye los modos de desarrollo en las organizaciones y sociedades. En la fase  $\Omega$ , de liberación o

destrucción creativa; ocurre la liberación de la excesiva conectividad del sistema ocasionado por ciertos agentes perturbadores; y en la fase  $\alpha$ , de reorganización, ocurre innovación y reestructuración. Estas dos fases constituyen un segundo bucle llamado *back loop*. La nueva fase  $r$  podría ser similar a la fase  $r$  previa o ligeramente diferente.

Para Holling & Gunderson (2002), el primer bucle (de crecimiento) es predecible y tiene como objetivo maximizar la producción y acumulación, pero el segundo bucle de reorganización, cuyo objetivo es maximizar la invención y la redistribución, puede ser altamente impredecible y con gran incertidumbre. Sugieren, también, que un sistema complejo adaptativo puede transitar por estos dos bucles de manera secuencial en cierta escala. Los dos objetivos no se pueden dar al mismo tiempo, y el logro de uno sienta las bases para el logro del otro. Entonces, el ciclo adaptativo involucra el crecimiento y la estabilidad, por un lado, y el cambio y la reorganización por el otro.

Holling & Gunderson (2002), señalan también que la propiedad relacionada con los límites del cambio (potencial) se puede interpretar como las posibilidades de transformación del sistema; y el grado de control interno sobre la variabilidad del sistema (conectividad), es decir, sobre sus interrelaciones, corresponde inversamente con la capacidad de adaptación o adaptabilidad del sistema. A estas dos dimensiones de cambio se les agrega una tercera, la resiliencia, que se expande y contrae a través del ciclo adaptativo. Estas tres propiedades condicionan a los ciclos adaptativos: el potencial determina el rango de opciones futuras por lo que puede ser considerada como la riqueza del sistema, en términos de recursos, capital financiero, capital humano, entre otros atributos del sistema; la conectividad - entre los controles internos y los procesos - refleja el grado de flexibilidad o rigidez de los controles y su sensibilidad a las perturbaciones; y la capacidad adaptativa, es decir la resiliencia del sistema, es un atributo que cuantifica la vulnerabilidad a disturbios no esperados. Este atributo puede ser considerado el inverso de la vulnerabilidad.

La Panarquía (Figura 1: (b) Panarchy) es un conjunto anidado de ciclos adaptativos que operan a escalas discretas. Los ciclos adaptativos se anidan en una jerarquía a través del tiempo y del espacio; pueden ser parte de ciclos mayores o representan un período de una serie de ciclos adaptativos que se han sucedido en períodos de tiempo más extensos. Así, la metáfora de la panarquía postula que los CAS operan en múltiples escalas geográficas y que las realimentaciones operan tanto a nivel intra como inter escalas. Los sistemas que operan



en escalas pequeñas pueden experimentar cambios en periodos cortos ante la posibilidad de que actores individuales puedan ejercer gran influencia; mientras que los que operan en escalas mayores pueden requerir largos periodos para experimentar cambios considerando que se requerirá un mayor número de interacciones entre un gran número de actores. La teoría de la complejidad sugiere que las propiedades en los sistemas mayores surgen a partir de interacciones en niveles menores (Pendall *et al.* 2007; Allen & Holling 2005).

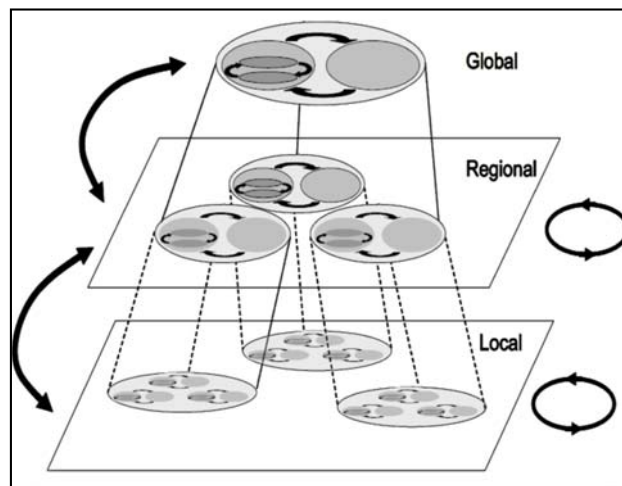
Los niveles pequeños y rápidos inventan, experimentan y ponen a prueba – revolt –; los niveles mayores y lentos estabilizan y conservan la memoria acumulada de sucesos pasados – remember -. La panarquía es creativa y conservadora. La interacción entre los ciclos en una panarquía combina aprendizaje con continuidad, lo cual puede clarificar el significado de desarrollo sostenible. Por lo tanto, “sostenibilidad” debe ser entendida como la capacidad de crear, experimentar y mantener la capacidad de adaptación, y “desarrollo” como el proceso de creación, experimentación y mantener las oportunidades. Así, la frase desarrollo sostenible representa una asociación lógica (Holling *et al.* 2002).

## **2.6. SISTEMA SOCIAL-ECOLÓGICO (SES, de *Social Ecological System*)**

Un Sistema Social-Ecológico (SES) puede ser definido como el subconjunto de sistemas sociales en el que algunas de las relaciones interdependientes entre agentes humanos se realizan con la mediación de unidades biofísicas o biológicas no-humanas (Anderies *et al.* 2004; Norberg & Cumming 2008). Esta presencia del componente humano confiere la especificidad a un SES en virtud de tres características (Holling 2001; Berkes *et al.* 2003). Por un lado, la capacidad prospectiva, de anticipación y la intencionalidad en las acciones de los humanos puede reducir considerablemente el impacto de eventos dramáticos en un sistema. Otro aspecto es la comunicación, herramienta fundamental para la transferencia ágil de ideas y experiencias que, una vez validadas, se integran permitiendo su recuperación, reelaboración y aplicación en momentos críticos. Por último, la tecnología confiere una escala de influencia en la acción de los seres humanos que no es comparable a la ejercida por otros animales (Ambrosio 2007; Sánchez & Falero 2015).

Para Farhad (2012), la sostenibilidad de los sistemas a largo plazo implica que el gestor tenga una visión integrada del ser humano en la naturaleza, tome en consideración los procesos co-evolutivos socio-ecológicos, ir hacia la co-gestión adaptativa y al fortalecimiento de la resiliencia socio-ecológica del sistema.

En el análisis de un SES es pertinente considerar que el subsistema social está conformado de comportamientos (instituciones políticas, económicas y sociales, y la tecnología) e ideas (valores, conocimiento, ideología, espiritualidad, artes y cultura), mientras que el subsistema ecológico incluye a los componentes abióticos (minerales, agua, suelo, aire y clima) y bióticos. Por lo tanto, el sistema social-ecológico global (**Figura 2**) se integra de redes de sistemas socio-ecológicos a escala regional y éstos, a su vez, de sistemas socio-ecológicos locales, lo que conforma una estructura anidada de subsistemas, donde las interrelaciones se dan tanto verticalmente entre escalas como horizontalmente entre dos esferas: ecológica y social (cultural y económica) (Castillo-Villanueva & Velásquez-Torres 2015; Osorno-Acosta & Corrales-Roa 2018; Folke 2006).



**Figura 2.** Sistema Social Ecológico (SES) Global

Fuente: Raskin (2006).

Mediante la auto-organización, los sistemas complejos intercambian energía y materiales con su entorno para tratar de mantener su estructura alejada del equilibrio termodinámico; por lo tanto, cuando se presenta un impacto o factor de estrés el sistema entra en una etapa de inestabilidad que lleva a procesos de cambio como la adaptación y transformación. En un SES, la adaptación puede ser entendida como la alteración de las relaciones sociales y de la sociedad con la esfera ecológica, pero manteniendo su estructura; en tanto que la transformación puede implicar alteraciones de las relaciones sociales, pero siempre acompañadas de modificaciones en las estructuras sociales (Raskin 2006; Castillo - Villanueva & Velásquez-Torres 2015; Walker & Meyers 2004).

En síntesis, las cuatro etapas que caracterizan un ciclo adaptativo resultan de la interacción entre el crecimiento y acumulación, por un lado, la novedad y la renovación por el otro. Desde este punto de vista, los ciclos adaptativos son una excelente herramienta para comprender cómo la persistencia y los procesos de transformación conviven en la dinámica de los SES (Folke 2003; Ashby 1972; Earls 2006).

## **2.7. ESTABILIDAD, DIVERSIDAD Y SOSTENIBILIDAD EN AGROECOSISTEMAS**

La estabilidad del funcionamiento de un ecosistema aumenta con su diversidad y en muchas situaciones una mayor diversidad conduce a una mayor estabilidad de los agroecosistemas ante perturbaciones como sequías o cambios en el suelo (Magurran 1988; Haffter & Moreno 2005; Margalef 1980; Odum & Barret 2008; Oesterheld 2005;). Así, la estabilidad a largo plazo de los sistemas depende de cambios que se producen durante las fases críticas de los ciclos de cambio a largo plazo. Las perturbaciones causan grandes y rápidos cambios en las propiedades clave del sistema y tienen diferentes efectos cualitativos en los sistemas socio-ecológicos, de los que tienen la variabilidad a corto plazo y el cambio gradual (Chapin *et al.* 2009; Margalef 1986; Odenbaugh 2001; Holling 1973). Por otro lado, los efectos de la diversidad en los agroecosistemas se relacionan con el funcionamiento de los mismos, es decir, los rasgos que rigen el efecto de las especies en los sistemas y la respuesta de las especies a la variación ambiental. Este cambio en la diversidad se puede presentar como estrategia de diversificación agroecológica que tiende a incrementar la diversidad funcional de los agroecosistemas.

Asimismo, la sostenibilidad se define como un conjunto de requisitos agroecológicos que deben ser satisfechos por cualquier espacio, independiente de las diferencias en manejo, nivel económico y posición en el paisaje (Altieri & Nicholls 2007). Un agroecosistema se considera sustentable cuando produce, en una condición de estabilidad, una combinación específica de bienes y servicios, que satisfacen un conjunto de metas (productivo), sin degradar sus recursos base (estable). Su nivel de sustentabilidad dependerá de su capacidad de enfrentar (confiable) y recuperarse rápidamente de perturbaciones (resiliente); así como encontrar nuevos alternativos estados de equilibrio estable (adaptable); sin comprometer su productividad y reproducibilidad.

Toda actividad debe basarse en la organización de los involucrados (autogestivo) evitando al máximo la dependencia del exterior (autodependiente) en búsqueda de los mayores beneficios para todos y con el fin de lograr equidad en sus relaciones internas y externas (equitativo) (Gutiérrez *et al.* 2008; Brand & Jax 2007).

## **2.8. SUSTENTABILIDAD – VIABILIDAD DE LOS SISTEMAS AGRARIOS**

En el tema de la sustentabilidad de los agroecosistemas es pertinente tomar en cuenta lo sugerido por Holling (1998) y Chapin *et al.* (2009) respecto de la existencia, en el presente momento, de dos paradigmas bastante bien diferenciados: de un lado, el que entiende la naturaleza como una entidad en estado estacionario y que implementa prácticas de gestión que se inscriben en la tradición de los máximos rendimientos sostenidos (MRS) y, de otro lado, el que entiende a la naturaleza como una entidad en permanente evolución y en la cual importa la gestión de la resiliencia de los ecosistemas.

Las formas de entender la sustentabilidad en ambos paradigmas difieren marcadamente. Para una naturaleza estacionaria es posible entenderla como una mera adición de aspectos diferentes que usualmente implican lo económico, lo social y lo ecológico (Sarandón 2008; Sarandón & Flores 2014). Por el contrario, para la naturaleza evolutiva los sistemas agrarios son Sistemas Complejos Adaptativos (CAS), por lo que no se les puede entender como la mera suma de partes o aspectos diferentes. Tienen como propiedad la emergencia de comportamientos que surgen como consecuencia de las interacciones – que no es lo mismo que la suma – de las partes (Folke *et al.* 2002; Gleissman 2015; Allen & Holling 2005; Anderies *et al.* 2004). En ese sentido, requieren que en su evaluación además del enfoque analítico se tenga un enfoque sintético, que preste atención a las interacciones entre esas partes, lo cual a menudo implica la existencia de redes de retroalimentación. Este aspecto está ausente en los diagramas de telaraña (spidergram) del enfoque convencional ya que sólo se suman los aspectos ecológicos, económicos y sociales, pero no se repara en sus interacciones.

Una consecuencia de las interacciones antes aludidas es que diferentes agroecosistemas tendrán diferentes configuraciones y serán afectados de diferentes maneras por los entornos donde se encuentran, es decir, son contexto-dependientes (Folke *et al.* 2002). De este modo no es posible emplear una sola expresión o ecuación para describir la sustentabilidad de todos los sistemas agrarios y se debe evaluar cada caso independientemente; no son posibles

medidas algorítmicas de la sustentabilidad sino sólo estimaciones heurísticas de la misma (Anderies *et al.* 2004).

## **2.9. APROXIMACIÓN ARDI (ACTORES, RECURSOS, DINÁMICAS E INTERACCIONES)**

La aproximación denominada ARDI (Actores, Recursos, Dinámicas, Interacciones) se ha desarrollado como parte de los esfuerzos por hacer una construcción compartida de los modelos mentales que tienen una serie de actores sociales sobre la estructura y la dinámica de un determinado ecosistema, usualmente teniendo como marco de referencia el uso de uno o varios recursos (Etienne *et al.* 2011). Puede señalarse, entonces, que la inspiración básica de esta aproximación está en la tradición de la teoría de sistemas en la medida en que reconoce que un sistema está formado por partes, las mismas que tienen interacciones entre sí (Earls 2007).

En adición a la identificación de partes, la aproximación ARDI, hace una clasificación de las mismas con los dos primeros elementos: los Actores y los Recursos; el primero de estos elementos se refiere a los actores sociales presentes en el ecosistema o área del proyecto, se trate de actores gubernamentales, de asociaciones de productores, del nivel local, regional o nacional y ligados a los diferentes sectores de la vida económica, social y cultural. Por su parte, los Recursos se refieren a todo aquello que es percibido para satisfacer una necesidad humana, se trate de recursos de origen biótico o abiótico, sean renovables o no (Etienne *et al.* 2011).

Con relación a las interacciones, clasifica a estas en Dinámicas y en Interacciones propiamente dichas; la diferencia entre ambas es que las Dinámicas corresponden al listado de procesos de tipo físico, biológico o humano que puedan ocurrir, en tanto que las Interacciones son definidas mediante un diagrama en el que se conectan a todos los elementos identificados previamente como Actores, Recursos y Dinámicas. Esta última fase viene a ser una síntesis de todo lo listado en los componentes y las relaciones que los unen (Etienne *et al.* 2011; Fallot 2013).

El diagrama que muestra las interacciones viene a ser un tipo de ontología, es decir, una descripción de cómo ocurren las cosas en el ámbito del proyecto; esta descripción es una representación del sistema en estudio. Frey & Cox (2015) detallan las características de las

ontologías, señalando su utilidad en la descripción de sistemas social-ecológicos y mostrando que además de la función de descripción pueden ayudar a resolver dos problemas que en el presente contexto parecen ser pertinentes: 1) el “problema de la complejidad” es decir, la incapacidad para capturar la complejidad que tienen los sistemas reales; y, 2) el “problema de la panacea”, es decir, pretender resolver los problemas complejos mediante respuestas más bien simples. Esto último ya había sido señalado también por Ostrom & Cox (2010).

Conviene señalar además que la ontología viene a ser un tipo de narrativa de los elementos y de sus interacciones en el área de estudio; esta alternativa metodológica es útil en la descripción de un sistema complejo adaptativo (CAS) (Boyle *et al.* 2001; Kay *et al.* 1999). Tiene la ventaja – frente a un modelo de dinámica de sistemas, por ejemplo – de permitir incluir eventos y procesos que no necesariamente se expresan en la misma escala de espacio y de tiempo (Allen *et al.* 2005). En ese sentido pueden entenderse como una fase previa al desarrollo de un modelo de dinámica de sistemas.

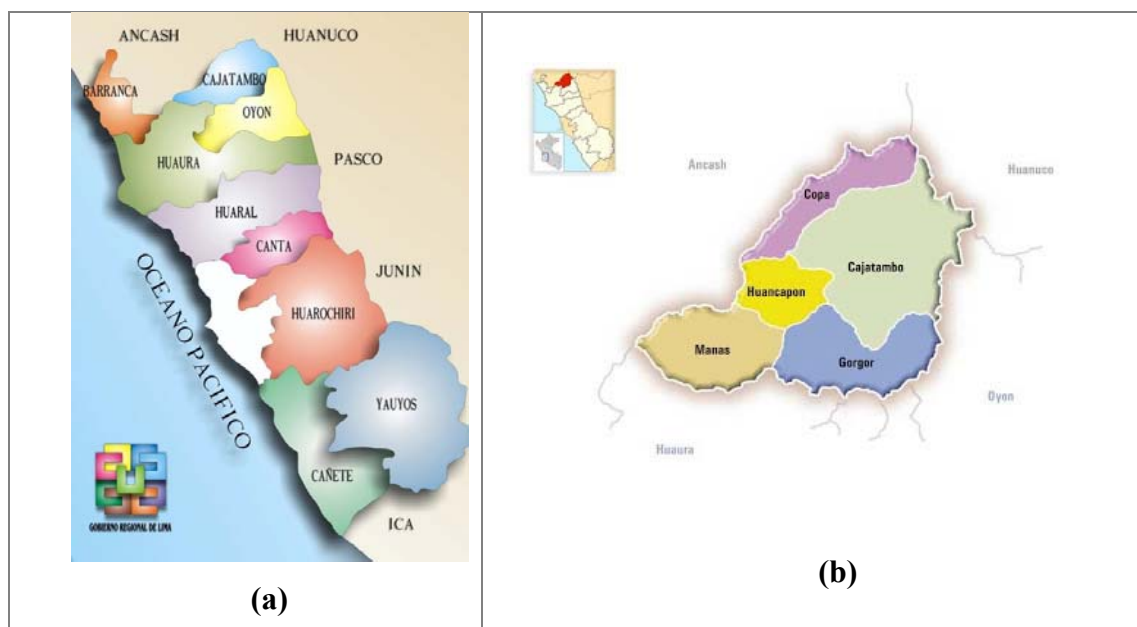
Por otro lado, el hecho de que el ejercicio de construir una ontología implica poner juntos a todos los elementos que se han juzgado como relevantes, permite que se manifieste otra característica de los sistemas complejos adaptativos: la emergencia de características y comportamientos que sólo se ven cuando todos los elementos del sistema interaccionan en conjunto (Jørgensen *et al.* 2016). En nuestro contexto, la utilidad de esta herramienta reside en su capacidad de ver más allá del análisis convencional de impactos, que pone mucho énfasis en la descripción de las partes o elementos de un sistema ambiental, pero olvida sus interacciones. Por lo demás, la emergencia como fenómeno de sistemas complejos ha sido evaluada desde diferentes fuentes sea de las ciencias básicas o desde las ingenierías (Minati & Pessa 2002; Rebaudo & Dangles 2014).

Ahora bien, la construcción de una ontología, en el marco de una evaluación ambiental, debería hacerse con la población local ya que ellos son parte de la comunidad de Actores involucrados. Es ese el sentido de participación que corresponde a lo que propone la Administración de Ecosistemas con base en su Resiliencia (Chapin *et al.* 2009).

## 2.10. EL DISTRITO DE CAJATAMBO

La historia de Cajatambo se remonta al Tahuantinsuyo cuando formó parte de la región imperial Chinchay Suyu. Continúa con la llegada de los españoles cuando Gonzalo Pizarro en su recorrido por estos territorios en busca del tesoro perdido que el Inca Atahualpa había ofrecido por su liberación, encontró un tambo lleno de espinas utilizado por los incas, y al verlo apropiado para una ciudad lo fundó el 24 de agosto de 1533 con el nombre de Cashatambo (Tambo Espinoso) el que posteriormente devino en su actual nombre (ONERN 1989).

El distrito de Cajatambo, creado el 12 de febrero de 1826, y los distritos de Gorgor, Copa, Huancapón y Manás constituyen la provincia de Cajatambo, una de las diez provincias del departamento de Lima, ubicada en el extremo Noreste del departamento de Lima (**Figura 3**) conformando el sistema andino de la cordillera de los Andes occidentales. Ocupa 576,96 km<sup>2</sup> - casi el 38 % de la superficie de la provincia (1 515.21 km<sup>2</sup>) - entre aproximadamente 2 600 y 5 654 msnm; correspondiendo la parte más baja de su jurisdicción al puente de Cahua (850 msnm) y la más alta al nevado Huacshash (5 654 msnm) y está bajo la administración del Gobierno Regional de Lima-Provincias (Quinteros 2009; Rivera 2001; GRL 2018).



**Figura 3.** Departamento de Lima (a) y la provincia de Cajatambo (b).

Fuente: Gobierno Regional de Lima (<https://www.regionlima.gob.pe/>)

El distrito comprende los Centros Poblados Urbanos de Cajatambo (3 350 msnm y 1 431 hab.), Astobamba (3 399 msnm, 234 hab.) y Utcas (3 503 msnm, 468 hab.); y el Centro Poblado Rural de Uramaza (3 699 msnm, 216 hab.) (INEI 2015).

Su clima presenta dos estaciones: la seca o de estiaje en el periodo de mayo hasta octubre, caracterizada por escasa lluvia y días muy despejados; y la estación lluviosa durante el periodo de noviembre a abril, donde la precipitación es lo común; con tormentas y torrenciales lluvias al atardecer o anochecer. Las temperaturas en el día pueden llegar hasta los 30 °C y por las noches descender a 0 °C. Las heladas son algo comunes en los meses de junio, julio y agosto (SENAMHI: <http://www.senamhi.gob.pe>; Walsh 2009).

De acuerdo a ONERN (1989), en la parte alta del distrito se presenta un relieve glaciar con nevados muy vistosos y en altitudes mayores a 3 800 msnm con topografía medianamente accidentada están las lagunas de origen glaciar y cursos de ríos meandriiformes de baja pendiente, en el fondo de amplios valles en forma de “U”. Los suelos predominantes en las zonas altas (sobre los 4 000 msnm) son los morrénicos, parcialmente cubiertos por suelos coluviales procedentes de las laderas. Entre los 4 000 y 2 500 msnm predominan los suelos fluvio-aluvionales, cubiertos por suelos coluviales originados principalmente por deslizamientos y derrumbes. En la cuenca media (por debajo de 3 800 msnm), el relieve predominante es más accidentado, con un perfil encañonado con fondo de valle fluvial rejuvenecido, en forma de “V”, con cauces angostos, de alta pendiente. Los procesos erosivos se generan por la presencia de coluvios y la baja estabilidad de la litología poco consolidada de los taludes, que resultan accionados por la acción hídrica.

El distrito de Cajatambo posee atractivos turísticos naturales que son formados por las diversas configuraciones geográficas que presentan sus suelos, peñas, quebradas, ríos, aguas termales, lagunas, cerros, nevados y pampas que en conjunto generan un imponente paisaje natural. Entre tantos, están parte del nevado Huayhuash y el nevado Huacshash, la laguna Viconga, los Baños Túmac, Shucsha y Macanocota; y las ruinas de Chiraamarca y Tambamarca. Son también importantes atractivos turísticos las actividades humanas como las chacras con cercos de pirca, los cultivos y la ganadería, las actividades humanas ligadas al campo como las siembra, las cosechas, el ordeño de vacas, la elaboración de productos lácteos – queso, mantequilla, manjar blanco -, el techado de casas y la gastronomía (el picante de cuy, el pari, el mondongo, el loco, la pachamanca, las mazamoras de Semana



Santa, etc.). La gente de Cajatambo conserva de manera tradicional cinco festividades, desarrolladas a lo largo del año: los Carnavales (febrero-marzo), la Semana Santa (abril – marzo), la fiesta del Corpus Christi (mayo-junio), la fiesta de La Carmelita (julio) y la Fiesta Patronal (julio-agosto). También celebran actividades ligadas a la siembra y cosecha de cultivos y crianza de ganado; y limpieza de sequias y cruces entre otros (MPC 2018; Alcides Quinteros y Elvira Carlos, comunicación personal, 27 de octubre de 2015).

En el aspecto demográfico es importante resaltar que a lo largo de los últimos cuarenta años la población ha disminuido de manera significativa. El último periodo censal 1993 – 2007 reporta una disminución de 1 056 individuos (de 3 846 en 1993 a 2 790 en 2007), esto significa una tasa de crecimiento promedio anual de -1.83, que es mayor que la tasa de decrecimiento poblacional de la provincia de Cajatambo (-0.78) (INEI 2015).

De acuerdo al Gobierno Regional de Lima (2009) la participación provincial en la dinámica económica de la Región Lima es muy baja, sólo aporta con el 1.3 % del PBI Regional. La tendencia ocupacional de la PEA es 71 por ciento la agricultura y ganadería, 0.9 % a minería, 3.6 % a manufactura, 1.7 % a construcción, 8.3 % a comercio, 0.2 % a transportes y comunicaciones y 17 % a servicios. La vocación productiva es primero pecuaria, segundo agrícola, tercero energía, cuarto servicios y quinto turismo y minería. Las actividades de construcción, transporte, industria, pesca y comercio no parecen tener importancia en la provincia.

Desde el punto de vista del Ordenamiento Territorial, la provincia y en particular el distrito de Cajatambo, carece de muchos servicios que son indispensables para generar la consolidación urbana y una estrategia de desarrollo integrado. Es urgente solucionar la falta de saneamiento físico legal de gran parte de los predios rústicos y urbanos. La red doméstica de alcantarillado no es sostenible, en gran parte entrega sus fluidos a los ríos y acequias contaminando el agua que sirve para regar cultivos agrícolas y para el consumo humano y de los animales. El servicio de energía eléctrica no cubre el total de la demanda. El equipamiento urbano es deficitario y está mal distribuido. El sistema vial urbano e interurbano es todavía insuficiente e ineficiente; carreteras sin asfaltar y caminos de herradura sin mantenimiento que hacen muy difícil el acceso a los campos de producción agropecuaria. Además, la interacción de la población con el medio físico presenta serias dificultades porque la disposición de residuos sólidos es deficiente y gran parte del comercio

es informal y ambulatorio; invade y obstruye los espacios públicos. No existen intervenciones integrales de valoración espacial. El comportamiento funcional del distrito es aún deficitario en servicios y carente de ordenamiento (MPC 2018).

Finalmente, el distrito de Cajatambo corresponde a un espacio que es parte de un vacío de información biológica (INRENA 1995; Rodríguez 1996) y al mismo tiempo incluye parte de la Zona Reservada Cordillera de Huayhuash establecida mediante Resolución Ministerial N° 1173-2002-AG el 24 de diciembre del 2002. Asimismo, es dinámicamente muy interesante, la población humana tiene una densidad que se ha mantenido prácticamente estacionaria y al mismo tiempo muestra un proceso de abandono de la agricultura de secano, adopción de nuevos elementos agrarios (especies, herramientas e infraestructura) y estilos de vida urbana (Walsh 2009).

## **2.11. EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRARIO DEL DISTRITO DE CAJATAMBO**

El sistema de producción agrario en el distrito de Cajatambo es agropecuario con un marco sociocultural y técnico muy propio, siendo realizado por lo general en forma tradicional. Las tierras de cultivo – por productor - generalmente se encuentran distribuidas en pequeñas extensiones y dispersas unas de otras, originando que las parcelas se encuentren en diferentes ubicaciones, y alejadas entre sí, integrando varios pisos ecológicos para mantener la diversidad productiva, aunque eso le demande esfuerzos adicionales que parece no estar cuantificado por el productor. En términos convencionales, la actividad agropecuaria en general se desarrolla con bajos niveles de productividad tal como lo presenta el MINAGRI (2017) en sus estadísticas para la provincia de Cajatambo (**Tabla 2**). En tal sentido, a nivel del distrito de Cajatambo, podrían estar siendo considerados como importantes la alfalfa y la ganadería de vacunos y ovinos, particularmente.

De manera tradicional la actividad agrícola en el distrito de Cajatambo está orientada a producir alimentos para el autoconsumo, semillas para las campañas futuras, para el intercambio a través del trueque y para comercializarlos localmente. Los cultivos más importantes son los forrajeros (alfalfa, trébol y gramíneas comerciales), los de pan llevar (papa, maíz, cebada, trigo, habas, oca, olluco, alverjas y ciertas hortalizas) y los frutales (palta, manzana y durazno) (Rodríguez 1986; MPC 2018).

**Tabla 2:** Producción agrícola y ganadera 2017- II trimestre de la provincia de Cajatambo (Ministerio de Agricultura y Riego, 2017).

Cultivos	Sup. Cosechada (miles ha)			Producción (miles t)			Rendimiento (t/ha)			Precio al productor (S/. /t)		
	2016	2017	Var. %	2016	2017	Var. %	2016	2017	Var. %	2016	2017	Var. %
Papa	0,2	0,1	-31,5	1,1	0,8	-30,4	6,0	6,1	1,6	1299	1482	14,1
Alfalfa				12,6	11,4	-9,2				171	166	-3,0
Animales (vivos)	Saca (miles de unidades)			Producción (toneladas)			Rendimiento (kg/animal)			Precio al productor (S/. / kg)		
	2016	2017	Var. %	2016	2017	Var. %	2016	2017	Var. %	2016	2017	Var. %
Vacunos	0,8	0,7	-9,8	197,5	160,3	-18,8	252,5	227,4	-9,9	5,16	5,19	0,6
Llamas	0,0	0,0	11,1	1	1	9,5	75,6	74,5	-1,5	4,05	4,0	-1,2
Alpacas	0,0	0,0	10,7	2	2	5,7	70,3	67,1	-4,5	4,5	4,8	6,7
Ovinos	1,2	1,0	-22,2	32	25	-22,5	26,3	26,3	-0,3	5,17	5,22	1,0

Por su parte, la actividad pecuaria que en gran medida es desarrollada también de forma tradicional, es complementaria a la agrícola, aunque en muchos casos podría decirse que ésta – la agrícola - está al servicio de la actividad pecuaria ya que en la mayoría de las parcelas se cultiva forraje para el ganado vacuno productor de leche y para los cuyes, principalmente. El ganado vacuno es criado de manera semi-intensiva, en la medida que los animales pastan directa y libremente en cada parcela para lo cual se traslada al ganado, aunque las distancias entre las parcelas sean grandes. Los cuyes, sí se crían de manera intensiva por lo que la alfalfa – su principal alimento – es segado en campo y transportado hasta el área de crianza que en algunos casos es el área de la cocina familiar – si la crianza es para autoconsumo - y en otros es un galpón construido a propósito – si la crianza es con fines comerciales -. Es importante señalar que, en ocasiones, a estos animales y a los que son usados como medio de transporte - burros y caballos - se les permite forrajear la vegetación silvestre circundante a las parcelas de cultivo aprovechando la alta producción dada la época lluviosa y como complemento, en la época seca cuando el forraje cultivado no es suficiente. El cultivo de forrajes se hace entre 2 600 y 3 800 msnm, aproximadamente (MPC 2018; Rodríguez 1990).

Sobre los 3 800 msnm en la pradera altoandina se desarrolla la ganadería semiextensiva mayormente de ovinos y vacunos, y en menor medida de alpacas. Es semiextensiva en la medida que durante el día están libres en áreas extensas de la pradera y durante la noche están muy juntos en espacios adecuados para hacer frente al frío, a los depredadores y abigeos. Este ganado vacuno se destina principalmente para la producción de carne porque la producción de leche es muy baja y se usa mayormente sólo para autoconsumo. El ganado

ovino, por su parte, es de doble propósito, carne y lana, mientras que la alpaca es fundamentalmente para lana (PCM & GRL 2005; MPC 2018).

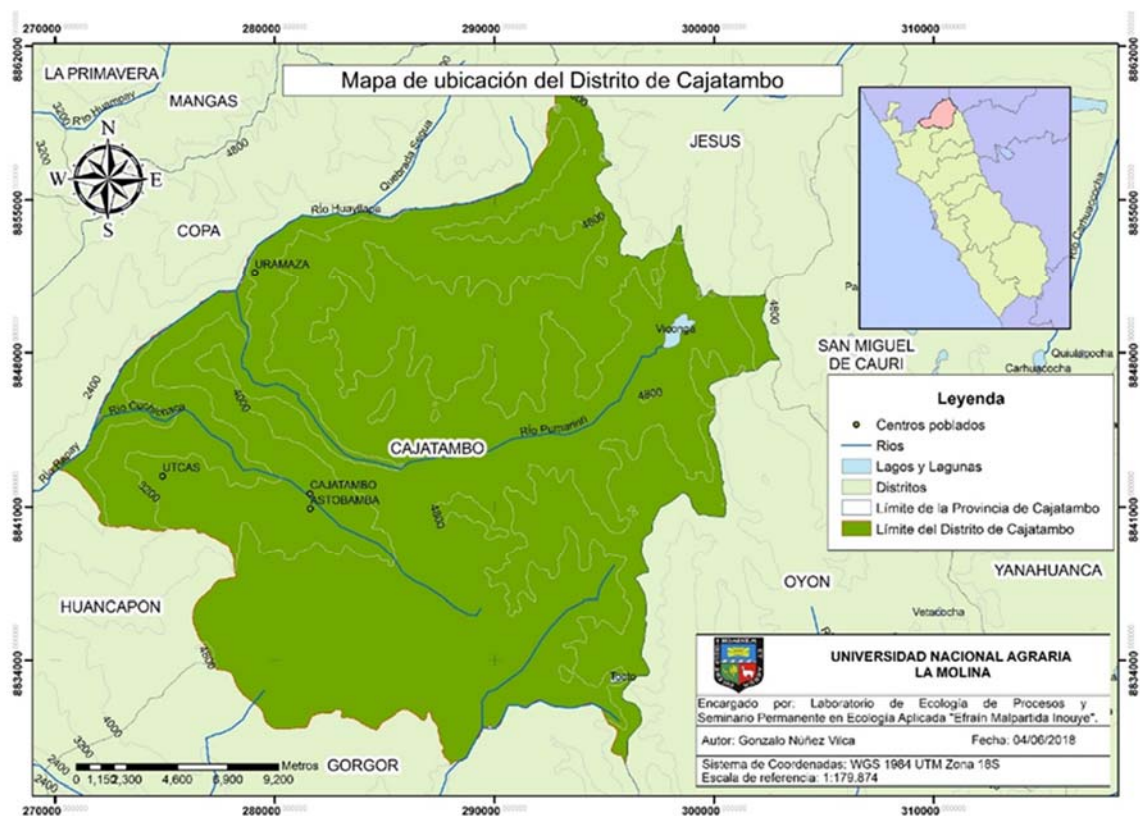
Es común la crianza de equinos – caballos y burros – para usarlos como medio de transporte, los caballos de la gente y los burros de la carga de las cosechas agrarias y la leche, éste último todos los días, pues el ordeño es en la chacra y se vende la leche para la producción de derivados lácteos – quesos, mantequilla y manjar blanco – o para el consumo humano local. Las aves domésticas – patos y gallinas - son criadas en los patios de las casas y son de uso directo para la alimentación de la familia. Tanto en las casas del pueblo como en el campo se crían perros para guardianes y compañía por lo que son considerados miembros de la familia y tratados como tal. (MPC 2018).

Es importante señalar que, en las labores agrícolas, existe un alto índice de participación de los miembros del hogar en sus propias unidades; asimismo, emplean a trabajadores remunerados de los cuales la mayoría son hombres. El financiamiento agrícola es propio (autofinanciamiento) reforzado por los comerciantes vendedores de insumos y compradores de productos (MPC 2018; Wlash 2009).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio es el Distrito de Cajatambo (**Figura 4**) de la provincia del mismo nombre. Limita por el norte con el distrito de Copa y parte del departamento de Huánuco; por el este con parte del departamento de Huánuco y el distrito de Oyón; por el sur con el distrito de Gorgor; y por el oeste con parte de los distritos de Huancapón y Copa (MPC 2018; PCM & GRL 2005).



**Figura 4.** Ubicación del distrito de Cajatambo.

Fuente: Laboratorio de Ecología de Procesos.

El acceso al pueblo de Cajatambo (**Figura 5**) desde la ciudad de Lima es por dos vías: una a través de la carretera Panamericana Norte desde Lima hasta la ciudad de Pativilca (203 km), continuando por la carretera afirmada Pativilca – Astobamba - Cajatambo (141 km); la

otra es por la carretera Panamericana Norte hasta el desvío de Río Seco hacia Sayán (147 km), continuando en la carretera asfaltada hasta Oyón (91 km) para luego tomar la carretera afirmada Oyón – Cajatambo (72 km) (MTC 2013; Walsh 2009).



**Figura 5.** Imagen de los pueblos Cajatambo (izquierda) y Astobamba (derecha).

### **3.2. MATERIALES**

Mapas del distrito de Cajatambo (Carta Nacional, Mapa Ecológico y Mapa de Formaciones vegetales), copias del formato de encuestas para los productores, papelógrafos, plumones, cinta adhesiva, cámara fotográfica, laptop, proyector multimedia y refrigerios para los participantes de los talleres.

### **3.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES O SUBSISTEMAS USANDO EL CONCEPTO MULTIESCALAR DE PANARQUÍA**

La metáfora de la panarquía postula que los sistemas socio-ecológicos operan en múltiples escalas geográficas y que las realimentaciones se dan tanto a nivel intra como inter escalar (Castillo-Villanueva & Velázquez-Torres 2015). En tal sentido, se partió de reconocer que

el sistema agrario de Cajatambo no es homogéneo y que hay conjuntos de variables que se agrupan en conglomerados que, siendo parte del sistema, se parecen más dentro del conglomerado que con los elementos de otros conglomerados. Por lo tanto, las Zonas de Vida como expresión de la equipotencialidad del paisaje agrario y de la macro determinación de un clímax climático, las Formaciones Vegetales como expresión del Mosaico de Parches y de la meso determinación de un clímax edáfico, así como los propios productores parecen ser los que mejor expresan la formación de conglomerados a tres escalas (macro, meso y micro; respectivamente) (González Bernáldez 2011).

### **3.3.1. Las Zonas de Vida (ZV) del distrito de Cajatambo (macroestructura)**

Se determinaron sobreponiendo el mapa del distrito en el Mapa Ecológico Se determinaron sobreponiendo el mapa del distrito en el Mapa Ecológico del Perú (INRENA 1995). La descripción de cada ZV corresponde a la que hizo la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales en 1989 presentada en la Guía Explicativa del Mapa Ecológico. Tal consideración se sustenta en el hecho de que las macroestructuras contienen elementos morfoestructurales y climáticos fácilmente reconocibles a grandes escalas. Abarcan una gran extensión superficial y se consideran dinámicamente estables e independientes ya que en condiciones naturales requieren de tiempo considerable para mostrar cambios importantes. Esto hace que sean poco susceptibles a los influjos provenientes de los demás subsistemas del medio (Riesco *et al.* 2008). García Romero (2005) señala que «el interés por estos componentes mayores radica en que los recursos orográficos, altitudinales, de orientación y litológicos en coordinación con ciertos parámetros climáticos, sobre todo térmicos y pluviométricos, determinan y controlan la capacidad del territorio para soportar una cierta carga biótica». Son repetibles en el espacio y el tiempo y se distinguen de acuerdo con los principios de analogía, homogeneidad relativa, pertenencia a un mismo tipo o repetibilidad. Siendo que las ZV se determinan sobre la base de parámetros meteorológicos como la biotemperatura y la evapotranspiración potencial, este nivel representa el techo meteorológico para la expresión de los ecosistemas, algo que puede ser interpretado como un clímax climático.

### **3.3.2. Las Formaciones Vegetales (FV) (mesoestructura)**

Las FV corresponden al tipo de parche dominante del mosaico determinado en el distrito de Cajatambo mediante la interpretación de una imagen Geo Eyes 2014 que tuvo como propósito clasificar los tipos de cobertura del suelo que se presentan en el distrito (Arnao

2019; Arnao *et al.* 2016). Los parches fueron definidos sobre la base de la altitud, la exposición, el criterio de cuencas y parámetros de composición y de configuración de los mosaicos de parches. Las mesoestructuras se definen de acuerdo a los componentes ambientales abióticos (relieve, suelos y aguas) o bióticos (vegetación y fauna) y antrópicos (agricultura) que se discriminan a escalas medias. Estos componentes tienen diferentes sentidos y velocidades de cambio (García 2005). Sobre la base de este mosaico se ha estructurado el levantamiento de información de diversidad biológica (plantas y aves) usando un diseño muestral estratificado para distribuir los transectos de registro de diversidad. La diversidad se ha estimado usando la expresión de Shannon y Weaver (Hammer 2011; Hammer *et al.* 2016). La estimación de la diversidad asociada a parcelas agrícolas se ha hecho mediante la selección de los transectos circundantes a cada parcela calculándose una diversidad alfa promedio para las aves y para las plantas.

### **3.3.3. Los sistemas de producción (microestructura)**

Dado que lo que se deseaba era una descripción del sistema agrario, se optó por el uso de una encuesta a los productores (**Anexo 1**), realizada en dos instancias diferentes: en el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público “Santa María Magdalena” de Cajatambo y en las casas del pueblo, mediante un ejercicio de entrevistas con apoyo de estudiantes del Instituto y de estudiantes y docentes de la Universidad Nacional Agraria La Molina (pregrado-Biología y posgrado-Maestría en Ecología Aplicada). El haber escogido al Instituto obedece a que la conjetura de la cual se partió asumía que la actividad preferente en el ámbito del proyecto era agrícola y pecuaria. De otro lado, es importante indicar que, siendo una indagación inicial, el tema del tamaño de muestra no fue de particular interés y más bien se recurrió a entrevistar al mayor número posible de productores. El tamaño de muestra alcanzado fue de 97 productores los que representaron el 10 % del total de habitantes del distrito (999 mayores de 18 años) de acuerdo al censo nacional de población y vivienda (INEI 2015). Dado que no se contaba con información previa para clasificar a los productores, no fue pertinente usar algún criterio para la estratificación de los mismos.

La encuesta constó de 32 preguntas, algunas con sub-preguntas de tal modo que definen 43 variables, 29 de carácter cuantitativo (valores numéricos) y 14 de carácter cualitativo (valores ordinales y nominales) (Anexo 1). Las primeras seis preguntas indagaron sobre aspectos socioeconómicos y el resto de la encuesta (26 preguntas) sobre aspectos de la



producción agropecuaria (Berelson 1952; Babblie 1988; Merma & Julca 2012; Perales *et al.* 2009; Santistevan *et al.* 2014).

De las 97 encuestas, 52 tuvieron información completa para todas las variables; este fue el núcleo básico con el cual se desarrollaron los análisis para la determinación y descripción de los tipos de productores, definidos como subsistemas. Sin embargo, en la descripción del perfil de cada uno de los subsistemas se usó la información de las 97 encuestas.

La determinación de los subsistemas (= tipos de productores) se hizo mediante análisis multivariados. El Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMMDS) sirvió para identificar los grupos de productores relativamente semejantes. En particular, se empleó el árbol de distancias mínimas para ver qué productores eran más similares entre sí. Todo esto corresponde a un análisis exploratorio que se completó con un análisis confirmatorio en el que se evaluó la significación estadística de las diferencias entre los subsistemas mediante el Análisis de Varianza Multivariado No Paramétrico (NPMANOVA) usando como criterio de afinidad el índice de correlación, el mismo que se usó en el análisis NMMDS (Hammer 2011).

Adicionalmente, la identificación de las variables que definieron a los subsistemas se realizó mediante un Análisis de Componentes Principales – ACP. El ACP genera diagramas de dispersión para pares de componentes principales; en este caso se seleccionaron los CP 1 y 2 y en cada uno de ellos se usó la opción biplot para identificar las variables que están asociadas a cada subsistema. Los análisis se han desarrollado mediante el programa estadístico PAST (Hammer *et al.* 2016). Finalmente, el perfil de los subsistemas (= tipos de productores) se completó a partir de los histogramas construidos con los porcentajes de ocurrencia de cada clase para cada una de las variables cualitativas para las cuales se disponía de la información en alguna – o en todas – de las 97 encuestas.

### **3.4. IDENTIFICACIÓN DE LAS INTERACCIONES DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA AGRARIO**

Las interacciones entre los componentes de un sistema social ecológico (SES) - sistema agrario de Cajatambo en el presente caso – tienen un carácter emergente produciendo dinámicas que sólo se pueden identificar cuando se las analiza en conjunto. En tal sentido, se usó la aproximación ARDI (Actores, Recursos, Dinámicas e Interacciones) para

identificar los elementos estructurales (Actores y Recursos) y funcionales (Dinámicas e Interacciones) del sistema y los comportamientos que emergen globalmente (Etienne *et al.* 2011; Aldredge & Levine 2001). Los elementos estocásticos climáticos y económicos que forman el contexto de operación del sistema también se tuvieron en cuenta, aunque de forma indirecta en la identificación de procesos tales como el cambio en la composición de la producción agrícola o el surgimiento de plagas.

Mediante el método ARDI se conocen los Actores sociales que son relevantes en el área del proyecto y se identifican los Recursos de la zona, es decir aquellos bienes o servicios que satisfacen alguna necesidad humana, y las Dinámicas, sean físicas – relacionadas al agua o al suelo, por ejemplo – bióticas y de carácter humano – migración, por ejemplo - que actúan en el espacio del proyecto. El ejercicio culmina con la elaboración de una narrativa del sistema identificando las Interacciones que existen y que ligan a los otros elementos del modelo ARDI (Etienne *et al.* 2011; Begon & Townsed 2006).

El procedimiento del método ARDI tiene un carácter diagnóstico de lo que sucede en un espacio definido el cual se quiere interpretar desde la perspectiva de un Sistema Social Ecológico (SES). Tal vez lo más importante del proceso es que se sitúa en lo que se ha denominado co-manejo ya que todo el proceso se lleva a cabo con la participación de los propios actores sociales involucrados en la gestión del SES; en ese sentido, su producto es un mapa conceptual de lo que los propios actores creen que es su sistema (Jones *et al.* 2011; Frey & Cox 2015).

El ejercicio que sirvió para desarrollar el trabajo se llevó a cabo en el auditorio de la Municipalidad del distrito de Cajatambo en una reunión convocada por la autoridad Municipal del distrito, contando con la asistencia del alcalde, de los regidores y de los representantes de los diferentes grupos de actores sociales.

Bajo la dirección de dos personas conocedoras del método (la tesista y el asesor de tesis) y contando con el apoyo del personal del equipo de investigación del Seminario Permanente de Ecología Aplicada – Efraín Malpartida Inouye (SPEA-EMI), se procedió de la siguiente manera:

Primero: Se presentó la reunión y su objetivo a los participantes. Luego se explicó la pertinencia de la aproximación ARDI para describir el sistema agrario de Cajatambo resaltando la importancia de la participación de todos los actores sociales presentes ya que el propósito sería identificar lo que ellos piensan de sí mismos y de los otros actores, de los recursos a los cuales tienen acceso y de las dinámicas que entre estos elementos ocurren.

Segundo: Haciendo uso de una laptop y un proyector multimedia para facilitar la visualización, se procedió a hacer la lista de elementos de cada uno de los acápite del ARDI (Actores, Recursos, Dinámicas, Interacciones) que los participantes señalaron respondiendo a las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los principales Actores que parecen tener o deben tener un rol decisivo en la gestión del SES de Cajatambo? Se debatió y decidió el nivel de detalle por tipo de actividad y tipo de propiedad (público o privado). También se enfatizó en el carácter colectivo de la identificación de los actores considerados directa o indirectamente por la pregunta.
- ¿Cuáles son los principales recursos de la cuenca/territorio? Los recursos se relacionaron necesariamente con un actor, por lo tanto, se puede volver a considerar la lista de actores y añadir uno o varios que faltaban. Si un ser vivo o una materia prima no era usado ni protegido por nadie, entonces no se consideró como un recurso. Se agruparon a los recursos en categorías. Además, para cada recurso el participante que lo mencionó explicó por qué es recurso y precisó el indicador de más relevancia. En el caso de recursos temporales, se precisó el período de existencia del mismo - estación, año favorable - o su condición de permanencia, la duración de vida de un edificio o el tiempo de colmatación de un estanque, por ejemplo.
- ¿Cuáles son las principales dinámicas o procesos que afectan la persistencia del SES de Cajatambo? Se identificó si el proceso era social (demografía, movimientos de población, envejecimiento, flujos de turistas, cohesión social entre campesinos), económico (flujo financiero, cadena productiva, transformación de un producto, variación del precio de los productos, política de conservación), ecológico (cambio de estado, crecimiento vegetal, ciclo agronómico, dinámica poblacional del ganado, frecuencia de incendios, procesos que afectan la circulación del agua (infiltración, sedimentación, ...).

Tercero: Con la información recabada hasta este punto, se realizó una evaluación a dos niveles: El primero fue el análisis de las características de los elementos listados dentro de cada acápite, cosa que se hizo clasificando los elementos de acuerdo a una serie de características. Esta parte de la evaluación se hizo recurriendo a opciones del Análisis Multivariado (Análisis de Componentes Principales, Escalamiento No métrico Multidimensional, Análisis de Clusters). El segundo nivel de evaluación fue de síntesis más que de análisis; para ello se recurrió al uso de un modelo conceptual que viene a ser un ejemplo de lo que Frey & Cox (2015) denominan ontología. Los referidos autores usan esta herramienta para definir un Sistema Social Ecológico (SES) aunque su punto de partida no es una aproximación ARDI. En el presente caso, sin embargo, se usó la aproximación ARDI pues parece adecuado para clasificar a los diferentes elementos que forman parte del SES con lo cual se buscó no sólo identificar a estos elementos sino además conocer el rol que podrían tener una vez que se los pone a todos juntos en la ontología.

### **3.5. EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DEL SISTEMA AGRARIO COMPARANDO UNA APROXIMACIÓN LINEAL CON UNA EMERGENTE O BASADA EN SU CONDICIÓN DE CAS**

El análisis de los conceptos de viabilidad, integridad y sustentabilidad de un sistema agrario depende del punto de vista más general que se adopte; esta cosmovisión corresponde a una racionalidad teórica que termina dándole sentido a la racionalidad instrumental que sobre ella se construya, incluyendo por ejemplo los indicadores de integridad, sostenibilidad y viabilidad (March 2005). La constatación de que toda racionalidad instrumental – indicadores de sostenibilidad, por ejemplo – se basa en una racionalidad teórica o de cosmovisión se evidenció recurriendo a los paradigmas de naturaleza estacionaria y evolutiva (Chapin *et al.* 2009).

La forma de identificar cuál de los dos paradigmas se debería escoger, fue el contenido empírico de cada uno de ellos en el sentido en que lo definió Lakatos (1989); es decir, el paradigma que le dé sentido a una parte más grande del contenido fáctico será progresivo y por lo tanto debería ser adoptado.

La identificación del contenido empírico de los paradigmas comparados, permitió tener los lineamientos para entender viabilidad y sustentabilidad de forma alternativa a la que se usa de manera convencional en el presente momento – sensu Sarandón (Sarandón 2002;

Sarandón & Flores 2014) y MESMIS (Matera *et al.* 2000). Esto incluyó la discusión del carácter algorítmico o heurístico del indicador y su contexto dependencia, el carácter aditivo o emergente del indicador y el rol de los actores sociales en su definición y monitoreo.

### 3.5.1. Evaluación de la sustentabilidad del sistema agrario desde una aproximación lineal y aditiva

Se hizo mediante el análisis de 64 de las 97 encuestas tomadas a los productores agrarios del distrito de Cajatambo en mayo de 2016, precisamente las 64 encuestas que cuentan con información comparable y relevante para el análisis. En esta aproximación de la sustentabilidad se usaron los indicadores y el marco conceptual propuesto por Sarandón (2002), el mismo que sugiere que la agricultura sustentable debe cumplir satisfactoriamente con los siguientes requisitos: 1) ser suficientemente productiva, 2) ser económicamente viable, 3) ser ecológicamente adecuada (que conserve la base de los recursos naturales y que preserve la integridad del ambiente en el ámbito local, regional y global) y 4) Ser cultural y socialmente aceptable.

En la **Tabla 3** se presentan los 20 indicadores de las tres dimensiones evaluadas – económica, ecológica y sociocultural – y los criterios de estandarización que permitieron transformar los datos en una escala independiente de su unidad original para hacer la comparación de los productores (= fincas). Esto permitió, además la integración de varios indicadores de distinta naturaleza (Sarandón *et al.* 2006; Dellepiane & Sarandón 2008).

Los valores de los indicadores se estimaron mediante las siguientes fórmulas:

- Indicador Económico (IK):

$$\frac{\left[ \frac{(A_1 + A_2)}{2} + 2B + \frac{(C_1 + C_2 + C_3)}{4} \right]}{4}$$

- Indicador Ecológico (IE):

$$\frac{\left[ \frac{(A_1 + A_2 + A_3)}{3} + \frac{(2B_1 + B_2)}{3} + \frac{(C_1 + C_2)}{2} \right]}{3}$$

- Indicador Socio-Cultural (ISC):

$$\frac{\left[2\left(\frac{A_1 + 2A_2 + 2A_3 + 2A_4}{7}\right) + 2B + C + D\right]}{6}$$

- Índice de Sustentabilidad General (ISGen):

$$(IK + IE + ISC) / 3$$

Aun cuando el autor sugiere la posibilidad de modificar las ecuaciones en cada situación concreta – lo que es un buen indicador de la contextodependencia de los sistemas, se ha preferido usar la formulación original (Sarandón 2002).

**Tabla 3:** Indicadores de sustentabilidad y criterios de estandarización de los datos.

Dimensión Económica	Diversificación de la producción.	E-A1	Diversidad de cultivos (V15) , diversidad pecuaria (V42) y otros (V8). (4): >9 productos, (3): 9 -7; (2): 6 - 4, (1): 3 -2; (0): 1
	Superficie de producción de autoconsumo	E-A2	Hectáreas en propiedad o posesión (secano-V9 y riego-V10). (4): > 1 ha.; (3): 1 - 0,5; (2): 0,5 a 0,3; (1): 0,3 a 0,1; (0): < 0,1.
	Ingreso neto mensual por grupo	E-B	Estimado del precio de venta del producto principal en última campaña (V31). (4): > 2000; (3): 2000 - 1500; (2): 1500 - 1000; (1): 1000 - 500; (0): < 500.
	Diversificación para la venta	E-C1	Número de actividades económicas y de productos que vende (V34). (4): 6 ó más productos; (3): 5 a 4; (2): 3; (1): 2; (0): 1.
	Nº de vías para la comercialización	E-C2	En Chacra y/o pueblo (V30) . (4): 5 ó más canales; (3): 4; (2): 3; (1): 2; (0): 1 canal.
	Dependencia de insumos externos	E-C3	Insumos que usa para producir (V26). (4): de 0 a 20% de insumos externos; (3) 21 a 40 %; (2): 41 a 60%; (1): 61 a 80%; (0) 81 a 100%.
Dimensión Ecológica	Manejo de la cobertura vegetal	Ec-A1	Estimada <i>in situ</i> : (4): 100%, (3): 99 - 75%, (2): 75 - 50%, (1): 50 - 25%, (0): < 25%.
	Rotaciones de cultivo	Ec-A2	Cultivo dominante.(4) Rota todos los años y deja descansar el terreno; (3) Rota todos los años y no deja descansar el terreno; (2) Rota cada 2 ó 3 años; (1) Rota eventualmente; (0) No rota.
	Diversificación de cultivos	Ec-A3	Número de especies de cultivos que produce (V15). (4): Alta diversidad de cultivos y vegetación antural; (3): Alta diversidad de cultivos; (2): Diversidad media; (1): Poca diversidad; (=): Monocultivo.
	Pendiente predominante	Ec-B1	Estimada <i>in situ</i> . (4): 0 - 5%; (3): 6 - 15%; (2): 16 - 30%; (1): 31 - 45%; (0): > 45%.
	Cobertura vegetal	Ec-B2	Estimada <i>in situ</i> : (4): 100%, (3): 99 - 75%, (2): 75 - 50%, (1): 50 - 25%, (0): < 25%.
	Biodiversidad temporal	Ec-C1	Cultivo dominante.(4) Rota todos los años y deja descansar el terreno; (3) Rota todos los años y no deja descansar el terreno; (2) Rota cada 2 ó 3 años; (1) Rota eventualmente; (0) No rota.
	Biodiversidad espacial	Ec-C2	Número de especies de cultivos que produce (V15). (4): Alta diversidad de cultivos y vegetación antural; (3): Alta diversidad de cultivos; (2): Diversidad media; (1): Poca diversidad; (=): Monocultivo.
Dimensión Socio-Cultural	Vivienda	SE-A1	En el Pueblo o en la chacra (V7). (4): Muy buena; (3): Buena; (2): Regular; (1) Mala; (0)mala.
	Acceso a la educación	SE-A2	Nivel de instrucción (V3). (4): Superior; (3): Técnica; (2): Secundaria; (1): Primaria; (0): Sin acceso a la educación.
	Acceso a salud y cobertura sanitaria	SE-A3	Servicios de salud V6. (4): Centro sanitario-CS- con médicos permanentes; (3): CS con personal temporario; (2): CS mal equipado; (1): CS mal equipado y sin personal; (0): Sin CS.
	Servicios	SE-A4	Número de servicios (V5). (4): Instalación completa de agua, luz y teléfono; (3): Agua y luz; (2): luz y agua de pozo; (1): Sin luz y agua de pozo; (0): Sin luz y sin fuente de agua cercana.
	Aceptabilidad del sistema de producción	SE-B	Número de temas de producción agrícola en que le gustaría ser capacitado (V38): 1, 2, 3, 4, 5 y 6.
	Integración Social	SE-C	Participa o pertenece a una organización de productores y otras agrupaciones sociales (V14). (4): Muy alta; (3): Alta; (2): Media; (1): Baja; (0): Nula.
	Conocimiento y conciencia ecológica	SE-D	Realiza agricultura tradicional y utilizan muchos criterios para definir la calidad de los productos (V28, V29). (4): Muy alto; (3): Alto; (2): Medio; (1): Bajo; (0): Sin ningún tipo de conciencia ecológica.

Fuente: Adaptado de Sarandón (2002).

### **3.5.2. La evaluación de la sustentabilidad del sistema agrario con base en su condición de CAS**

Ésta privilegia el tratamiento simultáneo de los indicadores, lo que permitió evaluar la ortogonalidad que tenían entre sí. Se utilizó el análisis de clusters y el análisis de componentes principales (ACP), para identificar la ortogonalidad.

El uso de las herramientas del análisis multivariado que se han señalado, al utilizar simultáneamente todas las variables garantizó que los comportamientos identificados puedan ser juzgados como productos emergentes de las interacciones de todas las variables (Earls 2007; Kay *et al.* 1999; Hooker 2011; Acosta-Guacaneme & Bautista-Bautista 2017). Al mismo tiempo este mismo análisis ha servido para mostrar los varios estados alternativos en los que se expresa un agroecosistema y las variables asociadas a cada una de estas condiciones, las mismas que se corresponden con las denominadas variables clave.

Al emplear la narrativa ARDI se hizo posible un tratamiento de múltiples escalas dado que esta herramienta, al no ser representacional como un modelo sino una aproximación a un sistema, permite trabajar con eventos cuya única restricción es que sucedan, con independencia de su escala espacial y temporal (Aldredge & Levine 2001).



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. COMPONENTES O SUBSISTEMAS DEL DISTRITO DE CAJATAMBO

#### 4.1.1. Las Zonas de Vida como expresión de la macroestructura

Las siete Zonas de Vida determinadas en el paisaje agrario de Cajatambo (Figura 6) son la expresión del clímax climático, esto es, la comunidad teórica hacia la cual tiende todo desarrollo en materia de sucesión en una región determinada; esta comunidad ocurre donde las condiciones físicas del sustrato no son tan extremas que lleguen a modificar los efectos del clima regional dominante (González Bernáldez 1981; Díaz Pineda 1993; Margalef 1992; Margalef 1986).

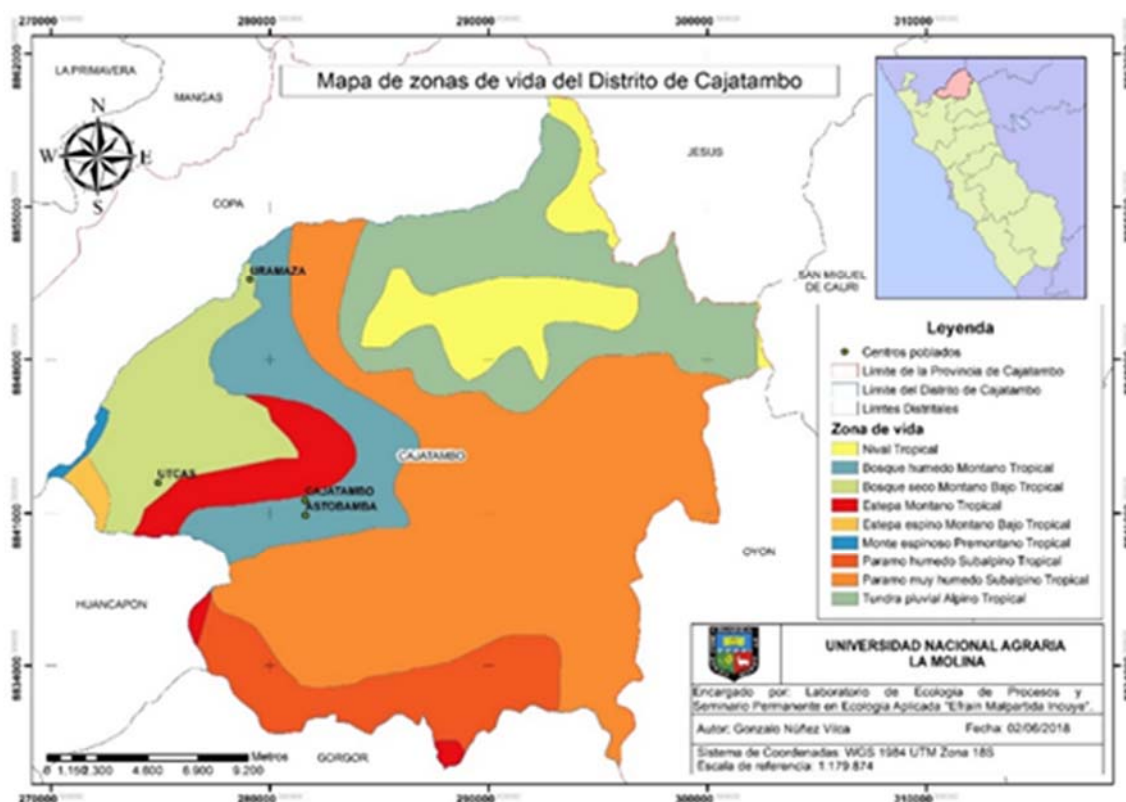


Figura 6. Zonas de Vida del distrito de Cajatambo

Fuente: Laboratorio de Ecología de Procesos.

Una característica del paisaje del distrito de Cajatambo es la integración espacial de todos sus usos – agrícolas, ganaderos, energéticos y de servicios – en un territorio con alta variación climática y altitudinal que condiciona un marco ambiental caracterizado por fenómenos de “equipotencialidad” o “zonalidad” (uniformidad de las condiciones del ambiente dentro de diferentes zonas separadas entre sí) y “vectorialidad” (conexión espacial entre zonas, gracias al flujo de agua, materiales y energía). Estas macroestructuras contienen elementos morfoestructurales y climáticos fácilmente reconocibles a grandes escalas. Abarcan una gran extensión superficial y se consideran dinámicamente estables e independientes ya que en condiciones naturales requieren de al menos cientos de años para mostrar cambios importantes (Riesco *et al.* 2008; García Romero 2005).

En **Tabla 4** se presentan las características climáticas (biotemperatura, precipitación media anual, provincia de humedad), del sustrato físico (tipo de suelo, relieve), vegetación potencial (formación vegetal y especies características de la flora) y uso potencial del territorio. Conviene insistir en el carácter potencial de la vegetación ya que está indicando cuál es el límite superior climático (el “techo”) para la vegetación, límite que se alcanzaría si no hubiera limitaciones de tipo edáfico o actuaciones humanas que alteren este límite.

De hecho, esta es una situación extrema que difícilmente se alcanza en la práctica puesto que las aludidas limitaciones edáficas y humanas suelen estar presentes con mucha frecuencia. A partir de estas limitaciones es que se pasa de la vegetación potencial a la vegetación real, tal como es descrita en un mapa de formaciones vegetales actuales obtenidas mediante la interpretación de una imagen satelital, que es tema del siguiente apartado.

Otra característica que resulta de interés es que todas las ZV excepto una (Nival Tropical) tienen potencial agrícola y/o pecuario ya sea que se trate de un matorral o de una pradera. Evidentemente la intensidad de uso variará de formación a formación y de acuerdo a cada contexto.

Si nos referimos a la composición del Mapa Ecológico en el área de estudio, se hace evidente la dominancia de la ZV Páramo Muy Húmedo - Subalpino Tropical cuya fisionomía corresponde a un pajonal. De otro lado y en relación a la configuración del mapa se puede afirmar que se trata de áreas continuas – no hay fragmentación – y que sugieren un orden basado en un gradiente de altitud.

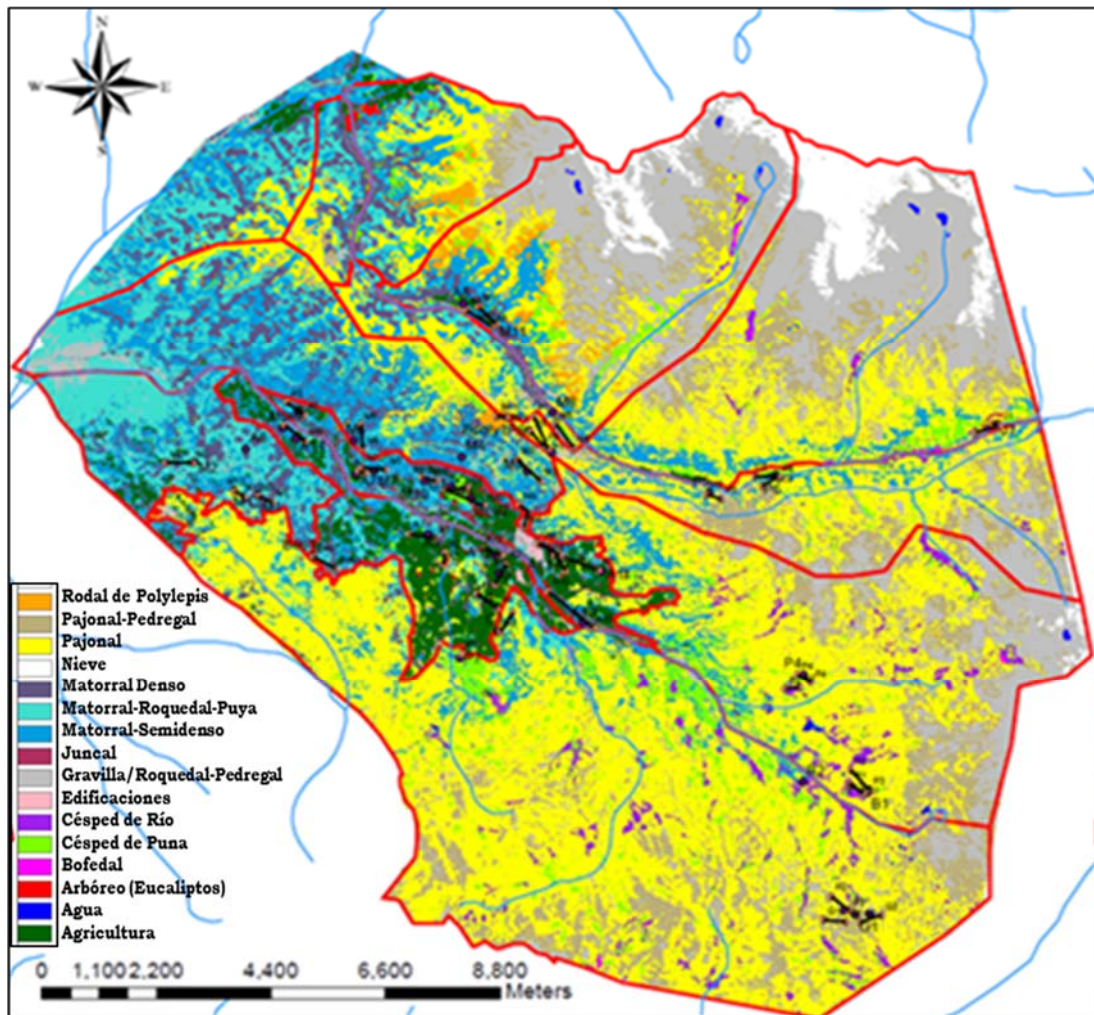
**Tabla 4:** Características de las Zonas de Vida del distrito de Cajatambo según la Guía Explicativa del Mapa Ecológico del Perú (INRENA 1995).

Zonas de Vida	Bosque Seco - Montano Bajo Tropical	Bosque Húmedo - Montano Tropical	Estepa-Montano Tropical	Páramo Muy Húmedo - Subalpino Tropical	Páramo Húmedo - Subalpino Tropical	Tundra Pluvial-Alpino Tropical	Nival Tropical
Clave	bs - MBT	bh - MT	e - MT	ph - SaT	pmh - SaT	tp - AT	NT
Altitud (m.s.n.m.)	2500 - 3200	2800 - 3800	2800 - 3800	3900 - 4500	4000 - 4300	4300 - 5000	>5000
Biotemperatura media anual (°C)	10.9 - 16.5	7.3 - 13.1	9.5 - 14.1	3.8 - 6.0	3.0 - 6.0	3.2	< 1.5
Precipitación media anual (mm)	449.3 - 972.9	498 - 1154	244.5 - 541.8	584.2 - 1254.8	500 - 1000	687.9 - 1020.2	500 - 1000
Provincia de humedad	SubHúmedo	Húmedo	Subhúmedo	Perhúmedo	Húmedo	Superhúmedo	
Relieve	De suave o plano a inclinado en las laderas que encierran al valle.	Empinado, borde o parte superior de laderas.	Empinado con escasas áreas suaves.	Áreas extensas suaves a onduladas y laderas con afloramiento rocoso.	Laderas inclinadas y áreas colinadas y suaves.	Accidentado, colinado y ondulado (modelado glacial).	Configuración topofisiográfica abrupta.
Suelos	Kastanozems, Rendzinas, Cambisoles, Litosoles.	Phaeozems (profundos, arcillosos, de reacción ácida, rojizos a pardos) y Kastanozems (en zonas litológicas calcáreas).	Kastanozems (profundos, textura media, calcáreas), Rendzinas, Andoseles Vitricos y Litosoles.	Páramo Andosoles, Paramosoles, Cambisoles éutricos, Rendzinas, Gleysoles, Histosoles y Litosoles.	Andosoles con influencia a los Paramosoles, Litosoles, Gleysoles, Orgánicos.	Paramosoles, Páramo Andosoles, Litosoles, Gleysoles altoandinos y Histosoles (suelos orgánicos).	Líticos, peñascosos o rocosos. Sin cubierta edáfica.
Vegetación	Vegetación primaria fuertemente sustituida por cultivos de riego y secano. Son indicadores los géneros Agave, Eucalyptus, Prunus, R. aúnetama y Dodonaea.	Pequeños bosques heterogéneos de <i>Gynoxis</i> , <i>Polylepis</i> , <i>Berberis</i> , <i>Eugenia</i> , <i>Senecio</i> , <i>Baccharis</i> , <i>Solanum</i> , <i>Sambucus</i> , <i>Cassia</i> , <i>Lupinus</i> y pajonales.	Dominada por la familia Poaceae ( <i>Poa</i> , <i>Stipa</i> , <i>Festuca</i> , <i>Calamagrostis</i> y <i>Eragrostis</i> ) con escasos arbustos leñosos y cactáceas "anjojishja" o "caruacasha"	Poáceas y hierbas perennes: <i>Festuca</i> , <i>Calamagrostis</i> , <i>Stipa</i> , <i>Bromus</i> , <i>Poa</i> , <i>Trifolium</i> , <i>Muhlenbergia</i> , <i>Alchemilla</i> , <i>Paspalum</i> , <i>Luzula</i> , <i>Hypochoeris</i> , <i>Chusqueira</i> , <i>Adesmia</i> , etc.	Pajonales de puna ( <i>Festuca</i> , <i>Calamagrostis</i> , <i>Stipa</i> , <i>Bromus</i> , <i>Poa</i> ) que conforman los pastos naturales altoandinos. Otros géneros: <i>Chusqueira</i> , <i>Senecio</i> , <i>Trraglochis</i> y <i>Ephedra</i> .	Arbustos, semiarbustos y hierbas de tipo graminal, plantas arrosetadas: <i>Calamagrostis</i> , <i>Aciachne</i> , <i>Poa</i> , <i>Lupinus</i> , <i>Apium</i> , <i>Senecio</i> , <i>Pycnophyllum</i> , <i>Arenaria</i> , <i>Pletkeia</i> , <i>Distichia</i> .	Algas y líquenes.
Uso actual y potencial de la tierra	Agricultura de maíz, papa, haba, arveja, trigo, hortalizas y frutales.	Agricultura de secano y riego cultivos de pan llevar.	Agricultura de secano (Papa, cebada), ganadería extensiva.	Ganadería altoandina productiva.	Ganadería altoandina.	Ganadería altoandina erosiva (sobrepastoreo).	Régimen hidrológico de ríos y lagunas. Atractivo turístico.

**Nota:** se ha respetado la nomenclatura de las variables ambientales (suelo, vegetación, uso actual y potencial de la tierra) de la Guía Explicativa del Mapa Ecológico (INRENA 1995).

#### 4.1.2. Las formaciones vegetales como expresión de la mesoestructura

En la **Figura 7** se presentan el mosaico de parches o subsistemas – 13 formaciones vegetales, un parche de nieve, uno de agua y uno de edificaciones – que es la expresión del climax edáfico, es decir de las condiciones locales del sustrato (Margalef 1986), más la huella de las actividades humanas sobre el territorio.



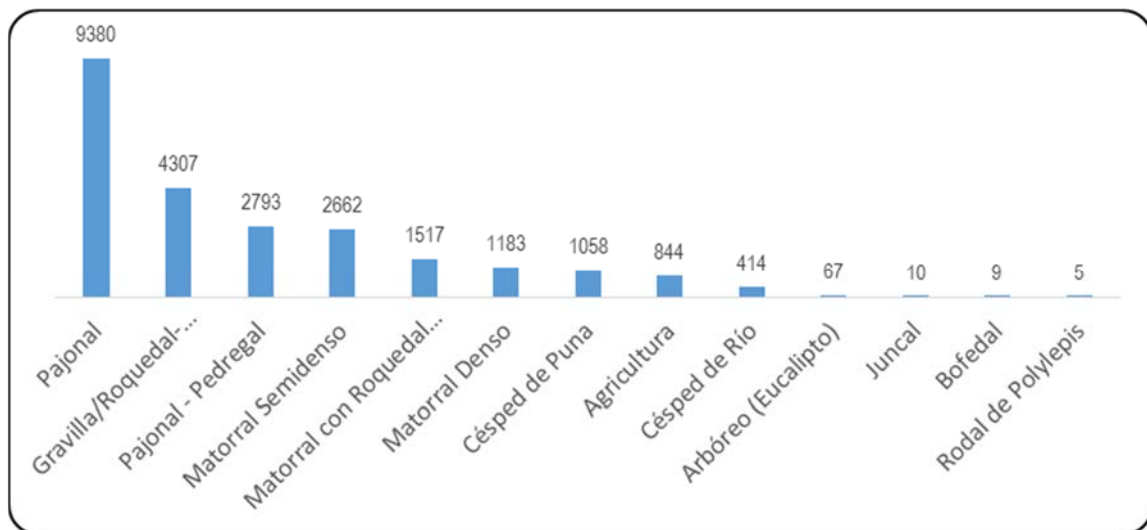
**Figura 7.** Formaciones Vegetales del mosaico de parches del distrito de Cajatambo (Imagen GeoEyes-2014).

**Fuente:** Arnao (2019).

Es evidente que en este tipo de mosaico de parches se está frente a una matriz espacial que fija condiciones de operación a todos los organismos que constituyen la diversidad específica y de su uso antrópico cobrando importancia la determinación de las características de configuración y de composición del mosaico de parches del paisaje.

Tal como se presenta en la **Figura 8**, la configuración general exhibe una marcada dominancia de la formación de pajonal (casi 30 %), seguida de la gravilla-pedregal-roquedal, es decir suelo descubierto. Esto resulta preocupante porque podría implicar un proceso de pérdida de la cobertura vegetal, proceso cuyos detalles los discuten Sánchez *et al.* (2019), y que implicaría la conversión del pajonal en gravilla. Como se señala en esta cita este cambio es compatible con un escenario de degradación y/o de cambio inducido por procesos como el cambio climático global.

Si se juntan las formaciones correspondientes a la Ecorregión de Puna – pajonal, césped, bofedal, juncal y gravilla – éstas dan cuenta de casi el 70 % de la superficie del distrito de Cajatambo. Esto obliga a considerar de manera especial el rol de esta Ecorregión en la estructura y dinámica del paisaje de este espacio.

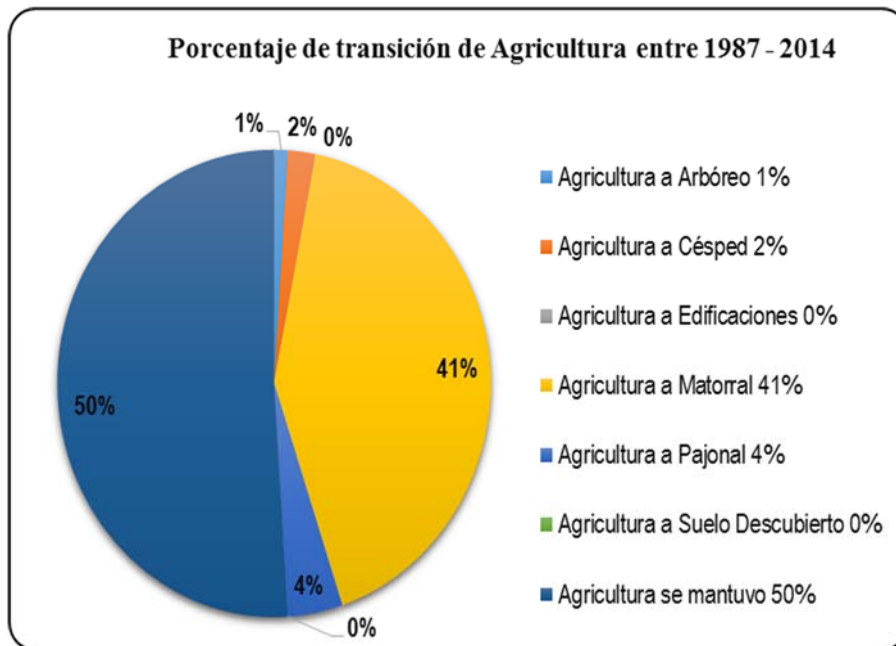


**Figura 8.** Superficie (ha) de las formaciones vegetales, Cajatambo.

**Fuente:** Imagen GeoEyes (2014).

La formación que ocupa el tercer lugar corresponde al matorral, tanto como matorral exclusivo como con alguna combinación, luego están los parches agrícolas. Este grupo de formaciones hace referencia al otro proceso que resulta de interés en el área de trabajo, es decir la conversión de áreas agrícolas en matorrales. La magnitud de este problema ha sido estimado por Arnao (2019) y Arnao *et al.* (2016) recurriendo a un modelo de estado transición (STM) mediante el cual se encontró que la probabilidad de pasar de campo agrícola a matorral se encontraba entre 0.008 y 0.025 para un periodo de 27 años. Esto denota una tendencia al abandono de los campos agrícolas. La evolución de los parches agrícolas

en este periodo se presenta a continuación en la **Figura 9**. La tendencia a permanecer en la misma condición es de un 50 %; lo resaltante sin embargo es que el 41 % de los parches que cambian lo hacen hacia matorral precisando esto lo que decía el modelo STM. En consecuencia, es cierto que está en curso un proceso de abandono de campos de cultivo y matorralización que ha durado al menos los últimos 27 años.



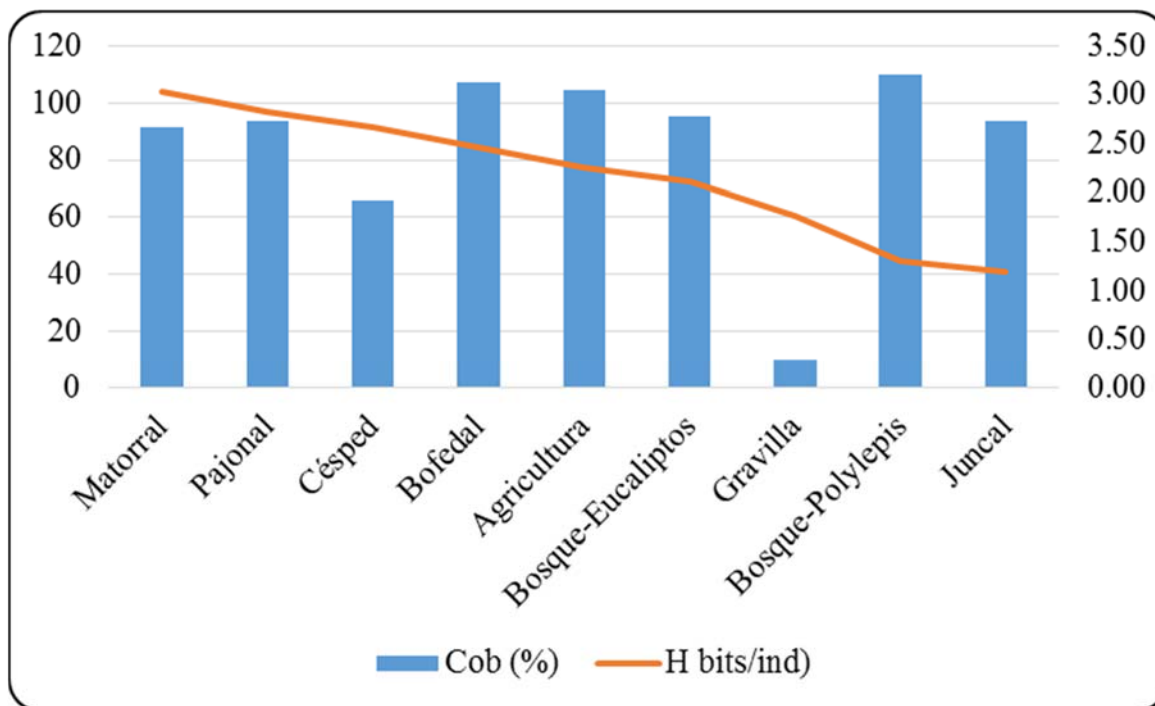
**Figura 9.** Cambio y persistencia de los parches de tipo agrícola, 1987 – 2014.

**Fuente:** Arnao (2019).

Con relación a la diversidad de especies de plantas dentro de cada parche del mosaico, en la **Tabla 5** se muestra los resultados de la evaluación realizada mediante transectos lineales durante al año 2016. Los detalles técnicos de la colecta de información los presenta Ceroni (2021). Es evidente que, a pesar de la gran variabilidad entre parches de cada formación vegetal, el matorral presenta la mayor diversidad de plantas, seguido por el pajonal, césped, bofedal, agricultura, bosque de eucaliptos, gravilla, bosque de *Polylepis* y juncal (**Figura 10**). Por otro lado, de las 321 especies registradas para el año 2016 sólo 19 (**Tabla 6**) de ellas explican más de la mitad de las diferencias en composición entre las parcelas.

**Tabla 5:** Número de especies, cobertura (%) y diversidad (H) de plantas por parche en las formaciones vegetales del distrito de Cajatambo, abril-2016 (Ceroni 2021).

Formación Vegetal	Clave	# especies	Cob(%)	H (bits/ind)
M A T O R R A L	M5a16	28	102.72	4.10
	M3a16	30	98.65	3.95
	M4a16	23	101.27	3.93
	M11a16	24	118.13	3.35
	M10a16	19	116.46	3.23
	M6a16	18	99.98	3.12
	M7a16	16	81.54	3.11
	M8a16	17	88.00	2.94
	M9a16	12	76.67	2.83
	M12a16	14	53.68	2.80
	M2a16	8	102.64	2.42
	M1a16	10	50.99	2.11
	M1s16	5	95.03	1.50
P A J O N A L	P2a16	24	95.81	3.64
	P5a16	19	59.49	3.47
	P4a16	16	122.24	3.00
	P1a16	15	83.97	2.87
	P3a16	12	61.84	2.84
	P7a16	13	135.67	2.44
	P8a16	8	46.47	2.35
	P6a16	11	96.95	2.04
CÉSPED	C3a16	18	60.84	3.36
	C1a16	11	76.83	2.61
	C2a16	9	60.43	2.04
BOFEDAL	B1a16	14	81.01	2.73
	B2a16	9	133.10	2.18
A G R I C U L T U R A	A1a16	10	101.83	2.39
	A6a16	21	95.87	3.73
	A11a16	21	105.53	3.23
	A8a16	18	142.99	2.82
	A12a16	8	8.00	2.67
	A5a16	7	96.50	2.23
	A2a16	8	114.17	2.23
	A4a16	7	185.00	2.13
	A7a16	11	124.30	2.10
	A3a16	8	98.10	1.64
	A13a16	8	118.56	1.57
	A14a16	6	32.66	1.33
A10a16	8	137.97	1.20	
BOSQUE DE EUCALIPTOS	Beu1a16	14	48.63	2.63
	Beu2a16	10	141.62	1.61
GRAVILLA	G2a16	11	18.85	2.83
	G1a16	2	1.44	0.69
BOSQUE DE POLYLEPIS	Bpoly1a16	11	109.80	1.30
JUNCAL	J1a16	6	93.91	1.19



**Figura 10.** Diversidad (H) y Cobertura (%) de plantas por tipo de formación vegetal en el distrito de Cajatambo – Abril, 2016.

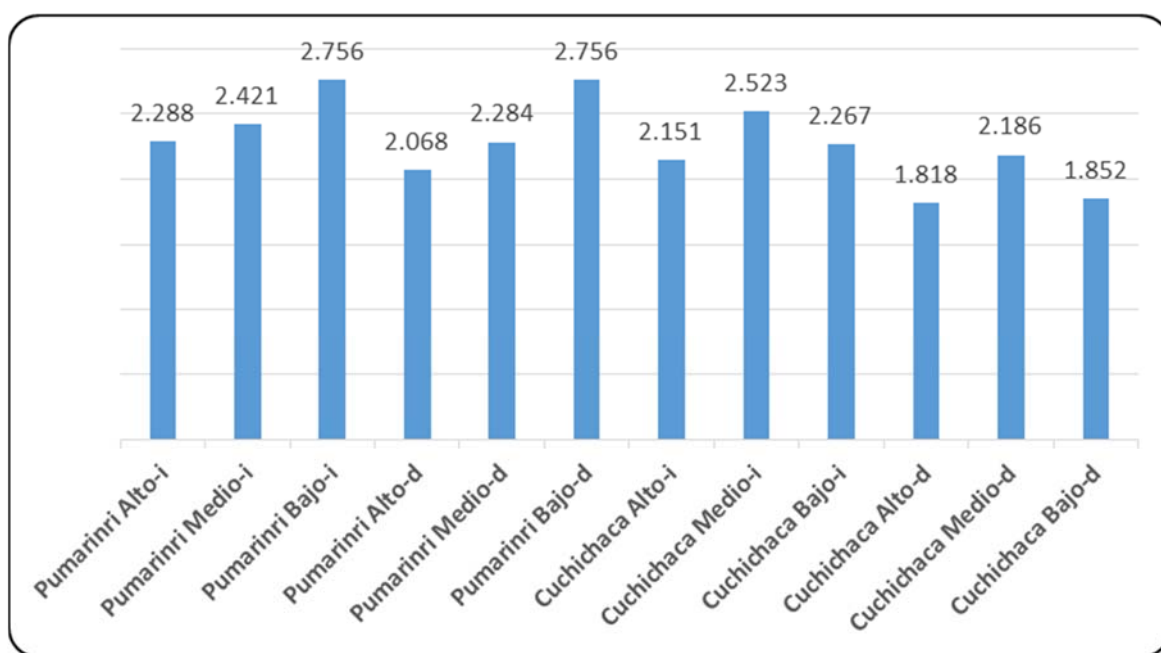
**Tabla 6:** Especies de plantas que explican más de la mitad de las diferencias en composición registradas entre los parches del mosaico. Abril - 2016.

Espece	
<i>Pennisetum clandestinum</i>	12.12
<i>Plantago lanceolata</i>	5.18
<i>Trifolium repens</i>	4.60
<i>Medicago polymorpha</i>	3.76
<i>Eucalyptus globulus</i>	2.45
<i>Bidens pilosa</i>	2.39
<i>Lachemila pinnata</i>	2.27
<i>Ophryosporus peruvianus</i>	2.22
<i>Polylepis sp. Bpoly1</i>	2.13
<i>Paspalum sp. A4.2016</i>	1.78
<i>Juncus balticus</i>	1.69
<i>Viguieria cf. procumbens</i>	1.60
<i>Baccharis sp.M1.2016.set</i>	1.37
<i>Alnus jorulensis</i>	1.35
<i>Croton ruizianus</i>	1.34
<i>Stipa sp. P6</i>	1.28
<i>Agrostis sp. B2</i>	1.23
<i>Australocylindropuntia subulata</i>	1.22
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	1.16



El mencionado cambio de matorral a campo agrícola implicaba a nivel de composición florística un incremento de una especie tradicionalmente juzgada como “maleza”, el “kikuyo” (*Pennisetum clandestinum*) (Ceroni 2021). Dicho sea de paso, conviene señalar que los mencionados autores indican que esta especie parece estar desempeñando el rol de especie clave de los espacios agrícolas.

De otro lado, tal como se presentó en la Figura 7, se dividió cada una de las dos cuencas del área de trabajo (1. Cuenca del río Cuchichaca, donde está el pueblo de Cajatambo y 2. Cuenca del río Pumarinri) en tres espacios atendiendo a la altitud: cuenca baja, cuenca media y cuenca alta. A esta división se le sumó el efecto de exposición lo que permitió separar a cada uno de estos tres niveles en ladera derecha y ladera izquierda. Sobre esta base se estimó la diversidad (Moreno 2001) del mosaico de las 12 subunidades (**Figura 11**). Este es el parámetro de composición del mosaico que resulta más importante y tiene carácter sintético. Se calculó usando el software Fragstat (Arnao 2019).



**Figura 11.** Diversidad (bits/parche) del mosaico de parches de cada subunidad del paisaje de las cuencas de los ríos Pumarinri y Cuchichaca.

La Figura 11 muestra que la cuenca baja del río Pumarinri (ambas laderas) es la zona en la que el mosaico de parches alcanza su mayor diversidad (2.756 bits/parche). Esto es de remarcar ya que es en este espacio en el que el terreno alcanza el relieve más accidentado y

los gradientes de altitud son los más grandes. Coincidentemente este es un espacio en el que la actividad humana parece ser de menor intensidad, con lo que se estaría sugiriendo que la relación entre agricultura y diversidad biológica es inversa.

En la cuenca del río Cuchichaca, sin embargo, la mayor diversidad del mosaico corresponde a la cuenca media (ambas laderas), alcanzando valores de hasta 2.52 bits/parche; en esta zona es donde ocurre la agricultura con mayor intensidad, de lo que puede inferirse que la actividad agrícola tiene un potencial de generación de diversidad del mosaico. De hecho, es esta una zona donde hay alternancia de campos de cultivo y diferentes manifestaciones del matorral. En contrapartida la cuenca alta del Cuchichaca en donde dominan las formaciones de tipo pradera es la que tiene los valores más bajos de diversidad del mosaico (1.81 bits/parche).

#### **4.1.3. Los sistemas de producción como expresión de la microestructura**

Al establecer las zonas equipotenciales y los mosaicos como expresión de la diversidad actual, queda definido el marco espacial en el que operará la actividad humana estableciendo nuevas categorías que, en adición a los elementos físicos y bióticos, incorporan aspectos humanos a través de la constitución de sistemas de producción que son el objeto de la presente sección.

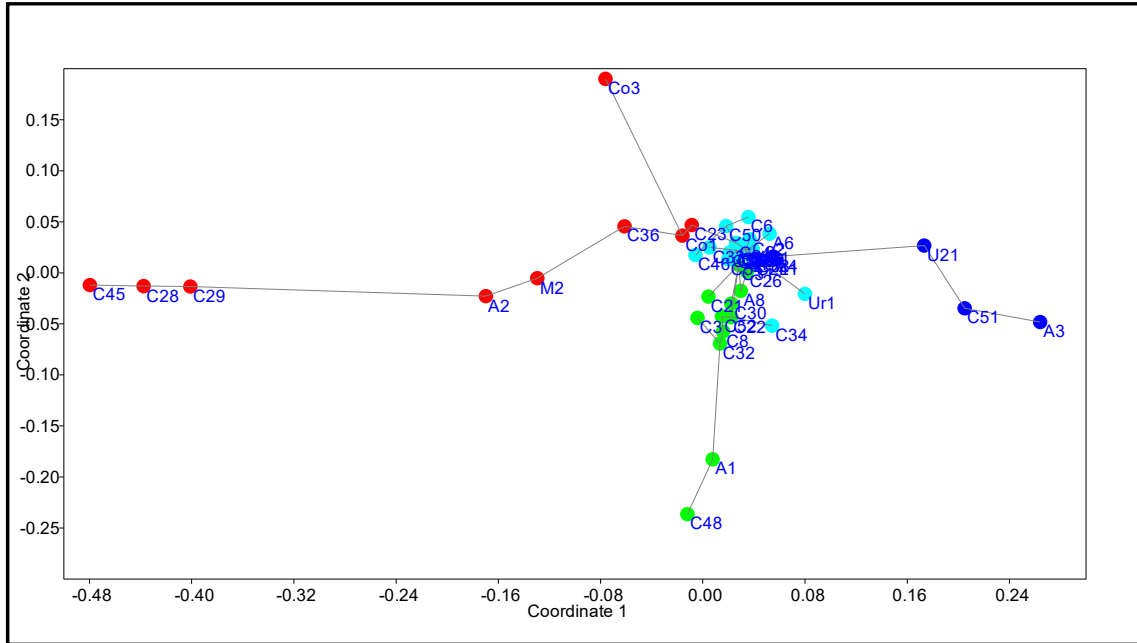
##### **a. Los subsistemas del sistema agrario**

En el **Anexo 2** se presentan los datos recogidos en las encuestas a los productores agropecuarios del distrito de Cajatambo.

El análisis de la información de las encuestas mediante el Escalamiento No Métrico Multidimensional – NMMDS (Hammer 2011) sugiere la ocurrencia de cuatro subsistemas o grupos a partir de los 52 productores que respondieron a todas las preguntas de la encuesta (**Figura 12**). La composición de cada subsistema se presenta en la **Tabla 7**; el número de productores en cada subsistema fue de 9 (rojo, P1), 5 (azul, P2), 12 (verde, P3) y 71 (celeste, P4), respectivamente.

La significación estadística de las diferencias entre los subsistemas sugeridos fue evaluada mediante el Análisis de Varianza Multivariado No Paramétrico (NPMANOVA) cuyo criterio de afinidad fue el índice de correlación, el mismo que se usó en el NMMDS (**Figura**

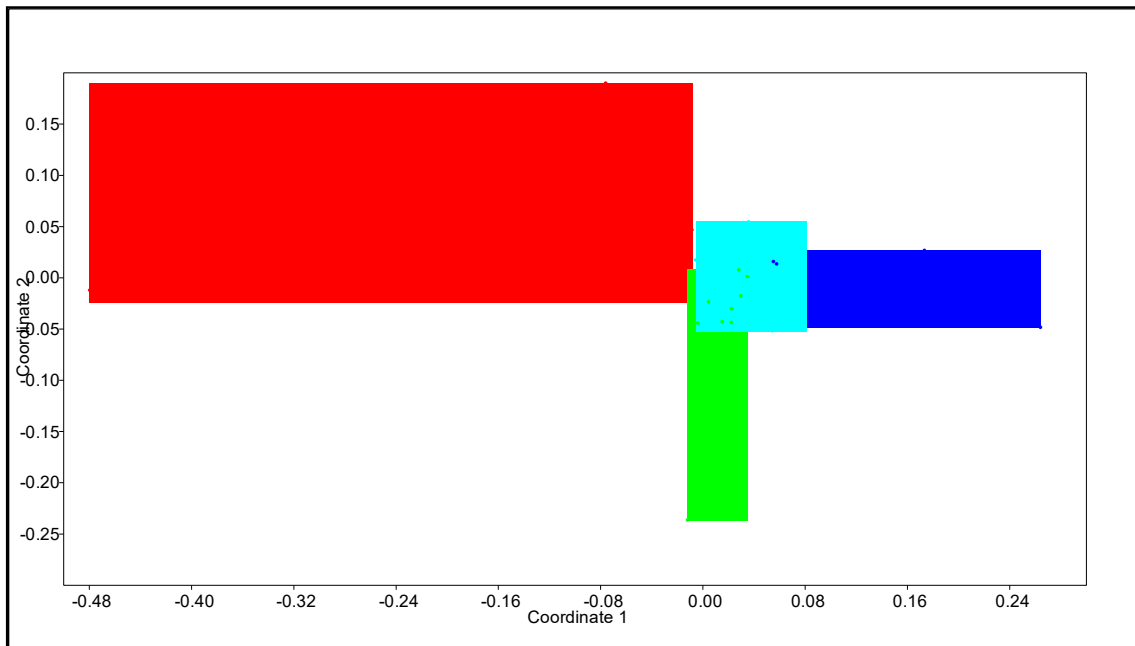
13). Tal como se ve en el **Tabla 8**, el NPMANOVA muestra que los cuatro grupos de productores sugeridos alcanzan diferencias con significación estadística, es decir, realmente son diferentes.



**Figura 12.** Subsistemas o grupos definidos usando el árbol de distancias mínimas – NMMDS- a partir de las 52 encuestas que tienen datos completos.

**Tabla 7:** Productores por grupos sugeridos por el Escalamiento No Métrico Multidimensional (NMMDS).

	<b>Productores (52) distribuidos en 4 grupos</b>
P1	<b>Co1 Co3 C23 C28 C29 C36 C45 M2 A2</b>
P2	<b>A3 A4 L1 U21 C51</b>
P3	<b>A1 A8 C3 C8 C21 C22 C26 C30 C31 C32 C48 C52</b>
P4	<b>C1 C2 C4 C5 U1 M1 Co2 C6 C7 C9 C10 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C19 C20 C24 C25 C27 H1 G1 Ur1 C33 U2 U3 U4 U5 U6 U7 U8 U9 U10 U11 U12 U13 U14 U15 U16 U17 U18 U19 U20 C34 C35 C37 C38 C39 C40 C41 C42 C43 C44 C46 C47 C49 Ma1 Co4 C50 A5 A6 A7 C53 C54 C55 C56 C57</b>



**Figura 13.** Grupos de productores sugeridos por el NMMDS.

**Tabla 8:** NPMANOVA de los grupos definidos por el NMMDS

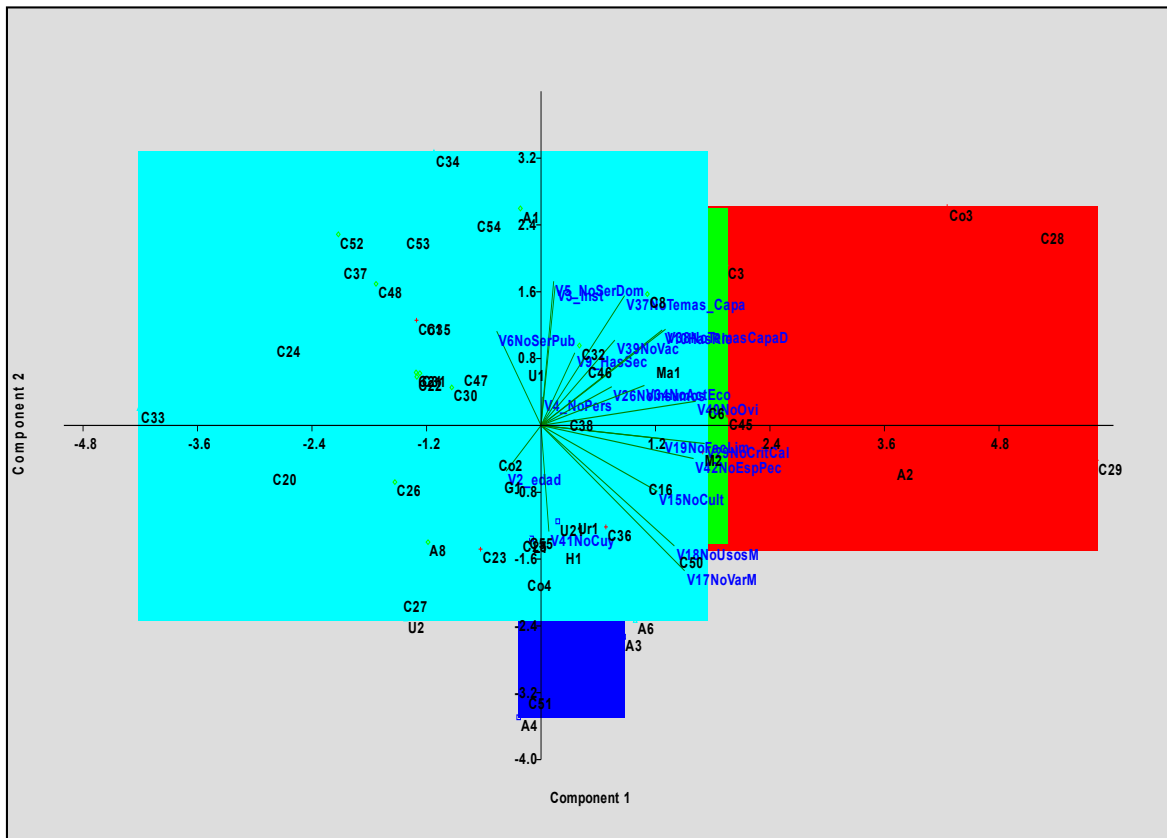
Suma de cuadrados: 2.188				
Suma de cuadrados intra grupos: 0.6414				
F = 38.50      p = 0.0001				
Comparaciones pareadas				
	<b>C28</b>	<b>A3</b>	<b>C48</b>	<b>U1</b>
<b>C28</b>		0.03	0	0
<b>A3</b>	0.03		0	0
<b>C48</b>	0	0		0
<b>U1</b>	0	0	0	

En fondo coloreado las comparaciones pareadas que alcanzan significación estadística.

Dado que se probó la significación estadística de las diferencias entre grupos, se procedió con la identificación de las variables que los definen. Eso se llevó a cabo mediante un Análisis de Componentes Principales – ACP.

El diagrama de dispersión de la **Figura 14** permite identificar al grupo 1 (rojo) con el lado positivo del CP1; por su parte el grupo 2 (azul) está claramente asociado al lado negativo del CP2; el grupo 3 (verde) muestra una mayor asociación con el lado positivo del CP2.

Finalmente, el grupo 4 (celeste) no muestra una asociación clara con ninguno de estos componentes. Por lo demás este comportamiento se ha mostrado de similar modo con relación a otros componentes principales. Por tanto, se puede decir de este grupo que es más bien indiferenciado, es decir que no está asociada a la preponderancia de ninguna variable en particular.



**Figura 14.** Análisis de Componentes Principales para la identificación de las variables que definen a cada grupo de productores.

Las correlaciones de las diferentes variables con el CP1 (**Figura 15**) permiten identificar como variables positivamente asociadas a este CP – y que por tanto definen al grupo 1, rojo – a V29, V40, V42. Al mismo tiempo, las variables que correlacionan con el CP2 son (Figura 16) en el lado positivo (definen al grupo 3, verde): V5, V3, V37, V10; en el lado negativo de este CP (definiendo al grupo 2, azul): V17, V18, V41.

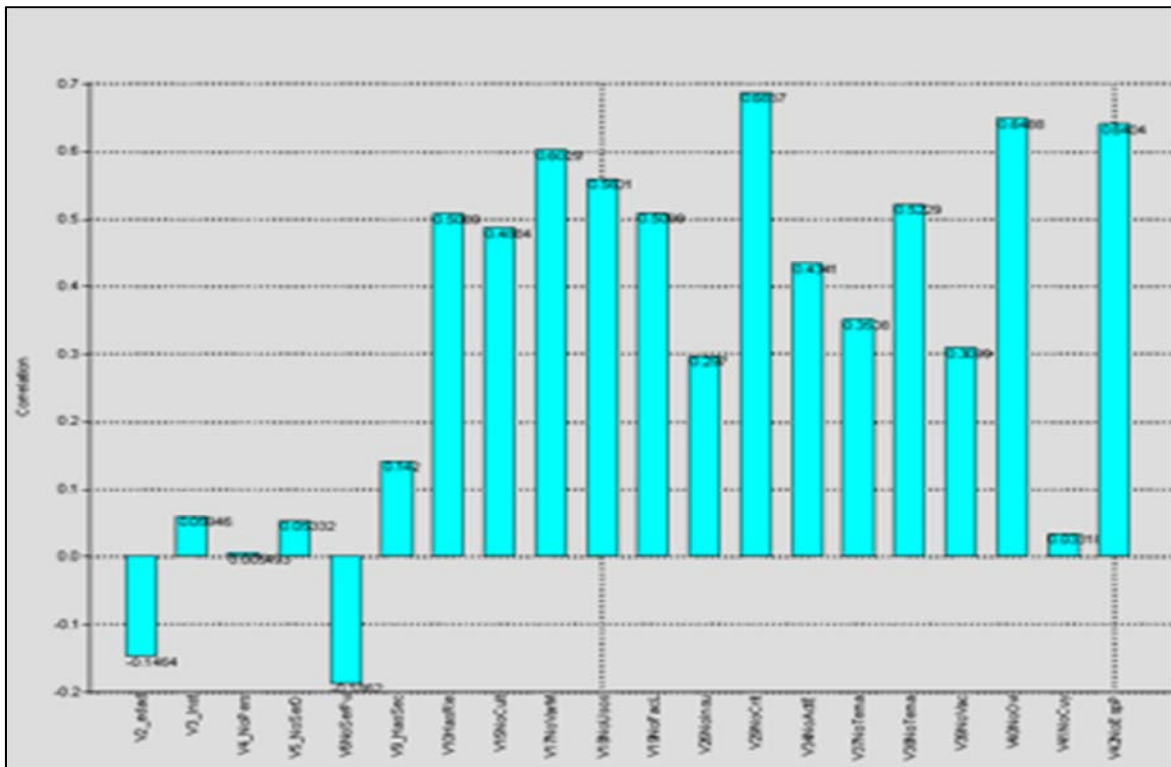


Figura 15. Correlaciones de las variables con el CP1.

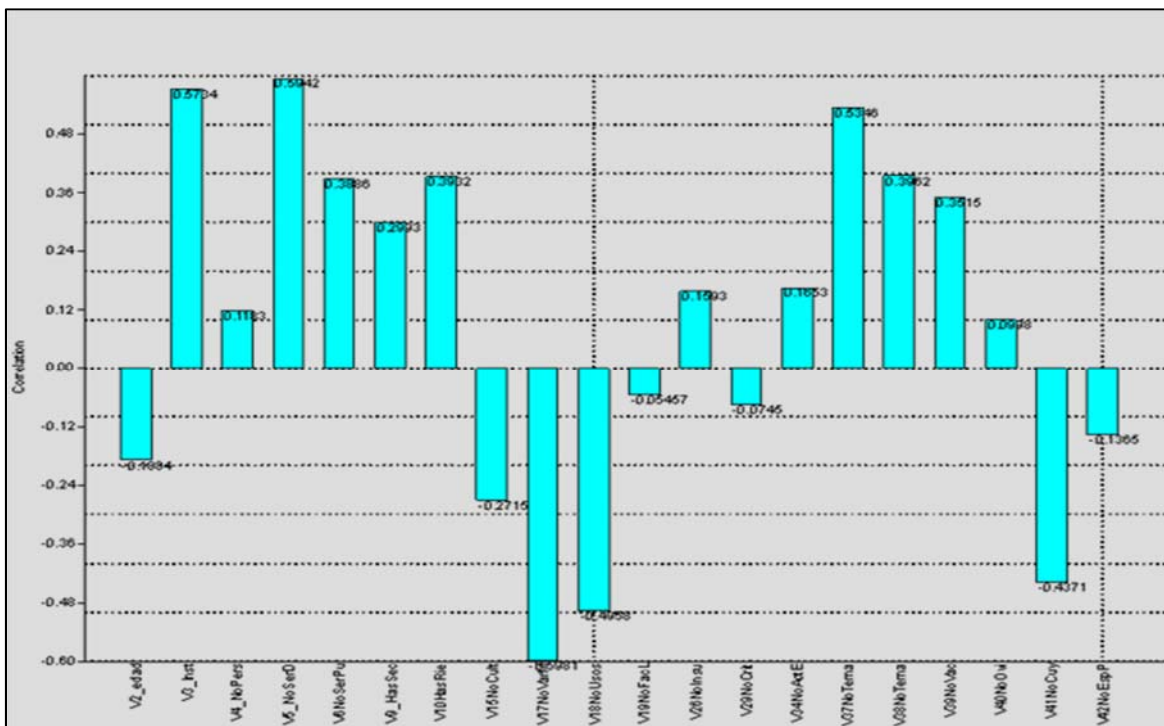


Figura 16. Correlaciones de las variables con el CP2.

Por lo tanto, se pueden definir a los grupos ahora en función de las variables que mejor los representan. Se puede sugerir que el grupo 1 es el de los “puneros” definido por la V40 “No. De ovinos” ( $r = 0.6488$ ), animales que viven fundamentalmente en la puna; el grupo 2 es el de los “cuyeros” definido por la V41 “No. de cuyes” ( $r = -0.4371$ ); y el grupo 3 es el de los “vaqueros” en tanto están definidos por la V39 “No. de vacunos” ( $r = 0.3515$ ); finalmente el grupo 4 es el denominado “indiferenciado”, pues a él se asocia el resto de variables sin que haya un marcado predominio de alguna de ellas.

Adicionalmente, es importante señalar que las variables V17 “No. de variedades de maíz” y V18 “No. de usos del maíz”, por sus correlaciones importantes con el CP1 ( $r = 0.6029$  y  $r = 0.5601$ ) y con el lado negativo del CP2 ( $r = -0.5981$  y  $r = -0.4958$ ), se presentan complementando el carácter principal de los dos primeros grupos de tal manera que podrían ser redefinidos como el grupo de los “puneros – maiceros” y “cuyeros – maiceros”.

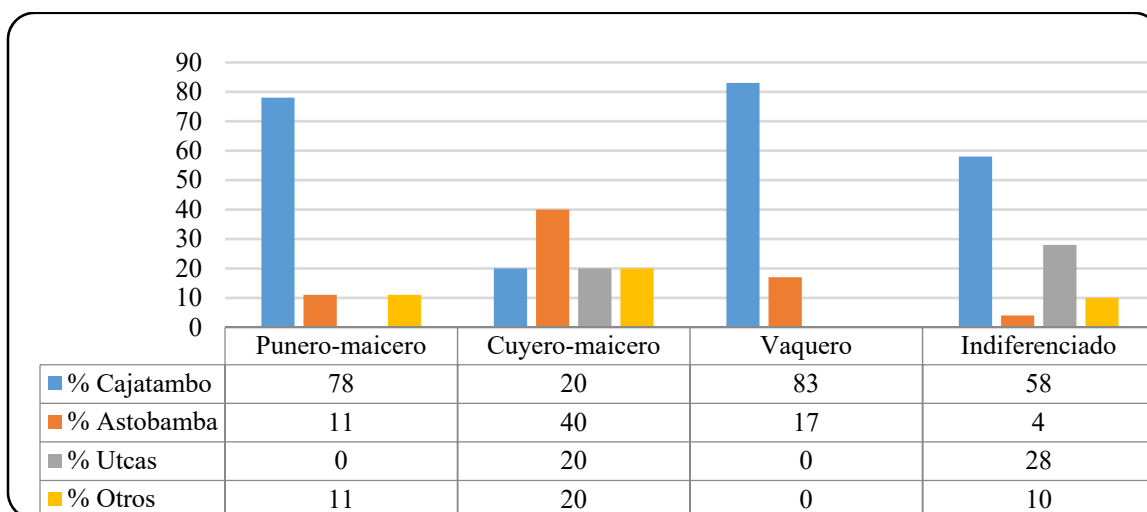
La identificación de los grupos hasta este punto, muestra la importancia del componente pecuario en la definición de los subsistemas. De hecho, cada uno de los subsistemas tiene un componente pecuario que le es característico. Por otro lado, entre los cultivos, la importancia del maíz es algo a tener presente; de hecho, a pesar de no definir en exclusividad a un subsistema, se presenta como componente importante de dos de estos subsistemas: los “puneros – maiceros” y los “cuyeros – maiceros”.

La variedad de subsistemas (= productores) que se ha encontrado en esta indagación, se ha señalado como una característica típica de los sistemas de producción tradicionales y andinos (Altieri 1999), y como señala Earls (1989) es una estrategia de base cibernética para el desafío que significa hacer agricultura en entornos con alta variabilidad climática como en los Andes.

#### **b. Perfil de los subsistemas del sistema agrario**

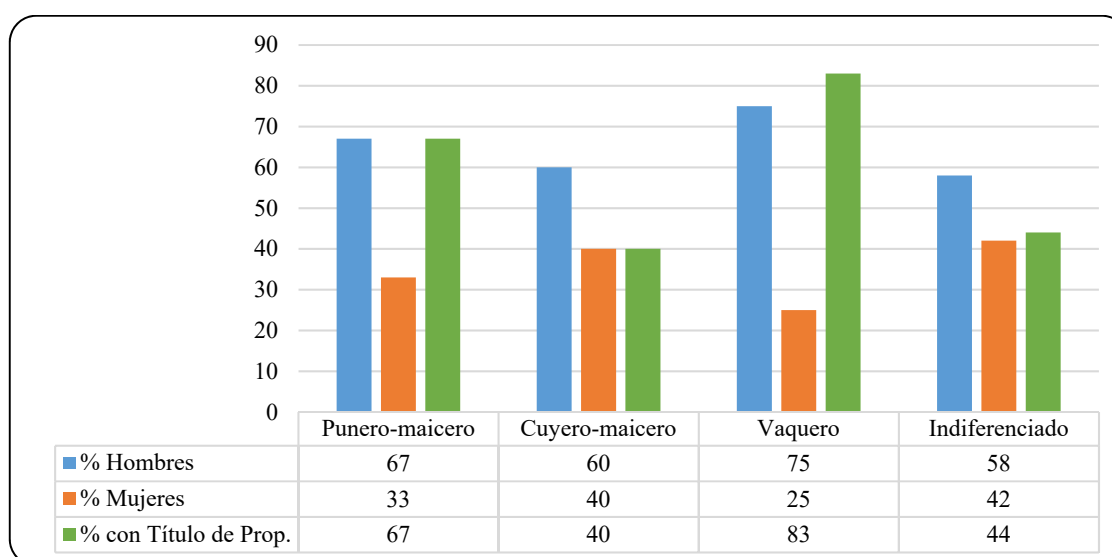
El conjunto de variables que no se usaron en el análisis multivariado se ha usado para perfilar de mejor manera a cada uno de los subsistemas antes identificados. Las variables que mejor aportan en la definición de estos perfiles han sido: V1 “Sexo del responsable de la parcela de producción”, V7 “Lugar de residencia”, V13 “Posesión de título de propiedad”, V14 “Pertenencia a organizaciones de productores” y V35 “Capacitación en producción agraria”. Así, de acuerdo a la **Figura 17** los “puneros-maiceros”, “vaqueros” e “indiferenciados”

residen fundamentalmente en el pueblo de Cajatambo, mientras que los “cuyeros-maiceros” están más dispersos en todas las localidades (Cajatambo, Astobamba, Utcas y otros).



**Figura 17.** Lugar de residencia (%) de los diferentes tipos de productores de Cajatambo.

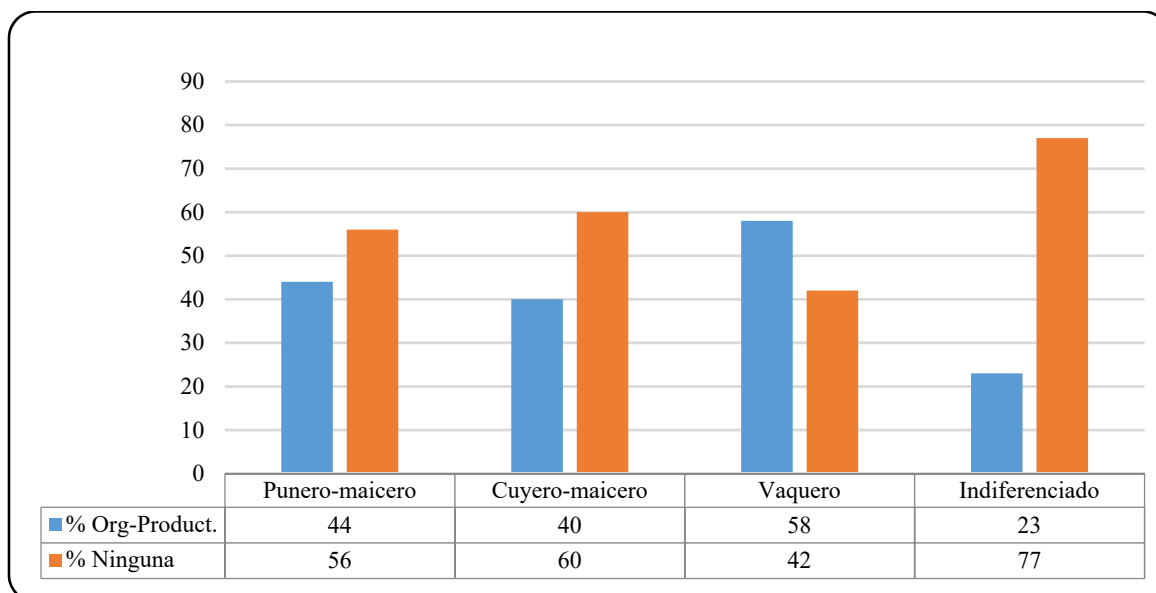
De la **Figura 18** se desprende que en los cuatro subsistemas - “puneros-maiceros”, “cuyeros-maiceros”, “vaqueros” e “indiferenciados” – la responsabilidad de la parcela está siendo asumida mayormente por los hombres, siendo mayor la diferencia en el caso de los “vaqueros”. En la misma figura se observa que más del 60 % de los “puneros- maiceros” y “vaqueros” poseen título de propiedad de sus tierras, mientras que entre los “cuyeros-maiceros” y el grupo de “indiferenciados” apenas se alcanza el 40 %.



**Figura 18.** Sexo (%) y título de propiedad (%) de los productores.



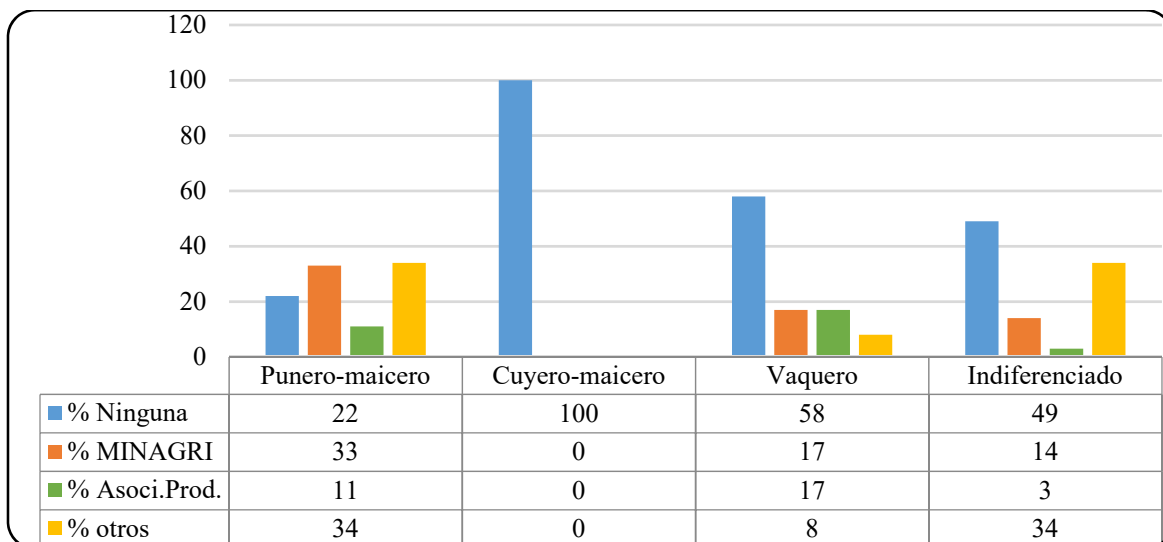
Con relación a la pertenencia a una organización de productores (**Figura 19**) la diferencia la marca el grupo de los “indiferenciados” ya que el 77 % de los mismos no pertenece a alguna organización y sólo el 23 % está en una organización de productores. En el resto de los grupos no hay una marcada diferencia; la pertenencia a una organización de productores es algo mayor entre los “vaqueros” (58 %) y en los otros dos grupos va de 40 a 44 %.



**Figura 19.** Cantidad de personas que pertenecen a una organización.

La impresión que se tiene de los datos obtenidos en la encuesta es que de forma global se puede caracterizar a cada grupo y que esta caracterización muestra diferencias adicionales a la sola preferencia de una crianza o un cultivo. El grupo de los “cuyeros maiceros” parece estar en un extremo ya que sólo el 40 % declara tener títulos de propiedad, sólo el 40 % pertenece a alguna organización de productores y no han recibido capacitación de ninguna fuente (**Figura 20**). Este grupo tiene una dispersión espacial grande, si bien preferentemente viven en Astobamba la diversidad de residencias es mayor que la de los otros grupos.

En el otro extremo está el grupo de los “vaqueros”. En este grupo, el 83 % tiene títulos de propiedad y el 58 % pertenecen a alguna asociación de productores. Tanto desde la perspectiva de la propiedad de la tierra como de la organización este grupo parece estar mejor que los otros grupos. En adición, son los que exhiben el mayor nivel de instrucción y tal vez por eso no son los que más capacitación han recibido sea del Ministerio de Agricultura o de alguna otra institución. En este grupo se tiene el mayor porcentaje de residentes en Cajatambo (83 %).



**Figura 20.** Cantidad de personas que ha recibido capacitación (%).

En el centro de estos dos grupos extremos se encuentran los “puneros-maiceros”. El 67 % de ellos tienen títulos de propiedad, aunque sólo el 44 % pertenece a alguna organización de productores.

Finalmente, el grupo de los “indiferenciados” no parece asociado a alguna característica productiva que resalte. En ellos sólo el 44 % tiene títulos de propiedad (sólo supera a los cuyeros-maiceros en 4 %) y sólo el 23 % está en una organización de productores, siendo este el porcentaje más bajo entre todos los grupos. Su residencia preferente está en Cajatambo. Este grupo parece estar constituido por personas que sólo complementariamente realizan agricultura. Conviene tener presente que este grupo representa el mayor porcentaje de los encuestados (73 %).

De este modo, un panorama general del sistema agropecuario en análisis sugiere que un porcentaje importante de las personas desarrollan actividades agrícolas sólo de modo complementario a otras actividades. En oposición a este grupo mayoritario, se tienen grupos más ligados a la producción agropecuaria entre los cuales coexisten varios modos de producción; en un extremo están los que parecen ser más tradicionales (los cuyeros-maiceros) en los que hay porcentajes bajos de productores con títulos de propiedad, hay una baja pertenencia a asociaciones de productores y no han recibido capacitación de organización alguna.

En el otro extremo se tendría al grupo de los vaqueros los que tienen un mayor porcentaje de tierras con títulos de propiedad y hay una mayor organización según se desprende de su pertenencia a asociaciones de productores. Este grupo además es el que mayor grado de instrucción ha recibido.

Un tercer grupo (puneros-maiceros) se encuentra entre los dos extremos señalados en el párrafo anterior. Un porcentaje apreciable (67 %) tiene títulos de propiedad, aunque su participación en asociaciones de productores es menor que la de los vaqueros.

De este modo, en el sistema agropecuario de Cajatambo, lo pecuario tiene un importante rol, al punto de llegar a definir a los grupos o subsistemas. Dicho esto, sin embargo, conviene reparar también en el hecho de que un importante porcentaje de personas parecen desarrollar agricultura sólo de modo complementario a otras actividades. En el resto, se tiene una variedad interesante de alternativas constituidas por los cuyeros-maiceros – como el grupo más pegado a prácticas tradicionales -, por los vaqueros – que al parecer representan al grupo más progresivo, aunque también más especializado – y en el centro por los puneros-maiceros, especializados en los ovinos y con propiedades intermedias entre los tradicionales y los progresivos.

Esta riqueza de subsistemas sugiere una mayor diversidad que la que correspondería a un sistema agropecuario homogéneo y, como ya se indicó, es al parecer una característica de sistemas de producción andinos (Earls 1989). Es esta diversidad la que se presenta como posibilidad, pero también como reto. De hecho, este parece ser un caso más de ecosistemas en los que al haber más de un estado posible, no se puede establecer cuál es el “estado correcto” y la selección de una alternativa requiere algo más que sólo información científica, necesita negociación política (De Leo & Levin 1997; Earls 2006).

Adicionalmente, debe señalarse que quedan pendientes de análisis más puntual el rol de cultivos tales como los frutales que parecen estar en crecimiento, aunque todavía de modo limitado. Al mismo tiempo, la existencia de grupos diferenciados de producción (los subsistemas), los efectos que sus actividades tendrán sobre la diversidad biológica serán también efectos diferenciados. Se puede conjeturar que el grupo progresivo – los vaqueros – es el que mayor potencial tiene para afectar a la diversidad en tanto que el grupo más tradicional – los cuyeros-maiceros – debería mostrar prácticas de menor impacto. Esto es

sólo una conjetura que deberá ser corroborada o corregida con posteriores trabajos. En todo caso, y en la perspectiva de construir propuestas de desarrollo regional, será necesario recurrir a propuestas como las que plantean O'Connell *et al.* (2015) y Grigg *et al.* (2015) en las que se requiere una activa participación local en la construcción de alternativas que constituyan un balance entre los diferentes actores sociales involucrados. Los propios productores y los ecosistemas serán los que se beneficien finalmente.

Al mismo tiempo, habiéndose identificado las partes o subsistemas que conforman el sistema agrario del distrito de Cajatambo, lo siguiente fue la identificación de las relaciones entre estos subsistemas – compra y venta o intercambio de productos - así como las relaciones que puedan darse con los elementos físicos – clima y suelo, por ejemplo – y biológicos – particularmente la diversidad biológica – del área del distrito.

#### **4.2. LAS INTERACCIONES DE LOS ELEMENTOS O COMPONENTES DEL SISTEMA AGRARIO**

El estudio de las interacciones hace referencia a las relaciones entre los elementos constitutivos del sistema en estudio. En la sección anterior esto se ha llevado a cabo mediante la identificación de las zonas equipotenciales (Zonas de Vida), mosaicos de parches y sistemas de producción. Una forma de evaluar las interacciones entre estas partes es el recurso a la construcción de una ontología mediante por ejemplo un modelo ARDI.

Si bien es cierto este modelo comienza identificando partes – con lo que podría haber duplicidad con lo dicho en la sección anterior -, estas partes tienen la peculiaridad de tener una perspectiva claramente humana. En efecto los Actores, son evidentemente actores humanos, que usan los Recursos. Dado que la identificación de los actores y de los recursos se hizo en un taller con amplia participación de la población local, esto ha permitido situar a los actores típicamente agrícolas y pecuarios – y a sus recursos – en el contexto más general del distrito, con lo que ha sido posible contextualizarlos en el conjunto de otros actores tales como los urbanos. De este modo han emergido dinámicas e interacciones que no se hubiesen podido ver si el estudio se restringía al componente agrícola y pecuario.

El uso de la aproximación denominada ARDI implica la identificación de los elementos que la propia población califica como Actores, Recursos, Dinámicas e Interacciones. Como se informó en la sección sobre metodología, tal identificación se llevó a cabo en el Municipio del distrito de Cajatambo en un taller. Sus resultados son los que se presentan a continuación. Una posibilidad interesante que ofrece el ARDI es que en adición a la identificación de los elementos de un SES permite construir una aproximación que ve las relaciones que unen a estos elementos. Si bien la identificación de Dinámicas está más en una línea descriptiva, la descripción gráfica de las Interacciones obliga a ponerlas a todas juntas identificando quiénes se relacionan entre sí – directa e indirectamente – y si estas relaciones configuran circuitos de retroalimentación sean amplificadores o amortiguadores.

El sólo hecho de que se puedan poner a todos los elementos juntos hace posible que surjan comportamientos emergentes en el SES. Al margen del resultado que se obtenga de esta operación, de todas maneras, implica una ganancia pues es posible conocer – aunque sea conjeturalmente – qué sucede cuando todas las partes operan juntas, cosa esta que ninguna de las operaciones previas permitía conocer.

#### **4.2.1. Actores**

La variedad de actores sociales identificados en la reunión fueron 33 (**Tabla 9**), notándose representantes de sectores público y privado, autoridades locales, regionales y nacionales, autoridades civiles y religiosas, en fin, una gran variedad de actores.

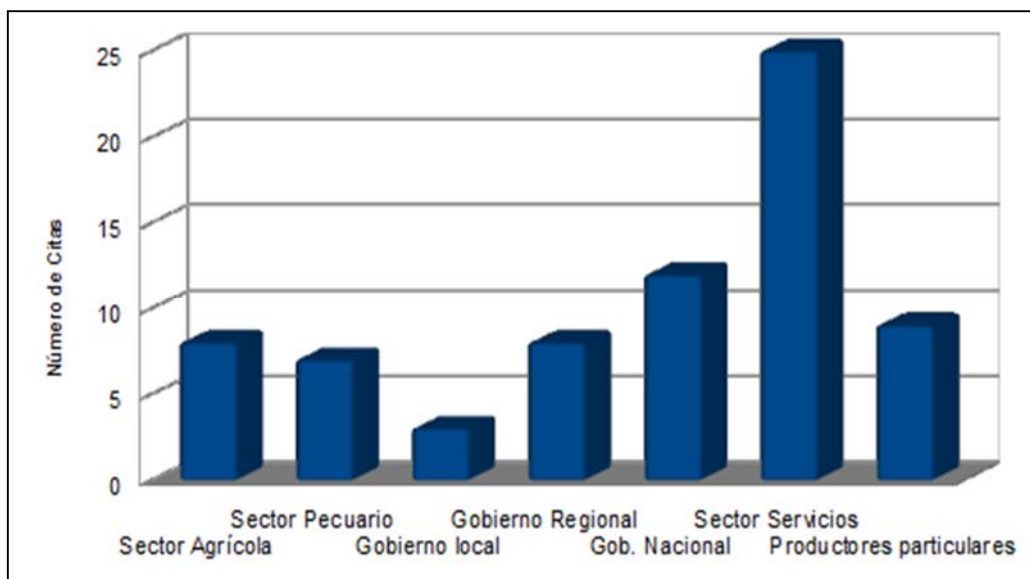
En la **Figura 21** se muestra la importancia relativa del número de citas para cada tipo de actor según el criterio de clasificación (**Tabla 10**) de los actores identificados. Es evidente la separación de los sectores en los que se encuentran los actores que corresponden al sector agrícola y pecuario del sector servicios; del mismo modo, se han separado los actores que representan a las autoridades del nivel local, regional y nacional. Finalmente se identifican también a los productores particulares. Debe señalarse que estas clases no son totalmente excluyentes ya que un mismo actor puede aparecer en más de una categoría.

Llama la atención la marcada dominancia de actores que pertenecen al sector servicios, lo que indica la importancia del ámbito urbano – en el que se dan estos servicios – cosa que resulta de interés ya que se suponía una dominancia de las actividades agrícolas y pecuarias.

Otra cosa que llama la atención en el ámbito de las autoridades es la predominancia de las que tienen carácter nacional sobre las regionales y sobre las locales.

**Tabla 9:** Actores sociales identificados por los participantes.

1. Comunidades Campesinas (7)
2. Comités de Regantes (9)
3. Asociación de productores agropecuarios de la Florida
4. Asociación de fruticultores
5. Asociación agropecuaria La Unya
6. Instituto de Educación Superior Tecnológico
7. Municipalidad
8. Agrorural
9. La Parroquia
10. Confesiones Evangélicas
11. Agencia agraria
12. Centro de Salud
13. Policía Nacional
14. UGEL
15. Escuelas Primarias (6)
16. Colegios secundarios (3)
17. Poder Judicial
18. Ministerio Público
19. Centro de Emergencia Mujer
20. Defensoría de Oficio
21. Subprefectura
22. RENIEC
23. Mesa de Concertación de lucha contra la pobreza
24. Cajas de crédito
25. Banco de la Nación
26. Mesa de Concertación contra la violencia de la mujer
27. Empresas de transporte
28. OBRAINSA
29. Comedores populares
30. Vaso de leche
31. Pensión 65
32. PRONABEC
33. Asociación de criadores de caballos de paso

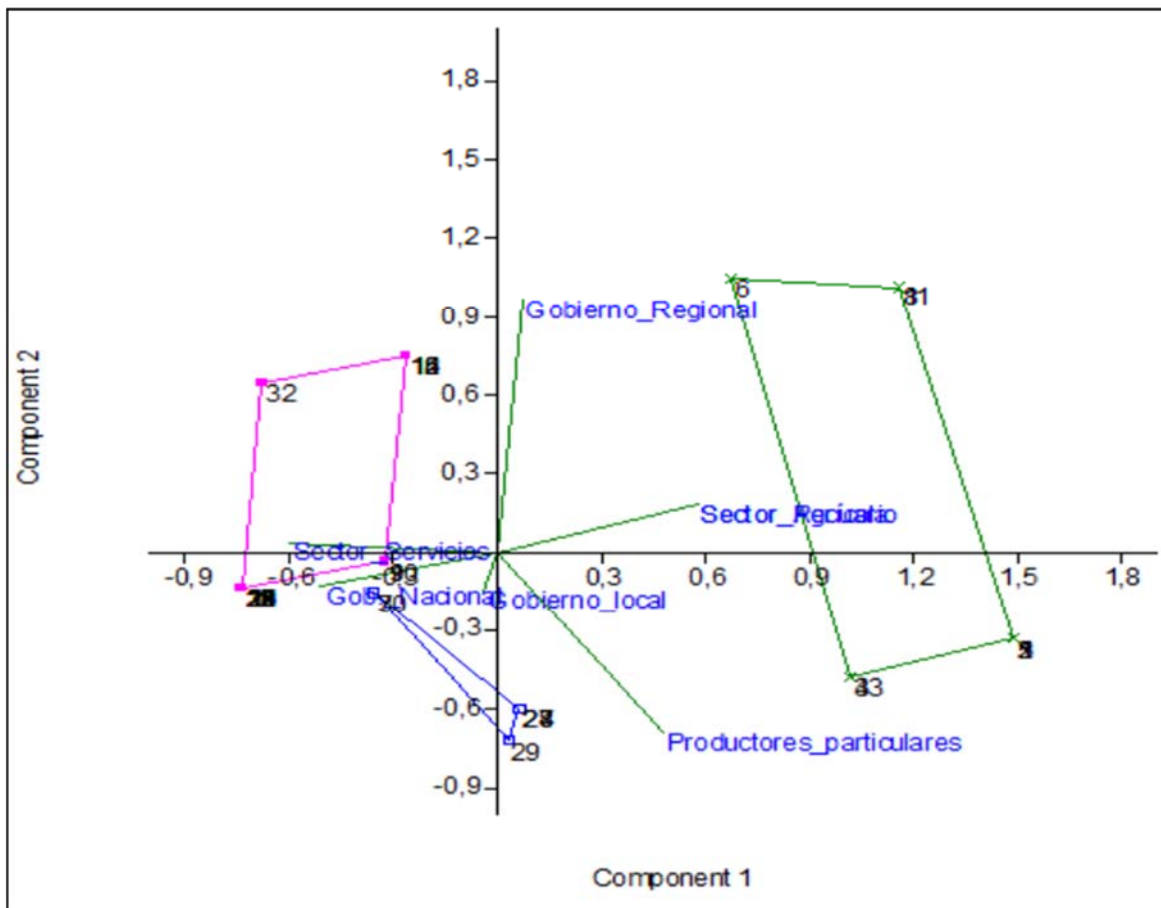


**Figura 21.** Número de citas por Clase de Actor Social.

**Tabla 10:** Criterios de clasificación de los actores identificados.

Sector Agrícola
Sector Pecuario
Gobierno Local
Gobierno Regional
Gobierno Nacional
Sector Servicios
Productores Particulares

El tratamiento simultáneo de la información de los actores mediante el Análisis de Componentes Principales (índice de Raup-Crick como criterio de similitud) (**Figura 22**) permitió ver que el componente principal 1 – el que explica la mayor cantidad de la varianza total – segrega de un lado a los actores ligados a los sectores agrícola y pecuario y, del otro lado, a los actores ligados a los servicios. Esto sugiere que el gradiente rural/urbano es el que más importancia tiene en definir las características de los actores sociales en Cajatambo. De este modo, si bien antes se había sugerido una dominancia de actores del ámbito urbano, el ACP sugiere un tipo de balance entre lo rural y lo urbano, señalando que aun cuando hay una gran cantidad de actores ligados al espacio urbano, los recursos están en el espacio rural, siendo éste, entonces, el soporte de aquel.



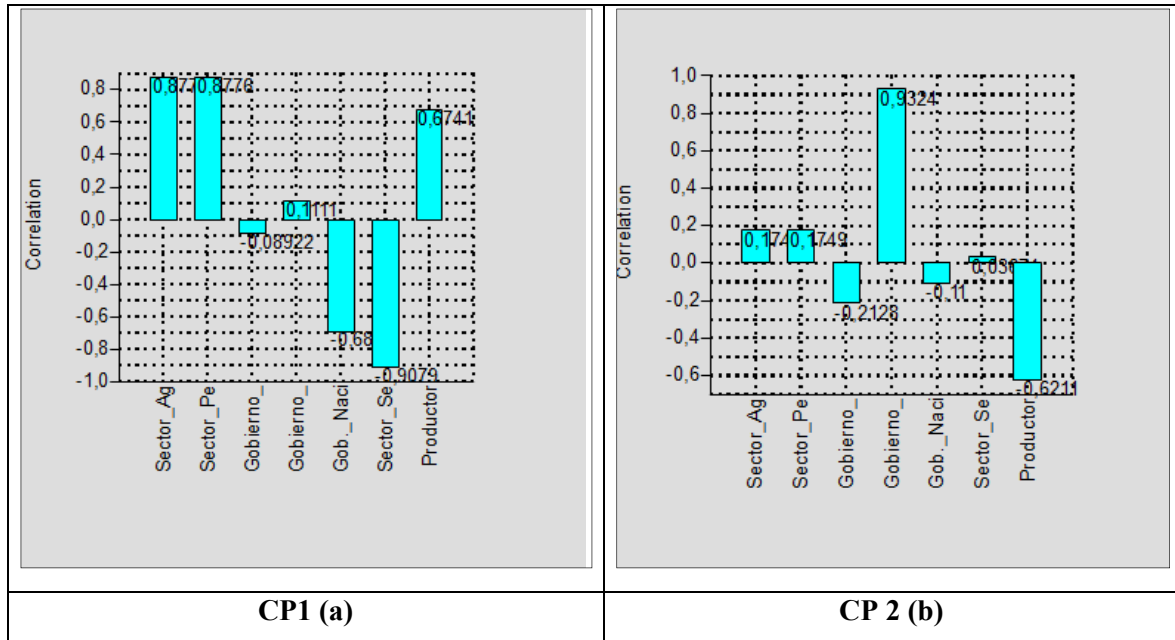
**Figura 22.** Análisis de Componentes Principales para la evaluación de las características de los Actores.

Lo dicho se refuerza con las correlaciones que tiene cada grupo de actores con los componentes principales. En efecto, en el extremo positivo del componente principal 1 están los actores de los sectores agrícola y pecuario, los que además son productores particulares; en el extremo negativo de este CP se encuentran los actores del sector servicios y también las autoridades del nivel nacional (**Figura 23a**).

Por su parte, las correlaciones con el CP2 (**Figura 23b**) sugieren una oposición a nivel de las autoridades ya que en el extremo positivo del mismo están las que corresponden al gobierno regional en tanto que en el extremo opuesto se encuentran las autoridades del nivel local y del nivel nacional aun cuando las correlaciones que exhiben son más bien reducidas. Tal vez más importante resulte el hecho de que en lugar opuesto a los actores del gobierno regional se encuentren los productores particulares.



Por lo tanto, se puede señalar que el gradiente urbano/rural es el componente más importante para explicar las características de los actores en Cajatambo; marginalmente se tendría una diferenciación entre las autoridades regionales y las locales y nacionales.



**Figura 23.** Correlación de los tipos de actores con los Componentes Principales 1 y 2.

#### 4.2.2. Recursos

Los recursos identificados para Cajatambo fueron 24 (**Tabla 11**). Se ha puesto en cursiva un recurso sugerido por los conductores de la reunión. Por lo demás, se ha respetado la secuencia en la que fueron apareciendo los recursos. Nuevamente, es interesante la variedad de recursos identificados, los mismos que se han clasificado de acuerdo a los criterios que se muestran en la **Tabla 12**.

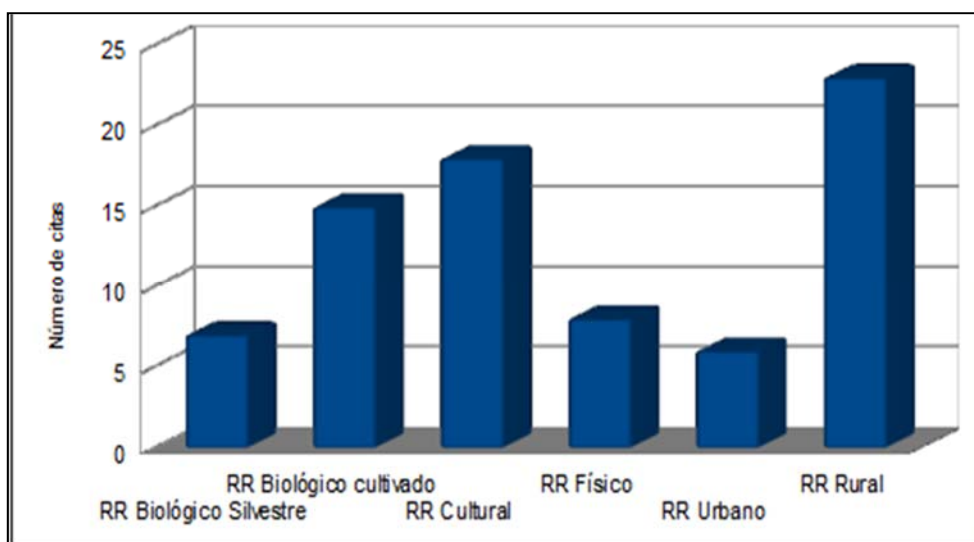
En parte siguiendo a lo hallado en la clasificación de los actores, en el presente caso se buscó de identificar también a los recursos por su carácter urbano o rural. Al mismo tiempo se clasificó a los recursos por su carácter cultural, físico o biológico, diferenciando en este último caso a los de naturaleza silvestre – la fauna o las plantas medicinales, por ejemplo – de los que son cultivados, como los recursos agrícolas. En la **Figura 24** se muestran los 6 grupos y sus valores relativos al número de citas señaladas por los participantes del taller.

**Tabla 11:** Recursos identificados

1. Agricultura
2. Suelo
3. Agua de riego
4. Agua potable
5. Aguas termales
6. Diversidad del espacio ecológico
7. Diversidad agrícola
8. Bellezas escénicas (trekking)
9. El pari y otra diversidad gastronómica
10. Tocosh, moray y chuño
11. Forestería (eucaliptos, pinos, alisos, queñual)
12. Plantas medicinales (muña, escorzonera, huir huir, taulinsha)
13. Cushuro
14. Vacunos de leche
15. Ovinos
16. Cuyes
17. Vicuñas
18. Alpacas
19. Apicultura
20. Ganado bravo
21. Acémilas
22. Frutas
23. Productos lácteos
24. Recurso minero
• <i>Capacidad de depuración del río</i>

**Tabla 12:** Criterios usados para clasificar a los Recursos.

Recurso Biológico Silvestre
Recurso Biológico Cultivado
Recurso Cultural
Recurso Físico
Recurso Urbano
Recurso Rural



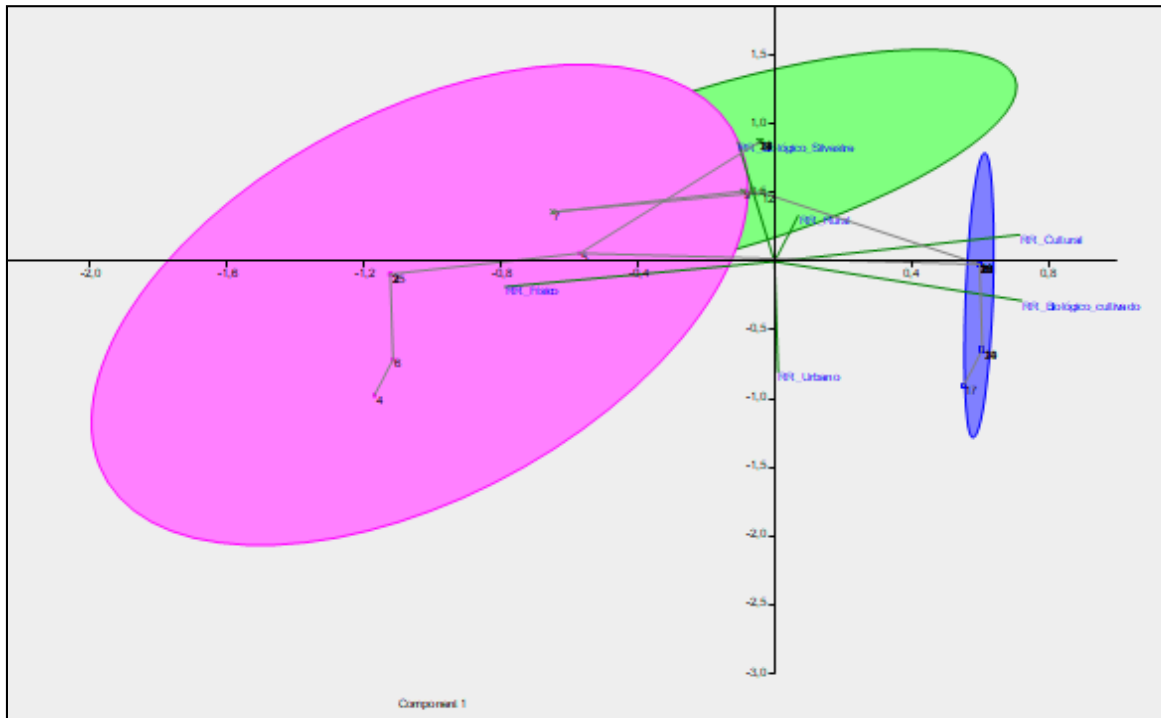
**Figura 24.** Frecuencia de citas para cada tipo de Recursos.

Es marcada la dominancia de los recursos de naturaleza rural frente a los de origen urbano, reforzando la idea de que los recursos son preferentemente rurales, aunque los actores sean principalmente, urbanos.

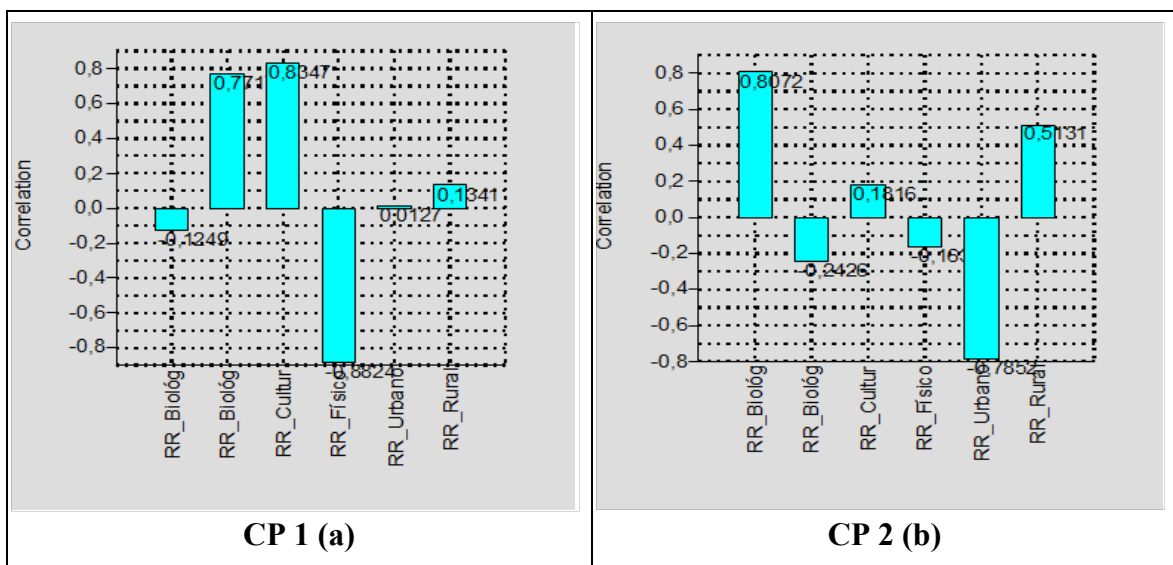
Una mención aparte requiere los recursos culturales, que no hacen referencia a restos arqueológicos – los que no aparecen en la lista – sino más bien a recursos de cultura viva tales como los gastronómicos o las plantas medicinales. De otro lado, cuando se comparan los recursos por su naturaleza física, biológica o cultural, es notable que los recursos biológicos sean los dominantes – sumando a los cultivados, que dominan, con los silvestres -; el segundo lugar lo ocupan los recursos culturales y sólo al final aparecen los recursos físicos.

La evaluación global y en conjunto de los recursos mediante un Análisis de Componentes Principales (**Figura 25**) sugiere que se ordenan a lo largo del CP1 de modo que al lado derecho están los de origen biológico y cultural y al lado izquierdo están los recursos de origen físico. Esto queda confirmado con las correlaciones de cada tipo de recurso con el CP 1 y 2 (**Figura 26**).

En efecto, los recursos biológicos – especialmente los cultivados – y los recursos culturales muestran una correlación directa con el CP1 en tanto que los recursos físicos se hallan en el extremo opuesto, mostrando una correlación inversa. Además, las correlaciones confirman la oposición entre lo urbano y lo rural, oposición que ya se había visto al evaluar a los actores.



**Figura 25.** Análisis de Componentes Principales 1 y 2 para los Recursos.



**Figura 26.** Correlaciones de los recursos con los Componentes Principales 1 y 2.

### 4.2.3. Dinámicas

Las dinámicas que se mencionaron en la reunión son 18 y se presentan en la **Tabla 13**. Los criterios que se usaron para su clasificación se presentan en la **Tabla 14** y en la **Figura 27** se muestra la frecuencia de citas por tipo de dinámica.

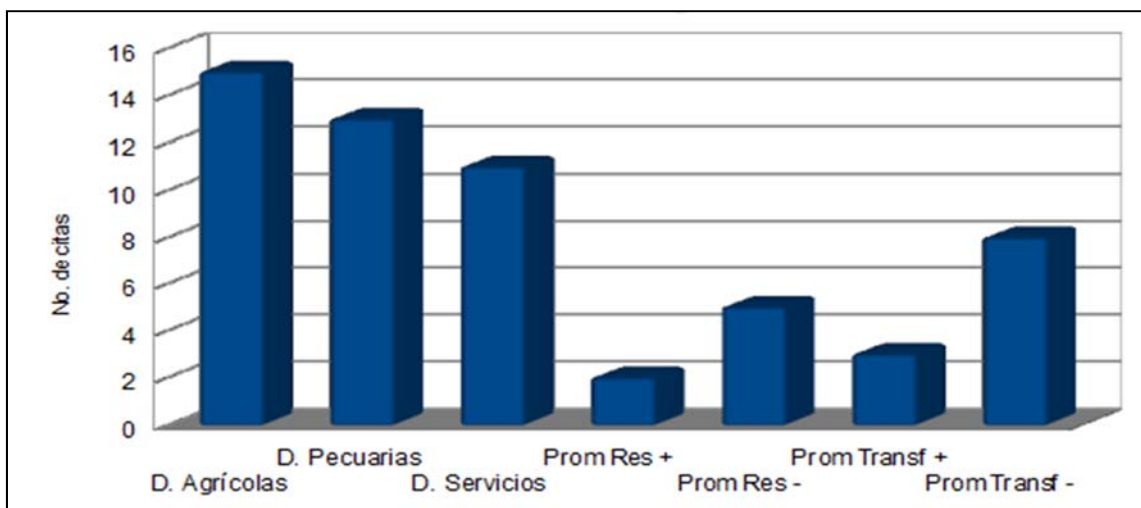
**Tabla 13:** Dinámicas identificadas por los participantes.

<ol style="list-style-type: none"><li>1. Incremento de la producción frutícola</li><li>2. Sustitución de cultivos de pan llevar por alfalfa</li><li>3. Calentamiento climático (efectos sobre la agricultura)</li><li>4. Enfermedades agrícolas</li><li>5. Escasez de mano de obra para la agricultura</li><li>6. Emigración</li><li>7. Incremento de enfermedades parasitarias</li><li>8. Falta de inversión social</li><li>9. Olvido por parte del gobierno central</li><li>10. Nacimientos cajatambinos en la costa</li><li>11. Ausencia/deficiencia del Estado (Regional) en salud, Agricultura y Educación</li><li>12. Cambio de modelo mental de producción agropecuario a un estilo urbano</li><li>13. Evolución de las manifestaciones culturales (fiestas costumbristas)</li><li>14. Actividad agrícola y pecuaria de muy alto riesgo</li><li>15. Fidelidad al modelo de producción agropecuario</li><li>16. Precios bajos de la leche</li><li>17. Subsistencia del trueque</li><li>18. Pérdida de la "papa común" (diversidad genética)</li></ol>
---

**Tabla 14:** Criterios para la clasificación de las dinámicas.

Dinámicas Agrícolas
Dinámicas Pecuarias
Dinámicas de Servicios
Promoción de la Resiliencia positiva
Promoción de la Resiliencia negativa
Promoción de la Transformabilidad positiva
Promoción de la Transformabilidad negativa

En la clasificación de las dinámicas se siguió la clasificación usada con los recursos, es decir, la separación de las dinámicas en agrícolas, pecuarias y de servicios. Se añadieron cuatro criterios derivados de lo que se espera de un SES, es decir, que se mantenga o que evolucione. Las dinámicas que promueven que el SES no cambie son promotoras de resiliencia, las que impulsan su cambio son promotoras de transformabilidad.



**Figura 27.** Frecuencia de citas de las diferentes dinámicas.

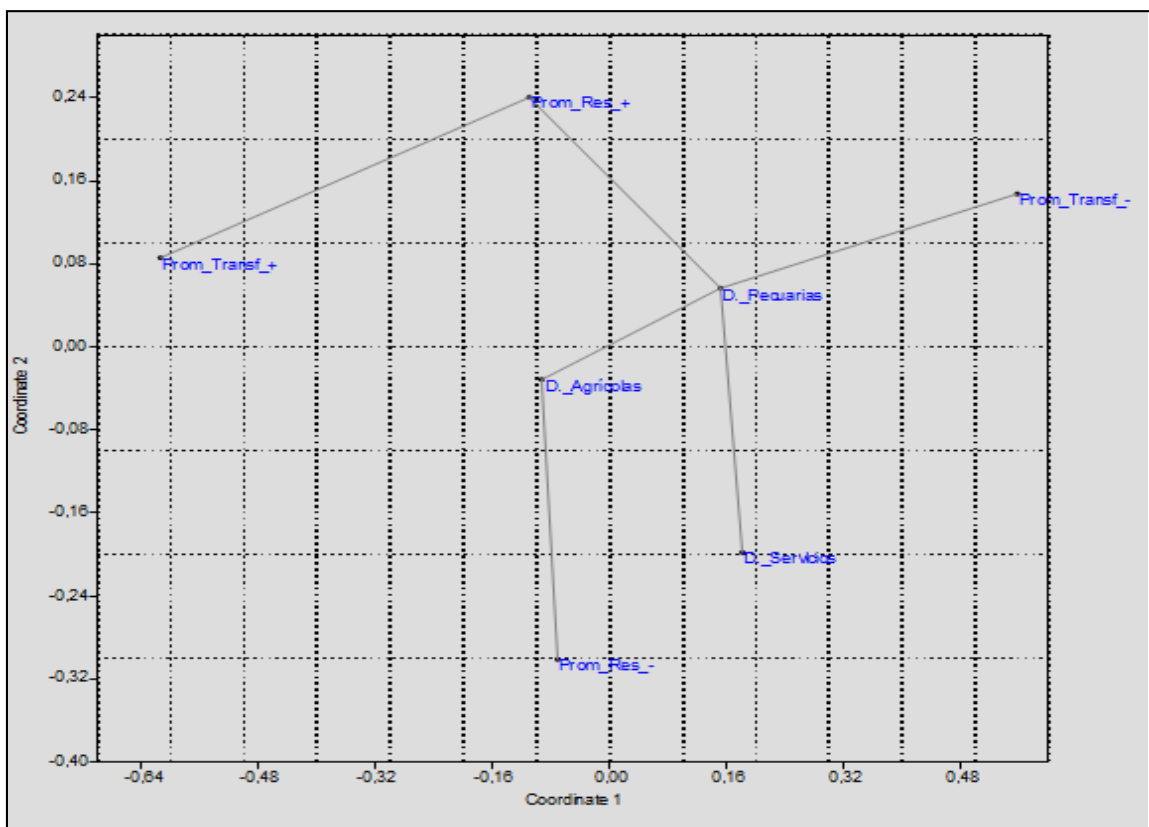
Ambos criterios pueden ser positivos o negativos; así, la “Falta de inversión social” es una dinámica que promueve la persistencia de un estado de pobreza que es indeseable, es decir promueve resiliencia negativa. En cambio, la “Fidelidad al modelo de producción agropecuario” es una dinámica que promueve el mantenimiento de un estado al parecer deseable ya que esta parece ser la vocación del ámbito rural de Cajatambo, en ese sentido es una dinámica que promueve resiliencia positiva.

Por lo tanto, el “Incremento de la producción frutícola” es evidentemente una actividad de cambio hacia un estado deseable, es decir promueve transformabilidad positiva. En el extremo opuesto se encuentra la dinámica “Incremento de las enfermedades parasitarias” la misma que es claro que promueve transformabilidad negativa.

La frecuencia con que aparecieron las mencionadas dinámicas se muestra en la Figura 27. Si se suman las dinámicas agrícolas y pecuarias se manifiesta claramente que estas son las que marcan lo que sucede en Cajatambo. Por su parte existen también dinámicas de servicios, pero estas son minoritarias frente a lo agropecuario. Esto parece conformar algo que se ha venido dando hasta ahora en el análisis: hay muchos actores y estos son particularmente abundantes en el ámbito urbano; sin embargo, los recursos – y ahora vemos que las dinámicas también – son esencialmente rurales.

De otro lado, con relación a la resiliencia, son más frecuentes las dinámicas que promueven el mantenimiento de estados indeseables, es decir la resiliencia negativa; en lo que toca a la transformabilidad, hay otra situación preocupante ya que dominan las dinámicas que promueven la transformación del SES, pero hacia estados indeseables.

En suma, la situación parece preocupante. La evaluación global de las dinámicas (**Figura 28**) mediante el Escalamiento No Métrico Multidimensional (NMMDS) sugiere que la diferencia mayor está no en si una dinámica es resiliente o promotora de transformabilidad sino más bien en el carácter positivo o negativo de las dinámicas. En efecto, en el extremo superior izquierdo se encuentran cercanas las dinámicas que promueven sea el mantenimiento de estados positivos o la transformación hacia estados positivos. Hacia la derecha y hacia abajo se encuentran las dinámicas opuestas ya que son las que o mantienen estados indeseables o promueven el cambio hacia estados peores que los actuales.



**Figura 28.** Resultado del Escalamiento No Métrico Multidimensional (NMMDS) para las dinámicas que se han identificado para Cajatambo.

La agrupación de las dinámicas por su carácter positivo o negativo parece ser de interés ya que se reconoce que más allá de implicar o transformación o mantenimiento, una dinámica puede ser entendida como positiva o como negativa. En ese sentido puede ser más fácil promover las dinámicas positivas y restringir las negativas, al menos desde la perspectiva de los actores participantes en la reunión.

En todo caso, en la **Tabla 15** se han marcado las dinámicas que han sido clasificadas como positivas sea que promuevan transformabilidad (azul) o resiliencia (celeste); por su parte las dinámicas negativas se han marcado con rojo las que promueven transformabilidad y con rosado las que promueven resiliencia. Esta tabla funciona como una sugerencia de cuáles serían las dinámicas que se deben alentar y cuáles las que se deberían restringir. En ese sentido tiene no sólo una utilidad descriptiva sino también prescriptiva (Cumming & Collier 2005; Chapin *et al.* 2009).

**Tabla 15:** Clasificación de las dinámicas identificadas para Cajatambo.

DINÁMICAS	Producción de			
	Resiliencia positiva	Transformabilidad positiva	Resiliencia negativa	Transformabilidad negativa
Calentamiento climático (efecto sobre la agricultura)	0	0	0	1
Escasez de mano de obra para la agricultura	0	0	0	1
Emigración	0	0	0	1
Incremento de enfermedades parasitarias	0	0	0	1
Nacimientos cajatambinos en la costa	0	0	0	1
Cambio de modelo mental de producción agropecuario a un estilo urbano	0	0	0	1
Pérdida de la "papa común" (diversidad genética)	0	0	0	1
Incremento de la producción frutícola	0	1	0	0
Sustitución de cultivos de panllevar por alfalfa	0	1	0	0
Evolución de las manifestaciones culturales (fiestas costumbristas)	0	1	0	0
Enfermedades agrícolas	0	0	1	0
Falta de inversión social	0	0	1	0
Olvido por parte del gobierno central	0	0	1	0
Ausencia/deficiencia del Estado (Regional) en salud, agricultura y educación	0	0	1	0
Precios bajos de la leche	0	0	1	0
Fidelidad al modelo de producción agropecuario	1	0	0	0
Subsistencia del trueque	1	0	0	0

#### 4.2.4. Interacciones a partir de una ontología

Todos los elementos que se han mencionado hasta ahora, corresponden formalmente a lo que son las partes que forman el SES. Esto es sólo la mitad de la historia ya que la otra mitad corresponde a las relaciones entre estas partes, es decir a sus interacciones (Boyle *et al.* 2001;



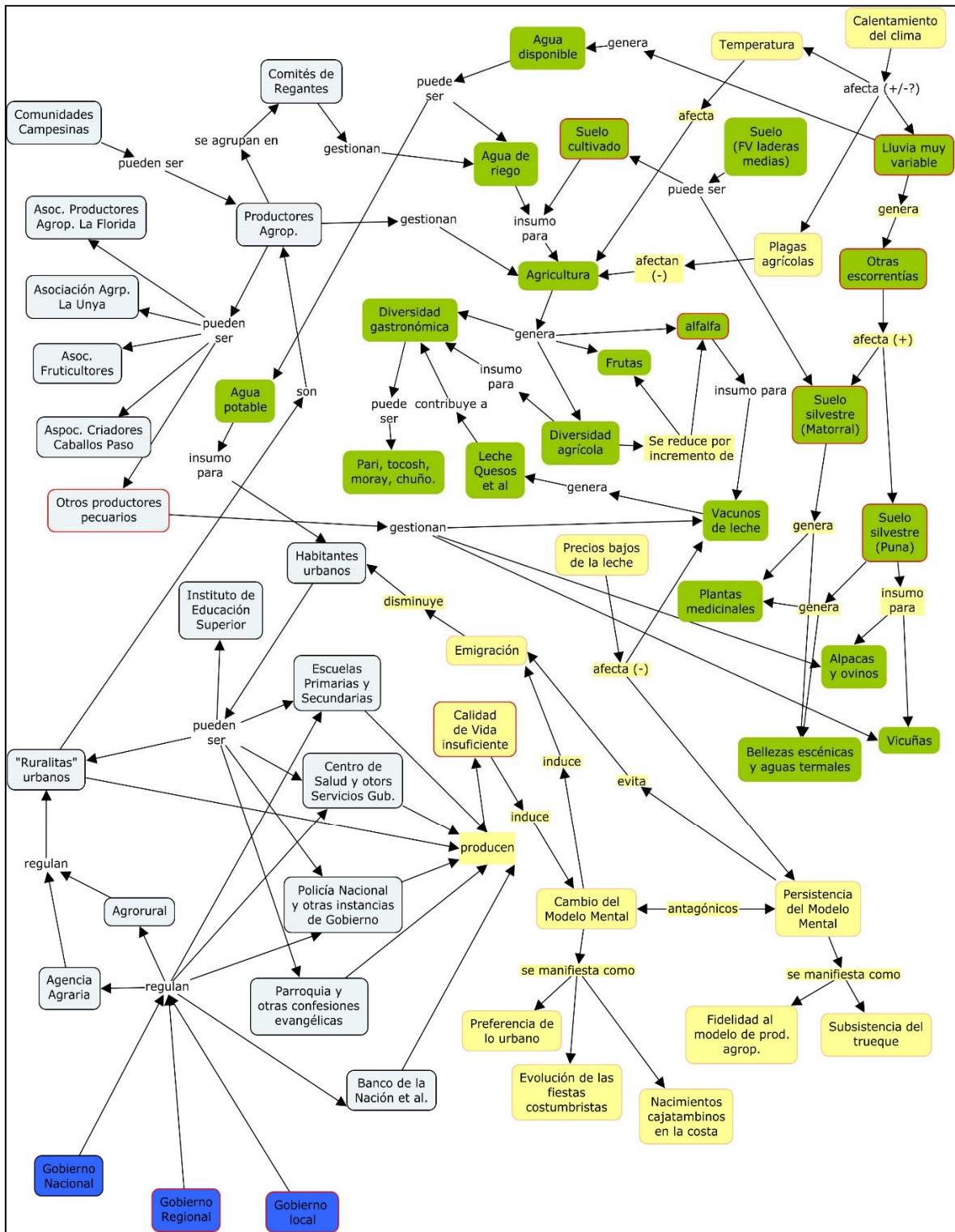
Brand & Jax 2007). Debe señalarse que la ontología que se ha elaborado constituye un análogo – un poco más elaborado, es cierto – a un diagrama de interacciones en el que a base de cajas y flechas se establecen las relaciones que tienen entre sí las partes que forman un SES.

En la presente versión de la ontología se ha prestado atención a las diferencias entre los espacios urbano y rural, a la diferencia entre los diferentes tipos de actores y de los recursos que usan. Se ha prestado atención tanto a los circuitos de retroalimentación realmente existentes como a los que tienen carácter potencial, es decir, a aquellos cuya estructura puede conducir a procesos de retroalimentación amplificadora por encontrarse conexiones en paralelo frente a algún recurso. El tema de la ubicación de los circuitos de retroalimentación tiene además la posibilidad de identificar las que podrían ser las variables clave, es decir aquellas que tienen alguna capacidad de control sobre la dinámica del SES.

En la **Figura 29** se presenta el estado actual de la ontología. Los actores se han marcado de celeste o de azul – en el caso de las instancias de gobierno -. Los recursos se los ha marcado con verde. Con relación a las dinámicas, se las ha marcado de beige. La clasificación de los agricultores incluye los hallazgos previos que los separaban en maiceros, vaqueros, fruticultores y puneros. Por otro lado, la identificación de recursos tales como los pastizales o los matorrales, por ejemplo, incluye la información obtenida con los mosaicos de parches confeccionados a partir de la interpretación de imágenes satelitales.

El agua se ha usado para separar lo que son tres cursos de desarrollo diferentes: en consumo urbano, el consumo agrícola y pecuario y el uso natural como recurso para las formaciones vegetales. Esta es una clasificación que se ha escogido pues debe permitir evaluar – en una siguiente versión – la existencia de circuitos de retroalimentación que generan situaciones de equilibrio precario pues existe competencia por el uso de un recurso. Este es un caso de conexión en paralelo.

Otro escenario en el que se espera desarrollar el análisis de retroalimentación es la conversión de paisaje silvestre en paisaje agrícola; este es un proceso de ida y vuelta que también, puede conducir a la existencia de equilibrios precarios.



**Figura 29.** Ontología que relaciona los elementos identificados para el SES Cajatambo.

Con relación a los actores se debe señalar que una cosa interesante que muestra la ontología es la existencia de los “ruralitas” urbanos, es decir aquellos que viviendo en el ámbito urbano se dedican sin embargo a actividades agropecuarias en diferentes grados. Son estos los que representan la bisagra entre los dos mundos que se han identificado al listar los actores, es

decir, el mundo urbano – en donde suelen vivir los actores – y el mundo rural – en donde están los recursos -. Esto ha servido, además, para hacer emerger el rol de lo urbano, rol este que en la imagen inicial de la indagación se había asumido que era no tan importante. De hecho, la cantidad de actores urbanos citados en el taller ha sido bastante grande y en la ontología se puede ver.

Entre los recursos, el agua es el que tiene el lugar central. De hecho, es el recurso que vertebra todo el sistema. En el inicio está afectada por el cambio climático que está generando lluvia muy variable. Esta agua de precipitación, se separa en agua disponible para uso agrícola o urbano y en otras escorrentías que van a los espacios silvestres. Estas escorrentías, no afectan al agua para uso urbano o agropecuario en la medida en que ocurren en espacios diferentes. En cambio, la división del agua entre los usos urbanos y agropecuarios si constituye un ejemplo de dos usuarios – el campo agropecuario y la ciudad – conectados en paralelo a un solo recurso, el agua disponible. Por tanto, es este un caso en el que potencialmente se tiene competencia entre usuarios, es decir, es posible el surgimiento de procesos de retroalimentación amplificadora ya que el predominio de uno de los usuarios va en desmedro del otro, cosa esta que termina favoreciendo al primero, con lo que la desigualdad competitiva se incrementa y la posibilidad de que el predominio aumente es muy alta.

En esta situación, es interesante la existencia de los “ruralitas urbanos”, pues al estar en ambos espacios simultáneamente – el urbano y el rural – contribuyen a mantener una suerte de equilibrio que puede ser precario pero que evita el predominio de lo rural o de lo urbano solamente. En eso funcionan como promotores de retroalimentación amortiguadora.

Dentro del campo de la producción agrícola, hay otra conexión en paralelo entre alfalfa y frutales; representan dos tipos de agricultura en aparente competencia por el espacio. Esto también lleva a la posibilidad de que el incremento de uno de los cultivos lleve a la desaparición del otro; es un esquema de retroalimentación amplificadora en potencia. Con relación a esto, se ha marcado a la alfalfa como cultivo clave en la medida que sirve a la producción pecuaria dirigida hacia la leche. Hay un proceso que implica el reemplazo de la alfalfa por el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*); es decir el crecimiento de esta “maleza”. Sin embargo, no apareció en el taller como un proceso clave.

Más importante, parece ser un proceso económico tal como el bajo precio para la leche; este es uno de los procesos que terminan por generar baja calidad de vida y que es el motor para generar emigración. De hecho, es la percepción de la calidad de vida una dinámica que se ha marcado como clave y que parece generar antagonismo entre la persistencia y el cambio del modelo mental de la población local. De este delicado balance – otra vez con la existencia de un proceso de retroalimentación amortiguadora en potencia – parece depender mucho de la persistencia del sistema social ecológico de Cajatambo.

Por otro lado, parece haber una percepción de complementariedad entre lo urbano y lo rural en cuanto afecta a recursos más bien silvestres – y probablemente también a la agricultura de secano -. En efecto, las plantas medicinales – flora silvestre –, las bellezas escénicas, las vicuñas – y al parecer alpacas y ovinos también -, no aparecen en esquemas de competencia o de retroalimentación amplificadora con relación a lo urbano o a la agricultura de riego. Esto le quita importancia a parte de la conjetura inicial que sugería que podría haber una suerte de competencia entre un espacio más bien silvestre – almacenador de carbono y mantenedor de diversidad biológica – y un espacio agrícola – dedicado a la producción sin importar mucho ni la diversidad o el carbono que almacena -.

La evaluación global de la ontología lleva a identificar como procesos clave emergentes a 1) la competencia por el agua disponible para uso urbano y para la agricultura de riego, 2) el rol estabilizador de los “ruralitas” urbanos que juegan como agente que parece estabilizar la competencia por el agua anteriormente señalada, 3) la competencia por el suelo entre una agricultura de alfalfa y una de frutales, 4) los precios bajos de la leche, 5) la percepción que de su calidad de vida tiene la población local ya que esto induce a un cambio o al mantenimiento del modelo mental de bienestar y termina por afectar a la emigración.

#### **4.3. SUSTENTABILIDAD DEL SISTEMA AGRARIO DE CAJATAMBO**

En el análisis de la ontología del distrito de Cajatambo, en el marco del modelo ARDI, se pudo ver el rol que jugaba la actividad agrícola y pecuaria en el marco de todas las actividades del distrito. Esto permitió, por ejemplo, la identificación de un proceso emergente tal como la posible competencia por el agua entre el ámbito urbano y el agropecuario de riego.

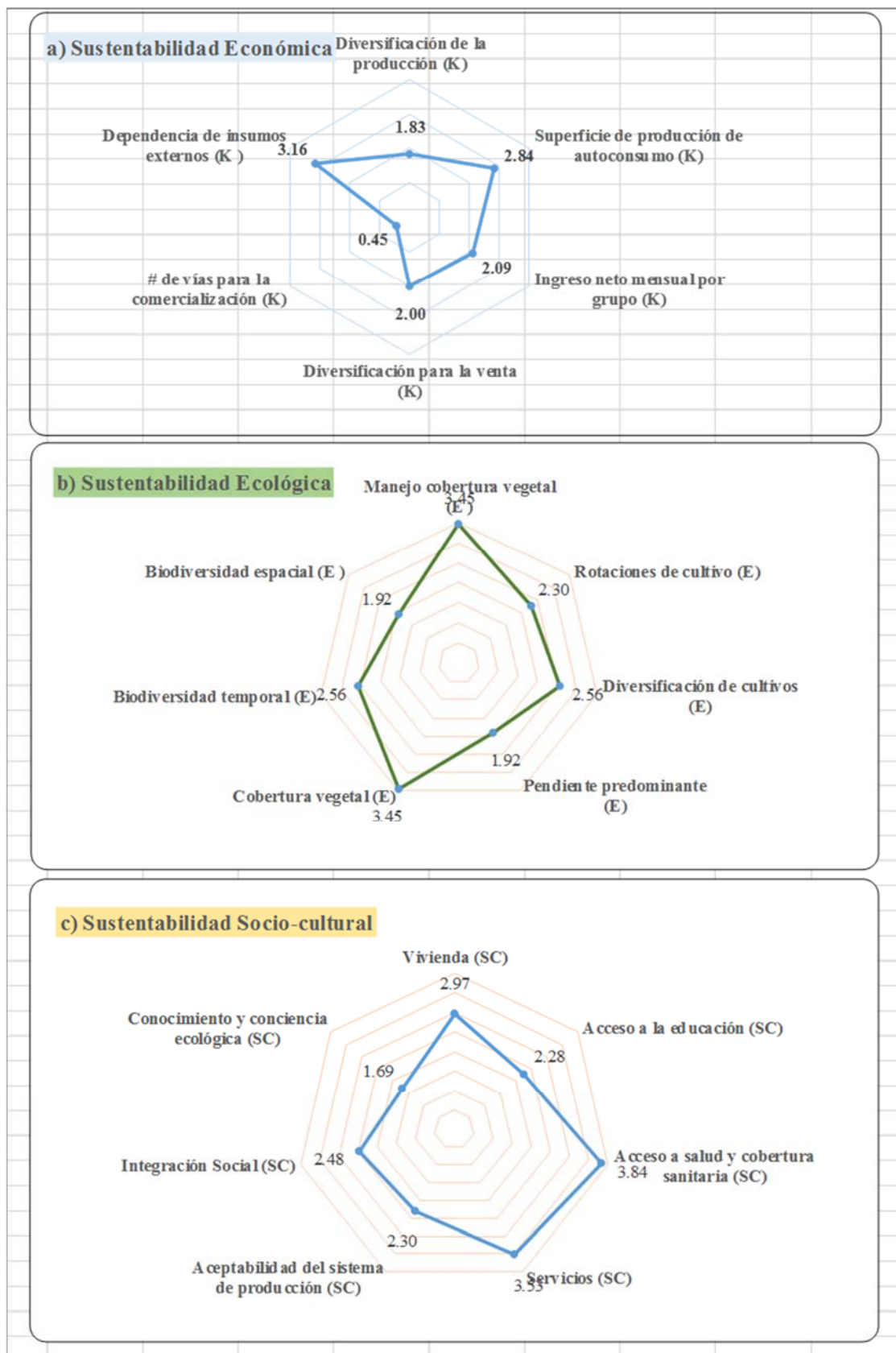
Si bien, la ontología muestra un panorama global, resulta de interés un tratamiento más detallado sólo de las actividades agrícolas y pecuarias. Esto es así pues lo que se quiere es comparar dos perspectivas para evaluar la sustentabilidad de la producción agropecuaria: la que considera que la sustentabilidad se puede medir con una aproximación aditiva y lineal y, la que considera a los sistemas agropecuarios como sistemas complejos adaptativos. Lo que se desea es encontrar cuál tiene capacidad para describir y explicar una mayor fracción de la realidad agropecuaria en estudio.

#### **4.3.1. Sustentabilidad desde una aproximación lineal y aditiva**

Los 20 indicadores de sustentabilidad - 6 de la Dimensión Económica, 7 de la Dimensión Ecológica y 7 de la Dimensión Socio-Cultural – fueron valorados en 64 encuestas utilizadas en el título 4.1.3 para describir los sistemas de producción como expresión de la microestructura (**Anexo 3**). Los valores promedio de los indicadores fueron 2.18, 2.48 y 3.98 los que generaron un Índice de Sustentabilidad General (ISGen) de 2.88, el mismo que hace referencia a una situación sustentable. Sin embargo, es importante señalar, que la variabilidad de los valores de los indicadores en la dimensión económica fue mayor (34.02 %) que en las otras dos dimensiones (23.07 y 17.71 %).

Tal como se muestra en la **Figura 30** y en la **Tabla 16** los indicadores con valores promedio menores de 2 fueron: en la dimensión económica la Diversificación de la producción (1.83) y el Número de vías para la comercialización (0.45) afectando la capacidad de la autosuficiencia alimentaria y el riesgo económico, respectivamente; en la dimensión ecológica, la Pendiente Predominante (1.92) y la Biodiversidad Espacial (1.92) que a pesar de tener valores cercanos a 2 podrían estar disminuyendo la sustentabilidad en la medida que en alta pendiente el trabajo es más exigente y la poca diversificación espacial disminuye la capacidad de respuesta a la variabilidad ambiental; y en la dimensión socio-cultural el Conocimiento y conciencia ecológica (1.69) es baja, justificada por la escasa mano de obra disponible que influye en la disminución de actividades “de arte” a favor de actividades convencionales conducentes a la artificialización del sistema agrario.

El valor promedio del Indicador Económico (IK) fue de 2.18 con un coeficiente de variabilidad (CV) de 34.02 %; del Indicador Ecológico 2.48 (CV = 23.07 %) y del Indicador Socio-Cultural 3.98 (CV = 17.71 %); los que en conjunto generaron un Índice de Sustentabilidad General (ISGen) cuyo valor es 2.88.



**Figura 30.** Valores promedio de los indicadores de sustentabilidad económica (a), ecológica (b) y sociocultural (c) de los productores de Cajatambo.

Por otro lado, del análisis de sustentabilidad por cada productor (=finca) (Tabla 16), queda claro que, si bien el Índice de Sustentabilidad General para la mayoría es 2 o mayor que 2, la condición de productor o finca sustentable le corresponde sólo a 25 productores (39.07 %) ya que 39 productores (60.93 %) tuvieron para la dimensión económica o ecológica valores menores que 2, razón que hace perder la condición de sustentable. Es necesario señalar que es la dimensión económica ha generado la condición de No Sustentable en 21 casos, la dimensión ecológica en 11 y ambas – económica y ecológica – en 7 casos.

#### **4.3.2. Sustentabilidad con base en la condición de cas de los agroecosistemas**

De hecho, para que un indicador sea de utilidad, debe ser ortogonal a los otros indicadores, es decir, debe decir cosas que sólo él dice, de lo contrario sale sobrando y sólo genera complicaciones innecesarias (Dominguez *et al.* 2011). Así, esta independencia entre indicadores es lo que primero se analiza.

##### **a. Acerca de la independencia de las variables usadas en el análisis**

Un supuesto implícito en la perspectiva lineal y aditiva es que las diferentes variables que se usan en el análisis aportan información de manera independiente; lo que justifica que se incorporen varios aspectos (económicos, ambientales y sociales) para intentar tener una descripción más precisa de la sostenibilidad del agroecosistema.

Esto supone que las variables que se usan – los indicadores - son ortogonales entre sí (no están correlacionadas). En el presente caso, sin embargo, no parece ser esa la situación. En efecto, en la **Tabla 17** se puede ver que hay variables que están muy altamente correlacionadas entre sí. Se han coloreado las correlaciones algunas de las cuales valen 1 ( $r$  Spearman), cosa que es consecuencia de que los correspondientes indicadores se estiman con un mismo conjunto de variables de la encuesta.

Una forma alternativa de decir lo mismo es el dendrograma de la **Figura 31** (rho) en el que es evidente que variables como la Cobertura Vegetal y el Manejo de la Cobertura Vegetal, dicen lo mismo, es decir, una de estas dos variables no aporta nada. Lo mismo sucede con DivCult y DivTemp y Pend y DivEspa. Lo correcto será escoger sólo una variable de cada par para evitar una complicación innecesaria. Este aspecto no se puede hacer con la perspectiva lineal y aditiva porque en esta perspectiva lo que se hace es suponer que las variables o valen lo mismo o se las puede ponderar a ojo, aunque sea un ojo compartido.

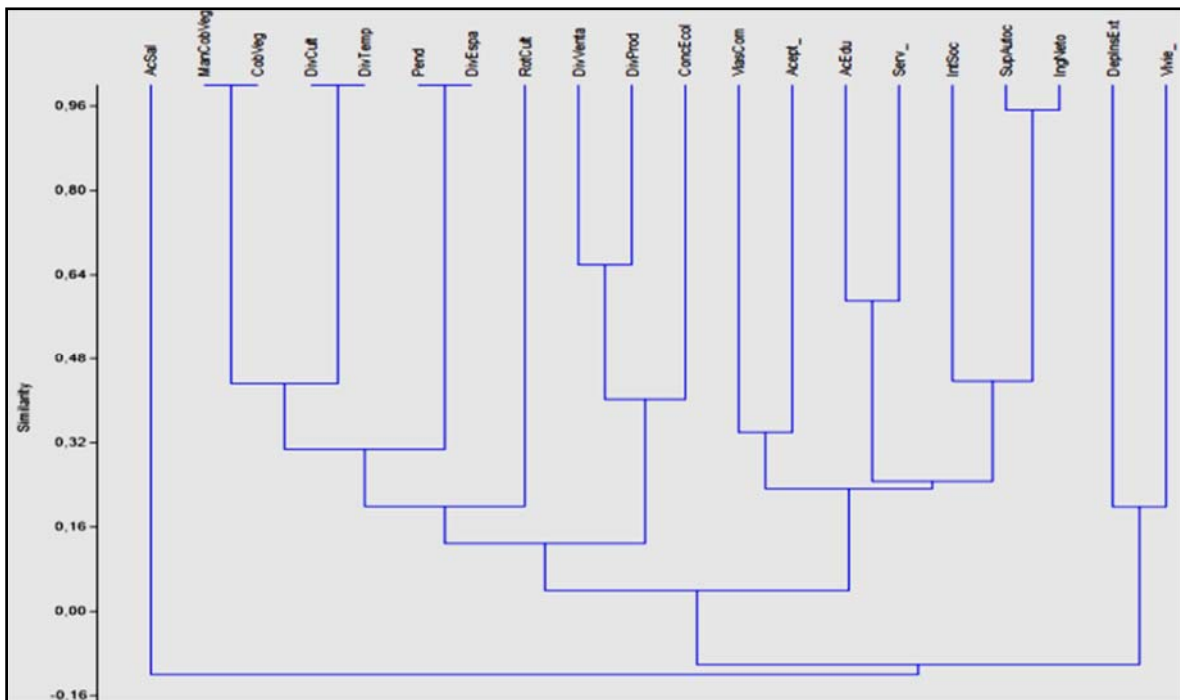
**Tabla 16:** Evaluación de la sustentabilidad de los productores de Cajatambo.

Clave del encuestado	Indicador Económico (IK)	Indicador Ecológico (IE)	Indicador Sociocultural (ISC)	Índice de Sustentabilidad General (ISGen)	Productor Sustentable
C1	0.56	1.83	4.45	2.28	No
C2	2.06	2.22	3.95	2.75	Sí
C3	1.44	1.89	4.93	2.75	No
C4	1.44	2.61	3.02	2.36	No
C5	0.63	3.67	2.79	2.36	No
C6	2.81	2.44	4.10	3.12	Sí
C7	2.00	2.33	4.69	3.01	Sí
C8	2.75	3.28	4.40	3.48	Sí
C9	2.00	1.17	2.38	1.85	No
C10	1.31	2.72	4.10	2.71	No
C11	1.25	3.39	3.14	2.59	No
C12	0.75	1.50	3.17	1.81	No
C13	1.63	2.44	2.60	2.22	No
C14	1.13	2.06	2.07	1.75	No
C15	2.56	1.89	3.93	2.79	No
C16	2.88	1.89	4.76	3.18	No
C17	2.88	2.83	4.40	3.37	Sí
C18	1.19	2.44	3.00	2.21	No
C19	2.00	2.06	3.52	2.53	Sí
C20	1.13	2.06	3.24	2.14	No
C21	2.88	1.89	3.76	2.84	No
C22	2.63	2.83	3.62	3.03	Sí
C23	2.94	2.83	3.74	3.17	Sí
C24	2.50	1.94	4.10	2.85	No
C25	2.75	2.72	4.17	3.21	Sí
C26	3.00	2.06	3.33	2.80	Sí
C27	2.75	2.94	3.24	2.98	Sí
C28	2.69	3.22	5.45	3.79	Sí
C29	3.06	3.11	4.67	3.61	Sí
C30	2.81	2.44	3.62	2.96	Sí
C31	2.69	1.94	4.29	2.97	No
C32	2.94	1.94	4.43	3.10	No
C34	2.56	2.83	4.76	3.39	Sí
C35	2.69	2.22	4.29	3.07	Sí
C36	2.56	2.61	4.10	3.09	Sí
C37	2.88	3.50	4.86	3.74	Sí
C38	2.88	2.33	4.62	3.28	Sí
C39	1.56	1.83	4.40	2.60	No
C40	1.69	2.50	4.00	2.73	No
C41	1.56	3.22	3.81	2.86	No
C42	1.63	3.22	3.33	2.73	No
C43	1.56	1.61	3.33	2.17	No
C44	1.38	2.83	3.48	2.56	No
C45	2.88	2.83	4.43	3.38	Sí
A1	2.63	3.22	4.50	3.45	Sí
A2	2.94	3.22	4.93	3.70	Sí
C46	1.81	3.22	4.86	3.30	No
C47	1.81	2.72	4.43	2.99	No
C48	2.56	2.61	3.86	3.01	Sí
C49	1.63	1.83	4.26	2.57	No
A3	2.75	3.00	4.07	3.27	Sí
C50	1.63	3.11	3.50	2.75	No
A4	1.75	3.22	3.07	2.68	No
A5	1.63	2.61	3.74	2.66	No
A6	2.94	2.44	3.64	3.01	Sí
C51	1.63	3.22	3.64	2.83	No
A7	1.94	2.11	3.74	2.60	No
A8	3.31	1.89	4.07	3.09	No
C52	3.25	1.89	4.95	3.36	No
C53	3.31	1.78	4.86	3.32	No
C54	3.44	1.89	4.69	3.34	No
C55	1.63	1.78	4.00	2.47	No
C56	1.38	2.33	4.52	2.74	No
C57	1.69	2.56	5.12	3.12	No
<b>Coef.Var.(%)</b>	<b>34.02</b>	<b>23.07</b>	<b>17.71</b>	<b>15.95</b>	



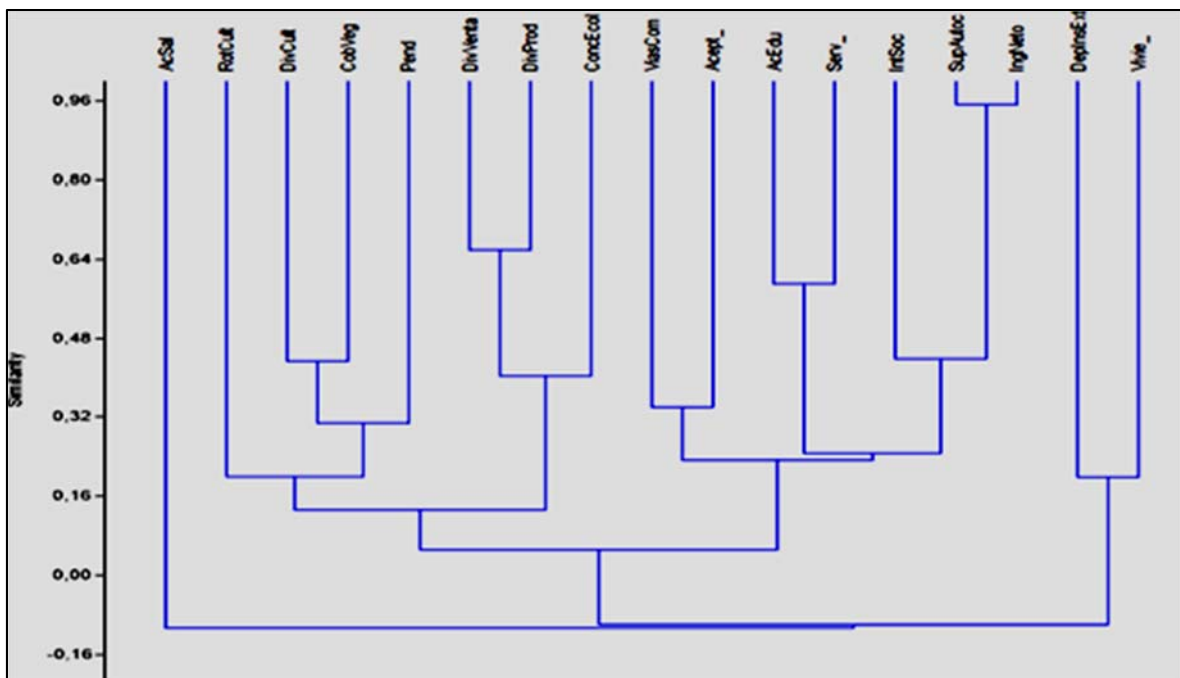
**Tabla 17:** Matriz de correlación (r de Spearman) entre indicadores de las diferentes dimensiones de la sustentabilidad en agroecosistemas de Cajatambo.

	0	DivProd	SupAutoc	IngNeto	DivVenta	ViasCom	DepInsExt	ManCobV	RotCult	DivCult	Pend	CobVeg	DivTemp	DivEspa	Vivie_	AcEdu	AcSal	Serv_	Acept_	IntSoc	ConcEcol
DivProd	0	0.0200	0.0330	0.0000	0.0030	0.0134	0.7462	0.0813	0.1057	0.9602	0.7462	0.1057	0.9602	0.8141	0.4046	0.0932	0.7149	0.4426	0.5627	0.0012	
SupAutoc	0.2902	0	0.0000	0.7447	0.0233	0.0362	0.9652	0.0835	0.7318	0.5533	0.9652	0.7318	0.5533	0.5667	0.0948	0.4498	0.0955	0.2036	0.0005	0.4134	
IngNeto	0.2669	0.9525	0	0.7232	0.0097	0.0573	0.7350	0.4137	0.6745	0.7407	0.7350	0.6745	0.7407	0.6249	0.0480	0.5254	0.0361	0.1082	0.0002	0.5124	
DivVenta	0.6592	-0.0415	-0.0451	0	0.0324	0.1824	0.4534	0.1000	0.1007	0.4462	0.4534	0.1007	0.4462	1.0000	0.3833	0.0400	0.8868	0.2655	0.8603	0.0008	
ViasCom	0.3649	0.2832	0.3211	0.2678	0	0.0161	0.1290	0.7691	0.8183	0.9096	0.1290	0.8183	0.9096	0.1181	0.0176	0.7186	0.0479	0.0061	0.0530	0.0237	
DepInsExt	-0.3077	-0.2624	-0.2389	-0.1688	-0.2998	0	0.0117	0.7123	0.6673	0.5652	0.0117	0.6673	0.5652	0.1162	0.0638	0.3217	0.1478	0.1871	0.3136	0.0897	
ManCobV	0.0413	0.0056	-0.0431	0.0954	0.1918	-0.3134	0	0.4177	0.0004	0.0721	0.0000	0.0004	0.0721	0.3171	0.5960	0.6878	0.3021	0.2355	0.6975	0.9442	
RotCult	0.2196	0.2180	0.1039	0.2075	-0.0374	0.0470	0.1031	0	0.0011	0.4496	0.4177	0.0011	0.4496	0.1482	0.2249	0.1149	0.3491	0.6383	0.2464	0.8336	
DivCult	0.2041	0.0437	-0.0535	0.2071	0.0293	-0.0548	0.4324	0.3985	0	0.0015	0.0004	0.0000	0.0015	0.5648	0.7342	0.0109	0.2120	0.4695	0.8439	0.0095	
Pend	-0.0064	0.0755	0.0422	0.0969	0.0145	-0.0732	0.2263	0.0962	0.3882	0	0.0721	0.0015	0.0000	0.9192	0.1798	0.1026	0.2782	0.2046	0.9738	0.1636	
CobVeg	0.0413	0.0056	-0.0431	0.0954	0.1918	-0.3134	1.0000	0.1031	0.4324	0.2263	0	0.0004	0.0721	0.3171	0.5960	0.6878	0.3021	0.2355	0.6975	0.9442	
DivTemp	0.2041	0.0437	-0.0535	0.2071	0.0293	-0.0548	0.4324	0.3985	1.0000	0.3882	0.4324	0	0.0015	0.5648	0.7342	0.0109	0.2120	0.4695	0.8439	0.0095	
DivEspa	-0.0064	0.0755	0.0422	0.0969	0.0145	-0.0732	0.2263	0.0962	0.3882	1.0000	0.2263	0.3882	0	0.9192	0.1798	0.1026	0.2782	0.2046	0.9738	0.1636	
Vivie_	-0.0300	-0.0730	-0.0623	0.0000	-0.1973	0.1984	-0.1271	0.1828	-0.0733	-0.0129	-0.1271	-0.0733	-0.0129	0	0.9054	0.5438	0.8953	0.4254	0.9685	0.2497	
AcEdu	0.1060	0.2106	0.2482	0.1108	0.2958	-0.2331	-0.0675	-0.1538	0.0433	0.1698	-0.0675	0.0433	0.1698	-0.0152	0	0.5684	0.0000	0.0734	0.0457	0.8245	
AcSal	-0.2116	-0.0961	-0.0808	-0.2575	0.0459	-0.1259	-0.0512	-0.1990	-0.3162	-0.2059	-0.0512	-0.3162	-0.2059	-0.0773	0.0726	0	0.1017	0.5536	0.4534	0.0016	
Serv_	0.0466	0.2102	0.2626	-0.0181	0.2483	-0.1830	-0.1310	-0.1190	-0.1582	0.1376	-0.1310	-0.1582	0.1376	0.0168	0.5907	0.2064	0	0.0870	0.0174	0.7627	
Acept_	0.0977	0.1610	0.2027	0.1413	0.3394	-0.1670	-0.1504	0.0599	-0.0920	0.1607	-0.1504	-0.0920	0.1607	0.1014	0.2253	0.0754	0.2157	0	0.3167	0.9649	
IntSoc	0.0737	0.4237	0.4504	0.0224	0.2431	0.1280	0.0495	0.1470	-0.0251	0.0042	0.0495	-0.0251	0.0042	-0.0050	0.2507	-0.0954	0.2965	0.1272	0	0.2079	
ConcEcol	0.3960	0.1040	0.0834	0.4079	0.2825	-0.2139	-0.0089	0.0268	0.3218	0.1762	-0.0089	0.3218	0.1762	-0.1460	0.0283	-0.3873	0.0385	0.0056	-0.1595	0.0000	



**Figura 31.** Dendrograma (rho) que muestra las relaciones entre los diferentes indicadores de sustentabilidad.

En el presente caso, las variables que fueron retiradas son ManCobVeg, DivTemp y DivEspa y el dendrograma resultante es el de la **Figura 32**.



**Figura 32.** Correlaciones entre los indicadores de sustentabilidad en susencia de los no ortogonales.

### **b. Acerca de la independencia de los aspectos usados en el análisis**

Cuando se estima la sustentabilidad con la aproximación lineal y aditiva se asume que los aspectos sociales, económicos y ecológicos son independientes, ortogonales entre sí y que por tanto se pueden sumar para definir si el sistema es sustentable. En la adición también se asume – como en toda adición – que el orden de los sumandos no afecta al resultado final.

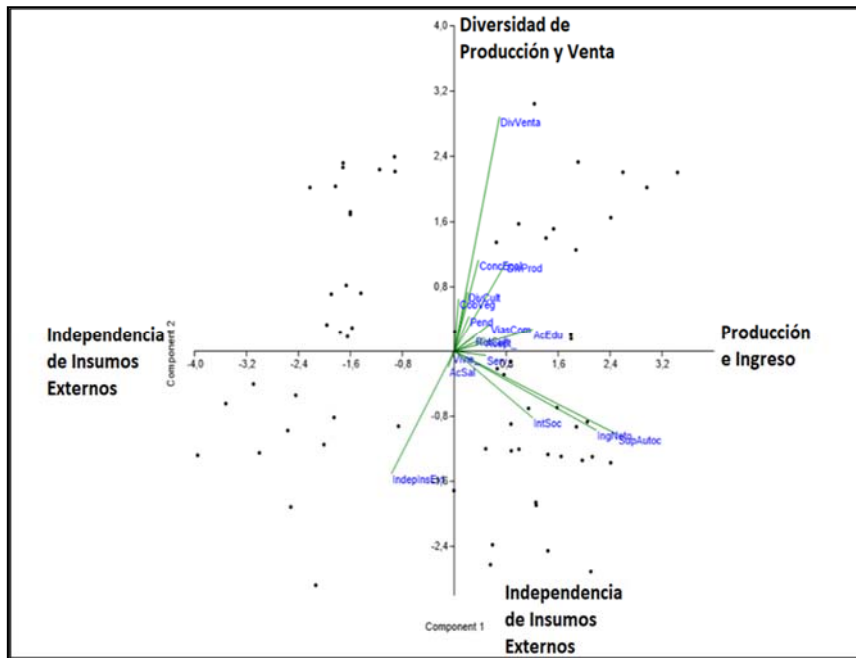
En el dendrograma de la Figura 32 es de resaltar el hecho de que hay grupos de variables relacionadas que no necesariamente pertenecen a una misma dimensión o aspecto de las que usa la perspectiva lineal y aditiva. En efecto, el grupo que incluye a Ingreso Neto, Superficie para Autoconsumo, Integración Social, Servicios, Acceso a la Educación, Aceptabilidad del Sistema de Producción y Vías para la Comercialización, mezclas variables que pertenecen a las dimensiones Económica y Cultural.

Esto está sugiriendo que las variables no son elementos independientes de un sistema con compartimientos estancos y mutuamente excluyentes. Se trata de que las variables interactúan entre sí y que se influyen mutuamente en interacciones que hace irreal el tratarlas como aspectos independientes y cuya simple suma mide la sustentabilidad del agroecosistema. De este modo, separar la sustentabilidad en aspectos económicos, ecológicos y sociales – como ámbitos diferentes – puede ser una mala práctica ya que no permite ver que existen interacciones y mutuas afectaciones que hacen emerger comportamientos que no son sólo económicos, sociales o ecológicos sino el producto de todos ellos.

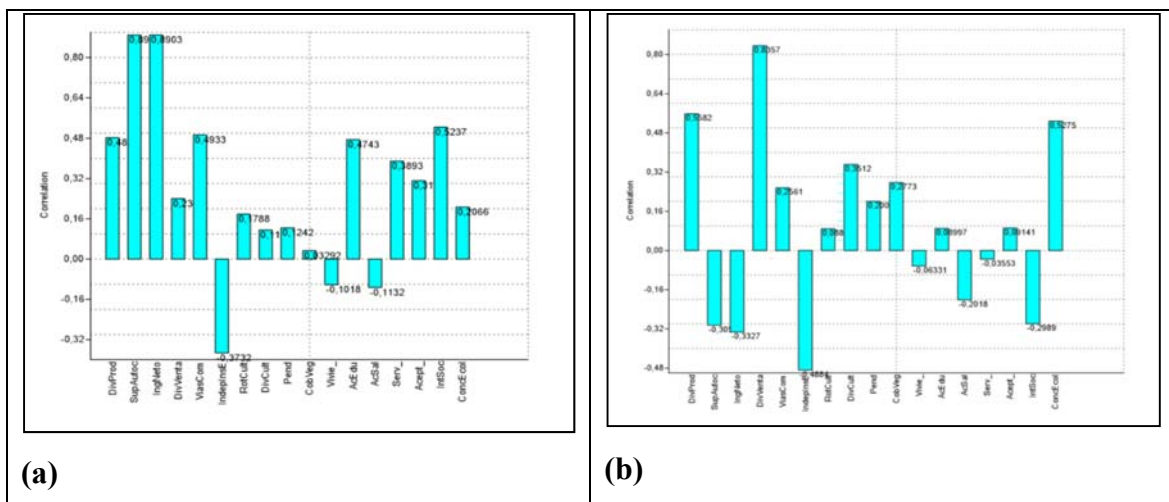
### **c. El tratamiento simultáneo de las variables de estado del CAS Cajatambo**

El considerar un CAS a un agroecosistema supone tomar en cuenta todas sus variables de estado de modo simultáneo, sin establecer ponderaciones o compartimientos estancos que las subdividan y las ordenen en secuencias previamente establecidos. Tal cosa se puede hacer mediante un Análisis de Componentes Principales como el que muestra la **Figura 33**.

El ACP muestra, además, las variables que parecen explicar mejor los componentes principales 1 y 2 que son los que explican la mayor cantidad de la varianza total de los datos. Las variables asociadas a los ejes se han identificado mediante el cálculo de las correlaciones de las variables originales con los CP 1 y 2, tal como se ve en la **Figura 34** (a y b).



**Figura 33.** ACP que muestra los CP 1 y 2 y las variables que parecen ordenar a los diferentes productores entrevistados.



**Figura 34.** Correlaciones de las variables con los CP 1 (a) y 2 (b).

El ACP muestra cuáles de las variables que se han analizado tienen mayor relevancia pues ordenan toda la información a lo largo de los CP 1 y 2. Esta mayor relevancia las convierte en Variables Clave para el presente caso y esa condición emerge del propio análisis, no de ponderaciones previas que siempre resultan de difícil justificación.

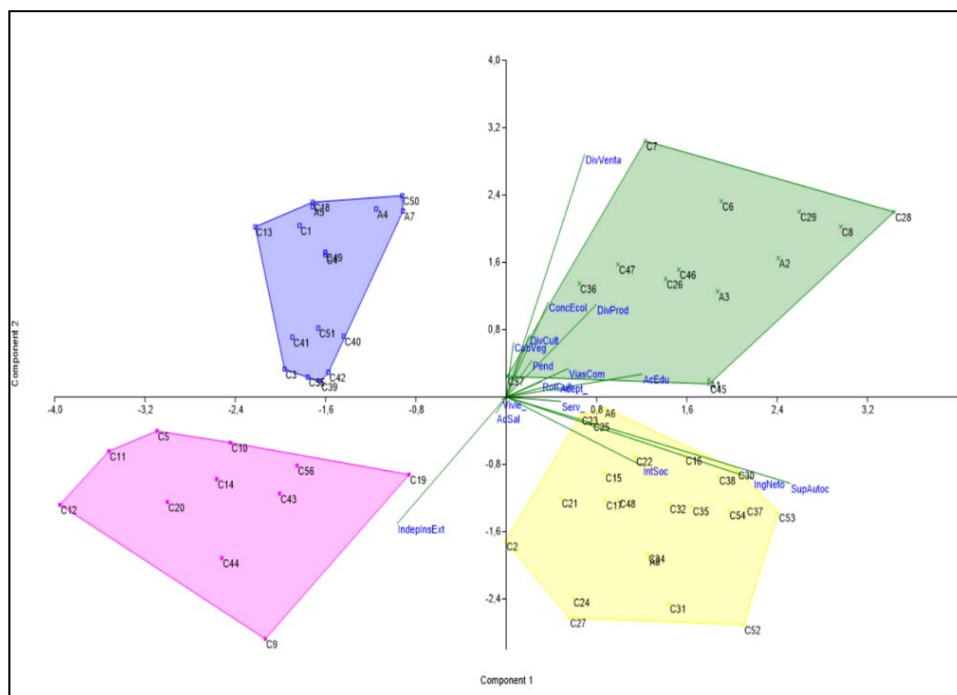
De otro lado, el ACP permite ver que hay por lo menos cuatro grupos de productores cuyas estrategias son diferentes. En el ángulo superior derecho están los que incrementan su producción e ingreso mediante la diversificación de la producción y las vías de comercialización. En el ángulo inferior derecho están los que incrementan su producción e ingreso, pero mediante la mayor independencia de insumos externos. En el ángulo superior izquierdo están los que parecen tener una gran diversidad de producción y venta y que al mismo tiempo dependen poco de los insumos externos.

En el ángulo inferior izquierdo están aquellos a los que no les interesa - o será que no pueden - ni maximizar la producción y el ingreso ni diversificar la producción o la venta. Los define su muy marcada independencia de los insumos externos. Este grupo parece corresponder a lo que sería una agricultura marginal, sea por su carácter de sobrevivencia o porque lo practican sólo como actividad complementaria a otras actividades.

Estos resultados muestran que la sustentabilidad de los productores de Cajatambo depende de diferentes estrategias, por lo tanto, la asignación de la condición de sustentable a su práctica agropecuaria es algo más que la mera adición – lineal – de indicadores.

En consecuencia, la presencia de tipos diferentes de productores – basados en sus diferentes estrategias – y la posibilidad de establecer entonces una tipología, son resultados emergentes del análisis conjunto de toda la información.

Estos tipos de productores se han graficado en la **Figura 35**. Como es razonable, resulta de interés evaluar si las diferencias entre estos supuestos tipos alcanzan significación estadística. El NPMANOVA de la **Tabla 18** muestra que las diferencias son estadísticamente significativas con lo que se confirma que se está frente a cuatro tipos de productores.



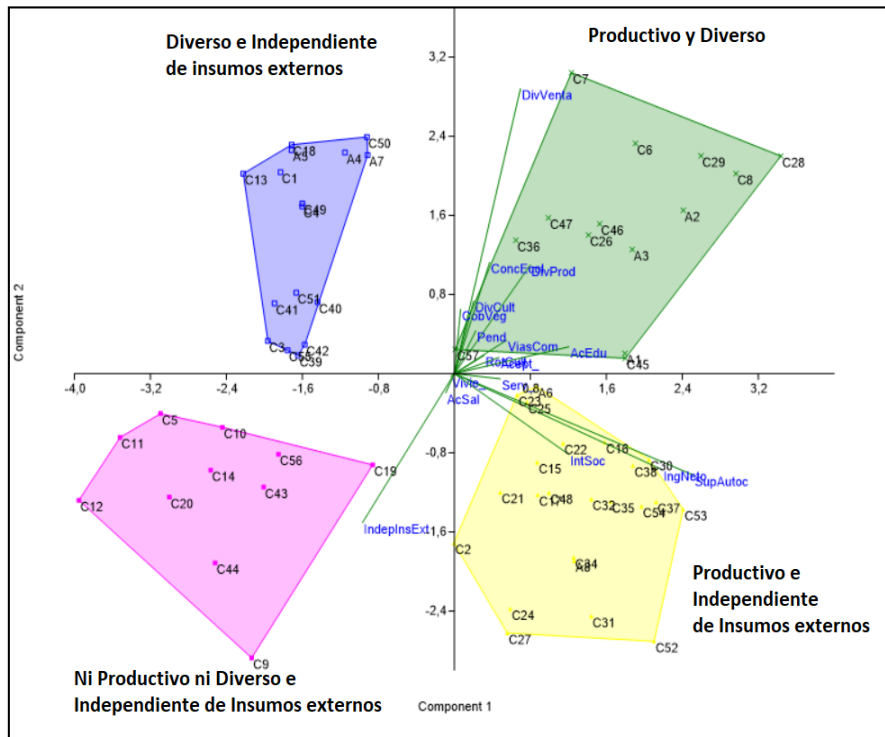
**Figura 35.** Tipos de productores basados en las estrategias que desarrollan en Cajatambo (ACP).

**Tabla 18:** Evidencia de la significación estadística de las diferencias entre tipos de productores a partir del NPMANOVA (coeficiente de correlación ordinal rho).

<b>Permutation N:</b>		9999		
<b>Total sum of squares:</b>		10,95		
<b>Within-group sum of squares:</b>		5,275		
<b>F:</b>		21,53		
<b>p(same):</b>		0,0001		
<b>Pairwise comparisons</b>				
<input type="radio"/> p values, uncorrected significance				
<input checked="" type="radio"/> p values, sequential Bonferroni significance				
<input type="radio"/> Bonferroni-corrected p values				
<input type="radio"/> F values				
	C1	C5	C6	C2
C1		0,0001	0,0001	0,0001
C5	0,0001		0,0001	0,0001
C6	0,0001	0,0001		0,0001
C2	0,0001	0,0001	0,0001	

Los cuatro tipos de productores se los ha definido en la **Figura 36**. El primero (verde) se encuentra en el cuadrante superior derecho del ACP, el segundo (amarillo) en el cuadrante inferior derecho, el tercero (azul) en el cuadrante superior izquierdo y el cuarto (rojo) en el cuadrante inferior izquierdo. El primero, denominado “Productivo y Diverso” (verdes) y el

segundo, denominado “Productivo e Independiente de Insumos Externos” (amarillos) buscan de tener una producción alta sobre la base de una gran superficie bajo producción; además, los primeros (verdes) usan de estrategia la diversificación de la producción y su comercialización y los segundos (“amarillos”) buscan incrementar la producción vía su independencia de los insumos externos.



**Figura 36.** Tipos de productores de acuerdo a sus estrategias.

Estos dos primeros grupos podrían juzgarse – desde una perspectiva de economía de mercado – como los más desarrollados en la medida en que maximizan su producción e ingreso. Difieren sin embargo en sus estrategias, serían más ecológicos los primeros (verdes) si se le presta atención a la diversificación productiva y de comercialización. Sin embargo, también podría decirse que los segundos (amarillos) son más ecológicos pues tienen un mayor nivel de autonomía productiva. Lo cierto es que se trata de dos estrategias diferentes que rinden el mismo fruto, esto es una mayor producción e ingreso.

El tercer tipo de productores (azules) puede ser más ecológico aún que los dos primeros en el sentido en que no parece estar interesado en incrementar la producción o el ingreso. Su objetivo está dirigido a la diversificación productiva y de comercialización y a una independencia de los insumos externos. Estas dos características corresponden a lo que

tradicionalmente se ha llamado “aversión al riesgo” en sistemas productivos en entornos con alta incertidumbre, en una estrategia que ya había señalado clásicamente Murra (citado en Earls 1989) cuando hablaba del control de un mayor número de pisos ecológicos como respuesta a la incertidumbre climática de los Andes.

De este modo, el tercer tipo de productores (azules) sería un caso en el que el paradigma que se usa en la producción es diferente al que se basa en los Máximos Rendimientos Sostenidos, paradigma que – como ya se ha indicado – tiene su base en la suposición de que la naturaleza está en estado estacionario. Representa, por tanto, un modelo ortogonal, dramáticamente diferente al que se suele usar cuando se asume que el sólo incremento de la producción justifica a un agroecosistema y le confiere la condición de sustentable. Es otro modelo de sustentabilidad, más cercano a la gestión de ecosistemas con base en su resiliencia.

Finalmente, el cuarto tipo de productores (rojo) es preocupante, ya que ni maximiza la producción (paradigma del máximo rendimiento sostenido) ni maximiza la diversidad (característica asociada al paradigma de la naturaleza resiliente). Parece que se trata de un grupo en el que las actividades agropecuarias son más bien marginales sea porque se practican de modo complementario a otras actividades o porque es una actividad de sobrevivencia, como se había dicho líneas arriba. Así, se podría afirmar que este es el grupo en el que menos sustentabilidad se manifiesta.

En resumen, se puede señalar que el ACP ha mostrado que hay al menos cuatro situaciones con relación a la sustentabilidad de los productores estudiados: Un grupo que parece situarse en la lógica de los máximos rendimientos sostenidos y que incluye 1) a los que consiguen esta maximización vía la diversificación productiva y de comercialización (Primer tipo, los verdes) y, 2) a los que lo hacen vía disminución de su dependencia de los insumos externos (Segundo tipo, los amarillos).

El tercer grupo (Tercer tipo de productores, los azules) parece corresponder al paradigma alternativo, es decir a la gestión de la resiliencia de los ecosistemas ya que sigue una estrategia de diversificación productiva y de comercialización y limita su dependencia de insumos externos. Por último, el cuarto grupo (Cuarto tipo de productores, los rojos) parece corresponder a un grupo de tipo marginal y que no importa desde qué paradigma se le juzgue parece estar en situación crítica.



Existiendo cuatro tipos de productores que representan variantes dentro de un mismo paradigma o paradigmas diferentes, no parece justificable pretender que un único esquema defina la sustentabilidad para todos los productores. Tal vez lo único que se pueda afirmar es el hecho de que el cuarto grupo es el que – no importa desde qué paradigma se lo juzgue – aparece como el que más críticamente amenazada ve su sustentabilidad, al menos la agropecuaria.

#### **d. Resultados emergentes de un sistema agropecuario juzgado como un CAS**

El punto de partida de la comparación de la perspectiva lineal y aditiva con la consideración de un agroecosistema como un CAS era el contenido empírico de cada perspectiva, usando la propuesta de Lakatos de que un programa que pudiera “predecir más” es decir, pudiera permitir ver más, darle sentido a un trozo más grande de la realidad, debería ser juzgado como progresivo frente a sus programas competidores.

En esa línea, esos aspectos que la perspectiva CAS permite ver en exceso frente a la perspectiva lineal y aditiva serían:

- La posibilidad de identificar la independencia u ortogonalidad de los indicadores usados en el análisis de modo previo a éste. De este modo sólo se usarían los indicadores que realmente aportan información evitando el uso de los que sólo complican el análisis, pero no añaden información.
- La no necesidad de establecer aspectos – o dimensiones – supuestamente independientes entre sí y que establecerían la ausencia de interacción entre indicadores o – de modo más general – entre las variables de estado que definen a un agroecosistema.
- La posibilidad de que el propio análisis simultáneo de todas las variables de estado – sin ponderaciones previas que a menudo no resultan de fácil justificación – identifique a aquellas que resultan marcando la pauta del sistema en análisis. Estas son las Variables Clave del sistema y son aquellas a las que se debería prestar mayor atención en el seguimiento del desarrollo futuro del mismo. En el caso de Cajatambo, estas variables clave involucran a 1) la Producción e Ingreso, 2) la Independencia de insumos externos y 3) la Diversidad de la Producción y la Venta de los productos.
- La posibilidad de que haya más de un estado alternativo para el agroecosistema. Esto toma la forma de la construcción de una tipología de productores que – en el presente caso – ha permitido mostrar dos paradigmas diferentes: Maximización de Rendimientos

Sostenidos (con las variantes correspondientes a los verdes y a los amarillos) y Gestión de la Resiliencia (los azules) y una situación crítica que parece de no sostenibilidad (los fucsias). Esta riqueza de estados alternativos es consecuencia de los múltiples atractores – combinaciones de variables de estado – que normalmente están disponibles para un agroecosistema y no se pueden capturar en un único indicador que diga cuán sostenible es.

- La posibilidad de tener un enfoque multiescala para evaluar el comportamiento de la producción agropecuaria y estimar la sostenibilidad – entendida como integridad y capacidad de producción y persistencia – de los productores y del sistema en su conjunto. En efecto, en el presente caso se han evaluado las estrategias de todo el sistema agropecuario, pero al mismo tiempo es posible identificar a qué tipo de estrategia pertenece cada productor individual, de modo que sus características productivas particulares – incluida sus sostenibilidades – se pueden conocer. Esta perspectiva multiescala nos remite al concepto de panarquía usada en el paradigma de la gestión de la resiliencia de un sistema.
- Una manera adicional de incorporar el concepto de panarquía – en alusión a los efectos multiescala – es considerar los resultados del modelo ARDI, en particular su ontología. En el presente caso eso ha permitido ver la escala de todo el distrito y de sus actividades habiendo emergido como resultados importantes para los sistemas agrícolas y pecuarios: 1) la potencial competencia por el agua entre los consumos urbanos y la agricultura de riego, 2) el rol articulador - y amortiguador de esta competencia - de parte de los “ruralitas”urbanos, 3) la potencial competencia por el espacio y el suelo entre agricultura de alfalfa y agricultura de frutales, 4) el rol crítico de los precios bajos de la leche que es parte de un ciclo de retroalimentación amplificadora, el mismo que induce a la emigración porque la percepción de la calidad de vida es mala; con menos gente es más difícil desarrollar actividades productivas, se produce menos y los precios disminuyen aún más, 5) la aparente complementariedad entre actividades agrícolas y pecuarias bajo riego y los procesos naturales que afectan especies silvestres o de baja intensidad de uso (plantas medicinales, agricultura de secano, alpacas, vicuñas, ovinos).
- La posibilidad de que los resultados de cualquier indagación acerca de la sostenibilidad de un agroecosistema sean contexto-dependientes es decir dependan de las circunstancias particulares que definen a cada sistema. En ese sentido más que buscar propuestas de carácter algorítmico – una ecuación que defina la sostenibilidad, por

ejemplo – se deben considerar propuestas heurísticas, es decir, construidas a partir del análisis específico de cada condición específica.

- Finalmente – y en atención a la señalada heurística - de lo que se trata es de narrar la historia de la sostenibilidad en cada caso en concreto, pues atendiendo al contexto dependencia, es seguro que habrá tantas narraciones como sistemas agropecuarios existan, teniendo todas en común su intento de durar, de mantenerse, de seguir en la película de la vida. Encontrar cómo lo consigue cada sistema, esa es la esencia de la sostenibilidad y eso, más que referirse a un número se refiere a una historia.

## V. CONCLUSIONES

1. La descripción de la estructura del agroecosistema permitió identificar en el nivel macro, siete Zonas de Vida (Bosque Seco - Montano Bajo Tropical, Bosque Húmedo - Montano Tropical, Estepa-Montano Tropical, Páramo Muy Húmedo - Subalpino Tropical, Páramo Húmedo - Subalpino Tropical, Tundra Pluvial - Alpino Tropical y Nival Tropical); en el nivel meso, 13 Formaciones Vegetales (Pajonal, Gravilla/Roquedal-pedregal, Pajonal – Pedregal, Matorral Semidenso, Matorral con Roquedal y Puyas, Matorral Denso, Césped de Puna, Agricultura, Césped de Río, Arbórea (Eucaliptos), Juncal, Bofedal y Rodal de *Polylepis*); y en el nivel micro cuatro Sistemas de Producción (puneros – maiceros, cuyeros – maiceros, vaqueros e indiferenciados).
2. La descripción de la dinámica del agroecosistema mostró que los Recursos están en el ámbito rural y los Actores en el ámbito urbano, que los productores agropecuarios que viven en la ciudad - “ruralitas urbanos” - desempeñan un rol vertebrador entre ambos espacios, que las Dinámicas más importantes son agrícolas y pecuarias, siendo más abundantes las que promueven estados negativos mediante el mantenimiento de condiciones no favorables (promoción de la resiliencia negativa) o mediante la transformación del estado presente a condiciones peores (transformabilidad negativa).
3. El análisis de las interacciones entre actores, recursos y dinámicas mediante una Ontología, mostró: potencial competencia por el agua entre usos urbanos y de riego, amortiguada por los “ruralitas urbanos”, potencial competencia por el espacio entre alfalfa y frutales, el rol crítico de los precios bajos de la leche que inducen a la emigración por la percepción de mala calidad de vida y complementariedad entre agricultura bajo riego y procesos que afectan a especies silvestres.
4. Entender al agroecosistema como Sistema Complejo Adaptativo (Cas) mostró aspectos de sustentabilidad invisibles con la aproximación lineal: la ortogonalidad entre variables usadas en el análisis y sus mutuas dependencias, la existencia de variables clave y varios

estados alternativos para el agroecosistema, imposibilitando que un sólo indicador de sostenibilidad sea válido para todos los estados, y la existencia de multiescalas que permite juzgar al productor individual como al sistema de producción agropecuario en su conjunto.

5. Las variables clave identificadas han sido: la producción y el ingreso, la independencia de insumos externos y, la diversidad de la producción y venta de los productos. Los estados diferentes que puede tomar el agroecosistema definidos mediante la tipología de los productores son puneros – maiceros, cuyeros – maiceros, vaqueros e indiferenciados. Los procesos que los afectan y que definen sus estrategias fueron: a) los productivos y diversos, b) los productivos e independientes de insumos externos, c) los diversos e independientes de insumos externos y d) los que ni producen ni son independientes de insumos externos. Esto implica que hay productores que siguen el paradigma de los Máximos Rendimientos Sostenidos y productores que siguen el paradigma opuesto, es decir de la Administración de la Resiliencia de los Ecosistemas.
  
6. Por último, reconociendo el carácter contexto dependiente de los sistemas complejos – y el agroecosistema de Cajatambo lo es – la presente descripción vale para el espacio estudiado y para el periodo de estudio. No es posible generalizar resultados ya que cada sistema complejo tiene su propia “personalidad” y requiere un tratamiento particular, heurístico, no algorítmico.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Completar la descripción del sistema social ecológico de Cajatambo, con una descripción de su evolución mediante el análisis de los ciclos adaptativos por los cuales ha pasado al menos durante los últimos 50 años. Esto debe confirmar o corregir algunas de las apreciaciones hechas en el presente caso mediante los modelos STM y ARDI.
2. Recurrir a análisis de series de tiempo de estadísticas de producción agropecuaria e información meteorológica con el fin de definir de mejor manera a este sistema en el tiempo. También, convendría rescatar la información de las personas mayores en la descripción de la evolución del sistema, lo que añadiría a la objetividad estadística de las series, la sujeto-dependencia de la percepción humana y sus procesos de construcción de sentidos.
3. Realizar una segunda edición del modelo ARDI con los actores sociales Cajatambinos, luego de exponerles toda la información que se ha obtenido en el presente caso. En ese momento se deberá prestar atención a lo que la primera versión del ARDI ha mostrado como interesante: el rol articulador de los “ruralitas urbanos”, el proceso de emigración poblacional dependiente de la percepción de calidad de vida, el carácter complementario entre producción agropecuaria y conservación de la diversidad.
4. A partir de la constatación de que hay procesos de resiliencia y transformabilidad promotores de condiciones percibidas como negativas, se requiere una evaluación más detallada de los procesos sea de persistencia o de cambio que llevan a situaciones indeseables. Lo deseable sería identificar formas de promoción de resiliencia y transformabilidad que construyan atractores deseables.

5. La evaluación de la sostenibilidad del sistema agropecuario en Cajatambo ha mostrado que el programa que entiende a los ecosistemas como complejos y adaptativos, tiene exceso de contenido empírico sobre el modo convencional, que entiende a la sostenibilidad como un proceso lineal y aditivo. Convendría replicar esta experiencia en otros casos que permitan corroborar o corregir lo aquí hallado. Se trata de construir una casuística que mejore tanto la definición de sostenibilidad como su gestión.
  
6. Teniendo en cuenta que el presente trabajo integra información obtenida por un equipo de personas que permitió generar información de varias disciplinas y en varias escalas, conviene recordar que ninguna evaluación de sustentabilidad debe ser acometida por una sola persona. Por lo tanto, la estimación de la sustentabilidad de un sistema agropecuario es una tarea multidisciplinar y multiescalar, lo que necesariamente conduce a la constitución de un equipo de especialistas al cual - dicho sea de paso – se debe añadir la percepción de la población local.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta-Guacaneme, S; Bautista-Bautista, C. 2017. Comunidades resilientes: tres direcciones integradas. Revista de Arquitectura, 19(2):54-67. DOI: <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2017.19.2.997>
- Aldredge, A; Levine, K. 2001. Surveying the social world. Open University Press.
- Allen, T.F.H; Zeller, A.J; Wuennenberg, C. J. 2005. The loss of narrative. In: Ecological Paradigms Lost. Routes of Theory Change. Kim Cuddington and Beatrix Beisner Editors. Elsevier Academic Press. San Diego, California. Pp 333 – 368.
- Allen, C. R; Holling, C.S. 2005. Discontinuities in ecosystems and other complex systems. Columbia University Press. New York.
- Altieri, M. 1999. Agroecología - Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad. Montevideo. ISBN (Nordan): 9974-42-052-0.
- Altieri, M; Nicholls, C. 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. Ecosistemas 16 (1): 3–12.
- Ambrosio, M. 2007. Los territorios rurales como sistemas complejos en transición: resiliencia capacidad adaptativa. En: Elementos institucionales en las zonas rurales: una propuesta metodológica para su identificación y valoración en comarcas de Andalucía y Nicaragua. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Córdoba. Pp 127-183.
- Anderies, J.M; Janssen, M.A; Ostrom, E. 2004. A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective. Ecology and Society, 9(1): 18-34.



- Andreasen, J.K; O'Neill, R.V; Noss, R; Slosser, N.C. 2001. Considerations for the development of a terrestrial index of ecological integrity. *Ecological Indicators* 1:21–35. [moebio.uchile.cl/03/frprinci.htm](http://moebio.uchile.cl/03/frprinci.htm).
- Arnao, L. 2019. Modelamiento de la estructura del paisaje relacionado con el cambio de temperatura para el distrito de Cajatambo entre 1987-2014. Tesis para optar el grado de Magister Science en Ecología Aplicada. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Arnao, L; Quinteros, Z; Sánchez, E. 2016. Dinámica estructural del paisaje del distrito de Cajatambo, Lima-Perú desde 1987 al 2014. First YUFRO Landscape Ecology Latin-American and second LALE. Latinamerican Congress. Book of abstracts. Temuco, Chile.
- Arnold, M; Osorio, F. 1998. Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas. *Cinta Moebio* 3: 40 – 49.
- Ashby, R. 1972. Introducción a la cibernética. Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires.
- Babbie, E.R. 1988. Métodos de investigación por encuesta. Biblioteca de la salud. Fondo de cultura económica. ISBN 968-16-2947-7.
- Bar-Yam, Y. 1997. Dynamics of complex systems. Oxford: Westview Press. <http://necsi.org/publication/dcs/index.html>.
- Begon, M; Townsend, C.R. 2006. Ecology: from individuals to ecosystems. Blackwell Publishing Ltd. 4th Ed.
- Beisner, B.E; Haydon, D.T; Cuddington, K. 2003. Alternative stable states in ecology. *Front Ecol. Environ.* 1(7): 376–382.
- Berelson, B. 1952. Content Analysis in Communication Research. Free Press, Glencoe.
- Berkes, F; Colding, J; Folke, C. 2003. Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change. Cambridge: Cambridge University Press.

- Boyle, M; Kay, J; Pond, B. 2001. Monitoring in support of policy: an adaptive ecosystem approach. In: Munn T. (eds) Encyclopedia of Global Environmental Change Volume 4:116 – 137. John Wiley and Son.
- Brand, F.S; Jax, K. 2007. Focusing the meaning(s) of resilience: resilience as a descriptive concept and a boundary object. Ecology and Society 12(1):23. [on line] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss1/art23/>.
- Bravo, C. 2012. Hacia una narrativa de la naturaleza: la psicología ante el reto sustentable. Polis Revista Latinoamericana. <http://journals.openedition.org/polis/736>.
- Bruner, J. 1991. The Narrative Construction of Reality. Critical Inquiry, 18(1):1–21. <http://www.jstor.org/stable/1343711>.
- Casanova-Pérez, L; Martínez-Dávila, J; López-Ortiz, S; Landeros-Sánchez, C; López, G; Peña-Olvera, B. 2015. Enfoques del pensamiento complejo en el agroecosistema. Interciencia 4 (3): 210-216. Asociación Interciencia. Caracas, Venezuela.
- Castillo-Villanueva, L; Velázquez-Torres, D. 2015. Sistemas complejos adaptativos, sistemas socio-ecológicos y resiliencia. Quivera, 17(2): 11-32. Universidad Autónoma del Estado de México.
- CAT (Clima, Agro y Transferencia del Riego). 2017. Los sectores agrícola y pecuario en el Perú. <http://www.agroyriesgo.pe/informacion/cifras-y-datos/los-sectores-agricola-y-pecuario-en-el-peru/>.
- Ceroni, A. 2021. Patrones espaciales y temporales de la diversidad vegetal silvestre y cultivada en el distrito de Cajatambo”. Tesis para optar el grado de Doctor en Agricultura Sustentable. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Chapin, F.S; Matson, P.A; Mooney, H.A. 2002. Principles of terrestrial ecosystem ecology. Springer-Verlag New York, U.S.A. 396 pp.

- Chapin, F.S; Kofinas, G.P; Folke, C. 2009. Principles of Ecosystem Stewardship: Resilience-Based Natural Resource Management in a Changing World. Springer Science Business Media N.Y., U.S.A. 401 pp. DOI 10.1007/978-0-387-73033-2.
- Chaverra, G. 1981. Identificación parcial de prioridades de investigación y divulgación en el proyecto “Manejo Integral de Cuencas en Ancash”. Ministerio de Agricultura. Dirección Regional Agraria IV, Huaraz/Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura, Oficina en Perú. IICA, serie Ponencias, resultados y recomendaciones de eventos técnicos 247.
- Cotler, H; Fregoso, A; Damián, J.L. 2006. Caracterización de los Sistemas de Producción en la Cuenca Lerma-Chapala a escala regional. Dirección de Manejo Integral de Cuencas Hídricas. Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas.
- Cumming, G. S; Collier, J. 2005. Change and identity in complex systems. *Ecology and Society* 10(1):29. [on line] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art29/>.
- De Leo, G. A; Levin, S. 1997. The multifaceted aspects of ecosystem integrity. *Conservation Ecology* 1(1): 3. URL: <http://www.consecol.org/vol1/iss1/art3/>.
- Dellepiane, A; Sarandón, S. 2008. Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas, en la zona hortícola de La Plata, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecologia* 3(3):67-78. ISSN: 1980-9735.
- Díaz, F. 1993. *Ecología: ambiente físico y organismos vivos*. Editorial Síntesis. Madrid, España.
- Dixon, J; Gulliver, A; Gibbon, D. 2001. *Sistemas de Producción Agropecuaria y Pobreza-Cómo mejorar los medios de subsistencia de los pequeños agricultores en un mundo cambiante*. Editor Principal: Malcolm Hall. FAO y Banco Mundial, Roma y Washington DC.

- Domínguez, M; Blancas, F; Guerrero, F; González, M. 2011. Una revisión crítica para la construcción de indicadores sintéticos. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, vol. 11, junio, 2011, pp. 41-70 Universidad Pablo de Olavide Sevilla, España Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=233118302004>.
- Earls, J. 1989. *Planificación agrícola andina*. Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (CIUP) y Corporación Financiera de Desarrollo (CIFIDE), Lima.
- Earls, J. 2006. *La agricultura andina frente a una globalización en desplome*. Lima CISEPA – PUCP.
- Earls, J. 2007. *Introducción a la Teoría de los Sistemas Complejos*. Serie: Cuadernos del IDEA-PUCP N° 1. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- Eresue, M. 1987. *Sistemas agrarios y transformaciones de la agricultura*. *Sistemas agrarios en el Perú*. Efraín Malpartida y Henry Poupon Compiladores y Editores.
- Estupiñán, J; González, O. 2012. *Narrativa conversacional, relatos de vida y tramas humanas: Hacia la comprensión de la emergencia del self en interacción en contextos ecológicos [Conversational narrative, stories of life and human frames: Towards the comprehension of the emergence of self interacting in ecological contexts]*. Bogotá: Universidad Santo Tomás.
- Fallot, A. 2013. *Guía metodológica PARDI - Problemática - Actores - Recursos - Dinámicas - Interacciones: Para el análisis de las dinámicas socio-ecológicas*. HAL archives-ouvertes.fr. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00933599>
- Etienne, M; Du Toit, D; Pollard, S. 2011. ARDI: A co-construction method for participatory modeling in natural resources management. *Ecology and Society* 16(1): 44. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss1/art44/>.

- Farhad, S. 2012. Los Sistemas Socio-Ecológicos. Una aproximación conceptual y metodológica. XIII Jornadas de Economía Crítica. Dpto. de Economía, Métodos cuantitativos e Historia económica. Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España.
- Ferrater, J. 1979. Diccionario de Filosofía. Tomo I. Editorial Sudamericana, Buenos Aires.
- Frey, U. & Cox, M. 2015. Building a diagnostic ontology of social-ecological systems. *International Journal of the Commons*, 9(2):595–618. Publisher: Uopen Journals URL: <http://www.thecommonsjournal.org> URN: NBN: N: UI: 10-1-117247.
- Folke, C; Carpenter, S; Elmqvist, T; Gunderson, L; Holling, C.S; Walker, B. 2002. Resilience and sustainable development: Building adaptative capacity in a world of transformations. *Ambio* 31:437 – 440.
- Folke, C. 2003. “Socio-ecological resilience and behavioural responses”. En: Biel, A., Hansson, B., Martensson, M., (Eds.). *Individual and structural determinants of environmental practice* (Págs. 226-287), Ashgate Publishers, London.
- Folke, C. 2006. Resilience: The Emergence of a Perspective for Social-Ecological Systems Analyses. *Global Environmental Change* 16: 253 – 267.
- Frey, U; Cox, M. 2015. Building a diagnostic ontology of social-ecological systems. *International Journal of the Commons*, 9(2):595–618. Publisher: Uopen Journals URL: <http://www.thecommonsjournal.org> URN: NBN: NL: UI: 10-1-117247.
- García, A. 2005. «El paisaje: una herramienta en el estudio detallado del territorio». *Kuxulkab’ Revista de Divulgación*, 14: 22-33.
- Gliessman, S.R. 2015. *Agroecology. The ecology of sustainable food systems*. 3rd Edition. Taylor & Francis. FL, USA. 364 p.
- GRL (Gobierno Regional de Lima). 2009. Plan de promoción de inversiones de la Región Lima. [http://www.regionlima.gob.pe/descargas/Plan\\_Inversiones.pdf](http://www.regionlima.gob.pe/descargas/Plan_Inversiones.pdf).

GRL (Gobierno Regional de Lima). 2018. Ubicación del distrito de Cajatambo, provincia de Cajatambo. <https://www.regionlima.gob.pe/>.

González, F. 1981. Ecología y Paisaje. Madrid: H. Blume. ISBN 84-7214-227-2.

González, F. 2011. Invitación a la ecología humana, la adaptación afectiva al entorno. Editorial Tecnos, Colección Status Quæstionis (2ª edición). Fundación Universitaria Fernando González Bernáldez y REE, Madrid. Grigg N., O'Connell A. & Walker B. 2015. Resilience assessment desktop case studies in Thailand and Niger. CSIRO, Australia.

Gutiérrez, J; Aguilera, L; González, C. 2008. Agroecología y sustentabilidad. Convergencia 15(46): 51-87 Revista de Ciencias Sociales. Universidad del Estado de México.

Haffter, G; Moreno, C. 2005. Significado biológico de la diversidad alfa, beta y gamma. Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España. P 5 – 18.

Heidegger, M. 2001. Introducción a la filosofía (2da. Edición). Madrid: FRÓNESIS.

Heidegger, M. 2005. La idea de la concepción del mundo. Barcelona: Herder.

Hammer, Ø. 2011. Refernce manual of PAST, Paleontological Statistics, version 2.09. Natural History Museum, University of Oslo. Norwegian. 214 p.

Hammer, Ø., Harper D.A.T. & Ryan P.D. 2016. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. v.3.14. 5Mb. <http://folk.uio.no/ohammer/past/>.

Holling, C.S. 1973. Resilience and Stability of Ecological Systems. Annual Review of Ecology and Systematics 4: 1 – 23.

Holling, C.S. 1998. Two cultures of ecology. Conservation Ecology 2(2): 4. URL: <http://www.consecol.org/vol2/iss2/art4/>.

- Holling, C. S. 2001. Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems* 4(5):390-405.
- Holling, C.S; Gunderson, L. 2002. Panarchy: understanding transformations in human and natural systems (63-102), EE. UU: Island Press.
- Holling, C. S; Gunderson, L; Peterson, G. 2002: "Sustainability and Panarchies", en: Gunderson, Lance y C.S. Holling (Eds.): Panarchy: understanding transformations in human and natural systems (63-102), EE. UU: Island Press.
- Hooker Cliff, ed. (2011) *Philosophy of Complex Systems*. Elsevier.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2015. Censos Nacionales 2007 XI de población y VI de vivienda. <http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/#>.
- INRENA. 1995. Mapa Ecológico del Perú. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Forestal y Fauna Silvestre. Lima. Perú.
- Jones, N; Ross, H; Timothy, L; Perez, P; Leitch, A. 2011. Mental models: an interdisciplinary synthesis of theory and methods. *Ecology and Society* 16(1):46. [Online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss1/art46>.
- Jorgensen, S. E. 1992. *Integration of Ecosystem Theories: A pattern*. Netherlands, Kluwer Academic Publishers. 383 p.
- Jørgensen, S.E; Marques, J.C; Nielsen, S.N. 2016. *Integrated Environmental Management. A Transdisciplinary Approach*. CRC Press. Taylor & Francis Group. 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300. Boca Raton, FL 33487-2742.
- Kaisler, S; Madey, G. 2009. *Complex Adaptive Systems: Emergence and Self-Organization Tutorial Presented at HICSS-42 Big Island, HI. University of Notre Dame*. 157 p.
- Kay, J; Regier, H; Boyle, M; Francis, G. 1999. An ecosystem approach for sustainability: addressing the challenge of complexity. *Futures*. 31(7):721-742.

- Lakatos, I. 1989. La Metodología de los Programas de Investigación Científica. Alianza Editorial S.A. Madrid.
- Levin, S.A. 2002. Complex Adaptative Systems: Exploring the known, the Un-Known and the Unknowable. Bulletin New Series of the American Mathematical Society 40(1):3 – 19.
- Magurran, A. 1988. Diversidad Ecológica y su Medición. Ediciones Vedra S.A. Madrid, España.
- March, J. 2005. Nuevos fundamentos de racionalidad ambiental a partir del análisis epistemológico de la evaluación de impacto ambiental. Cinta moebio 24: 265-287.
- Margalef, R. 1980. La biósfera: entre la termodinámica y el juego. Editorial Omega. Barcelona, ES. 236 p.
- Margalef, R. 1986. Ecología. Ediciones Omega. ISBN, 8428204055, 9788428204057.
- Margalef, R. 1992. Teoría de los sistemas ecológicos (2º ed.). Universitat de Barcelona. Barcelona, España.
- Masera, O; Astier, M; López, S. 2000. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. GIRA- Mundi-prensa, México.
- Merma, I; Julca, A. 2012. Descripción del medio y bases de zonificación del Alto Urubamba, Cusco, Perú. Ecología Aplicada 11(1): 13 – 21.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego) 2017. Producción Agrícola y Ganadera 2017 II-Trimestre. Boletín Estadístico de la Dirección general de seguimiento y Evaluación de Políticas – DGESEP y Dirección de Estadística Agraria (DEA).
- Minati, G; Pessa, E. 2002. Emergence in Complex, Cognitive, Social, and Biological Systems. Proceedings of the Second Conference of the Italian Systems Society. Springer Science Business Media New York. DOI 10.1007/978-1-4615-0753-6.



- Monserrat, P. 1965. Los sistemas agropecuarios. Publicado en Anales de Edafología y agrobiología. Tomo XXIV, Núms. 5 – 6. Madrid.
- Morales, J. 2005. Teoría narrativa de la psicología social en el modo de ser literario. Tesis doctoral del Departamento de Psicología Social, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Zaragoza. España. 84 p.
- MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). 2013. Rutas Departamentales o Regionales como parte integrante de la Red Vial Nacional. Resolución Ministerial No.024-2013-MTC/02.
- MPC (Municipalidad Provincial de Cajatambo). 2018. Plan de desarrollo concertado del distrito Cajatambo 2011-2021. <https://es.scribd.com/doc/170579026/Plan-Desarrollo-Concertado-Cajatambo>.
- Norberg, J; Cumming, G.S. 2008. Complexity theory for a sustainable future. Columbia University Press. New York.
- O'Connell, D; Walker, B; Abel, N; Grigg, N. 2015. The Resilience, Adaptation and Transformation Assessment Framework: from theory to application. CSIRO, Australia.
- Odenbaugh, J. 2001. Ecological Stability, Model Building, and Environmental Policy: A Reply to Some of the Pessimism. Philosophy of Science 68.
- Odum, E; Barret, G. 2008. Fundamentos de Ecología. Quinta Edición CENAGAGE Learning. México.
- Oosterheld, M. 2005. Los cambios de la agricultura argentina y sus consecuencias. Ciencia Hoy, 15:6-12.

- ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales). 1989. Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de las Microrregiones de Oyón y Cajatambo. Departamento de Lima. Lima – Perú: Informe, anexos y mapas. 635 p.
- Osorno-Acosta, V; Corrales-Roa, E. 2018. La Microcuenca de la quebrada San Cristóbal- Un sistema socioecológico en crisis. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 18(3). Universidad Nacional de Colombia.
- Ostrom, E; Cox, M. 2010. Moving beyond panaceas: a multi-tiered diagnostic approach for social-ecological analysis. *Environmental Conservation*. Workshop in Political Theory and Policy Analysis, Indiana University, Bloomington, IN 47408, USA. DOI: 10.1017/S0376892910000834.
- Parmesan, C; Yohe, G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421(6918):37–42.
- PCM (Presidencia del Consejo de Ministros) & GRL (Gobierno Regional de Lima). 2005. Estudio de diagnóstico y zonificación para el tratamiento de la demarcación territorial de la provincia de Cajatambo. Estudio técnico. Dirección Nacional Técnica de Demarcación Territorial y Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial. Huacho-Lima.
- Pauca, N. 2019. La cosmovisión en la sociedad incaica. Tesis para optar el grado de Magister en Filosofía con mención en Historia de la Filosofía. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.
- Pendall, R; Foster, K; Cowell, M. 2007. Resilience and Regions: Building understanding of the metaphor. Berkeley: Working paper of The Institute of Urban and Regional Development. Macarthur Foundation Research Network on Building Resilient Regions. University of California. <https://iurd.berkeley.edu/wp/2007-12.pdf>.
- Perales, A; Loli, O; Alegre, J; Camarena, F. 2009. Indicadores de sustentabilidad del manejo de suelos en la producción de arveja (*Pisum sativum* L.). *Ecología Aplicada*, 8(2):47 – 52.

- PCM (Presidencia del Consejo de Ministros) y GRL (Gobierno Regional de Lima). 2005. Estudio de diagnóstico y zonificación para el tratamiento de la demarcación territorial de la provincia de Cajatambo. Estudio técnico. Dirección Nacional Técnica de Demarcación Territorial y Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial. Huacho-Lima.
- Quinteros, Y. 2009. Etnobotánica y revaloración de los conocimientos tradicionales de la flora medicinal en Cajatambo, Lima. Tesis para optar el grado de Magister en Desarrollo Ambiental. Pontificia Universidad Católica del Perú. Escuela de Graduados. 128 p.
- Raskin, P. 2006. World Lines. Pathways, Pivots, and the Global Future, Boston: Tellus Institute.
- Real Academia Española. 2018. Diccionario de la lengua española. Consultado en <http://www.rae.es/rae.html>.
- Rebaudo, F; Dangles, O. 2014. Un modelo socio-ecológico para establecer escenarios de dinámica de bofedales frente a los cambios globales. *Ecología en Bolivia* 49(3):141-153. ISSN 1605-2528.
- Restrepo, R. 1998. Cosmovisión, pensamiento y cultura. *Revista Universidad Eafit*, Julio-Agosto-Setiembre: 33 – 42.
- Riesco, P; Gómez, J; Alvarez, D. 2008. Región, comarca, lugar: escalas de referencia en la metodología del paisaje. *Cuadernos Geográficos*, 43 (2008-2): 227-255.
- Rioseco, R; Naranjo, G; Henríquez, M. 2018. Sistemas agrarios de Chile. Instituto de Geografía. Pontificia Universidad Católica de Chile. [www.uc.cl/sw\\_educ/geografia/sistemas agrarios de Chile](http://www.uc.cl/sw_educ/geografia/sistemas%20agrarios%20de%20chile).
- Rivera, G. 2001. Cajatambo: sus fiestas y costumbres. Servigraf 2001. Lima.

- Rodríguez, E. 1986. Organización comunal y desarrollo agropecuario en las comunidades campesinas de Cajatambo, en la sierra de Lima. En: Comunidad campesina y empresa comunal / Editado por Carlos Barrios Napuri, Mario Padrón Castillo -- Lima: DESCO, 1986. p. 83-96.
- Rodríguez, E. 1990. Cajatambo: experiencia de un desarrollo posible. Lima: CEDEP, 1990. 76 p.
- Rodríguez, L. 1996. Diversidad biológica del Perú: Zonas Prioritarias para su Conservación. Proyecto FANPE, GTZ-INRENA, Lima.
- Santistevan, M; Julca, A; Borjas, R; Hidalgo, O. 2014. Caracterización de fincas cafetaleras en la localidad de Jipijapa (Manabí, Ecuador). *Ecología Aplicada* 13(2):187 – 192.
- Sánchez, E; Falero, M. 2015. ¿A qué paradigma de gestión de la naturaleza adscribe la normativa peruana sobre calidad ambiental? *Ecología Aplicada*, 14(2): 163-174. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v14i1-2.93>.
- Sánchez, E; Quinteros, Z. 2017. Pertinencia del concepto de estándar de calidad ambiental (ECA) en la gestión de sistemas ambientales con varios estados alternativos. Estudio de caso de una experiencia peruana. *Ecología Aplicada*, 16(2):151 – 164. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v16i2.1019>.
- Sarandón, S; Flores, C. 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de la Plata. E-Book: ISBN 978-950-34-1107-0.
- Sarandón, S. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En *Agroecología: El Camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas (E.CA), p. 393-414.
- Sarandón, S; Zuluaga, M; Cieza, R; Gómez, C; Janjetic, L; Negrete, E. 2006. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología* (Vol. 1). La Plata.

- Sarandón, S. 2008. La agroecología en la formación de profesionales de la Agronomía: una necesidad para una agricultura sustentable. VIII Congreso SEAE, Bullas, Murcia.
- Schianetz, K; Kavanagh, L. 2008. “Sustainability Indicators for Tourism Destinations: A Complex Adaptive Systems Approach using Systemic Indicator Systems” en *Journal of Sustainable Tourism* 16(6):601-628.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). 2018. Datos hidrometeorológicos. <http://www.senamhi.gob.pe>.
- Urquiola, R. 2017. Teoría General de Sistemas. Universidad. Fermín Toro. Ministerio del Poder Popular para la Educación Universitaria, Ciencia y Tecnología. Venezuela.
- Vélez, P. 2015. ¿Ontología u Ontologías? *Disputatio. Philosophical Research Bulletin*, 4(5):299–339. ISSN: 2254-0601. [www.disputatio.eu](http://www.disputatio.eu).
- Walker, B; Holling, C.S; Carpenter, S.R; Kinzig, A. 2004. Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and Society* 9(2): 5. URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5>.
- Walker, B; Meyers, J. 2004. Thresholds in Ecological and Social-Ecological Systems: A Developing Database. *Ecology and Society* 9 (2): 3. [on line] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art3/>.
- Walker, B; Gunderson, L; Kinzig, A; Folke, C; Carpenter, S; Schultz, L. 2006: “A Handful of Heuristics and Some Propositions for Understanding Resilience in Social Ecological Systems” en *Ecology and Society* 11(1), 3.
- Walsh Perú S.A. 2009. Estudio de Impacto Ambiental de la Central Hidroeléctrica Rapay Salto 1 y Salto 2. SN Power. Lima.
- Waltner-Toews, D; Kay, J. 2005. The evolution of an ecosystem approach: the diamond schematic and an adaptive methodology for ecosystem sustainability and health. *Ecology and Society* 10(1): 38. <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art38/>.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Formato de encuesta para el productor agrario de Cajatambo

Nombres y Apellidos: Dirección (Anexo, zona, centro poblado, Caserío):
1.- Sexo del responsable de la parcela: Hombre (    )      Mujer (    )
2.- Edad del responsable de la parcela (años):
3.- Nivel de instrucción del responsable de la parcela:      Ninguno (    ) Primaria (    )    Secundaria (    )    Técnico (    )      Universitario (    )
4.- Número de personas que viven en el hogar:
5.- En su casa usted tiene: Agua potable (    )    Luz (    )    Desagüe (    )    Teléfono (    )
6.- En su pueblo usted tiene: Escuela (    )    Colegio (    )    Posta Médica (    )
7.- Dónde reside el responsable de la parcela: Chacra (    )    Centro poblado (    )    Ciudad (    )
8.- Realiza actividades no agrícolas: Comercio (    )    Funcionario público (    )    Otros:
9.- Número de hectáreas en propiedad o posesión:    Secano:      Riego:
10.- El agua de riego, le parece suficiente:
11.- Cómo se organiza la administración del agua:
12.- Tiene título de propiedad: Si (    )      No (    )
13.- Pertenece a una organización de: Productores (    )    Deportiva (    )    Religiosa (    )    Otra:
14.- Que cultivos tiene: (1):      (2):      (3):
15.- Si tiene maíz: señale la variedad y el uso (Cancha, mote, choclo, chochoca, otros) <p style="margin-left: 20px;">A. Variedad 1: _____ Uso: _____</p> <p style="margin-left: 20px;">B. Variedad 2: _____ Uso: _____</p> <p style="margin-left: 20px;">C. Variedad 3: _____ Uso: _____</p> <p style="margin-left: 20px;">D. ¿Cuáles son los factores limitantes para el cultivo de maíz?                      Heladas (    )    Plagas (    )    Enfermedades (    )    Kikuyo (    )</p> <p style="margin-left: 20px;">E. ¿Dónde cultiva? _____</p> <p style="margin-left: 20px;">F. ¿Cómo consigue la semilla? ¿Compra o intercambia?: _____</p> <p style="margin-left: 20px;">G. ¿Cómo selecciona su semilla? _____</p> <p style="margin-left: 20px;">H. ¿De qué localidad proceden sus semillas? _____</p> <p style="margin-left: 20px;">I. ¿Cuál era la fuente de semillas que usaban hace 30 años?</p>
16.- Área (hectáreas) cultivada:

17.- Para producir usted usa:	
Semilla certificada ( ) Almácigos ( ) Fertilizantes ( ) Compost ( ) Insecticidas ( ) Fungicidas ( ) Plantas injertadas ( ) Otros:	
18.- Rendimiento de cultivo principal (t/ha):	Destino de la producción:
19.- ¿Qué tipo de agricultura realiza?: Convencional ( ) Orgánico certificado ( )	
20.- La calidad de su producto lo define por: Tamaño ( ) Color ( ) Forma ( ) Presentación ( )	
21.- ¿Dónde vende su producto?: Chacra ( ) Cooperativa ( ) Pueblo ( ) Lima ( ) Exporta ( ) Otro:	
22.- Precio de venta del producto principal en la última campaña (S/. x kg):	
23.- ¿Tiene otra actividad económica, además de la agricultura y crianza de animales?: Si ( ) No ( )	
24.- Si realiza otra actividad económica, esta es: Artesanía ( ) Pesca ( ) Comercio ( ) Crianza de animales ( ) Otra:	
25.- Sus ingresos mensuales provienen de: Agricultura ( ) Artesanía ( ) Pesca ( ) Comercio ( ) Crianza de animales ( ) Otra:	
26.- ¿Recibe capacitación en producción agrícola?: Si ( ) No ( )	
27.- ¿De quién recibe capacitación?: Ministerio Agricultura ( ) ONG ( ) Organización productores ( ) Otro:	
28.- ¿En qué temas de producción agrícola ha recibido capacitación? Almácigos ( ) Fertilización ( ) Producción de Compost ( ) Control de plagas y enfermedades ( ) Cosecha y Beneficio ( ) Comercialización ( ) Otro:	
29.- ¿En que temas de producción agrícola le gustaría ser capacitado? Almácigos ( ) Fertilización ( ) Producción de Compost ( ) Control de plagas y enfermedades ( ) Cosecha y Beneficio ( ) Comercialización ( ) Otro:	
30.- Producción agropecuaria: Vacuno ( ) Cantidad: _____ Ovino ( ) Cantidad: _____ Camélidos ( ) Cantidad: _____ Porcino ( ) Cantidad: _____ Otros :	
31.- Manejo por especie (Extensivo, Semi-extensivo, Intensivo): Vacuno: _____ Ovino: _____ Camélido: _____ Porcino: _____ Otros: _____	
32.- Destino de la producción:	

**Anexo 2.** Resultados de la encuesta a los productores de Cajatambo 2015

Anexo 8.2-a		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9		V10	V11
No.	C l a v e	1. Sexo M=0, H=1	E d a d	3.Nivel de instruc ción (0,1,2,3, 4)	4. Nro. de perso nas en el hogar	5. Nro.ser vicios domicil iarios	6. Nro.se rvicios públic os	7. ¿Dónde reside? Chacra=0 Pueblo=1	8. ¿Realiza actividades no agrícolas? N=0,FP=1, C=2, O=3	9. Nro de has en propiedad o		10. El agua de riego, ¿es suficien te? No=0, Si=1	
										9.1 Secano	9.2 Riego		
1	C1	1	33	4	1	4	3	1	1	SD	SD	1	
2	C2	0	51	4	5	4	3	1	1	SD	0.5	0	
3	C3	1	50	2	4	4	3	1	1	0	0.25	1	
4	Co1	1	35	2	5	4	3	1	3	0.5	1	1	
5	C4	1	23	3	7	4	3	1	1	sd	sd	0	
6	C5	0	38	4	0	4	3	1	1	0	0	0	
7	U1	1	54	3	2	4	3	1	3	0	1	0	
8	M1	1	26	3	8	3	1	1	3	sd	sd	0	
9	Co2	1	31	3	3	4	3	1	3	0	0	0	
10	C6	1	26	2	5	4	3	1	3	2	3	0	
11	C7	1	45	3	6	4	3	1	3	sd	sd	1	
12	C8	1	50	4	3	4	3	0	1	0	3	0	
13	C9	0	80	0	1	2	3	1	0	sd	sd	0	
14	C10	1	37	2	4	4	3	1	3	sd	sd	0	
15	C11	0	59	0	2	3	3	1	0	sd	sd	0	
16	C12	0	40	1	sd	4	3	1	2	sd	sd	sd	
17	C13	0	49	2	6	4	3	1	3	0	0.25	1	
18	C14	0	sd	1	sd	3	3	1	0	sd	sd	sd	
19	C15	0	sd	2	4	4	3	1	2	0	2	0	
20	C16	1	80	2	5	4	3	1	0	1	0.75	1	
21	C17	1	75	1	4	3	3	1	0	sd	2.25	0	
22	C18	1	36	2	3	3	3	1	0	sd	sd	sd	
23	C19	0	81	1	sd	3	3	0	3	sd	sd	1	
24	C20	0	60	1	5	3	3	1	3	0.25	0	0	
25	C21	0	32	2	6	4	3	1	0	0	2	1	
26	C22	1	52	4	4	4	3	1	0	3	0	0	
27	C23	0	37	1	9	3	3	1	0	1	1	0	
28	C24	1	54	2	1	4	3	1	0	5	0	1	
29	C25	1	60	2	3	3	3	1	2	2	0	0	
30	C26	1	74	2	2	3	3	1	0	4	0	1	
31	C27	1	86	1	4	3	3	1	0	0	5	0	
32	C28	1	50	4	3	4	3	1	1	4	6	1	
33	C29	0	76	1	5	4	3	1	0	5	8	0	
34	H1	0	86	1	1	3	3	1	0	6	3	0	
35	C30	1	50	4	4	4	3	1	1	1	4	0	
36	C31	1	66	4	4	4	3	1	1	0	2	1	
37	C32	0	76	2	3	4	3	1	0	2	3	1	
38	G1	1	51	4	3	4	3	1	3	0	2	1	
39	Ur1	0	37	2	6	2	2	1	3	10	2	0	
40	C33	0	43	1	9	3	3	1	3	0.5	0.5	0	
41	U2	0	70	0	1	3	3	1	0	0.25	0.25	0	
42	M2	1	18	2	5	3	2	1	2	1	1	0	
43	U3	0	69	1	3	3	3	1	0	0.5	0	0	
44	U4	1	56	1	2	3	3	0	2	0.25	2	0	



**Continuación...**

45	U5	1	48	0	0	3	3	1	0	0.5	0	0
46	U6	1	50	2	3	3	3	1	0	0	1	0
47	U7	1	56	1	4	3	3	1	0	sd	sd	0
48	U8	1	53	2	5	3	3	1	0	0.5	1.5	0
49	U9	1	54	1	3	3	3	1	0	1.5	1.5	0
50	U10	1	59	4	6	3	3	1	0	sd	sd	0
51	U11	1	79	1	2	3	3	1	3	0.5	0	1
52	U12	0	59	0	2	3	3	1	0	0.25	0	0
53	U13	1	49	0	4	3	3	1	0	sd	sd	1
54	U14	0	48	1	5	3	3	1	3	sd	sd	1
55	U15	0	50	1	4	0	3	1	3	0.25	sd	1
56	U16	1	sd	2	sd	3	3	1	3	sd	sd	0
57	U17	1	sd	1	sd	2	3	1	3	sd	sd	sd
58	U18	1	sd	0	sd	2	3	1	3	sd	sd	0
59	U19	0	sd	1	sd	2	3	1	3	sd	sd	sd
60	U20	0	sd	0	sd	3	3	1	3	sd	sd	0
61	C34	1	85	2	4	4	3	1	3	20	5	0
62	C35	1	50	4	4	4	3	1	2	0	3	0
63	U21	1	38	2	6	4	3	1	2	3	3	0
64	C36	0	51	2	4	4	3	1	1	0	1	0
65	C37	0	55	4	5	4	3	1	1	0	2	0
66	C38	1	55	4	2	4	3	1	1	6	2	1
67	C39	0	76	1	2	3	3	1	2	sd	sd	0
68	C40	0	45	2	sd	3	3	1	0	sd	sd	0
69	C41	0	30	1	6	2	3	1	3	sd	sd	1
70	C42	0	33	2	4	3	3	1	3	sd	sd	1
71	C43	0	35	2	4	3	3	1	2	sd	sd	1
72	C44	0	58	0	3	3	3	1	0	sd	sd	0
73	C45	1	20	3	6	3	3	1	1	1	2	1
74	A1	1	38	2	5	4	1	1	2	7	4	0
75	A2	1	44	3	4	4	1	1	3	3	1	0
76	C46	1	33	3	8	4	3	1	3	0	1	1
77	C47	1	41	3	4	3	3	1	3	1	0	0
78	Co3	1	22	3	5	3	3	1	2	7	12	0
79	C48	0	28	3	3	4	3	1	2	3	0	1
80	C49	0	35	3	4	3	3	1	2	sd	sd	1
81	Ma1	1	49	3	2	4	2	1	1	0	1	1
82	Co4	1	37	2	4	2	3	1	3	0.5	0	0
83	A3	0	33	2	5	3	2	1	0	0.5	1	0
84	L1	1	68	1	2	3	3	0	3	1	2.5	0
85	C50	0	34	2	8	3	1	1	0	0.3	0.5	0
86	A4	1	72	2	2	3	1	1	0	0	0.5	0
87	A5	1	40	2	6	3	1	1	0	sd	sd	0
88	A6	1	24	1	2	3	1	1	0	2	1	0
89	C51	0	64	1	4	3	1	1	0	0.5	0	0
90	A7	1	39	2	5	3	1	1	0	0.5	sd	1
91	A8	1	55	2	2	3	1	1	0	1.5	0.5	0
92	C52	1	45	4	5	4	3	1	2	0	1	1
93	C53	1	44	3	5	4	3	1	1	0	3.5	1
94	C54	1	38	3	4	4	3	1	0	2	3	0
95	C55	0	59	1	2	4	3	1	0	0	0	0
96	C56	1	45	3	sd	4	3	1	1	sd	sd	1
97	C57	1	54	4	3	4	3	1	1	1	sd	1

**Continuación...**

Anexo 8.2-b		V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20
No.	C l a v e	11. ¿Cómo se organiza la adm. del agua?	12. ¿Tiene título de propiedad? No=0, Si=1	13. Participa o pertenece a una organización de productores. No=0, Si=1	14a. Nro. De especies de cultivos que produce	14b. Cultivo principal	15a. Nro. Varieda des de maiz	15b. Nro. De usos del maiz	15c. Nro. De factores limitantes (0, 1,2,3,4)	15d. ¿Dónde cultiva maíz?
1	C1	comité	0	0	3	maiz	3	5	4	Cajatambo
2	C2	comité	0	0	1	maiz	3	5	4	Andahuaylas
3	C3	comité	1	1	1	maiz	2	5	2	Puris
4	Co1	Comité	0	0	2	maiz	1	1	1	Copa
5	C4	comité	1	1	2	papa	0	0	2	Cajatambo
6	C5		0	0	0	0	sd	sd	sd	0
7	U1	comité	0	0	2	maiz	1	4	3	Utcas
8	M1	comité	0	0	3	maiz	2	5	4	Mangas
9	Co2	comité	0	0	3	maiz	2	5	3	Copa
10	C6	comité	0	0	3	papa	3	5	4	Uramaza
11	C7	comité	0	0	3	maiz	3	5	4	Urc., Laq. y Pt
12	C8	Comité	1	1	4	frutales	2	2	2	Puris
13	C9	comité	1	0	1	maiz	2	5	4	Urpaycocha
14	C10	comité	1	1	1	maiz	2	5	4	Querochacay
15	C11	comité	0	0	1	maiz	3	5	4	Puris
16	C12		0	0	1	maiz	1	2	0	Cajatambo
17	C13	comité	0	0	2	papa	3	3	0	Cajatambo
18	C14		0	0	1	maiz	1	2	3	Shucsha
19	C15	comité	1	0	3	papa	2	4	4	Jagapampa
20	C16	comité	1	1	4	papa	3	5	3	Jagapampa
21	C17	comité	1	1	3	papa	3	5	4	Cruzirca
22	C18		1	0	3	maiz	3	5	3	Cajatambo
23	C19	comité	1	0	1	maiz	2	2	1	Querochacay
24	C20	comité	0	0	1	maiz	1	1	1	Querochacay
25	C21	comité	0	0	2	papa	2	1	2	Jaga., Cruzirca
26	C22	comité	0	1	1	papa	2	5	1	Puris
27	C23	comité	1	0	2	maiz	3	4	2	Jaga., Pur., Que
28	C24	comité	1	0	1	alfalfa	0	0	2	Cajatambo
29	C25	comité	1	0	3	alfalfa	3	5	2	Jagapampa
30	C26	comité	1	0	6	papa	1	1	0	Cajatambo
31	C27	Comité	1	0	3	trigo	3	5	1	Puris
32	C28	comité	1	1	2	frutales	3	5	2	Puris
33	C29	comité	1	0	7	alfalfa	4	5	3	Jaga., Ocopata
34	H1	comité	1	1	4	alfalfa	2	5	1	Cajatambo
35	C30	comité	1	1	3	trigo	2	5	0	Cajatambo
36	C31	comité	1	0	1	alfalfa	2	5	0	Gutu
37	C32	comité	1	0	2	maiz	2	5	1	Mani
38	G1	libre	1	0	3	maiz	4	5	1	Gorgor
39	Ur1	Comité	0	0	1	maiz	4	5	1	Uramasa
40	C33	Comité	0	0	0	0	0	0	0	0
41	U2	comité	0	1	1	maiz	3	5	1	Utcas
42	M2	comité	0	1	3	maiz	3	5	2	Nanis
43	U3	Comité	0	1	2	maiz	3	2	2	Utcas
44	U4	Comité	0	0	2	maiz	4	5	3	Utcas

**Continuación...**

45	U5	comité	0	0	1	maiz	3	5	1	Utcas
46	U6	Comité	0	0	1	maiz	3	5	4	Utcas
47	U7	Comité	0	0	1	maiz	3	5	4	Utcas
48	U8	comité	0	0	3	maiz	3	5	1	Utcas
49	U9	comité	0	0	4	maiz	3	5	3	Utcas
50	U10	Comité	0	0	2	maiz	3	5	4	Utcas
51	U11	Comité	0	1	1	maiz	1	1	3	Utcas
52	U12	Comité	0	0	1	maiz	1	1	0	Utcas
53	U13	comité	0	0	1	maiz	3	5	0	Utcas
54	U14	comité	0	0	1	maiz	3	5	2	Utcas
55	U15	comité	0	0	1	maiz	3	5	2	Utcas
56	U16	comité	0	0	1	maiz	3	5	2	Utcas
57	U17		0	0	1	maiz	3	5	3	Utcas
58	U18	comité	0	0	1	maiz	3	5	4	Utcas
59	U19		sd	0	4	maiz	3	5	2	Utcas
60	U20	comité	sd	0	3	maiz	3	5	4	Utcas
61	C34	comité	1	1	1	alfalfa	0	0	1	Puris
62	C35	comité	1	0	3	maiz	1	1	3	Ayirca
63	U21	comité	0	0	4	maiz	3	5	1	Utcas
64	C36	comité	0	0	4	papa	3	5	0	Jagapampa
65	C37	comité	1	0	2	alfalfa	0	0	2	Guñoj
66	C38	comité	1	1	2	alfalfa	3	5	2	ruzjirca, Urcay
67	C39	comité	0	0	1	maiz	3	5	4	Huarnijirca
68	C40	comité	1	0	2	maiz	3	5	3	Puris
69	C41	comité	1	0	1	maiz	3	5	3	Querochacay
70	C42	comité	1	0	2	papa	3	5	3	Querochacay
71	C43	comité	1	0	3	papa	3	5	3	Cajatambo
72	C44	comité	1	0	1	maiz	3	5	4	Jajapampa
73	C45	comité	1	1	3	papa	3	5	2	Laquiar
74	A1	comité	1	1	2	forraje	0	0	0	Cajatambo
75	A2	comité	1	1	3	papa	3	5	4	Ocopata
76	C46	comité	1	1	3	papa	3	5	1	Cajatambo
77	C47	comité	1	0	3	papa	1	1	3	Cajatambo
78	Co3	comité	1	0	3	papa	3	5	4	Copa
79	C48	comité	1	1	1	maiz	1	1	1	Cajatambo
80	C49	comité	1	0	3	papa	0	0	2	Cajatambo
81	Ma1	comité	1	0	2	maiz	1	1	2	Manás
82	Co4	comité	0	1	1	maiz	3	5	2	Copa
83	A3	comité	1	1	3	maiz	3	5	2	Puris
84	L1	comité	0	0	3	maiz	2	2	0	Locchi
85	C50	comité	0	1	2	papa	3	5	2	Rucushtama
86	A4	comité	0	1	3	papa	3	5	1	Jajapampa
87	A5	comité	0	1	3	papa	2	2	0	Laquiar
88	A6	comité	1	1	3	papa	3	5	3	Querochacay
89	C51	comité	1	0	3	maiz	2	2	3	Jagapampa
90	A7	comité	1	0	4	maiz	3	5	2	Querochacay
91	A8	comité	1	0	2	maiz	2	2	2	Astobamba
92	C52	comité	1	1	1	forraje	0	0	1	Cajatambo
93	C53	comité	0	0	2	forre	0	0	1	Huantar
94	C54	comité	1	1	2	forraje	0	0	1	Huantar
95	C55	comité	1	0	2	papa	3	5	3	Cajatambo
96	C56	comité	0	0	1	maiz	3	5	0	Cajatambo
97	C57	comité	1	0	2	maiz	3	5	3	Cajatambo

**Continuación...**

Anexo 8.2-c		V21	V22	V23	V24	V25	V26	V27	V28
No.	C l a v e	15e. Semilla- maiz: propia=0, intercambia= 1, compra=3	15f. ¿Cómo selecciona semilla? Tamaño=1,co lor=2, ambos=3	15g. ¿De qué localidad proceden sus semillas?	15h. ¿Cuál era la fuente de semillas hace 30 años?	16. Hectáreas sembradas con cultivos agrícolas	17a. No. De insumos que usa para producir	18a. Destino del cultivo principal	19. Qué tipo de agricultura realiza? Tradicional=0, Convencional= 1
1	C1	1	1	Cajatambo	Cajatambo	SD	3	autoc-venta	1
2	C2	2	1	Utcas	Ancash	SD	0	autoconsumo	1
3	C3	2	3	Cajatambo	Cajatambo	0.25	0	autoc-venta	0
4	Co1	1	1	Copa	Intercambio	1.5	1	autoc-venta	0
5	C4	2	1	Cajatambo	Intercambio	SD	1	autoconsumo	1
6	C5	sd	sd	sd	sd	sd	0	sd	0
7	U1	1	1	Utcas	Cajatambo	0.75	0	autoc-venta	1
8	M1	1	1	Cajatambo	Cajatambo	sd	0	autoc-venta	0
9	Co2	1	1	Cajatambo	Cajatambo	sd	0	autoc-venta	1
10	C6	3	3	Utcas	Cajatambo	1	3	autoc-venta	0
11	C7	2	3	Cajatambo	Cajatambo	0.75	4	autoc-venta	0
12	C8	1	1	Cajatambo	Cajatambo	1	3	autoc-venta	0
13	C9	1	1	Cajatambo	Cajatambo	sd	0	autoconsumo	1
14	C10	2	1	Cajatambo	Cajatambo	sd	0	autoconsumo	1
15	C11	2	1	Utcas	Cajatambo	sd	0	autoconsumo	0
16	C12	0	2	Cajatambo	Cajatambo	sd	0	autoconsumo	0
17	C13	0	2	Cajatambo	Cajatambo	sd	0	autoconsumo	0
18	C14	0	2	Cajatambo	Cajatambo	sd	2	autoconsumo	1
19	C15	2	1	Utcas	Cajatambo	2	2	autoconsumo	1
20	C16	0	1	Cajatambo	Cajatambo	0.5	1	autoconsumo	1
21	C17	2	1	Utcas	Utcas	0.75	0	autoc-venta	1
22	C18	1	1	Cajatambo	Cajatambo	sd	3	autoconsumo	1
23	C19	0	1	Cajatambo	Cajatambo	sd	1	autoc-venta	1
24	C20	1	2	Cajatambo	Cajatambo	sd	1	autoconsumo	1
25	C21	2	1	Utcas	Utcas	1	0	autoconsumo	1
26	C22	1	1	Cajatambo	Cajatambo	1.5	1	autoc-venta	0
27	C23	2	1	Utcas	Cajatambo	0.75	0	autoc-venta	0
28	C24	2	sd	Lima	Poquian	sd	1	autoconsumo	0
29	C25	1	1	Utcas	Utcas	1	1	autoc-venta	0
30	C26	1	1	Cajatambo	Cajatambo	2	2	autoc-venta	0
31	C27	2	1	Cajatambo	Cajatambo	1	0	autoconsumo	1
32	C28	0	3	Puris, Mani	Puris y Utcas	3	3	autoc-venta	1
33	C29	0	1	Utcas	Cajatambo	6	2	autoc-venta	0
34	H1	2	3	Huancapón	Cajatambo	3	1	autoc-venta	1
35	C30	1	1	Cajatambo	Cajatambo	sd	1	autoc-venta	1
36	C31	2	1	Cajatambo	Cajatambo	2	0	autoconsumo	1
37	C32	1	3	Puris, Mani	Utcas	2	0	autoc-venta	0
38	G1	2	2	Rajanya	Cajatambo	1	0	autoconsumo	1
39	Ur1	2	1	Uramasa	Uramasa	sd	1	autoconsumo	0
40	C33	sd	sd	sd	sd	sd	0	autoconsumo	1
41	U2	2	1	Utcas	Utcas	0.25	1	autoc-venta	0
42	M2	1	1	Nanis	SD	SD	2	autoconsumo	0
43	U3	1	1	Utcas	Utcas	0.5	0	sd	0
44	U4	1	1	Utcas	Utcas	2	0	sd	0

**Continuación...**

45	U5	1	1	Utcas	Utcas	sd	0	sd	0
46	U6	1	3	Utcas	Utcas	sd	0	sd	0
47	U7	1	1	Utcas	Utcas	sd	0	sd	0
48	U8	1	3	Utcas	Utcas	3.5	0	sd	0
49	U9	0	3	Utcas	Utcas	0.5	0	sd	0
50	U10	0	1	Utcas	Utcas	sd	0	sd	0
51	U11	0	2	Utcas	Utcas	0.75	0	sd	0
52	U12	0	3	Utcas	Utcas	0.25	0	sd	0
53	U13	1	1	Utcas	Utcas	sd	0	sd	0
54	U14	1	3	Utcas	Utcas	sd	0	sd	0
55	U15	1	3	Utcas	Utcas	sd	0	sd	0
56	U16	0	2	Utcas	Utcas	sd	0	sd	0
57	U17	0	1	Utcas	Utcas	sd	0	sd	0
58	U18	0	2	Utcas	Utcas	sd	0	sd	0
59	U19	0	1	Utcas	Utcas	sd	0	sd	0
60	U20	0	2	Utcas	Utcas	sd	0	sd	0
61	C34	0	1	Lima	Poquián	sd	1	autoconsumo	1
62	C35	1	0	Utcas	Cajatambo	3	1	autoconsumo	0
63	U21	0	2	Utcas	Utcas	2	1	autoc-venta	1
64	C36	1	3	Cajatambo	Cajatambo	1	0	autoc-venta	1
65	C37	1	1	sd	sd	sd	0	autoc-venta	1
66	C38	1	1	Utcas	Utcas	sd	0	autoconsumo	1
67	C39	1	1	Cajatambo	Cajatambo	sd	0	autoconsumo	1
68	C40	1	1	Cajatambo	Cajatambo	sd	0	autoconsumo	1
69	C41	1	1	Cajatambo	Cajatambo	sd	0	autoconsumo	1
70	C42	2	1	Cajatambo	Cajatambo	sd	0	autoconsumo	1
71	C43	1	1	Cajatambo	Cajatambo	sd	0	autoconsumo	1
72	C44	2	1	Utcas	Utcas	sd	0	autoconsumo	1
73	C45	2	2	Utcas	Utcas	0.5	1	autoc-venta	1
74	A1	0	0	0	sd	sd	2	autoconsumo	1
75	A2	2	3	Utcas	Utcas	sd	1	autoc-venta	1
76	C46	0	2	Cajatambo	Cajatambo	sd	4	autoc-venta	0
77	C47	2	2	Tarma	Cajatambo	sd	4	autoc-venta	0
78	Co3	2	3	Ancash	Copa	sd	0	autoc-venta	1
79	C48	0	2	Cajatambo	Cajatambo	1	1	autoconsumo	0
80	C49	2	0	Cajatambo	Cajatambo	sd	0	autoconsumo	0
81	Ma1	2	2	Costa	Cajatambo	1	5	autoc-venta	1
82	Co4	1	2	Copa	Cajatambo	0.5	1	autoc-venta	0
83	A3	1	1	Utcas	Cajatambo	1	2	autoc-venta	0
84	L1	2	1	Barranca	Cajatambo	0.25	2	autoc-venta	1
85	C50	2	2	Utcas	Cajatambo	0.5	1	autoconsumo	1
86	A4	0	2	Astobamba	Astobamba	0.3	0	autoconsumo	0
87	A5	2	1	Utcas	Astobamba	0.5	0	autoconsumo	0
88	A6	0	3	Astobamba	Astobamba	0.3	0	autoconsumo	1
89	C51	2	2	Cajatambo	Cajatambo	0.5	0	autoconsumo	0
90	A7	2	3	Barranca	Cajatambo	0.6	0	autoc-venta	0
91	A8	0	2	Utcas	Utcas	0.3	0	autoconsumo	0
92	C52	2	sd	sd	sd	sd	0	autoc-venta	1
93	C53	2	1	Barranca	Cajatambo	3.5	1	autoc-venta	1
94	C54	2	1	Barranca	Poquián	3	0	autoc-venta	1
95	C55	2	1	Cajatambo	Cajatambo	sd	0	autoc-venta	1
96	C56	0	1	SD	SD	SD	0	autoc-venta	1
97	C57	2	1	Cajatambo	Cajatambo	0.5	0	autoc-venta	1

**Continuación...**

Anexo 8.2-d		V29	V30	V31	V32	V33	V34	V35	V36	V37
No.	C l a v e	20a. No. criterios que definen calidad del producto	21. Dónde vende su producto?	22. Precio de venta del producto principal en la última campaña	23. Tiene otra actividad económica además de agricultura? No=0, Sí=1	24a. Realiza crianza de animales. No=0, Sí=1	25a. Nro.de actividades económicas	26. Recibe capacitación en producción agrícola: No=0, Sí=1	27. Instituciones de capacitación	28. Nro. Temas de prod. Agríc. En que ha recibido capacitación
1	C1	2	Cajatambo	1.5	1	0	1	1	3	1
2	C2	1	Cajatambo	sd	1	1	3	0	0	0
3	C3	4	Cajatambo	5	1	1	1	1	1	6
4	Co1	1	Copa	4	0	1	1	0	3	1
5	C4	2	Cajatambo	sd	0	1	2	0	0	0
6	C5	0	sd	sd	0	0	0	0	0	0
7	U1	2	Utcas	2.5	1	0	2	0	2	1
8	M1	2	Mangas	1	0	1	1	0	0	2
9	Co2	2	Copa	1	0	1	1	0	0	0
10	C6	1	Cajatambo	5	1	1	1	1	3	1
11	C7	4	Cajatambo	1	1	0	2	1	3	2
12	C8	2	Cajatambo	3	1	1	3	0	0	0
13	C9	1	Cajatambo	sd	0	1	2	0	0	0
14	C10	1	Cajatambo	sd	0	1	2	1	1	1
15	C11	1	Cajatambo	sd	1	1	1	0	0	0
16	C12	0	Cajatambo	sd	1	0	1	0	0	1
17	C13	sd	Cajatambo	sd	sd	sd	sd	sd	sd	0
18	C14	0	Cajatambo	sd	1	1	1	0	0	0
19	C15	2	Cajatambo	sd	1	0	1	1	1	2
20	C16	3	Cajatambo	sd	1	1	3	1	1	1
21	C17	2	Cajatambo	1.5	0	0	2	1	1	1
22	C18	1	Cajatambo	sd	1	1	3	0	0	0
23	C19	3	Cajatambo	5	0	0	1	0	0	0
24	C20	1	Cajatambo	sd	0	0	1	0	0	0
25	C21	1	Cajatambo	sd	0	1	1	1	1	1
26	C22	1	Cajatambo	3.5	1	1	1	0	0	0
27	C23	2	Cajatambo	5.3	0	0	1	0	0	0
28	C24	1	Cajatambo	sd	1	0	1	0	0	0
29	C25	2	Cajatambo	6	1	1	2	1	3	1
30	C26	1	Cajatambo	1.8	0	0	1	0	0	0
31	C27	1	Cajatambo	sd	0	0	0	0	0	0
32	C28	4	Cajatambo	4	1	1	2	1	1	2
33	C29	3	Cajatambo	5	0	1	2	0	3	0
34	H1	4	Huancapón	2.5	0	1	1	0	0	0
35	C30	1	Cajatambo	3.5	1	0	1	0	0	0
36	C31	1	Cajatambo	sd	1	1	2	0	0	0
37	C32	1	Cajatambo	3.5	1	1	3	0	0	0
38	G1	1	Gorgor	sd	1	1	2	0	0	0
39	Ur1	1	Uramasa	sd	1	0	2	0	0	0
40	C33	0	Cajatambo	sd	1	0	1	0	0	0
41	U2	2	Utcas	5	0	0	1	0	0	0
42	M2	2	Mangas	SD	1	1	2	1	2	3
43	U3	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
44	U4	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd

**Continuación...**

45	U5	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
46	U6	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
47	U7	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
48	U8	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
49	U9	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
50	U10	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
51	U11	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
52	U12	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
53	U13	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
54	U14	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
55	U15	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
56	U16	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
57	U17	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
58	U18	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
59	U19	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
60	U20	sd	Utcas	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
61	C34	1	Cajatambo	sd	0	0	1	0	0	1
62	C35	1	Cajatambo	sd	0	0	1	0	0	0
63	U21	2	Lima	6	1	0	2	0	0	0
64	C36	3	Cajatambo	5	1	0	2	0	0	0
65	C37	1	Cajatambo	2	1	0	2	1	2	1
66	C38	3	Cajatambo	sd	1	0	1	0	0	0
67	C39	2	Cajatambo	sd	1	0	2	1	1	2
68	C40	1	Cajatambo	sd	1	0	1	0	0	2
69	C41	1	Cajatambo	sd	1	0	1	0	0	2
70	C42	1	Cajatambo	sd	1	1	2	0	0	0
71	C43	1	Cajatambo	sd	1	1	1	0	0	0
72	C44	1	Cajatambo	sd	1	1	2	0	0	0
73	C45	1	Cajatambo	3	0	1	2	0	1	1
74	A1	2	Astobamba	sd	1	1	2	1	2	3
75	A2	4	Astobamba	5.5	1	1	4	0	3	1
76	C46	1	Cajatambo	5	1	1	2	1	3	2
77	C47	1	Cajatambo	3	1	1	1	1	3	2
78	Co3	3	Copa	5	1	1	2	1	1	5
79	C48	1	Cajatambo	sd	1	1	1	1	2	0
80	C49	sd	Cajatambo	sd	1	0	1	0	0	1
81	Ma1	4	Barranca	2	1	0	1	0	0	0
82	Co4	2	Copa	4	0	0	1	0	3	0
83	A3	2	Astobamba	4.5	1	1	2	0	0	0
84	L1	1	Llochi	4	1	1	2	0	0	0
85	C50	2	Astobamba	sd	1	1	2	0	0	0
86	A4	2	Astobamba	sd	0	0	0	0	0	0
87	A5	2	Astobamba	sd	1	1	1	0	0	0
88	A6	2	Astobamba	sd		1	2	0	0	0
89	C51	2	Astobamba	sd	1	1	2	0	0	0
90	A7	2	Astobamba	4.5	1	1	2	0	0	0
91	A8	2	Lima	sd	1	1	1	0	0	0
92	C52	1	Cajatambo	sd	1	0	2	1	3	1
93	C53	1	Cajatambo	sd	1	0	2	0	3	2
94	C54	2	Cajatambo	sd	0	0	3	0	3	2
95	C55	1	Cajatambo	6	1	1	2	0	0	0
96	C56	1	Cajatambo	5	1	1	2	0	0	2
97	C57	2	Cajatambo	5	1	1	3	0	3	1

**Continuación...**

Anexo 8.2-e		V38	V39	V40	V41	V42	V43
No.	C l a v e	29. Nro. De temas de prod. Agríc. En que le gustaría ser capacitado.	30a. Cría vacunos (1= tiene, pero no indica la cantidad)	30b. Cría ovinos (1*= tiene, pero no indica la cantidad)	30c. Cría de cuyes (1*= tiene, pero no indica la cantidad)	30d. Nro. De especies de producción pecuaria	32. Destino de la producción pecuaria
1	C1	1	0	0	1	0	0
2	C2	1	0	0	0	1	autoconsumo
3	C3	6	15	5	0	2	autoc-venta
4	Co1	4	0	8	0	1	autoc-venta
5	C4	0	30	3	0	2	autoc-venta
6	C5	0	0	0	0	0	0
7	U1	3	2	0	0	1	autoconsumo
8	M1	1	0	0	0	0	0
9	Co2	2	0	0	1	0	autoconsumo
10	C6	4	1	0	0	3	autoconsumo
11	C7	6	0	10	0	2	autoc-venta
12	C8	3	18	0	0	1	autoc-venta
13	C9	0	0	0	0	0	0
14	C10	2	13	0	0	1	autoc-venta
15	C11	2	0	0	0	0	0
16	C12	1	0	0	1	0	0
17	C13	0	1	1	0	5	autoconsumo
18	C14	0	0	0	0	0	0
19	C15	2	0	0	0	0	0
20	C16	2	0	0	0	0	0
21	C17	2	0	0	0	0	0
22	C18	1	0	2	0	2	autoconsumo
23	C19	2	0	0	0	1	autoconsumo
24	C20	1	0	0	0	0	0
25	C21	1	6	0	0	1	autoc-venta
26	C22	1	12	0	0	1	autoc-venta
27	C23	1	0	7	0	1	autoc-venta
28	C24	1	0	0	0	0	0
29	C25	1	0	0	0	0	0
30	C26	1	6	0	0	1	autoc-venta
31	C27	0	0	0	0	0	0
32	C28	5	20	150	1	4	autoc-venta
33	C29	1	30	160	0	5	autoc-venta
34	H1	2	0	0	0	0	0
35	C30	0	9	0	0	1	autoc-venta
36	C31	1	12	0	0	1	autoc-venta
37	C32	4	30	0	0	1	autoc-venta
38	G1	0	1	0	0	1	autocunsumo
39	Ur1	4	4	0	0	1	autoc-venta
40	C33	0	0	0	0	0	0
41	U2	1	0	0	0	0	0
42	M2	3	6	10	0	2	autoc-venta
43	U3	sd	sd	sd	sd	sd	sd
44	U4	sd	sd	sd	sd	sd	sd



**Continuación...**

45	U5	sd	sd	sd	sd	sd	sd
46	U6	sd	sd	sd	sd	sd	sd
47	U7	sd	sd	sd	sd	sd	sd
48	U8	sd	sd	sd	sd	sd	sd
49	U9	sd	sd	sd	sd	sd	sd
50	U10	sd	sd	sd	sd	sd	sd
51	U11	sd	sd	sd	sd	sd	sd
52	U12	sd	sd	sd	sd	sd	sd
53	U13	sd	sd	sd	sd	sd	sd
54	U14	sd	sd	sd	sd	sd	sd
55	U15	sd	sd	sd	sd	sd	sd
56	U16	sd	sd	sd	sd	sd	sd
57	U17	sd	sd	sd	sd	sd	sd
58	U18	sd	sd	sd	sd	sd	sd
59	U19	sd	sd	sd	sd	sd	sd
60	U20	sd	sd	sd	0	sd	sd
61	C34	3	20	0	0	1	autoconsumo
62	C35	2	0	0	0	0	0
63	U21	1	0	0	20	0	autoc-venta
64	C36	1	0	19	0	3	autoc-venta
65	C37	1	0	0	0	0	0
66	C38	2	1	0	0	1	autoconsumo
67	C39	3	1	1	0	3	autoconsumo
68	C40	3	1	1	0	3	autoconsumo
69	C41	3	1	1	0	3	autoconsumo
70	C42	1	1	4	0	3	autoconsumo
71	C43	1	0	2	0	2	autoconsumo
72	C44	2	0	0	0	0	autoconsumo
73	C45	2	12	120	0	2	autoc-venta
74	A1	1	28	0	0	1	autoc-venta
75	A2	1	14	30	0	4	autoc-venta
76	C46	2	3	0	0	1	autoc-venta
77	C47	1	1	0	0	1	autoconsumo
78	Co3	7	0	10	0	1	autoc-venta
79	C48	1	30	0	0	1	autoc-venta
80	C49	1	1	1	0	4	autoconsumo
81	Ma1	4	1	1	0	4	autoconsumo
82	Co4	3	0	3	0	2	autoconsumo
83	A3	1	10	0	30	2	autoc-venta
84	L1	2	1	1	10	5	autoc-venta
85	C50	4	2	1	0	4	autoconsumo
86	A4	0	1	1	10	4	autoc-venta
87	A5	1	7	2	0	4	autoc-venta
88	A6	2	2	0	0	2	autoconsumo
89	C51	1	13	0	40	1	autoc-venta
90	A7	1	0	0	0	2	autoconsumo
91	A8	1	8	0	0	0	autoc-venta
92	C52	1	13	0	0	1	autoc-venta
93	C53	2	0	0	0	1	autoconsumo
94	C54	3	1	0	1	1	autoconsumo
95	C55	2	1	0	0	2	autoconsumo
96	C56	1	1	0	1	1	autoconsumo
97	C57	3	0	0	1	1	autoconsumo

**Anexo 3. Evaluación de sustentabilidad – derivada de la encuesta a los productores de Cajatambo 2015.**

Variables de encuesta		V8	V9-V10	V31	V34	V30	V26
Indicadores de sustentabilidad		DivProd	SupAutoc	IngNeto	DivVenta	ViasCom	DepInsExt
		E-A1	E-A2	E-B	E-C1	E-C2	E-C3
No.Encuestas	C l a s i f i c a c i ó n	Diversificación de la producción	Superficie de producción de autoconsumo	Ingreso neto mensual por grupo	Diversificación para la venta	# de vías para la comercialización	Dependencia de insumos externos
1	C1	2	0	0	2	1	1
2	C2	1	3	2	1	0	4
3	C3	1	1	1	2	1	4
4	C4	2	1	1	3	0	3
5	C5	0	1	0	0	0	4
6	C6	3	4	3	4	1	1
7	C7	3	3	2	3	1	0
8	C8	3	4	3	3	1	1
9	C9	1	3	2	0	0	4
10	C10	1	1	1	1	0	4
11	C11	1	1	1	0	0	4
12	C12	1	1	0	0	0	4
13	C13	2	1	1	4	0	4
14	C14	1	2	1	0	0	2
15	C15	2	4	3	1	0	2
16	C16	3	4	3	2	0	3
17	C17	2	4	3	1	1	4
18	C18	2	1	1	3	0	1
19	C19	1	3	2	1	1	3
20	C20	1	1	1	0	0	3
21	C21	2	4	3	2	0	4
22	C22	1	4	3	1	1	3
23	C23	2	4	3	2	1	4
24	C24	1	4	3	0	0	3
25	C25	2	4	3	1	1	3
26	C26	4	4	3	3	1	2
27	C27	2	4	3	0	0	4
28	C28	2	4	3	4	1	1
29	C29	4	4	3	4	1	2
30	C30	2	4	3	2	1	3
31	C31	1	4	3	1	0	4
32	C32	2	4	3	2	1	4
33	C34	1	4	3	1	0	3
34	C35	2	4	3	1	0	3
35	C36	3	3	2	4	1	4
36	C37	2	4	3	1	1	4
37	C38	2	4	3	2	0	4
38	C39	1	2	1	3	0	4
39	C40	2	2	1	3	0	4
40	C41	1	2	1	3	0	4
41	C42	2	2	1	2	0	4
42	C43	2	2	1	1	0	4
43	C44	1	2	1	0	0	4
44	C45	2	4	3	3	1	3
45	A1	2	4	3	2	0	2
46	A2	2	4	3	4	1	3
47	C46	2	3	2	2	1	0
48	C47	2	3	2	2	1	0
49	C48	1	4	3	1	0	3
50	C49	2	1	1	4	0	4
51	A3	2	4	3	3	1	2
52	C50	2	2	1	4	0	3
53	A4	2	2	1	4	0	4
54	A5	2	1	1	4	0	4
55	A6	2	4	3	3	0	4
56	C51	2	2	1	2	0	4
57	A7	3	2	1	4	1	4
58	A8	2	4	4	1	0	4
59	C52	1	4	4	1	1	4
60	C53	2	4	4	2	1	3
61	C54	2	4	4	2	1	4
62	C55	2	1	1	3	1	4
63	C56	1	1	1	1	1	4
64	C57	2	2	1	2	1	4

Continuación...

Variables de encuesta				V15			
Indicadores de sustentabilidad		ManCobVeg	RotCult	DivCult	Pend	CobVeg	DivTemp
		Ec-A1	Ec-A2	Ec-A3	Ec-B1	Ec-B2	Ec-C1
No. Encuestas	C I a v e	Manejo de la cobertura vegetal	Rotaciones de cultivo	Diversificación de cultivos	Pendiente predominante	Cobertura vegetal	Biodiversidad temporal
1	C1	3	2	2	1	3	2
2	C2	3	2	2	2	3	2
3	C3	1	2	1	3	1	1
4	C4	4	1	3	2	4	3
5	C5	4	1	4	4	4	4
6	C6	4	2	2	2	4	2
7	C7	4	1	2	2	4	2
8	C8	4	1	4	3	4	4
9	C9	3	2	1	0	3	1
10	C10	4	2	3	2	4	3
11	C11	4	2	4	3	4	4
12	C12	2	1	2	1	2	2
13	C13	4	2	2	2	4	2
14	C14	4	2	2	1	4	2
15	C15	1	3	2	2	1	2
16	C16	1	3	2	2	1	2
17	C17	4	4	4	1	4	4
18	C18	4	3	3	1	4	3
19	C19	4	2	2	1	4	2
20	C20	4	2	2	1	4	2
21	C21	1	3	2	2	1	2
22	C22	4	3	3	2	4	3
23	C23	4	3	3	2	4	3
24	C24	4	1	2	1	4	2
25	C25	4	2	3	2	4	3
26	C26	4	2	2	1	4	2
27	C27	4	4	3	2	4	3
28	C28	4	3	3	3	4	3
29	C29	4	3	4	2	4	4
30	C30	4	2	2	2	4	2
31	C31	3	3	2	1	3	2
32	C32	3	3	2	1	3	2
33	C34	4	2	2	3	4	2
34	C35	3	2	2	2	3	2
35	C36	3	3	3	2	3	3
36	C37	4	3	4	3	4	4
37	C38	4	2	3	1	4	3
38	C39	3	2	2	1	3	2
39	C40	3	2	3	2	3	3
40	C41	4	3	3	3	4	3
41	C42	4	3	3	3	4	3
42	C43	2	2	2	1	2	2
43	C44	4	2	2	3	4	2
44	C45	4	2	2	3	4	2
45	A1	4	3	3	3	4	3
46	A2	4	3	3	3	4	3
47	C46	4	3	3	3	4	3
48	C47	4	2	3	2	4	3
49	C48	3	3	3	2	3	3
50	C49	3	2	2	1	3	2
51	A3	4	2	4	2	4	4
52	C50	4	3	4	2	4	4
53	A4	4	3	3	3	4	3
54	A5	3	3	3	2	3	3
55	A6	4	3	3	1	4	3
56	C51	4	3	3	3	4	3
57	A7	3	2	3	1	3	3
58	A8	2	1	2	2	2	2
59	C52	2	1	2	2	2	2
60	C53	4	2	1	1	4	1
61	C54	2	1	2	2	2	2
62	C55	4	2	1	1	4	1
63	C56	4	1	2	2	4	2
64	C57	4	4	3	1	4	3

Continuación...

Variables de encuesta		V15	V7	V3	V6	V5	V38	V14	V28-V29
Indicadores de sustentabilidad		DivEspa	Vivie	AcEdu	AcSal	Serv	Accept	IntSoc	ConcEcol
		Ec-C2	SE-A1	SE-A2	SE-A3	SE-A4	SE-B	SE-C	SE-D
No.Encuestas	C l a v e	Biodiver- sidad espacial	Vivienda	Acceso a la educación	Acceso a salud y cobertura sanitaria	Servicios	Aceptabi- lidad del sistema de producción	Integración Social	Conoci- miento y conciencia ecológica
1	C1	1	3	4	4	4	3	2	2
2	C2	2	3	4	4	4	2	3	1
3	C3	3	3	2	4	4	3	2	4
4	C4	2	3	3	4	4	1	2	2
5	C5	4	3	4	4	4	1	1	2
6	C6	2	3	2	4	4	3	1	2
7	C7	2	3	3	4	4	3	1	4
8	C8	3	2	4	4	4	2	3	3
9	C9	0	3	0	4	2	1	2	1
10	C10	2	3	2	4	4	3	2	1
11	C11	3	3	0	4	3	2	1	2
12	C12	1	3	1	4	4	2	1	2
13	C13	2	3	2	4	4	1	1	2
14	C14	1	3	1	4	3	1	1	1
15	C15	2	3	2	4	4	3	1	2
16	C16	2	3	2	4	4	3	3	2
17	C17	1	3	1	4	3	3	3	2
18	C18	1	3	2	4	3	2	1	1
19	C19	1	2	1	4	3	2	2	2
20	C20	1	3	1	4	3	2	2	1
21	C21	2	3	2	4	4	3	1	1
22	C22	2	3	4	4	4	2	1	2
23	C23	2	3	1	4	3	2	2	3
24	C24	1	3	2	4	4	2	3	2
25	C25	2	3	2	4	3	3	1	3
26	C26	1	3	2	4	3	2	1	2
27	C27	2	3	1	4	3	1	4	1
28	C28	3	3	4	4	4	3	4	3
29	C29	2	3	1	4	4	2	4	3
30	C30	2	3	4	4	4	1	4	1
31	C31	1	3	4	4	4	2	4	1
32	C32	1	3	2	4	4	2	4	2
33	C34	3	3	2	4	4	3	4	1
34	C35	2	3	4	4	4	2	3	2
35	C36	2	3	2	4	4	2	3	2
36	C37	3	3	4	3	4	3	4	1
37	C38	1	3	4	4	4	2	4	2
38	C39	1	3	1	4	3	3	3	2
39	C40	2	3	2	4	3	3	2	1
40	C41	3	3	1	4	2	3	2	1
41	C42	3	3	2	4	3	2	2	1
42	C43	1	3	2	4	3	2	2	1
43	C44	3	3	0	4	3	2	3	1
44	C45	3	3	3	4	3	3	3	1
45	A1	3	3	2	3	4	3	3	2
46	A2	3	3	3	3	4	3	3	3
47	C46	3	3	3	4	4	3	3	2
48	C47	2	3	3	4	3	3	2	2
49	C48	2	3	3	4	4	2	2	2
50	C49	1	3	3	4	3	3	2	2
51	A3	2	3	2	3	3	2	3	3
52	C50	2	3	2	4	3	2	2	2
53	A4	3	3	2	3	3	1	2	3
54	A5	2	3	2	3	3	2	2	3
55	A6	1	3	1	3	3	2	3	2
56	C51	3	3	1	3	3	2	2	3
57	A7	1	3	2	3	3	2	2	3
58	A8	2	3	2	3	3	2	3	3
59	C52	2	3	4	4	4	3	4	1
60	C53	1	3	3	4	4	3	4	1
61	C54	2	3	3	4	4	3	3	2
62	C55	1	3	1	4	4	2	4	1
63	C56	2	3	3	4	4	3	3	1
64	C57	1	3	4	4	4	3	4	2