

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN AGRICULTURA SUSTENTABLE



SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO CON YUCA
(*Manihot esculenta* Crantz) EN LA SUBCUENCA DE SANTA TERESA,
CUSCO

Presentado por:

YSABEL MEZA VILLACA

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE EN
AGRICULTURA SUSTENTABLE

LIMA – PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN AGRICULTURA SUSTENTABLE

SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO CON YUCA
(*Manihot esculenta* Crantz) EN LA SUBCUENCA DE SANTA TERESA,
CUSCO

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE EN
AGRICULTURA SUSTENTABLE

Presentado por:
YSABEL MEZA VILLACA

Ph. D. Manuel Canto Sáenz
PRESIDENTE

Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto
MIEMBRO

Dr. Alberto Julca Otiniano
PATROCINADOR

Mg. Sc. Patricia Rodríguez Quispe
MIEMBRO

AGRADECIMIENTOS

- *A todos y cada uno de los Docentes de la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Programa de Maestría en Agricultura Sustentable.*
- *Al Dr. Alberto Gulca Oliniano, mi Patrocinador.*
- *A todas las personas, amigas y amigos de siempre, que contribuyeron en mi realización profesional.*

*Mi Gratitud por su Amistad y
Generosidad para compartir la Ciencia
y la Vida.*

RESUMEN

La subcuenca de Santa Teresa (1050 a 2800 msnm.) fue el ámbito geográfico para la ejecución del presente estudio, en el distrito del mismo nombre, provincia de La Convención en la región Cusco. La delimitación física responde a aspectos hidrográficos que determinan la estructura de los sistemas de producción e imprimen características particulares en las actividades productivas locales. El objetivo de la investigación fue caracterizar y evaluar la sustentabilidad de los sistemas de cultivo con yuca (*Manihot esculenta* Crantz) mediante la aplicación de una encuesta estructurada en tres componentes de estudio, la validación de la información en un 11% de las unidades de producción muestreadas y el análisis de los datos en el contexto del marco teórico.

Los datos obtenidos se analizaron en función de indicadores adaptados y modificados del marco MESMIS (Maserá *et al.* 1999) y la metodología según Sarandón (2002). La estandarización de resultados para evaluar la sustentabilidad se realizó en una escala de uno a cinco; determinándose en la misma, los criterios para los diferentes niveles de sustentabilidad. Así mismo, fueron ponderados aquellos indicadores con importancia para la sustentabilidad económica.

Los resultados para la caracterización muestran que, los sistemas de cultivo con yuca son ampliamente diversificados y están constituidos por pequeñas unidades de producción, orientadas prioritariamente al autoconsumo e incorporados al mercado local con un margen menor de producción. Respecto a la sustentabilidad, se identificaron los puntos críticos relacionados principalmente con el tamaño de las unidades de producción y la situación de vulnerabilidad del contexto geográfico; que sin embargo, por la orientación agroecológica los sistemas de cultivo con yuca son ambiental, económico y socialmente sustentables.

Palabras clave: Sistemas de cultivo, *Manihot esculenta*, caracterización, sustentabilidad, agroecológico y producción diversificada.

SUSTAINABILITY OF CROPPING SYSTEMS WITH CASSAVA (*Manihot esculenta* Crantz) IN THE SANTA TERESA SUBBASIN, CUSCO

SUMMARY

The geographic area for the implementation of this study was the watershed of Santa Teresa (1050-2800 masl.) in the district of the same name, province of The Convention in Cusco. The physic delimitation is related with hydrographic aspects that print particular characteristics in local productive activity. The aim of research was to characterize and evaluate the sustainability of cropping systems with cassava through a structured questionnaire in three components of study, visits to 11% of sampled productive units and the analysis of data.

The data were analyzed according adapted and modified indicators with the MESMIS framework (Masera *et al.* 1999) and methodology agreeing Sarandón (2002). The standardization of results to assess the sustainability was performed on a scale of one to five, the same for to define the levels of sustainability. Further, were weighted the indicators with important contribution to economic sustainability.

The results for the characterization show that the cropping systems with cassava are widely diversified and constituted of small productive units, primarily oriented to the self-sufficiency and incorporated into the local market with an unimportant margin of production. As for the sustainability, were identified the critical points related to the size of the productive units and the vulnerability of the geographical context; that by agroecological orientation of cropping systems with cassava, these are environmental, economic and socially sustainable.

Keywords: Farming systems, *Manihot esculenta*, characterization, sustainability, agroecological and diversified production.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. Introducción	01
II. Revisión de literatura	02
2.1. Sustentabilidad e indicadores	02
2.2. Sustentabilidad de la agricultura y seguridad alimentaria	07
2.3. Caracterización de los sistemas de cultivo	08
2.4. Sustentabilidad de los sistemas de cultivo	14
2.5. Estrategias agroecológicas de sustentabilidad	15
III. Materiales y métodos	19
3.1. Zona de estudio	19
3.2. Población y muestra	23
3.3. Procedimientos de análisis	24
IV. Resultados y discusión	30
4.1. Caracterización de los sistemas de cultivo con yuca	30
4.2. Sustentabilidad de los sistemas de cultivo con yuca	49
V. Conclusiones	56
VI. Recomendaciones	57
VII. Referencias bibliográficas	58
VIII. Anexos	61

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: Metodología MESMIS para la construcción de indicadores	03
Cuadro 2: Metodología para la construcción de indicadores según la OCDE	04
Cuadro 3: Metodología para evaluar la sustentabilidad	05
Cuadro 4: Diversidad de cultivares de yuca en la selva nororiental de Perú	13
Cuadro 5: Biodiversidad funcional en el agroecosistema	18
Cuadro 6: Indicadores y variables cualitativas y cuantitativas evaluados en la subcuenca	25
Cuadro 7: Metodología para la estandarización y ponderación de resultados	27
Cuadro 8: Fórmulas para estimar la sustentabilidad	28

Cuadro 9:	Niveles de sustentabilidad	28
Cuadro 10:	Distribución de cultivares según frecuencia de cultivo	33
Cuadro 11:	Número de cultivares por parcela	34
Cuadro 12:	Especies frutícolas en los sistemas de cultivo con yuca	35
Cuadro 13:	Especies arbustivas y arbóreas en los sistemas de cultivo con yuca	36
Cuadro 14:	Uso de abonos orgánicos	37
Cuadro 15:	Asociación del cultivo de la yuca con otros cultivos	39
Cuadro 16:	Estrategias para el control de plagas y enfermedades	40
Cuadro 17:	Área de producción de yuca (m ²)	41
Cuadro 18:	Diversificación de la producción agrícola	43
Cuadro 19:	Diversificación de la producción pecuaria	44
Cuadro 20:	Edad de los encuestados	45
Cuadro 21:	Grado de instrucción de los productores	46
Cuadro 22:	Participación en capacitaciones y asistencia técnica	47
Cuadro 23:	Valoración cualitativa de satisfacción con el sistema de producción.	48
Cuadro 24:	Agentes involucrados en el sistema de producción	48
Cuadro 25:	Niveles de sustentabilidad ambiental en las unidades de producción.	50
Cuadro 26:	Sustentabilidad ambiental del sistema	50
Cuadro 27:	Niveles de sustentabilidad económica en las unidades de producción.	52
Cuadro 28:	Sustentabilidad económica del sistema	52
Cuadro 29:	Niveles de sustentabilidad social en las unidades de producción.	53
Cuadro 30:	Sustentabilidad social del sistema	53
Cuadro 31:	Sustentabilidad para los sistemas de cultivo con yuca	54

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1:	Flujo de insumos y productos en un agroecosistema	09
Figura 2:	Características de la planta <i>M. esculenta</i>	12
Figura 3:	Mapa de ubicación de la subcuenca de Santa Teresa	21

Figura 4:	Mapa de Zonificación Ecológica y Económica del distrito de Santa Teresa	22
Figura 5:	Morfología de hojas en <i>M. esculenta</i> (Subcuenca de Santa Teresa)	31
Figura 6:	Morfología de raíces tuberosas en <i>M. esculenta</i> (Subcuenca de Santa Teresa)	32
Figura 7:	Número de cultivos asociados con yuca	43
Figura 8:	Acceso a servicios básicos	46
Figura 9:	Identificación de puntos críticos y sustentabilidad del sistema	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1:	Encuesta a productores de yuca	61
Anexo 2:	Resultados para sustentabilidad ambiental	63
Anexo 3:	Resultados para sustentabilidad económica	65
Anexo 4:	Resultados para sustentabilidad social	67

I. INTRODUCCIÓN

Según la Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2013), el promedio de superficie nacional sembrada con yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en las dos últimas campañas agrícolas, fue de 102,514 has, con un rendimiento promedio de 12.32 t/ha. La región de Cusco tiene un área sembrada de 3,521.5 has y su rendimiento es de 11.79 t/ha, cifra ligeramente inferior al promedio nacional.

En el Cusco, y de manera especial en la subcuenca de Santa Teresa (al Noroeste), los sistemas de cultivo con yuca se desarrollan en pueblos y comunidades con tradición en el cultivo, en los que se ha distribuido ampliamente conservándose una diversidad de cultivares por sus características productivas y adaptativas como estrategia frente a situaciones de vulnerabilidad geográfica, ecológica y económica. El cultivo, además de satisfacer la demanda alimenticia (no necesariamente proteínica), genera beneficios indirectos para el subsistema pecuario y para la economía familiar.

Según Mejía (2002), las regiones andino amazónicas conservan alrededor de 133 cultivares de yuca, las mismas que fueron adaptándose a diferentes pisos ecológicos, condiciones edáficas y sistemas de cultivo que reflejan su gran potencial genético, comercial e industrial que en Perú no están del todo exploradas ni explotadas.

Las bondades de estos sistemas de cultivo en el Cusco, no han sido muy estudiadas; pero su importancia, sugiere la necesidad de investigarlos adecuadamente. La confirmación de las bondades de estos sistemas podría ayudar a su réplica en otras zonas de condiciones parecidas. Este trabajo de tesis, tuvo como objetivos:

- ✓ Caracterizar los sistemas de cultivo con yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la subcuenca de Santa Teresa, Cusco.
- ✓ Evaluar la sustentabilidad de los sistemas de cultivo con yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en la subcuenca de Santa Teresa, Cusco.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. SUSTENTABILIDAD E INDICADORES

2.1.1. SUSTENTABILIDAD

Es un concepto complejo, controversial y multidimensional que pone en evidencia la necesidad de cambiar el actual modelo de desarrollo por un proceso que pueda integrar el medio ambiente con desarrollo y a su vez economía con ecología (Toro – Mujica *et al.*, 2010). La Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo (1988) se refiere a la sustentabilidad como la relación entre los sistemas humano y ecológico, de tal forma que éste último favorece la vida y el primero mantiene la estructura y las funciones del ecosistema con el fin de que los bienes y servicios que se desprenden de él persistan en el tiempo indefinidamente (Mayer, 2008; citado por Toro – Mujica *et al.*, 2011).

Una herramienta metodológica para evaluar la sostenibilidad o sustentabilidad de los sistemas de manejo de recursos naturales es el Marco de referencia MESMIS, el cual propone una serie de parámetros estructurados para su aplicabilidad: la sostenibilidad de los sistemas de manejo de recursos naturales (contextualizados espacial y temporalmente) está definido por siete atributos: productividad, resiliencia, estabilidad, confiabilidad, adaptabilidad, equidad y autoempoderamiento; criterios de diagnóstico y puntos críticos (procesos que hacen peligrar o refuerzan la sostenibilidad) identificados a partir de las anteriores. Para cada uno de los puntos críticos se construyen los indicadores, los que a su vez son relacionados con tres áreas de análisis: ambiental, económica y social y sus respectivos indicadores (Masera *et al.*, 1999).

2.1.2. INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD

La estrategia para identificar indicadores de sostenibilidad es la selección de éstos a partir de la experiencia previa y ponderarlos de acuerdo a un marco teórico de referencia (MESMIS). Los resultados pueden ser abordados mediante tres técnicas: cuantitativa, cualitativa y gráficos, recomendándose para este último el diagrama tipo ameba (Masera *et al.*, 1999).

Cuadro 1: Metodología MESMIS para la construcción de indicadores

Atributos	Criterios de diagnóstico	Puntos críticos	Indicadores
Productividad	Eficiencia	Baja productividad agrícola	Rendimiento Índice de cosecha
		Baja productividad pecuaria	Disponibilidad de forraje Capacidad de presión animal
		Baja rentabilidad	Costos de producción
Estabilidad	Conservación de recursos	Alto riesgo de erosión	Control de erosión del suelo
		Degradación del suelo	Estabilidad de balance de nutrientes
	Diversidad de espacio y tiempo	Dominio de monocultivo	Diversidad de especies en las parcelas
Adaptabilidad	Capacidad de innovación	Fracaso de paquetes tecnológicos	Capacidad de adaptación a cambios ambientales y políticos
Autoconfianza	Participación, control y organización	Falta de cooperación entre agricultores	Participación en talleres Grado de dependencia de insumos externos

FUENTE: Masera *et al.* (1999).

El modelo de la OCDE¹ propone un conjunto de indicadores ambientales que permiten evaluar la sustentabilidad de la agricultura identificando la capacidad del sistema productivo y la calidad de los recursos mediante el análisis de la P – E – R (Presión – Estado – Respuesta), donde los indicadores de *presión* describen cómo es que las actividades antropogénicas ejercen presiones sobre el medio ambiente; los indicadores de *estado* permiten establecer relaciones entre la calidad del ambiente con la cantidad de los recursos naturales; y los indicadores de *respuesta* reflejan las acciones de preservación y conservación del medio ambiente y de los recursos naturales en los procesos de producción agrícola (Mercado, s/f).

¹ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, fundada en 1961 con sede en París, Francia.

Cuadro 2: Metodología para la construcción de indicadores según la OCDE

P-E-R	Indicadores	Estimación cualitativa
E	Potencial de explotación, según aptitud de suelos: cultivos intensivos, permanentes, pastos naturales y cultivados, áreas forestales.	Bajo, regular, medio, alto, superior
P	Sobre explotación, explotación racional y sub explotación del potencial agrícola: cultivos intensivos, permanentes, pastos naturales y cultivados, áreas forestales.	Leve, media, fuerte, leve potencial, medio, alto
R	Evolución de área reforestada o índice de reforestación (áreas forestadas y reforestadas en hectáreas).	Alta, media, regular, baja
R	Áreas de conservación de los recursos naturales (en km ²): comunidades indígenas, flora, fauna, zonas de vida, biodiversidad, paisajes, formaciones geológicas.	Alta, media, regular, baja
R	Gastos del gobierno con impacto en el medio ambiente: prevención de desastres naturales, programas de emergencia para defensas riverseñas.	Superior, alto, medio, regular y bajo
P	Degradación de suelos por utilización de insumos agrícolas: erosión, desertificación, salinización, inundación, compactación, pérdida de fertilidad, otros.	Fuerte presión, alta, media, moderada, sin presión
P	Desequilibrios en los ecosistemas por uso indiscriminado de fertilizantes químicos: plagas más resistentes, eliminación de microorganismos útiles, afección a la salud humana, agotamiento de recursos no renovables.	Fuerte presión, alta, media moderada, sin presión
P	Degradación de cuencas, contaminación de aguas, pérdida de recursos genéticos y de ecosistemas, migración rural.	Fuerte presión, alta, media, moderada, sin presión.
E	Erosión de suelos: relieve, pendiente, textura, sistema de riego, prácticas agrícolas inadecuadas, carencia de cobertura vegetal, deforestación, lluvias.	Severa, moderada, ligera, muy ligera
R	Utilización de abonos orgánicos.	Alta, media, baja
P	Presión demográfica sobre el recurso suelo para desarrollar actividades agrarias (número de personas por hectárea)	Baja, regular, media y alta

FUENTE: Mercado (s/f.)

Los resultados de la interacción de indicadores P – E – R para sustentabilidad del recurso suelo son agrupados en cinco rangos: fuerte sustentabilidad, media, mínima, con dificultad y comprometida sustentabilidad (Mercado, s/f.).

Por otro lado, al no existir un valor real estándar con el cual contrastar los resultados obtenidos de un determinado contexto espacial y temporal, no es posible comprobar la sustentabilidad, por lo cual es de gran importancia el análisis coherente de los resultados obtenidos a través de una metodología que considera el marco conceptual como punto de partida para la construcción de los indicadores de sustentabilidad (Sarandón & Flores, 2009). El Cuadro 3 describe la metodología para determinar los puntos críticos y evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas, planteados por Sarandón & Flores (2009).

Cuadro 3: Metodología para evaluar la sustentabilidad

Pasos metodológicos	Aspectos discriminantes	Descripción
1. Marco conceptual	Sustentabilidad débil	La naturaleza es una forma de capital sustituible por capital humano (Pearce & Atkinson, 1993; citado por Sarandón & Flores, 2009).
	Sustentabilidad fuerte	La naturaleza es un capital natural no sustituible por capital humano (Constanza & Daly, 1992; citado por Sarandón & Flores, 2009).
2. Objetivos de la evaluación	Qué, por qué y para qué evaluar	Elección correcta de indicadores
	Destinatario de la evaluación	Requerimientos de usuarios y obtención de resultados más significativos.
3. Caracterización del sistema	Delimitar el nivel de análisis (finca, regional, nacional)	Percibe y analiza las interrelaciones de los componentes del sistema.
4. Diagnóstico del sistema	Características geográficas	Latitud, altitud, clima, vegetación, tipo de suelos, fauna y otros.
	Tipología de productores	Edad, nivel de educación, actividades económicas, ingresos económicos, otros.
	Aspectos socioculturales	Costumbres, hábitos alimenticios, otros.
5. Dimensiones de análisis	Ecológica, económica y socio cultural	Análisis de la base de los recursos intra y extra prediales, nivel de ingresos y satisfacción de necesidades básicas

... continuación

6. Categorías de análisis, descriptores e indicadores (De Camino & Müller, 1993; citado por Sarandón & Flores, 2009)	Categorías de análisis	Recursos intra y extra prediales: suelo, agua, biodiversidad y otros.
	Descriptores de las categorías	Describe las propiedades de las categorías. Así, en la categoría suelo los descriptores son los atributos físicos (estructura), químicos (nutrientes) y biológicos (microorganismos).
	Indicador	Variable seleccionada y cuantificada, permite el manejo adecuado del sistema y la toma de decisiones.
6. Categorías de análisis: Indicadores	Indicador de Estado	Aportan información sobre la situación actual del sistema.
	Indicador de Presión	Efecto de las prácticas agrícolas sobre los indicadores de Estado.
	Indicador de Respuesta	Acciones para modificar el Estado actual del sistema.
7. Estandarización y ponderación de indicadores	Estandarización de indicadores	Construcción de escala.
	Ponderación de indicadores	Jerarquización de indicadores según el valor de ponderación asignado y la importancia del indicador.
	Criterios de ponderación	Reversibilidad (conservación de la vida, biodiversidad, otros) y dependencia.
8. Análisis de la coherencia de los indicadores	Indicadores en función a objetivos planteados	El análisis de coherencia de los indicadores permite replantear los mismos.
9. Obtención de datos de campo	Entrevistas, encuestas	Aplicación de metodologías apropiadas según objetivos.
10. Toma de datos	Entrevistas, encuestas	Adaptada a factores, objetivos, disponibilidad de recursos, escala temporal y espacial.
11. Análisis y presentación de resultados	Grafico tipo ameba o tela de araña,	Permite detectar puntos críticos y tener una visión global del problema.
12. Determinación de puntos críticos	Sustentabilidad y no sustentabilidad	Diferencia entre el valor ideal (marco conceptual) y el valor real obtenido (campo)
13. Replanteo de indicadores	En función a objetivos	Análisis de resultados y objetivos
14. Propuestas de corrección o monitoreo	A partir del diagnóstico	Proponer medidas correctivas y monitoreo de las mismas en un determinado espacio de tiempo.

FUENTE: Sarandón y Flores (2009)

2.2. SUSTENTABILIDAD DE LA AGRICULTURA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

La agricultura sostenible es aquella actividad que proporciona un rendimiento sostenido a largo plazo haciendo uso de tecnologías ecológicamente racionales (Toro – Mujica *et al.*, 2011) y permite conservar en el tiempo el flujo de bienes y servicios que satisfacen las necesidades socioeconómicas y culturales de la población en un determinado agroecosistema (Sarandón *et al.*, 2006; citado por Sarandón & Flores, 2009).

La sustentabilidad responde a la necesidad de implementar estrategias que permitan garantizar la seguridad alimentaria, erradicar la pobreza, conservar y proteger el ambiente y los recursos naturales (Altieri, 2001). Entre los requisitos de sustentabilidad están el manejo, uso y conservación de los recursos productivos; desarrollo y difusión de tecnologías apropiadas, accesibles, económicas y aceptables; políticas agrarias compatibles, mercado justo y compatibilidad de costes ambientales; cambios institucionales y organización social, recursos humanos y capacidades locales. La sustentabilidad de la agricultura se fundamenta en la diversidad cultural por su importancia en la domesticación de plantas alimenticias, la cosmovisión holística que permite mantener el equilibrio ecológico, la generación de tecnologías para garantizar la seguridad alimentaria, la lectura y comprensión de indicadores biológicos y los aportes de la etnobotánica (Altieri & Nicholls, 2000).

Respecto a la seguridad alimentaria, en 1974 en la Cumbre Mundial Contra el Hambre, organizada por la ONU, la Seguridad Alimentaria se define como el acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos. En 1996 se establecen objetivos orientados a la implementación de políticas a favor de la supresión de la pobreza, prevención de catástrofes, comercio justo, provisión de alimentos y la promoción de prácticas participativas sostenibles de desarrollo alimenticio y productivo. Posteriormente, el 2010 la FAO, mediante el Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA), redefine la Seguridad Alimentaria en función de cuatro componentes que dan pie a la construcción de los indicadores para evaluar la seguridad alimentaria: disponibilidad de alimentos en cantidades suficientes; estabilidad orientada a la supresión de las condiciones de inseguridad alimentaria; acceso a alimentos (físico y/o económico) y consumo de los alimentos nutricionales, la diversidad, la cultura y las preferencias alimentarias.

2.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO

2.3.1. CARACTERIZACIÓN

Según el Diccionario de la Real Academia Española (2010), el término “*caracterizar*” está referido a la determinación de atributos peculiares que hace diferente a alguien o a algo. En ese mismo sentido, la caracterización (a través de metodologías apropiadas) permite determinar variables de diferenciación, aspectos relevantes, factores limitantes e identificar recursos con potencial productivo para el agroecosistema (Malagón & Prager, 2001). Otra definición indica que la caracterización describe el predio en función a criterios de análisis agroecológicos, técnico productivos y socio económicos (Apollin & Eberhart, 1999; citados por Merma & Julca, 2012).

Los pasos a seguir para realizar la caracterización consisten en la recopilación de información de fuentes primarias (productores, comerciantes, autoridades y otros) y de fuentes secundarias provenientes de centros de investigación públicas y/ privadas (mapas, datos estadísticos, gráficos, censos y otros), luego de la recolección de información se realiza el diagnóstico del sistema mediante un análisis detallado de la información (Malagón & Prager, 2001).

Entre las técnicas para la recolección de datos, la FAO (1991) sugiere las observaciones directas, las entrevistas formales e informales, talleres, mapas, diagramas, entre otros. Las variables a analizar para el diagnóstico lo constituyen los recursos (agua, tierra, capital, mano de obra, dinero y otros), la utilización de los recursos (sistema de cultivos, nivel de tecnología agrícola y pecuaria, insumos, procesamiento de alimentos y otros), preferencias, entre otros (FAO, citado por Malagón & Prager, 2001).

2.3.2. SISTEMAS DE CULTIVO

El Diccionario de la Real Academia (2010) define al sistema como un conjunto de elementos que, relacionados entre sí, y ordenadamente contribuyen a un determinado objetivo.

Un sistema de cultivo o un agroecosistema se define como un espacio (de cualquier tamaño) delimitado y modificado a efectos de la producción agrícola y pecuaria (Toro – Mujica *et al.*, 2011), constituido por comunidades de plantas y animales que interactúan

con su medio físico y químico (Altieri, 2001), puede ser considerado como un subsistema con una estructura, unos procesos de interacción y de transformación en productos finales. La interacción depende de los arreglos espaciales o temporales que el agricultor realiza en la unidad de producción con el fin de optimizar los recursos y las oportunidades que el clima y las limitantes agroecológicas le permitan; y la estructura está en función del número de componentes que interactúan (Malagón & Prager, 2001).

A diferencia de los ecosistemas naturales, los sistemas de cultivo o agroecosistemas se caracterizan por su componente económico y selección dirigida de las especies principalmente en función a usos (Sarandón, 2002).

Por otro lado, en un sistema existe una interacción dinámica de sus componentes, como lo demuestra la Figura 1; y en el que el flujo de entradas y salidas (insumos y productos) del agroecosistema, integrado al manejo del mismo, permite cuantificar, cualificar y calificar la dinámica y la función de producción, a partir del cual se toman decisiones orientados a mejorar la eficiencia y productividad (Malagón & Prager, 2001).

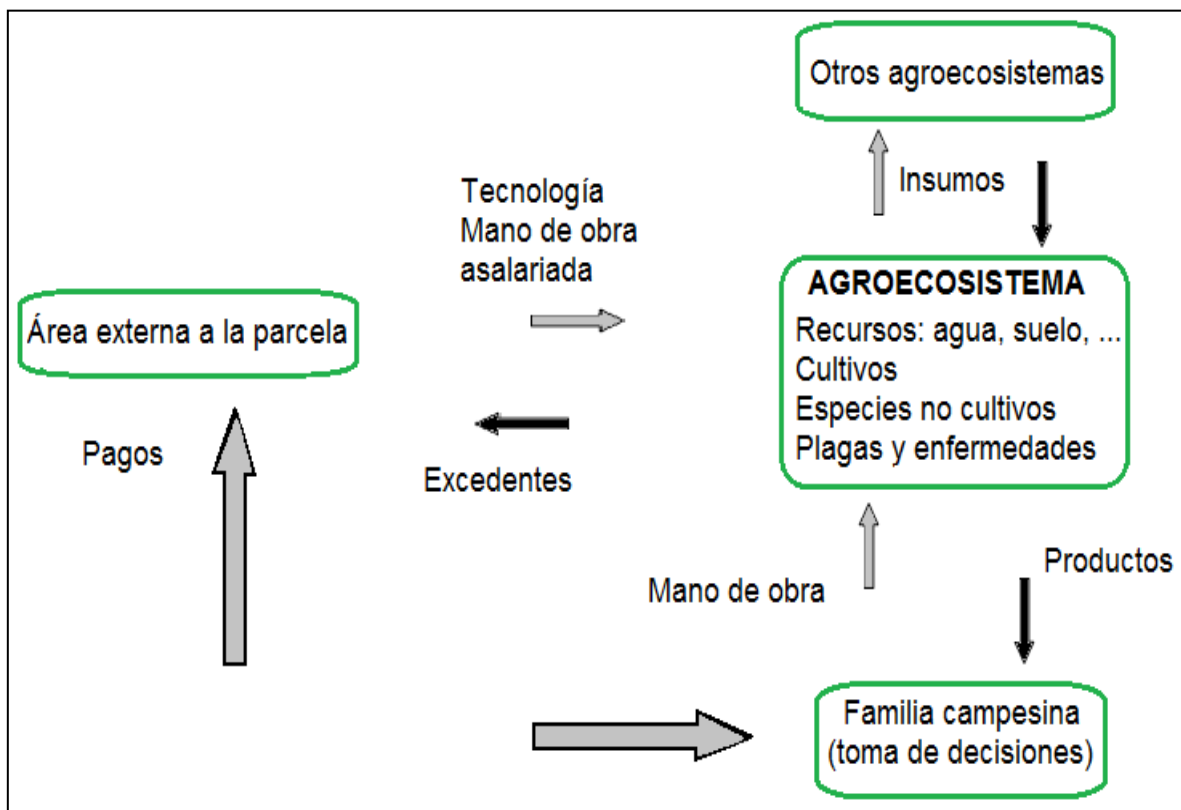


Figura 1: Flujo de insumos y productos en un agroecosistema (Adaptado de Malagón & Prager, 2001)

2.3.3. LA PLANTA

M. esculenta es una planta arbustiva plurianual que en su forma cultivada alcanza una altura de 2 a 3 metros y las formas silvestres de 4 a 5 metros, su capacidad de adaptación a diferentes suelos (restingas² y terrazas altas) es alta y por lo general su cultivo no demanda mayores labores culturales. El tallo posee nudos en toda su longitud, las hojas son pecioladas y según la variedad adquiere diversas tonalidades desde el verde claro al púrpura, la inflorescencia es una panícula, el fruto es una cápsula y las raíces son tuberosas, cilíndricas y fusiformes (Inga & López, 2001). La Figura 2 ilustra las características más resaltantes de la planta.

Respecto al origen del género *Manihot*, León (1968) indica que es americano con dos áreas de concentración de especies que se extienden desde la vertiente del Pacífico en México hasta el Norte de Centro América, y de Paraguay al Noreste de Brasil con mayor diversidad de cultivares. Existen evidencias arqueológicas en Chile, México, Panamá y Perú (Martins – Farias, 1976; citado por Seminario, 2004); y evidencias lingüísticas que refieren el cultivo de la yuca en Sudamérica (Quechua, Aymara y Mochica), Mesoamérica (Nahuatl en México) y el Caribe (Arawak en haiti) (Seminario, 2004). En Perú se encontraron restos arqueológicos en las costas de Ancón – Chillón con una antigüedad de 4500 años (Martins – Farias, 1976; citado por Seminario, 2004). Finalmente, tanto las evidencias arqueológicas como las lingüísticas, indican que el género *Manihot* tiene al menos dos centros geográficos de especiación; y por tanto, dos centros principales de origen: Mesoamérica y el Noreste de Brasil, mientras no se demuestre lo contrario (Seminario, 2004).

La variabilidad del género *Manihot* comprende a las especies de yucas dulces y amargas, cultivadas y sus parientes silvestres. Mejía (2002) indica que de las 98 especies reportadas, 80 son sudamericanas y corresponden al Centro este de Brasil.

La especie *M. esculenta* está ampliamente difundida y se cultiva en todas las zonas tropicales, *M. grahami* en Brasil y Argentina, *M. davisiae* y *M. angustiloba* en Estados Unidos, *M. anisophylla* en Argentina, *M. tristis* y *M. saxicola* fueron introducidas en África, Indonesia e India. En Perú, además de la especie cultivada *M. esculenta* se han reportado a sus parientes silvestres como el *M. condensata* Rogers & Appan, *M. anomala* Pohl, subespecie Pavoniana, *M. weberbaueri* Pax & Hoff, *M. brachyloba* Mueller Von

² Áreas inundadas

Argau (sacha rumo), *M. leptophylla* Pax & Hoffm (yuca del monte) y *M. leptophylla* Pax & Hoffm (yuquilla), entre otros (Mejía 2002).

Igualmente, la especie cultivada presenta una diversidad de cultivares, principalmente en Sudamérica, posiblemente debido a factores mutantes en las células somáticas y polinizaciones cruzadas (León, 1968). Así, en las comunidades nativas de Perú existe un gran número de cultivares de yuca bajo diferentes denominaciones distribuidos en los diferentes grupos étnicos: 133 cultivares de yuca (*kawacha mamari* en la voz Ashaninka) en Cusco, Ayacucho, Huánuco, Junín, Pasco y Ucayali); 33 cultivares (*Yahuire* en la voz Cocama – Cocamilla) en Loreto; 31 cultivares (*Yuhúmca* en la voz Aguaruna) en Loreto, Amazonas y San Martín; 18 cultivares de yuca (*Paaújuri* en la voz Bora o *Maica* en Huitoto) en Loreto y en otros grupos de los que no se tienen reportes de cultivares de yuca (Mayoruna) o *Mamán* (Huambisa) o *Nocoví caniri* (Campa Ashaninka), *Cashrinshri* (Candoshi) o *Rumo* (Quechuas) (Mejía, 2002). En el Cuadro 4 se presenta las características de importancia agronómica para los cultivares encontrados en la cuenca baja del río Ucayali.

Por otra parte, en el distrito de Santa Teresa, en la región Cusco la variabilidad interespecífica de yuca es amplia, el MINAM³ (2013) ha reportado 22 cultivares de yuca: Yuracñahui, Yanañahui, Blanca, Amarilla, Pasquito, Panti, Serpentina, Varilla blanca, Q'ello varilla, Yana varilla, Yuca verde, Yuca rosada, Pajarillo, Huachac huallpa, Q'asantuy, Q'ello yuca, Warankallqui, Intarota, Qowisullu, Motoche, Q'ellosonqo e Imperial.

Su clasificación está en función de sus características fisiológicas y de adaptación: muy precoces, semi precoces, semi tardías y tardías, asociadas a su ciclo vegetativo y al tiempo de conservación, como es el caso del cultivar Varilla que puede permanecer en el suelo sin ser cosechada hasta un año y medio. Los cultivares de altura como el Pasquito son menos precoces (6 a 9 meses), respecto a los cultivares de pisos más bajos (4 a 6 meses) como el Panti, Yuracñahui y Yanañahui (MINAM, 2013). Y dada la capacidad adaptativa del cultivo que permite obtener cosechas precoces, intermedias y tardías (Mejía 2002); eficiencia hídrica e importancia para la seguridad alimentaria, en las regiones

³ Ministerio del Ambiente.

tropicales con un sistema de agricultura tradicional la distribución espacial de diversos cultivares en un mismo terreno constituye una estrategia local para disponer de las raíces en diferentes épocas del año (Inga & López, 2001).

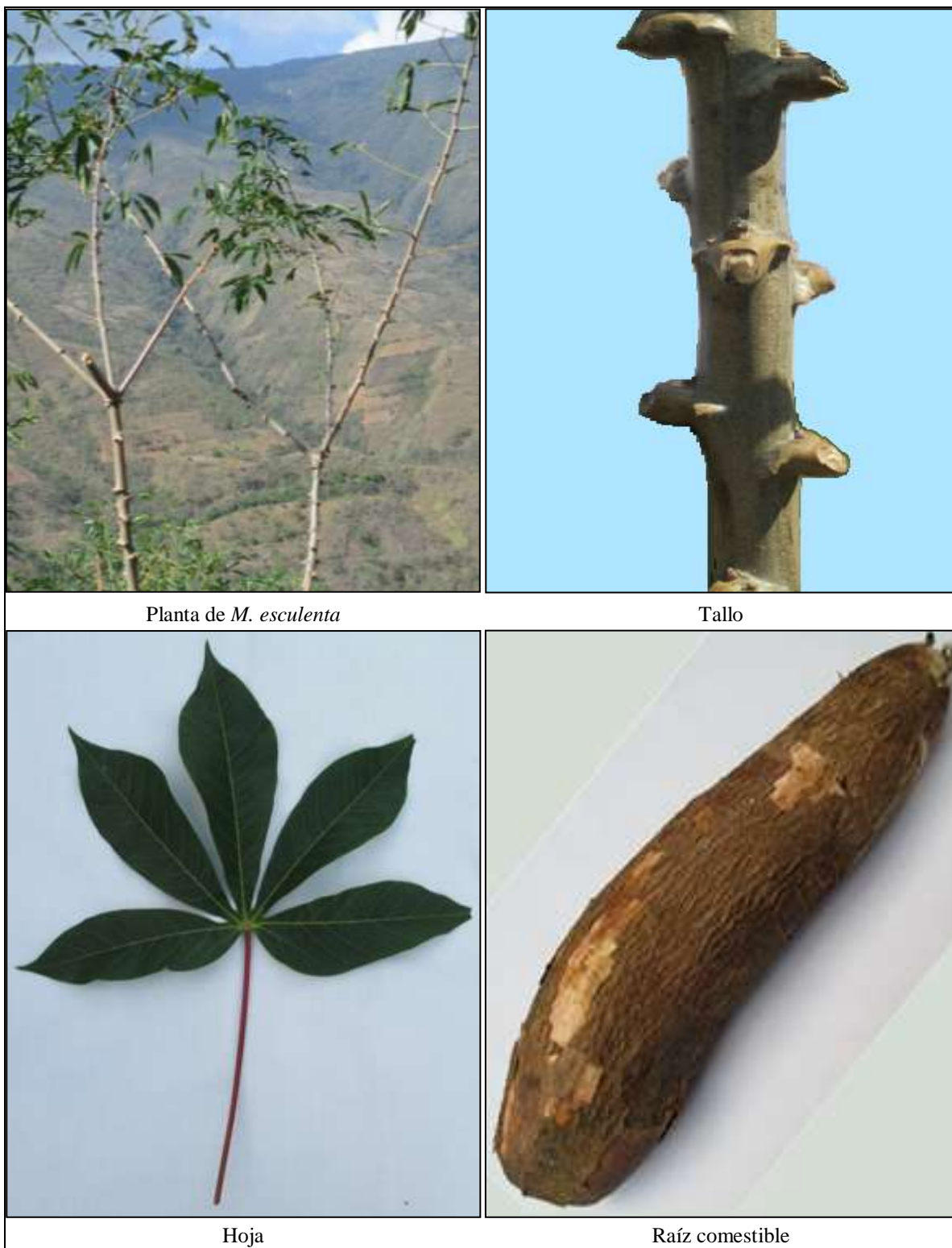


Figura 2: Características de la planta *M. esculenta*

Cuadro 4: Diversidad de cultivares de yuca en la selva nororiental de Perú

Variedad	Periodo cosecha (meses)	Nro. de raíces/planta	Longitud de raíz (cm)	Diámetro (cm)	Peso/planta (g)
1. Tresmesinas (chica)	3 – 7*	6	30.4	4.1	1600
2. Tresmesinas (larga)	3 – 6*	6	33	5-0	1100
3. Tresmesinas (larga)	6 – 8	6	33	5-0	1100
4. Lupuna rumo	6 – 10	3	30	4.5	1100
5. Tresmesinas (chica)	6 – 12	6	30.4	4.1	1600
6. Huanano rumo	6 – 12	4	22	6.0	1600
7. Lamisto	6 – 12	3	23	4.5	900
8. Piririca tamshiyacu	6 – 12	4	35	6.0	1100
9. Ricacha	6 – 12	4.5	27.4	4.0	900
10. San Juan	6 – 12	3	29	6.0	800
11. Pinsha callo	6 – 12	4	30	7.0	800
12. Ucucha rumo	6 – 12	3	22.5	5	800
13. Amarilla	8 – 12	3	40	4.5	1100
14. Arahuana rumo	8 – 12	4	30	6.0	800
15. Cogollo morado	8 – 12	3	23	4.5	900
16. Chaquishca rumo	8 – 12	2.5	26.3	4.2	800
17. Enano (huarhua rumo)	8 – 12	3	25	4.3	1200
18. Gusanillo rumo	8 – 12	3	19	4.0	1600
19. Hoja morada	8 – 12	3.5	28	6.0	900
20. Motelo rumo	8 – 12	2	20	3.5	100
21. Palo blanco	8 – 12	5	36	5.0	1700
22. Piririca	8 – 12	6	35	5.0	1700
23. Shapaja rumo	8 – 12	3	24.4	5.1	1300
24. Humisha blanca	8 – 14	3	25.5	4.4	1200
25. Humisha rumo	8 – 14	3.5	24.4	4.5	1200
26. Paloma chaqui	8 – 14	3	22	6.0	900
27. Taricuacha	8 – 14	4	21	5.0	1200
28. Tortilla	8 – 14	4	30	7.0	800
29. Paloma rumo	8 – 16	3	30	5.0	800
30. Arpón rumo	8 – 18	4	20	5.0	1000
31. Tapullima	8 – 18	4	26	4.0	700
32. Tello morado	8 – 18	5	28	6.0	900
33. Colombiana	12 – 18	4	32	5.0	1200

FUENTE: Mejía (2002)

*En restingas o suelos inundados.

2.4. SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO

Según Toro – Mujica *et al.* (2011), la sustentabilidad de los sistemas de cultivo se fundamenta en principios de conservación de las energías renovables, la adaptación de los cultivos al medio ambiente y una productividad moderada pero sostenible. Otros autores señalan que la sustentabilidad, está determinada por la resiliencia del sistema, de la cual depende su esperanza de vida; la conveniencia fundamental humana y la escala espacio – temporal referida a un contexto y la durabilidad del sistema (Mayer, 2008; citado por Toro – Mujica *et al.*, 2011).

La sustentabilidad está en función de sus habilidades para mantenerse productiva a través del tiempo, depende de sus características y de aquellas variables que lo afectan en lo económico, ecológico y social. La agroecología permite evaluar, diseñar y manejar agroecosistemas productivos, ecológicos, culturalmente sensibles, social y económicamente viables, con un enfoque de ensamblaje de cultivos, árboles, animales y suelo (Altieri & Nicholls, 2000); asimismo, realiza un estudio de la forma, la dinámica, la función de las interrelaciones y los procesos ecológicos: ciclo de nutrientes, resiliencia y cambios sucesionales (Altieri, 2001).

Los principios ecológicos del diseño sustentable de los sistemas de cultivo les confieren características similares a la de un ecosistema natural maduro (Altieri, 1992). Estos principios son:

- Reciclaje de la biomasa y optimización de la disponibilidad de nutrientes en el sistema.
- Optimización de los recursos suelo y agua (siembra y cosecha de agua).
- Diversificación temporal y espacial, específica y genéticamente el agroecosistema.
- Generación de procesos y servicios ecológicos claves (Reinjtjes *et al.*, 1992; citado por Altieri, 2001).

Lo que caracteriza la sustentabilidad de los sistemas de producción es lo diversificado que es el sistema; de tal modo que sus componentes interactúan como una unidad, así un agroecosistema con un suelo rico en materia orgánica y gran actividad biológica es considerado un sistema no degradado, robusto, productivo y rico en biodiversidad que contribuyen a la fertilidad edáfica, la fitoprotección y la productividad (Altieri & Nichols,

2002). Y con el fin de garantizar niveles aceptables de productividad a pesar de situaciones críticas ambientales, adversas para los cultivos, en la agricultura tradicional los agroecosistemas son diversificados; y por tanto, menos vulnerables. Así, en experimentos realizados con policultivos expuestos a diferentes condiciones de estrés hídrico, respecto a los monocultivos, se ha demostrado mayor estabilidad en la productividad, de lo cual se infiere que los sistemas con mayor diversidad de especies y variedades se comportan más resistentes y resilientes a factores ambientales adversos (Vandermeer, 2002; citado por Altieri & Nicholls, 2008).

2.5. ESTRATEGIAS AGROECOLÓGICAS DE SUSTENTABILIDAD

La sustentabilidad de los sistemas de producción se fundamenta en modelos ecológicos y la efectividad de las prácticas agroecológicas preventivas, con multipropósitos que contribuyen a mejorar la resiliencia del agroecosistema a través de mecanismos que incrementan la diversidad biológica, genética y funcional del agroecosistema; y optimizan la actividad biológica del suelo (Altieri, 2001). La biodiversidad cumple un papel importante en el restablecimiento del balance ecológico y en la subsidiariedad del funcionamiento de los agroecosistemas a través de servicios ecológicos como el reciclaje de nutrientes, el control biológico de plagas y la conservación del agua y del suelo (Altieri & Nicholls, 2000). Un esquema de la biodiversidad funcional se presenta en el Cuadro 5.

Y dado que la agricultura tradicional se desarrolla mayoritariamente en secano, en espacios geográficos complejos y diversos ecosistemas, ricos en biodiversidad de flora y fauna, variados microclimas y una alta dependencia de las lluvias temporales (Altieri, 1999), la principal propuesta del manejo agroecológico está orientada a la implementación de la chacra integral, en lo posible no dependiente de insumos externos, con el fin de garantizar la seguridad alimentaria y el incremento de la productividad mediante las buenas prácticas agrícolas que permita comercializar los excedentes (Von Der Weid, 1994).

Los pequeños agricultores pese a los daños y pérdidas, han aprendido a convivir con su entorno, han encontrado en la diversidad de cultivares variedades tolerantes a sequía, resistentes a enfermedades, prácticas agroecológicas que las corrientes modernas lo analizan y lo difunden en la actualidad como tecnología apropiada para incrementar la resiliencia de los sistemas productivos y una estrategia para manejar el riesgo frente a situaciones adversas. Asimismo, en la diversidad de especies se puede encontrar plantas

pequeñas con altas tasa de transpiración y bajas tasas de senescencia en hojas como resultado de mecanismos morfológicos y fisiológicos que ha permitido el desarrollo de resistencia a la sequía (Altieri & Nicholls, 2008). La misma naturaleza ha desarrollado mecanismos defensivos frente a efectos desfavorables, permitiendo a las poblaciones biológicas conservar la especie (Azcón – Bieto & Talón, 2000).

Por otro lado, los pequeños agricultores al mantener un sistema diversificado de policultivos obtienen una mayor productividad, respecto a los sistemas de monocultivo (Merma & Julca, 2012). Aun cuando la agricultura tradicional es considerada como menos productiva, los estudios realizados respecto a aplicación de enmiendas orgánicas al suelo y a la misma planta (biol), han permitido evidenciar resultados por encima de los promedios comerciales, lo cual es un indicador de que sí es posible incrementar los rendimientos con adecuadas aplicaciones de abonos orgánicos (Felipe – Morales, 2002).

Las prácticas de una agricultura sostenible como la producción e instalación de especies forestales nativas y la conservación de suelos mediante la construcción de andenes en terrenos con pendientes en función a la escasez del recurso hídrico y a la topografía de la zona contribuyen al control de la erosión de suelos en ladera, al igual que las terrazas de formación lenta. Más allá del control erosivo de los suelos por efecto del agua y el viento, los andenes y pata patas, contribuyen a la protección de los cultivos frente a las heladas, permiten la adaptación de especies de otros pisos ecológicos y favorecen la mejor distribución del agua proveniente de las lluvias (Felipe – Morales, 2002).

De igual forma, el rol de la biodiversidad en el manejo de la vulnerabilidad a plagas y enfermedades es de suma importancia, debido a que los cultivos uniformizados (como el que se práctica en la agricultura convencional a escala comercial) son mucho más vulnerables a efectos adversos bióticos y abióticos (Morales, 2001), y las comunidades campesinas constituyen reservas in situ de diversidad genética que no se debe perder (Altieri, 1999). Por otro lado, las altas temperaturas y el alto porcentaje de humedad en la atmósfera favorece el desarrollo de plagas y patógenos, lo que en la agricultura convencional se viene atendiendo con el mayor uso de agroquímicos que son tóxicos para los que lo aplican y para el ambiente mismo, los pequeños agricultores utilizan los policultivos y otras formas de sistemas diversificados para prevenir las infestaciones, proteger a los cultivos más susceptibles y para promover el mayor desarrollo de predadores y enemigos naturales que regulan la población de plagas biológicamente (Altieri &

Nicholls, 2008). En Colombia refieren que el intercultivo de yuca con frijol o maíz regula a la mosca blanca *Aleurotrachelus sociales* y *Trialeuroides variabilis* debido a que se genera cambios en el vigor de las plantas y se incrementa los enemigos naturales para la plaga (Altieri, 1999).

Dentro del manejo agroecológico se debe considerar el Manejo Integrado de Plagas (MIP) que bajo un enfoque ecológico tiene en cuenta las relaciones de sus componentes dentro de un ecosistema; de tal forma que existe una relación dinámica entre la plaga y el cultivo, sus enemigos naturales, las condiciones físicas, mecánicas y agronómicas que favorecen o no a la plaga. Es así que el MIP está orientado a mantener las plagas hasta un nivel que no represente daño económico, utilizando para ello factores naturales adversos para la plaga (Cisneros, 1995). Y en el MIP se debe considerar que la unidad de manejo no es la parcela sino todo el agroecosistema con las posibles plagas hasta cierto nivel tolerable y solo en situaciones que superan el umbral de daño económico se puede hacer uso de agroquímicos (Castillo, 2012). Para ello es importante que el agricultor conozca cómo es la sincronía del insecto y la planta, sus hábitos y su ciclo biológico para tomar las mejores decisiones para su control (Ortiz, 1997).

Así mismo, es importante recuperar los saberes, percepciones y prácticas campesinas ancestrales sobre el manejo sostenible de los recursos naturales y el desarrollo de la agricultura como son los sistemas de andenería, rotación de cultivos, cultivos asociados, manejo de biodiversidad con amplia base genética e indicadores biológicos; entre otros, de tal forma que se puedan interpretar en el contexto de los sistemas productivos rurales – ecológicos y los sistemas culturales propios de las nuevas poblaciones; como estrategia para disminuir los riesgos a los que están expuestos los cultivos por efectos de los cambios climáticos y la superación de restricciones económicas sociales y culturales que inhiben procesos de adaptación en una perspectiva de reducción de pobreza y desarrollo (Altieri, 1999).

Por otro lado, es de gran importancia reafirmar la nueva concepción de agricultura con enfoque agroecológico, integradora de los aspectos productivos, medioambientales y sociales por el cual el tema de género compromete la participación de la mujer como elemento importante y vital para el desarrollo y el manejo del agroecosistema mediante actividades productivas como la horticultura, el riego, las crianzas y la sostenibilidad de la familia (Felipe – Morales, 2002).

Cuadro 5: Biodiversidad funcional en el agroecosistema

Estrategias de mejoramiento		Componentes	Funciones
Policultivos, sistemas agroforestales, rotación de cultivos, cultivos de cobertura, labranza cero y aplicación de abonos orgánicos	B	Agentes polinizadores	Polinización e intragresión genética.
	I	Depredadores y	Regulación de población plaga, control biológico
	O	parásitos	
	D	Herbívoros	Consumo de biomasa y reciclaje de nutrientes
	I	Vegetación silvestre	Alelopatía de competencia
	V		Fuente de enemigos naturales
	E		Especies de cultivos silvestres emparentados.
	R		
	S	Lombrices	Mejora la estructura del suelo Reciclaje de nutrientes
	I	Mesofauna del suelo	Descomposición Depredación Reciclaje de nutrientes
	D		
	A	Microfauna del suelo	Reciclaje de nutrientes Supresión de enfermedades

FUENTE: Altieri (1992)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación fue realizado en cuatro localidades representativas de la sub cuenca de Santa Teresa (Yanatile, Tendalpampa, Lucmabamba y Sahuayaco), distrito del mismo nombre, provincia de La Convención, región Cusco (Figura 3). Santa Teresa forma parte de la cuenca del Urubamba en la vertiente del Amazonas, se encuentra ubicada a una Longitud oeste de 73°22', Latitud sur de 13° 14' y con una Altitud de 1050 a 2800m, es considerado un bosque seco subtropical, transicional a bosque húmedo – subtropical (bs – S/bh – S).

De acuerdo al censo de población y de vivienda del 2007⁴ el distrito de Santa Teresa registra una población de 6999 habitantes, de los que el 21.7% se distribuye en el área urbana y el 78.3% en el área rural. El porcentaje de la población en pobreza para el distrito es de 65.5% y la población en extrema pobreza alcanza a un 26.1% de la población total, según el mapa de pobreza de FONCODES⁵ (2006) e INEI⁶ (2007).

La subcuenca se caracteriza por tener un clima semiseco, semicálido y con invierno seco (IMA⁷, 2009), temperatura media anual de 15 a 17°C y precipitaciones anuales de 1985 mm. (SENAMHI⁸, 2010). Hidrográficamente la sub cuenca comprende dos importantes microcuencas (Sacsara y Salkantay) que, según la zonificación ecológica y económica son consideradas zonas de protección y de recuperación debido a procesos de degradación y deforestación (Figura 4), que determinan escenarios distintos para la implementación de actividades productivas asociados a factores ambientales adversos que representan una amenaza para la agricultura y la economía campesina.

Y dadas las condiciones fisiográficas altamente vulnerables a desastres naturales, la agricultura en la subcuenca, se desarrolla bajo una dinámica altamente diversificada tanto de sus actividades agrícolas como pecuarias. Tradicionalmente la subcuenca se ha dedicado a la producción de cultivos de pan llevar (yuca, uncucha, camote y otras especies)

⁴ INEI. Censos Nacionales. XI de población y VI de vivienda del 2007.

⁵ Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social.

⁶ Instituto Nacional de Estadística e Informática.

⁷ Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente

⁸ Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.

orientados principalmente al autoabastecimiento y al intercambio de productos con otros productores. La Figura 4 demuestra que en la subcuenca el recurso suelo con características apropiadas para cultivos permanentes es bastante limitado; mientras que gran parte de la superficie está destinado prioritariamente a la reforestación y recuperación de la cobertura vegetal y la biodiversidad nativa (IMA, 2009). La zonificación Ecológica y Económica, realizada por el Proyecto Especial Regional del IMA, recomienda la implementación de sistemas agroforestales para las zonas de recuperación (IMA, 2009).

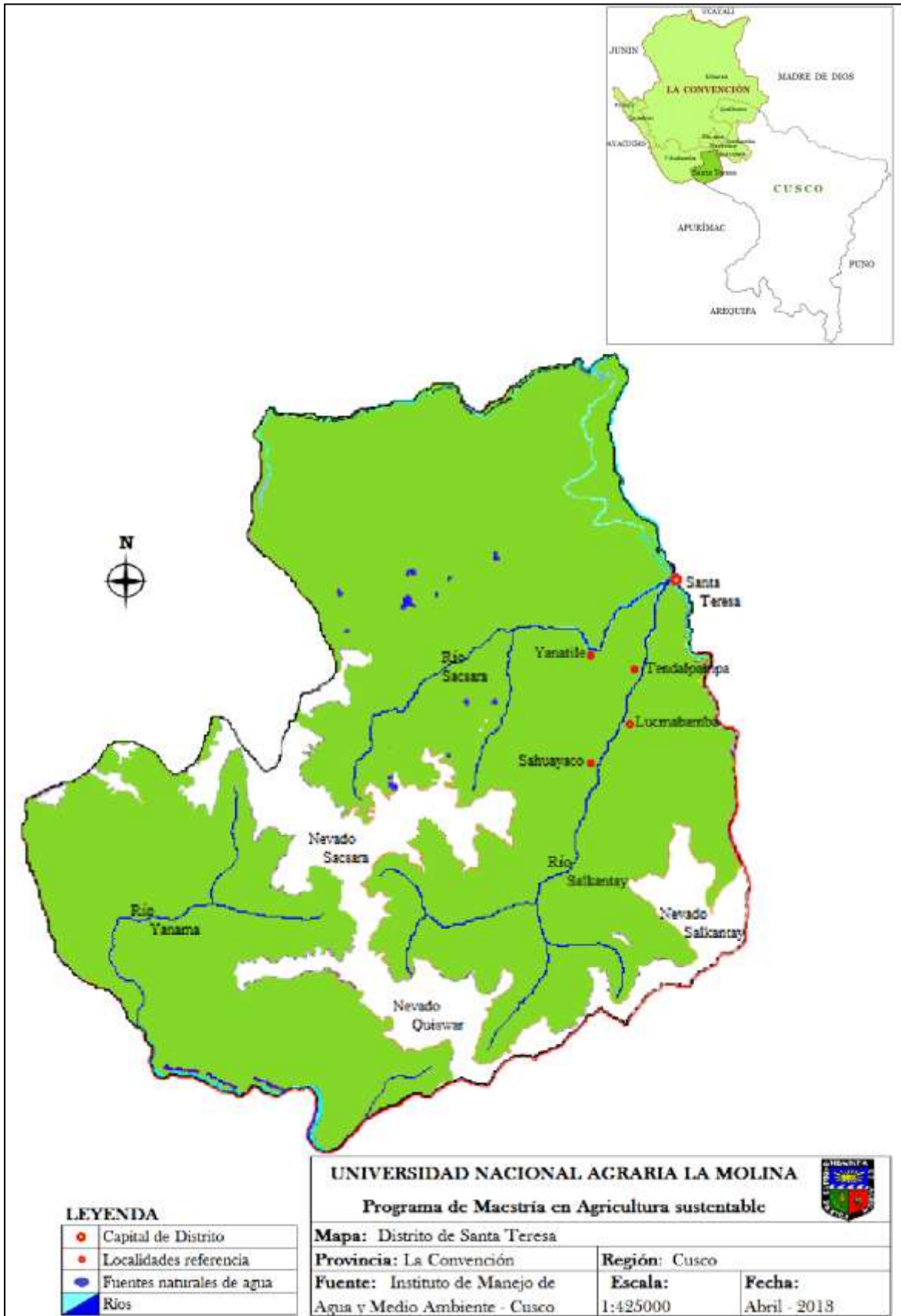


Figura 3: Mapa de ubicación de la subcuenca de Santa Teresa

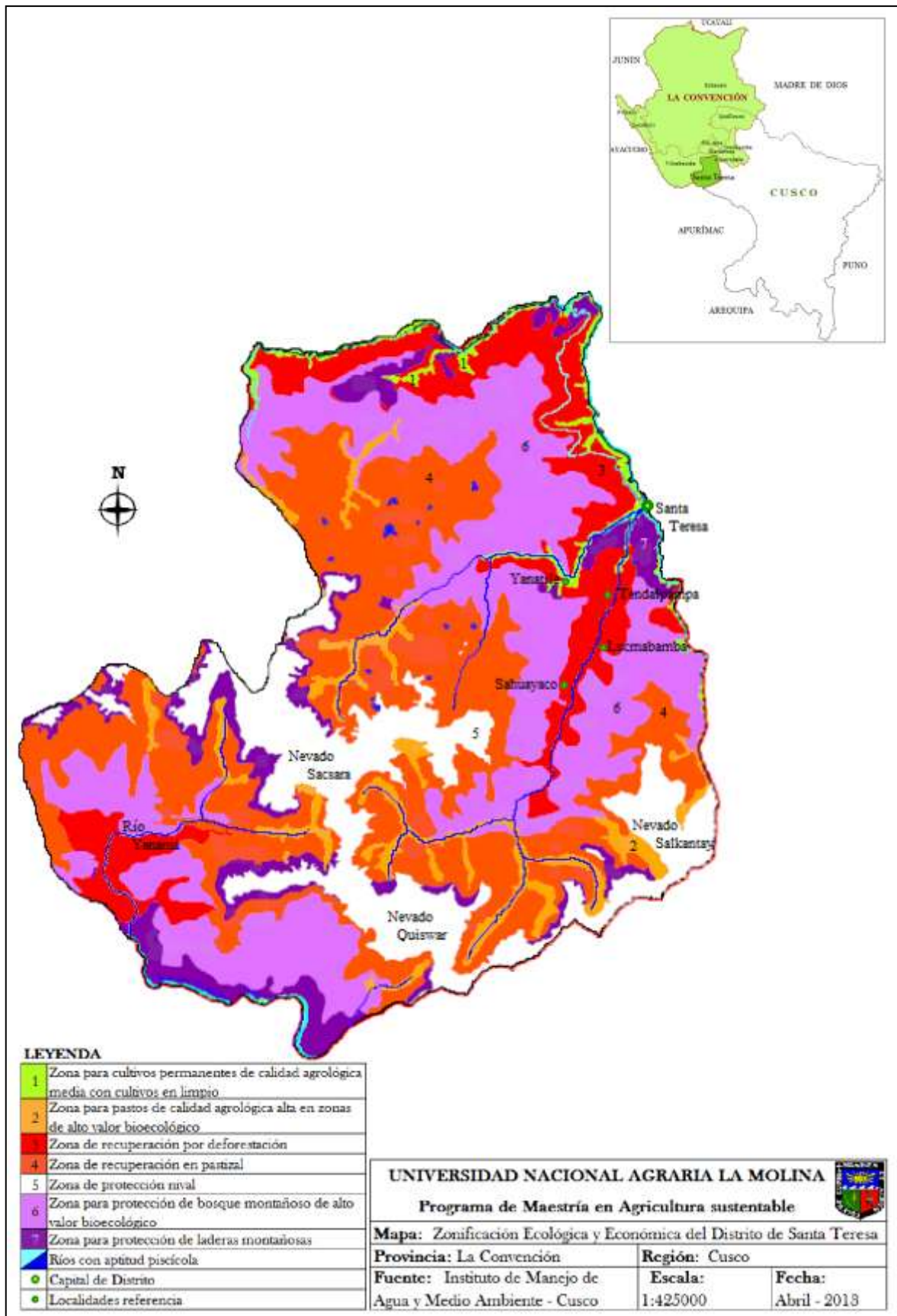


Figura 4: Zonificación Ecológica y Económica del distrito de Santa Teresa

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población está conformada por 349 productores, de la que se tomó una muestra constituida por 82 productores de yuca de cuatro localidades representativas de la subcuenca de Santa Teresa (Cusco) y participantes del sub-proyecto “*Fortalecimiento de capacidades para la adaptación al cambio climático en áreas asociadas a los Nevados Salkantay y Sacsara del distrito de Santa Teresa en el marco del proyecto PRAA*”⁹

Los niveles de estudio están dados por las unidades productivas a evaluar y el tamaño de la muestra se calculó mediante la fórmula para la estimación de proporciones en poblaciones finitas, propuesta por INCAGRO (2006). El criterio de selección de la muestra está limitado a productores de yuca en las cuatro localidades priorizadas para la subcuenca de Santa Teresa.

Estimación del tamaño de la muestra (n):

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

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Población total (349 agricultores)

PQ = Probabilidad de acierto y error (generalmente se asume 0.5 en ambos casos)

d = Margen de error (10%)

El resultado de la aplicación de la fórmula indica un tamaño mínimo de 78 productores, a los que se ha sumado un 5% con el fin de garantizar la validez de la investigación y superar inconvenientes por ausencias en el proceso de la aplicación de las encuestas. La distribución de la muestra fue proporcional al tamaño de cada localidad y la muestra total fue de 82 productores.

⁹ Pertenece al proyecto: Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales

3.3. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS

3.3.1. GENERACIÓN DE INFORMACIÓN

Establecida la muestra en 82 productores, en el mes de enero del 2013 se aplicó la encuesta estructurada con preguntas abiertas y cerradas para cada una de las variables a medir correspondientes a los tres componentes de sustentabilidad: ambiental, económico y social (Anexo 1).

En los meses de febrero a abril del 2013; con el fin de validar la información obtenida, se realizaron visitas al 11% de las parcelas de los productores; por otro lado, se recogió información secundaria de la Municipalidad Distrital de Santa Teresa, de los proyectos previos realizados por el PACC¹⁰ y del INEI.

Finalizada la fase de recolección de datos, éstos fueron transportados a una base de datos para su respectiva tabulación en orden a los componentes de estudio.

3.3.2. CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD

Los indicadores establecidos (Cuadro 6), son el resultado de la confluencia de dos metodologías que se adaptan mejor para la evaluación de sustentabilidad de agroecosistemas: el marco MESMIS y la metodología planteada por Sarandón y Flores (2009) que es la síntesis de la propuesta de la OCDE y el resultado de investigaciones continuas, permanentemente enriquecidas con experiencias recogidas de los sistemas de producción agrícola y pecuaria. A continuación se detalla la distribución de los indicadores.

¹⁰ Proyecto de Adaptación al Cambio Climático.

Cuadro 6: Indicadores y variables cualitativas y cuantitativas para la subcuenca

Dimensiones	Indicadores	Variables cualitativas y cuantitativas
A M B I E N T A L	Diversidad de cultivares de yuca.	Número de cultivares de yuca por parcela.
	Agroforestería con especies frutícolas.	Número de especies frutícolas asociadas al sistema de cultivo de la yuca.
	Agroforestería con especies arbustivas y arbóreas.	Número de especies arbustivas y arbóreas asociadas al sistema de cultivo con yuca.
	Manejo sostenible del suelo.	Número de tipos de abonos orgánicos utilizados en el sistema.
	Asociación de cultivos.	Número de asociaciones con maíz, frijol, poroto.
	Manejo integrado de plagas y enfermedades.	Métodos de control utilizados en el sistema, priorizando los productos de bajo impacto para la fauna benéfica y menor impacto en el ambiente.
E C O N Ó M I C A	Área de producción para el cultivo de yuca.	Número de metros cuadrados.
	Rendimiento para el cultivo de yuca.	Número de kilos por hectárea.
	Diversificación de la producción agrícola.	Número de cultivos asociados a la yuca.
	Diversificación de la producción pecuaria.	Número de especies en el sistema de cultivo de la yuca.
	Destino de la producción del sistema de cultivo con yuca.	Porcentaje de la producción destinada al consumo y comercialización.
S O C I A L	Acceso a servicios básicos.	Número de servicios básicos satisfechos.
	Participación en eventos de capacitación y asistencia técnica para la producción agrícola.	Frecuencia de participación.
	Satisfacción del productor con el sistema.	Nivel de satisfacción con el sistema.
	Participación de la familia en el sistema de producción.	Número de miembros de la familia involucrados en el sistema de producción.

FUENTE: Elaboración propia

3.3.3. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

La información obtenida mediante las encuestas y las visitas fueron analizadas cuantitativa y cualitativamente. Para la valoración cuantitativa se utilizaron descriptores estadísticos de tendencia central y dada la naturaleza de los datos, éstos fueron estandarizados en una escala de 1 a 5 y ponderados en función a un coeficiente; mientras que, para la valoración cualitativa se recurrió al análisis exploratorio y descriptivo como un mecanismo de validación de la información recogida mediante las encuestas.

La estandarización consistió en la asignación de un valor numérico (en una escala de 1 a 5) a las variables en estudio, correspondientes a cada uno de los componentes de sustentabilidad. Los valores mayores están dados para aquellas variables que mediante procesos de reciclaje de nutrientes, la diversificación de la producción y la aplicación de conocimientos locales aportan eficazmente en la generación de bienes y servicios sin alterar el equilibrio ecológico ni la disponibilidad de recursos para las futuras generaciones.

La ponderación consistió en la aplicación de un factor o un coeficiente que multiplica valores estandarizados para aquellas variables que influyen positivamente a la sustentabilidad económica; así por ejemplo, en el caso de la diversidad de cultivares de yuca (dimensión ambiental) ésta fue ponderada en razón a que la diversidad es una estrategia para la gestión del riesgo económico y ambiental, al igual que la diversificación de la producción agropecuaria (componente económico) que favorece el manejo del suelo y el manejo de plagas. En el caso de la variable correspondiente a servicios básicos satisfechos, también fue ponderada debido a que el acceso y la disponibilidad de los mismos, reduce los costos aplicados al rubro de la salud.

Finalmente, los valores estandarizados y ponderados encontrados para cada uno de los indicadores, permitió determinar los puntos críticos que afectan a la sustentabilidad y requieren la implementación de medidas estratégicas y correctivas; de igual forma para los aspectos potenciales que hacen más sustentable el sistema. A continuación, en el Cuadro 7 se describe la metodología adaptada para la estandarización y ponderación de resultados, de acuerdo a los criterios encontrados en el marco teórico.

Cuadro 7: Metodología para la estandarización y ponderación de resultados

D.	Cl.	Indicadores	Escala / variables					Coeficiente de ponderación
			1	2	3	4	5	
A M B I E N T A L	a	Diversidad de cultivares de yuca	1 cultivar	2 cultivares	3 cultivares	4 cultivares	> a 4 cultivares	2
	b	Agroforestería con especies frutícolas	0	1 especie	2 especies	3 especies	> a 3 especies	1
	c	Agroforestería con especies arbustivas y arbóreas	0	1 especie	2 especies	3 especies	> a 3 especies	1
	d1	Manejo sostenible del suelo	0	1 tipo de abono orgánico	2 tipos de abonos orgánicos	3 tipos de abonos orgánicos	> a 3 tipos de abonos orgánicos	2
	d2	Asociación de cultivos	0	Yuca	Yuca – maíz	Yuca – frijol/poroto	Yuca–maíz–frijol/poroto	
	d3	Manejo integrado de plagas y enfermedades	Control químico	Químico + orgánico	ceniza/yeso/(insumos locales)	Control cultural	Biocidas caseros	
E C O N O M I C A	a	Área de producción para el cultivo de yuca	< a 125 m ²	125 a 249 m ²	250 a 374 m ²	375 a 499 m ²	> a 500 m ²	1
	b	Rendimiento del cultivo	< a 10500 kg/ha	10500 a 10999 kg/ha	11000 a 11499 kg/ha	11500 a 11999 kg/ha	> a 12000kg/ha	2
	c	Diversificación de la producción agrícola	0	1 cultivo	2 cultivos	3 cultivos	> a 3 cultivos	2
	d1	Diversificación de la producción pecuaria	0	1 especie	2 especies	3 especies	> a 3 especies	2
	d2	Destino de la producción agropecuaria	Venta	Consumo	Venta y consumo 50 – 50%	Venta y consumo 40 – 60%	Venta y consumo < 40a >60%	
S O C I A L	a	Acceso a servicios básicos.	1 servicio básico	2 servicios básicos	3 servicios básicos	4 servicios básicos	> a 4 s. básicos	2
	b	Participación en eventos de capacitación.	Nunca	Muy pocas veces	Algunas veces	Casi siempre	Siempre	1
	c	Satisfacción con el sistema	Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena	1
	d	Participación de la familia	Solo jornaleros externos	Solo el padre	Ambos padres	Padres + hijos	Padres + hijos + otros	1

FUENTE: Elaboración propia

3.3.4. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD

De acuerdo a los criterios establecidos en el marco teórico, la sustentabilidad del sistema es el promedio de la sustentabilidad ambiental, económica y social obtenida para las parcelas evaluadas; y la sustentabilidad parcelaria es calculada mediante la fórmula que se muestra en el Cuadro 8; modificada y adaptada de Sarandón y Flores (2009). En función del cual es de importancia preliminar el determinar el grado de sustentabilidad o no sustentabilidad para cada uno de ellos. La sustentabilidad ambiental, económica y social se mide por la sumatoria de los valores estimados para cada uno de los indicadores involucrados y dividido por el total de sus factores ponderados (Cuadro 8).

Y un sistema es ambiental, económica y socialmente sustentable cuando el análisis cuantitativo refiere valores iguales o superiores a 3 en la escala utilizada; mientras que, valores inferiores a 3 refieren sistemas no sustentables. Empero, el encontrar valores para la sustentabilidad o no sustentabilidad no fue suficiente, por lo que para este estudio, considerando una iniciativa de valoración pormenorizada de sustentabilidad adoptada por Mercado (s/f) se ha elaborado una jerarquización de sustentabilidad expresado en niveles (Cuadro 9); de modo que, la sustentabilidad no constituye una situación terminada sino una situación en proceso que se expresa en diferentes grados o niveles de análisis, en razón del cual se recomiendan y aplican estrategias orientadas a la dinamización de esos procesos.

Cuadro 8: Fórmulas para estimar la sustentabilidad

Sustentabilidad ambiental (SA)	Sustentabilidad económica (SE)	Sustentabilidad social (SS)
$SA = [2a+b+c+2((d_1+d_2+d_3)/3)]/6$	$SE = [a+2b+2c+2((d_1+d_2)/2)]/7$	$SS = [2a+b+c+d]/5$
$Sustentabilidad\ del\ Sistema\ (SAES) = (SA+SE+SS)/3$		

Cuadro 9: Niveles de sustentabilidad

Nivel de Sustentabilidad	Muy crítica	Crítica	En transición	Baja sustentabilidad	Sustentabilidad intermedia	Alta sustentabilidad
Criterio de decisión en una escala de 1 a 5	< a 2.0	2.0 a 2.4	2.5 a 2.9	3.0 a 3.4	3.5 a 3.9	> a 4.0

Los niveles de sustentabilidad muy crítica y crítica, de acuerdo a los indicadores planteados, describen situaciones diferenciadas de degradación del medio en el que se desarrollan las actividades productivas y la existencia de necesidades no satisfechas; mientras que la sustentabilidad en transición demuestra un mayor control sobre los impactos negativos.

La baja sustentabilidad y sustentabilidad intermedia refieren situaciones diferenciadas de impactos positivos en la gestión de los recursos productivos y la alta sustentabilidad es un indicador de eficiencia en la gestión de las unidades productivas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO CON YUCA

4.1.1. ASPECTOS AMBIENTALES

a. Diversidad de cultivares:

La subcuenca de Santa Teresa por sus características geográficas, su mayor concentración de población rural y su legado cultural tradicional, posee una alta variabilidad genética, ventajas comparativas y un alto potencial comercial para cultivos de pan llevar entre los que se encuentra el cultivo del presente estudio, asociado e integrado a otros componentes del sistema.

Respecto a la diversidad de cultivares de yuca los productores encuestados conservan hasta nueve cultivares de yuca: Pucañahui, Yuracñahui, Yanañahui, Panti, Blanca, Amarilla, P'asquito, Vacacho y Serpentina; de los cuales siete ya fueron reportados por el MINAM (2013) y los otros dos (Vacacho y Pucañahui) suman a los 22 cultivares registrados para el distrito de Santa Teresa. Las características botánicas y agronómicas de diferenciación de los cultivares lo constituyen la altura de planta, el color del tallo, el hábito de crecimiento, la disposición de las ramas, forma y color de hojas, número y disposición de los lóbulos en las hojas, color de peciolo (Figura 5), forma de las raíces tuberosas, color de epidermis (Figura 6), color de felodermo, ciclo vegetativo, longitud, diámetro y peso de raíces (Inga & López, 2001).

La nominación local quechua de los cultivares de yuca hace referencia a características morfológicas de diferenciación e incluso al lugar de procedencia, como indica Mejía (2002); asociadas a todo un acervo cultural, como la observación de las fases de la luna y los indicadores biológicos – climáticos que determina épocas de siembra y oportunidades para las labores culturales. En la subcuenca de Santa Teresa la siembra de la yuca se realiza en luna llena para obtener plantas con raíces productivas no fibrosas; mientras que, las labores culturales de deshierbes se realizan en cuarto creciente, cuarto menguante y luna nueva con días secos y soleados para evitar la ranca en el maíz cuando éste crece asociado a la yuca.

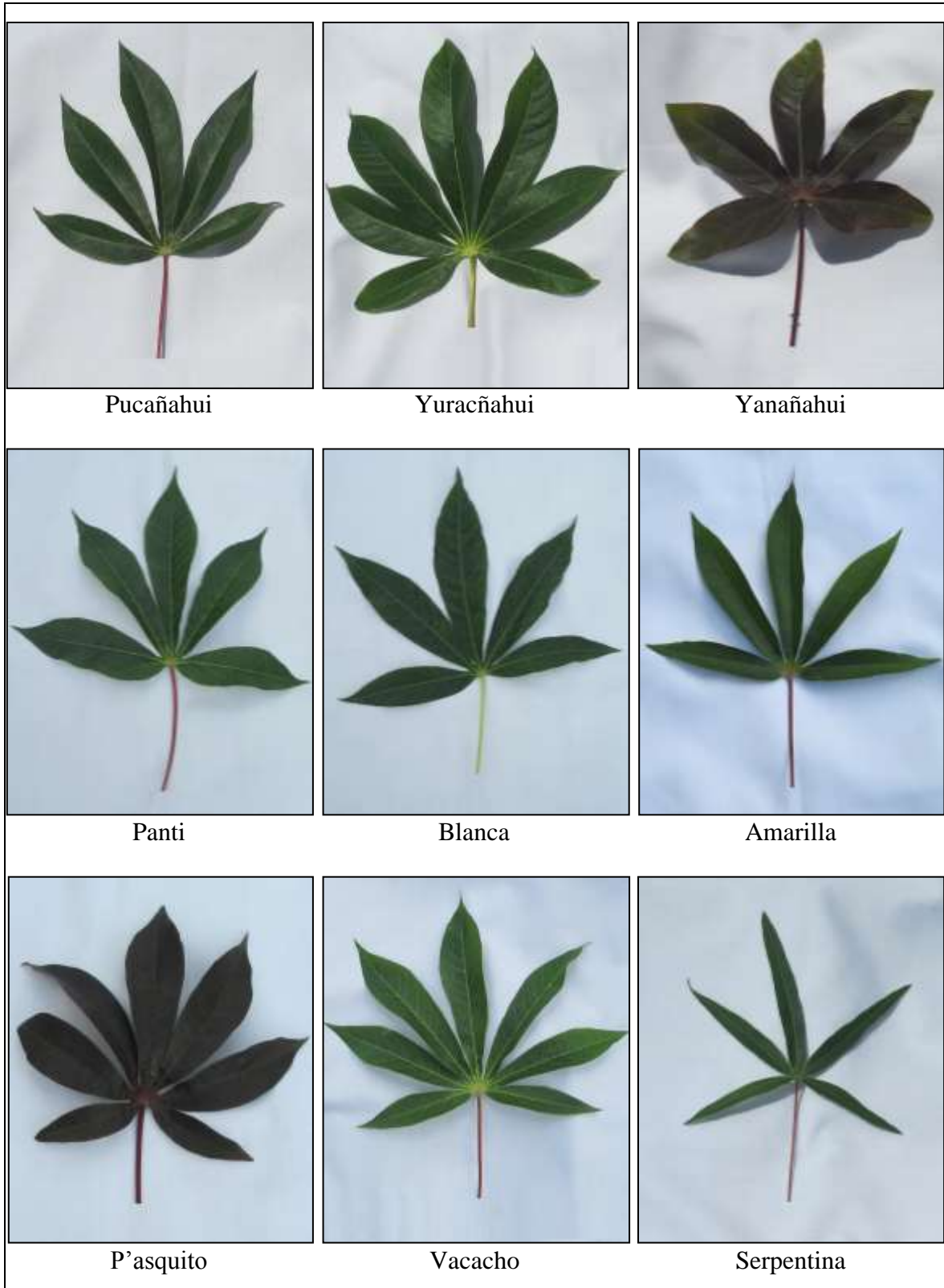


Figura 5: Morfología de hojas en *M. esculenta* (Subcuenca de Santa Teresa)

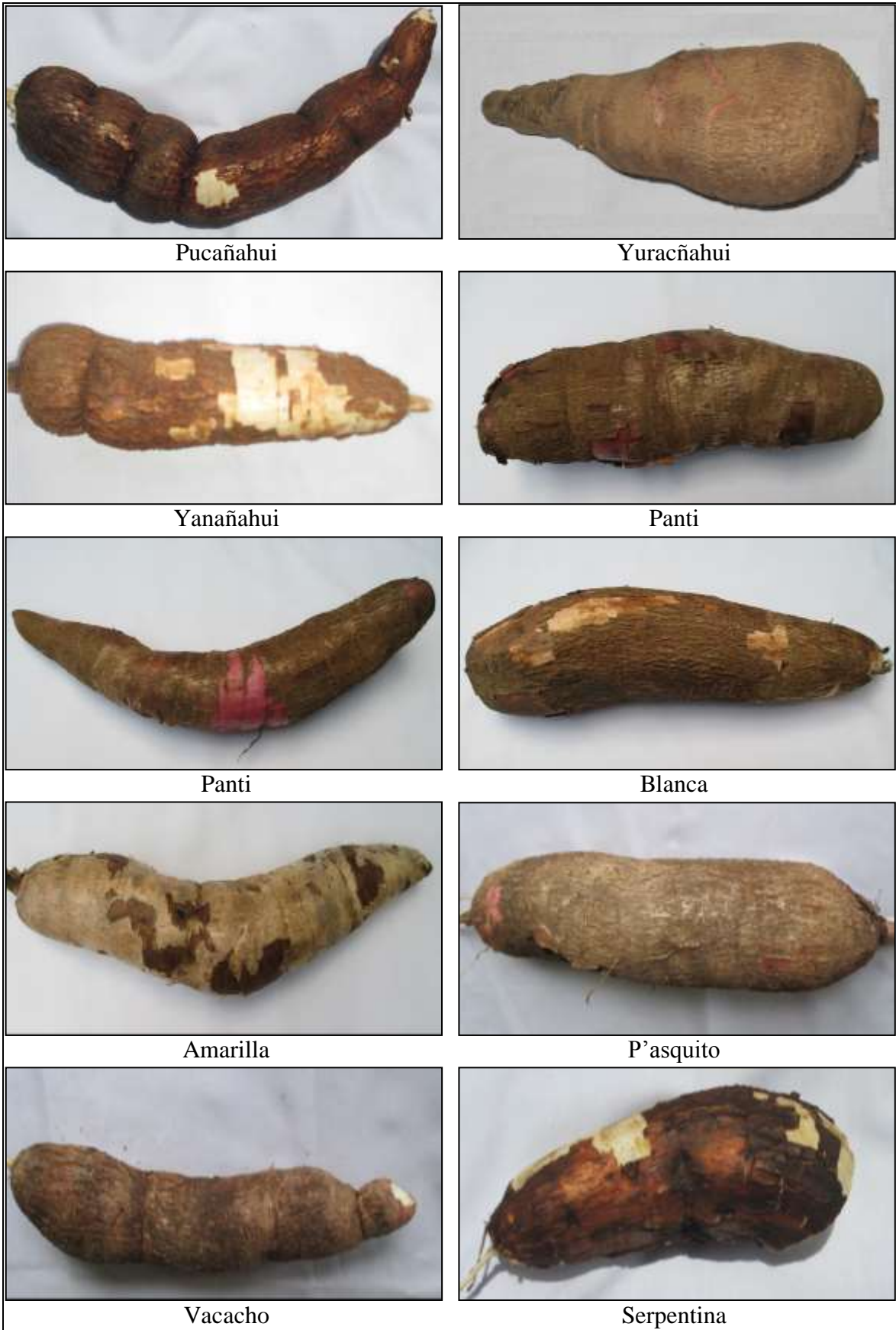


Figura 6: Morfología de raíces tuberosas en *M. esculenta* (Subcuenca de Santa Teresa)

La frecuencia de cultivo y la preferencia por los diversos cultivares está relacionada principalmente con características productivas (rendimiento y precocidad), organolépticas (composición harinosa y sabor) y adaptativas (Cuadro 10). El cultivar Blanca tiene una alta preferencia por su composición harinosa, precocidad e importancia comercial, seguido en orden de preferencia por el cultivar Yanañahui y Amarilla, el primero por su precocidad y el último por su alto rendimiento.

Los cultivares P'asquito, Pucañahui, Yuracñahui, Serpentina y Vacacho son cultivados (con menor frecuencia) como una estrategia de seguridad alimentaria y manejo agroecológico; de tal forma que, cuando las precipitaciones pluviales son abundantes y/o las plagas y enfermedades amenazan la producción de cultivares más susceptibles y menos tolerantes a eventos climáticos extremos, la diversidad en la chacra constituye un mecanismo efectivo que garantiza el abastecimiento con alimentos, en cualquier época del año (Inga & López, 2001).

Cuadro 10: Distribución de cultivares según frecuencia de cultivo

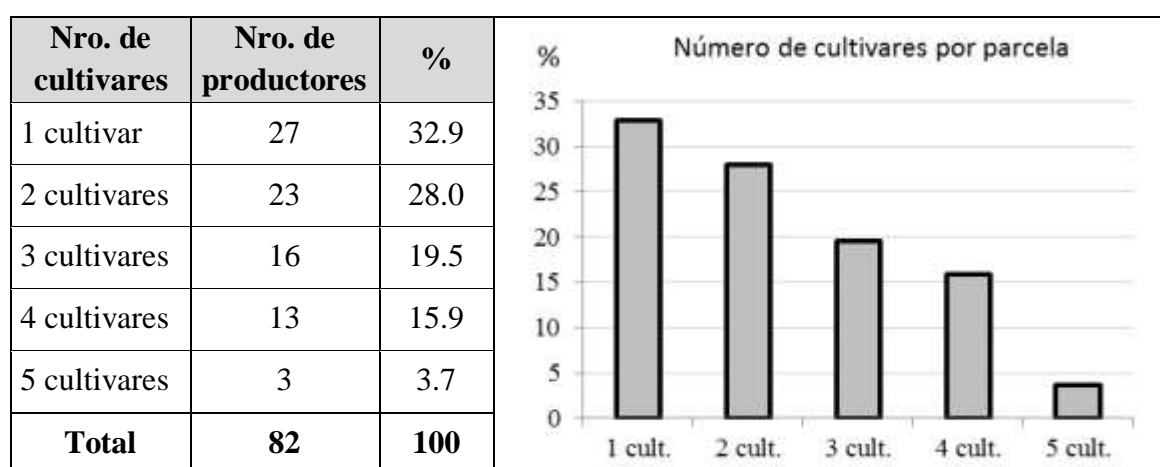
Nro.	Cultivares	Nro. de productores	Características productivas organolépticas y adaptativas
01	Blanca	44	Composición harinosa, precocidad y cocción rápida.
02	Yanañahui	29	Composición harinosa, rusticidad del cultivo, precocidad y periodo corto de almacenamiento.
03	Amarilla	27	Alto rendimiento, semi tardía, tolerante a plagas y enfermedades y cocción rápida.
04	P'asquito	14	Composición harinosa, adaptación a temperaturas bajas, alto rendimiento precoz.
05	Panti	12	Composición harinosa, adaptación a suelos áridos y pisos ecológicos más bajos y precocidad.
06	Pucañahui	7	Composición harinosa y rusticidad.
07	Yuracñahui	3	Composición harinosa, precocidad y de fácil cocción.
08	Serpentina	2	Composición harinosa, precocidad y fácil cocción.
09	Vacacho	2	Semi tardía, alto rendimiento y adaptación a suelos inundados.

FUENTE: Encuesta a productores (2013).

Si bien, uno de los factores determinantes para la preferencia por uno u otro cultivar es la capacidad productiva y el valor comercial de los cultivares de yuca, el Cuadro 11 muestra una tendencia clara por el manejo de uno o dos cultivares, independiente de las ventajas agroecológicas y de las estrategias de seguridad alimentaria. Por un lado, la presión de mercado por una determinada variedad o cultivar y por otro el momento coyuntural comercial definido por la demanda, principalmente durante la cosecha de café y cuando la oferta disminuye, situaciones en los que los precios son favorecidos con alzas y consecuentemente, el ingreso económico familiar; aun cuando la yuca (en la zona de estudio) no tiene un destino comercial prioritario.

El 32.9% de las parcelas presenta un cultivar, en el 63.4% se distribuyen de 2 a 4 cultivares y solo en el 3.7% de las parcelas se encuentra hasta cinco cultivares, lo que indica que en un escenario en el que los recursos fitogenéticos son diversos, éstos se van reduciendo y con ello la gestión del riesgo climático y socioeconómico debido a que la variabilidad biológica en los sistemas andino amazónicos (con una diversidad de climas y condiciones medioambientales) se han adaptado y coevolucionado con otros organismos y ecosistemas, desarrollando mecanismos morfológicos y fisiológicos adaptativos. El CDB¹¹ (2006) indica que la conservación de la biodiversidad, principalmente en las zonas marginales, es de gran utilidad para la sostenibilidad a largo plazo; para Ayala y Guerrero (2009), los recursos genéticos constituyen un elemento clave de las prácticas agrícolas sustentables. La FAO destaca el factor cultural promoviendo el acceso a alimentos no solo con calidad nutricional sino también con tradición alimenticia local.

Cuadro 11: Número de cultivares por parcela



¹¹ Convenio de la Diversidad Biológica

b. Agroforestería con especies frutícolas, arbustivas y arbóreas:

Las prácticas agroforestales con especies frutícolas en el ámbito responden a la presión que los productores ejercen sobre el suelo, a la prioridad de conservar áreas vulnerables, a la tradición alimenticia y a la necesidad de generar fuentes complementarias de ingresos económicos. En el Cuadro 12 se tiene el porcentaje de parcelas con las cinco principales especies frutícolas que se integran a los sistemas de cultivo con yuca.

El 84% de los productores utiliza el pacaé mono (*Inga adenophylla*) con doble propósito: como sombra para el cultivo de café y como una especie fijadora de nitrógeno cuando se encuentra instalado con el cultivo de la yuca, el 69% cultiva plátano (*Musa paradisiaca*) por su importancia en la alimentación y por ser un cultivo colonizador que optimiza el recurso suelo al igual que la yuca, el 28% tiene palta (*Persea americana*) en su parcela como un producto de consumo frecuente y comercialización en menor escala, el 11% y 7% de los productores tienen instalados en el contorno de las parcelas: naranja (*Citrus cinensis*) y piña (*Ananas comosus*), como barreras vivas y cercos vivos, respectivamente.

Cuadro 12: Especies frutícolas en los sistemas de cultivo con yuca

Ítem	Especies	Frecuencia	%
1	Pacaé mono	69	84.1
2	Plátano	57	69.5
3	Palta	23	28.0
4	Naranja	9	11.0
5	Piña	6	7.3

La incorporación del componente arbóreo y arbustivo en el sistema de cultivo con yuca con fines económicos y ecológicos permite a los productores optimizar los recursos productivos, recuperar áreas degradadas y mejorar la productividad reduciendo pérdidas por infertilidad del suelo, por daños físicos ocasionados por mamíferos plaga, por erosión de los suelos con pendientes moderadas y altas, y deslizamientos naturales como consecuencia de la accidentada geografía que caracteriza a la subcuenca.

Los sistemas agroforestales con especies arbustivas y arbóreas de naturaleza ornamental, maderera y medicinal son utilizados como barreras vivas, fuentes complementarias de ingresos económicos por la producción de madera, autoabastecimiento

con leña y como una estrategia para mantener el equilibrio ecológico que permite la preservación de poblaciones de insectos benéficos, reducir las plagas, reciclaje de nutrientes y el manejo de áreas degradadas ((Altieri & Nicholls, 2008).

Los resultados obtenidos para los sistemas agroforestales en la subcuenca de Santa Teresa (Cuadro 13), indican que el 50% de los productores encuestados tiene instalado un promedio de 15 plantas jóvenes de pino chuncho (*Schizolobium amazonicum*) como respuesta a un programa agroforestal impulsado por la Municipalidad Distrital de Santa Teresa, el 11% manifestó tener instalado plantas de albizia (*Albizzia sumatrana*) en áreas marginales con el objetivo de recuperar los suelos erosionados y obtener leña, el 10% plantas de caoba (*Swietenia macrophylla*) con fines madereros y el 7% Chalanqui (*Myrsine pseudocrenata*) por su madera adecuada para leña.

La disposición espacial de las especies, identificadas e instaladas en el contorno y al interior de las parcelas y áreas adyacentes al cultivo de la yuca, constituye una respuesta a un manejo integrado de las mismas que; sin embargo, por las características de crecimiento, requieren un manejo adecuado de instalación, de podas de formación y de zonificación ecológica y económica.

Cuadro 13: Especies arbustivas y arbóreas de mayor preferencia

Ítem	Especies	Frecuencia	%
1	Pino chuncho	41	50
2	Albizia	9	11
3	Caoba	8	9.8
4	Chalanqui	6	7.3
5	Otras especies	18	21.9


Finalmente, el sinergismo ecológico en los agroecosistemas es un elemento que permite integrar la producción agrícola, pecuaria y forestal (Ayala & Guerrero, 2009) con diferentes objetivos y funciones, ciertamente. Para Altieri (1999) la multifuncionalidad de la agricultura ecológica va más allá de la producción de alimentos, fibra, madera y combustibles; por la generación de servicios ambientales como la regulación de poblaciones de organismos indeseables, de procesos hidrológicos y el reciclado de nutrientes.

c. Manejo sostenible del suelo:

c1. Uso de abonos orgánicos: Dado que los productores encuestados son partícipes de un programa de conservación y adaptación al cambio climático, la mayoría de ellos ha optado por una agricultura orgánica menos dependiente de insumos externos y el manejo agroecológico de los sistemas de cultivo con yuca. El 92.7% de los productores aplica al menos un abono orgánico (compost) y el 7.3% no hace uso de ningún tipo de abonos orgánicos (Cuadro 14). De 82 productores, 76 elaboran y aplican compost a sus parcelas, 11 utilizan compost y biol, 9 aplican compost y guano de islas; y 2 productores disponen de compost y humus para sus parcelas.

Cuadro 14: Uso de abonos orgánicos

Abonos	Frecuencia	%
Ninguno	6	7.3
Compost	76	92.7
Compost + guano de isla	9	
Compost + biol	11	
Compost + humus	2	



Una de las ventajas obtenidas por la aplicación de biofertilizantes al suelo y a la planta en fase de desarrollo vegetativo es el incremento de los rendimientos, principalmente en el cultivo de la yuca que, debido a su rusticidad, tradicionalmente éste ha sido instalado en áreas no productivas y marginales. En lo que respecta a la elaboración y aplicación de los bioles – biocidas¹², refieren un proceso de adopción progresiva de la tecnología con resultados favorables para todo el sistema.

Altieri (1992) plantea que el uso de compost y la aplicación de enmiendas orgánicas constituyen una estrategia de mejoramiento en los agroecosistemas. Respecto al uso de repelentes naturales, la producción de sustancias alelo-químicas de las plantas que permiten suprimir a aquellos elementos indeseables en el agroecosistema forma parte de las sinergias ecológicas (Altieri & Nicholls, 2000).

¹² Productos elaborados en base a estiércoles, minerales y hierbas repelentes macerados; con efectos fertilizantes (foliares), repelentes naturales para plaga y efectos curativos en enfermedades fungosas.

c2. Asociación de cultivos: En la zona de estudio, una de las prácticas de mayor importancia en el cultivo de la yuca es la asociación de éste con maíz, frijol y frijol de palo en franjas intercaladas, surcos intercalados o en contorno. Incluso se ha observado la yuca asociada a la coca, evidentemente con una extensión no significativa y con ventajas o desventajas no conocidas; por lo que a continuación se detallan las asociaciones de cultivos más importantes para el grupo de productores objetivo:

- Yuca con maíz
- Yuca con frijol (Rojo, Panamito y Canario, principalmente)
- Yuca con poroto
- Yuca con maíz y frijol
- Yuca con maíz y poroto.

Del 100% de los productores el 80.5% utiliza algún tipo de asociación y solo el 19.5% cultiva la yuca como monocultivo (Cuadro 15). La finalidad de las asociaciones, además del manejo de malezas, es el aporte de nutrientes y la restitución de los mismos, dado que el cultivo de la yuca se desarrolla en áreas marginales de baja fertilidad y la extracción de nutrientes es inevitable en cada campaña agrícola como cualquier otro cultivo.

La asociación de yuca con leguminosas y gramíneas forma parte del componente tecnológico tradicional que se mantiene en la actualidad por los resultados favorables observados en el manejo de la parcela y en los cultivos asociados. Al respecto, Merma y Julca (2012) afirman que en el alto Urubamba (del cual forma parte la subcuenca de Santa Teresa) existe una diversidad de sistemas de cultivos entre los que destaca el maíz intercalado con yuca. Las ventajas de sistemas con policultivos por lo general se manifiestan en la mejora del suelo, rendimientos y control de plagas y enfermedades. La eficiencia de los policultivos fueron demostrados por diversos estudios con objetivos y enfoques diferentes como el uso equivalente de la tierra con métodos orientados a la comparación de los rendimientos absolutos del cultivo puro y del asociado; y métodos que comparan los rendimientos relativos (Soplin, s/f). Los policultivos en la zona de estudio

constituyen una estrategia de diversificación de cultivos en el campo (Merma & Julca, 2012).

La distribución temporal de los cultivos depende del comportamiento de crecimiento y el periodo vegetativo de los cultivos asociados. La referencia de los productores encuestados indica que el mejor arreglo espacial para mejorar los rendimientos es la asociación de yuca con frijol.

Cuadro 15: Asociación del cultivo de la yuca con otros cultivos

Asociación	Yuca (<i>M. esculenta</i>)	Maíz (<i>Zea mays</i> L.)	Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	Frijol de palo (<i>Cajanus cajan</i>)	Total
Yuca	16	45	3	1	82
Yuca - Maíz			7	10	
%	19.5	80.5			100

c3. Manejo integrado de plagas

Los principales problemas fitosanitarios (eventuales) en el cultivo de la yuca, referidos por los encuestados, lo constituyen las plagas como el gusano cachón (*Erynnis ello*); hormiga cuqui (*Atta sexdens fuscata*); animales silvestres como el sihuayro (*Dasyprocta variegata*), añuje (*Dasyprocta amazonensis*) y el ronsoco (*Hydrochaeris hydrochaeris*). Por otra parte, enfermedades como el pie negro (*Rosellinia sp.*) conocida localmente como Ayawayco (eventual), principalmente en terrenos habilitados recientemente que presentan restos de madera en estado de descomposición o raíces de especies arbóreas y arbustivas con mayor edad y en terrenos adyacentes a cafetales infestados.

Las estrategias de control para el caso de plagas es prioritariamente cultural, por lo que el 65% de los productores encuestados realizan raleos en cultivos asociados a la yuca, deshierbes, eliminación de plantas enfermas, manejo de sombra, siembras al finalizar la época de lluvia, asociación y rotación de los cultivos anuales como maíz, frijol, frijol de palo y la yuca misma y destrucción de hormigueros haciendo uso de trampas caseras con hojas de yuca; el 20% prepara y aplica macerados en base a hierbas repelentes como ajenojo, ruda y albahaca; el 13% esparce ceniza en el campo de cultivo y solo el 1.2% hace

uso de algún producto químico como el Sistemin o Biomel para el control de gusanos de tierra (Cuadro 16).

Para el caso de los mamíferos que se constituyen en plaga, los productores indican que, tanto las especies arbóreas como las arbustivas, instaladas en el contorno de las parcelas como cercos vivos, evitan el ingreso de animales silvestres y reducen las pérdidas del cultivo. En cuanto al control del Ayawayco, debido a que los daños no son significativos, los productores han optado por aplicar ceniza, cal y yeso al contorno de la planta, en la preparación de los hoyos, uso de semillas vegetativas de plantas sanas e instalación de barreras vivas con yuca silvestre.

Cuadro 16: Estrategias para el control de plagas y enfermedades

	Control químico	Control químico + orgánico	Repelentes con insumos locales	Control cultural	Biocidas caseros	Total
Nro. de productores	1	1	11	53	16	82
%	1.2	1.2	13.4	64.6	19.5	100

4.1.2. ASPECTOS ECONÓMICOS

a. Área destinada para el cultivo de yuca:

El área de producción es insuficiente para satisfacer las necesidades de la alimentación familiar, tampoco permite tener excedentes que puedan ser destinados al mercado, aun cuando el cultivo tiene un alto potencial de rendimiento. El 8.5% de los encuestados indica que para el cultivo de la yuca destina un área mayor a 650 m²; el 9.8% cultiva en un área de 500 m²; el 35.4% tiene destinado un área de 250 m²; el 39% cultiva yuca en un área de 125 m² y el 7.3% en un área menor a 125 m² (Cuadro 17).

La densidad de siembra es de 6600 plantas/ha. y el cultivo es instalado en áreas marginales, generalmente en asociación con frijol, maíz y frijol de palo. El área disponible para este cultivo es bastante limitado debido a que el 81.3% de los productores dispone el mayor área posible para el principal cultivo comercial (café), desplazando a los cultivos de pan llevar y a otros cultivos con potencial comercial como la yuca a áreas marginales que, por su naturaleza accidentada requiere de un adecuado manejo agroforestal que optimice

los recursos productivos con una lógica de regeneración y conservación como estrategia para la reducción del riesgo (Altieri & Nicholls, 2000).

Cuadro 17: Área de producción de yuca (m²)

Área (m ²)	65	125	250	500	650	Total
Nro. de productores	6	32	29	8	7	82
Porcentaje respecto al total	7.3%	39%	35.4%	9.8%	8.5%	100%
Promedio	240 m²					

b. Rendimiento del cultivo:

En el ámbito de estudio el rendimiento promedio del cultivo alcanza los 12930 kg/ha, y según la Oficina de Estadística de la Dirección Regional Agraria Cusco (DRAC, 2013) el promedio regional está en 11790 kg/ha para los cultivos comerciales, lo cual indica que el cultivo presenta un alto potencial para la economía local.

En la subcuenca de Santa Teresa el promedio de rendimiento por planta es de 1.94 kg y se estima que de 100 plantas promedio por tabla¹³ (150m²) se obtiene 194 kg del cual el 10% es comercializado en el mercado local y eventualmente a intermediarios a precio de chacra (cuando el área de cultivo es mayor a una tabla). El precio de la yuca en el mercado es fluctuante, con tendencia a incrementarse dependiendo del cultivar, de la época de venta (de abril a junio el precio se incrementa debido a que la demanda es mayor por la cosecha de café), de la oportunidad en número de días a la cosecha (a mayor tiempo mayor rendimiento) y del ciclo vegetativo de los cultivos.

Los estudios realizados por Merma y Julca (2012), refieren que el sistema de cultivo con yuca asociado al maíz es uno de los sistemas más importantes después del café con sombra y café con plátano y coca en el Alto Urubamba; sin embargo, a diferencia de los cultivos comerciales que son planificados y conducidos con orientación comercial, las condiciones de manejo para el cultivo de la yuca no son las más adecuadas y el potencial de rendimiento es alto.

En la costa los rendimientos de yuca son superiores a los que se han registrado en la selva sur y nororiental, siendo Lima, Ica y Ancash los departamentos que destacan con

¹³ Área mínima que destina una familia para el cultivo de yuca.

33398 kg/ha, 21251 kg/ha y 19097 kg/ha, respectivamente. En la región central, Pasco con 16715 kg/ha y en la región nororiental, Amazonas con 15372 kg/ha (MINAGRI, 2013).

c. Diversificación de la actividad agropecuaria en el sistema con cultivo de yuca:

c1. Diversificación agrícola: Otro dato de importancia económica es la diversificación de las actividades productivas debido a que la yuca se cultiva en asociación con otros cultivos (anuales y perennes) y el enfoque de análisis como un sistema de producción se explica por su interacción con otros subsistemas de cultivos y el subsistema pecuario.

En los sistemas de cultivo con yuca, el maíz (*Zea mays* L.) se siembra en hileras e intercaladas; uncucha (*Xanthosoma sagittifolium* Schott), camote (*Ipomoea batatas*) y virraca (*Arracacia xanthorrhiza* B.) como cultivos de cobertura; frijol de palo (*Cajanus cajan*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) se intercalan con yuca en hileras con el fin de mejorar la fertilidad del suelo; maní (*Arachis hipogea*) y achiote (*Bixa orellana*) son incluidos en el sistema por su valor comercial e instalados como cultivos de borde; finalmente, coca (*Erythroxylum coca*) se instala cuando los nutrientes del suelo han sido agotados y nuevamente se alternan leguminosas y gramíneas con un propósito de restitución de nutrientes, según refieren los encuestados.

En términos de porcentaje se tiene que, el 12.2% de los productores cultiva la yuca como monocultivo, el 54.9% asocia la yuca con uno a tres cultivos diferentes y el 32.9% de productores conduce en sus parcelas de cuatro a seis cultivos diferentes asociados a la yuca con una lógica de gestión del riesgo económico y ambiental. Altieri y Nicholls (2000) indican que en un sistema de cultivo se dan niveles de integración y sinergias como los policultivos que intervienen al interior y exterior de las unidades de producción como cultivos de borde, barreras vivas, cultivos de cobertura y cercos vivos que favorecen el hábitat de especies benéficas polinizadoras y controladores biológicos. Los resultados cuantificados obtenidos se ilustran en el Cuadro 18 y Figura 7.

Altieri y Nicholls (2000) indican que en un sistema de cultivo se dan niveles de integración y sinergias como los policultivos que intervienen al interior y exterior de las unidades de producción como cultivos de borde, barreras vivas, cultivos de cobertura y cercos vivos que favorecen el hábitat de especies benéficas polinizadoras y controladores biológicos. En suma, se trata de sistemas de cultivo con una diversidad funcional.

Cuadro 18: Diversificación de la producción agrícola

Cultivos	Maíz	Uncucha	Camote	Frijol de palo	Frijol	Virracá	Maní	Coca	Achiote	%	
Frecuencia	63	44	29	23	12	11	7	6	4		
Nro. de productores	2									2.4	
	7									8.5	
	18									22.0	
	12									14.6	
	21									25.6	
	12 productores diversifican la producción de yuca con otro cultivo										14.6
	10 productores cultivan la yuca como monocultivo										12.2
Total	82									100	

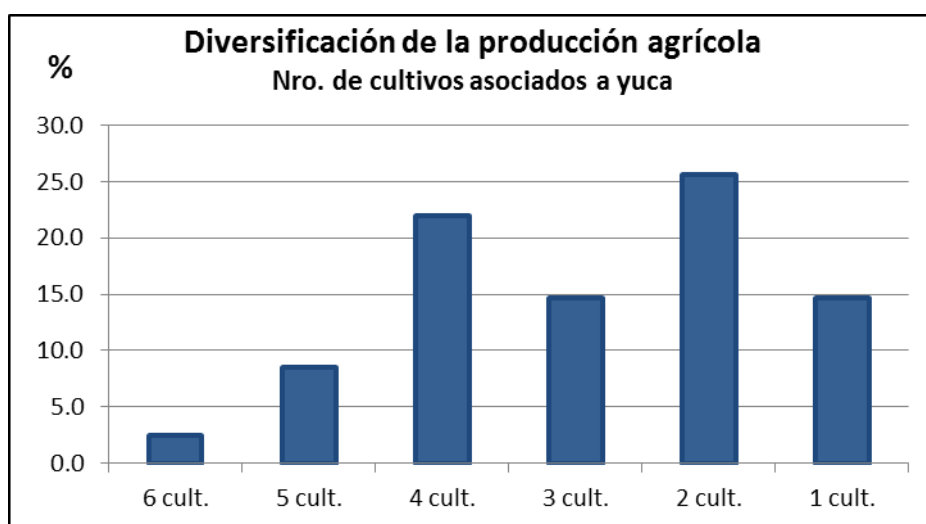


Figura 7: Número de cultivos asociados con yuca

c1. Diversificación pecuaria: La actividad pecuaria es un subsistema del sistema de cultivo con yuca y la dinámica cómo se desarrolla es de vital importancia para la seguridad alimentaria, la generación de recursos económicos adicionales para las familias productoras de la subcuenca y el manejo del riesgo económico y ambiental.

Los insumos que ingresan al subsistema de crianza de animales menores lo constituyen los productos obtenidos de los cultivos de maíz, yuca y de los frutales como los referidos en las prácticas agroforestales y los productos que constituyen las salidas en el subsistema como el estiércol de cuy, de la gallina y los residuos que se obtienen de la crianza de truchas retornan al sistema como abonos y materia orgánica.

En el Cuadro 19 se tiene que las especies priorizadas por los productores son las gallinas, los cuyes y las abejas en orden de mérito. El 50% de productores poseen gallinas y cuyes en la unidad productiva, el 22% combina la actividad agrícola con la crianza de gallinas, cuyes y abejas. Otras especies lo constituyen las truchas y porcinos los que son alimentados con los residuos de la cosecha de yuca: corteza y raíces.

La nueva concepción de agricultura con enfoque agroecológico es integradora de los aspectos productivos, medioambientales y sociales (Felipe – Morales, 2002), de tal forma que los subsistemas pecuarios se integran perfectamente a los sistemas de cultivo con yuca, en los que además de satisfacer los requerimientos nutricionales, se obtienen subproductos rentables y las actividades productivas involucran a toda la familia.

Cuadro 19: Diversificación de la producción pecuaria

Especies	Gallina	Cuyes	Abejas	Truchas	Porcinos	Total
Frecuencia	72	59	18	7	4	
Nro. de productores	41					
	18					
Nro. de especies	0	1	2	3	4	
Frecuencia	4	11	44	23	0	82
%	4.9	13.4	53.7	28.0	0.0	100

El objetivo de la actividad pecuaria en el sistema es optimizar la producción aprovechando los beneficios ecológicos de gallinas y abejas (polinización), la carne y huevos para el autoconsumo, el estiércol para la elaboración de abonos orgánicos y los productos que se generan en el subsistema: carne, huevos, miel y polen además de disponer para la familia se comercializa en un 30 y 40%.

Como ya se ha descrito anteriormente, los sistemas de cultivo con yuca son muy complejos y la naturaleza de los mismos permite asociar el cultivo de la yuca con otros cultivos y subsistemas.

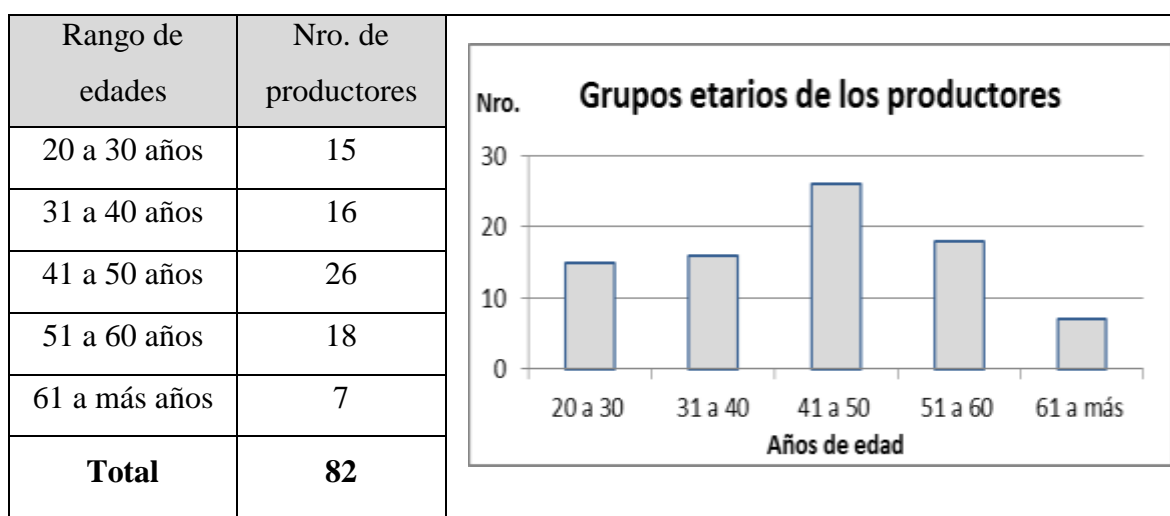
4.1.3. ASPECTOS SOCIALES

a. Características del recurso humano:

a1. Edad: La edad de los productores es un dato relevante para la caracterización de las unidades productivas porque permite tipificar a los productores que participan en el sistema, conocer la predisposición para la adopción de tecnologías y las capacidades o saberes locales existentes en el ámbito de estudio.

El grupo etario de productores más representativo es el que se encuentra entre los 41 a 50 años de edad y el grupo menos representativo lo constituye los productores con 61 a más años de edad (Cuadro 20). En el caso de los jóvenes y jóvenes adultos, éstos asumen responsabilidades en la conducción de la parcela con cierta estabilidad, debido a que las actividades laborales fuera del ámbito local obliga a una relativa movilización; mientras que, el grupo de productores adultos y adultos mayores presentan una mayor estabilidad y generalmente, son los responsables directos de la conducción de las unidades productivas.

Cuadro 20: Edad de los encuestados

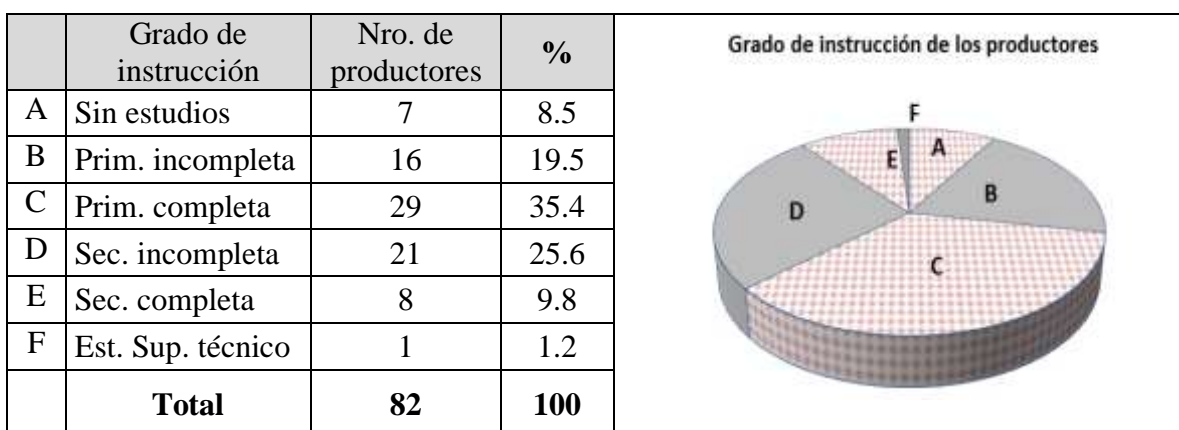


a2. Grado de instrucción: El Cuadro 20 destaca un primer grupo que representa el 35.4% de los productores encuestados con estudios primarios completos. El segundo grupo de importancia y con mayor representatividad es el que tiene estudios secundarios incompletos con un 25.6% seguido por el 19.5% de productores con estudios primarios no concluidos; y finalmente, se encuentra el grupo representado por el 1.2% con estudios de nivel superior técnico (Cuadro 21).

Como en el caso anterior, el grado de instrucción permite conocer el grupo objetivo de trabajo, responsable de la implementación de medidas correctivas, de acuerdo a los puntos críticos identificados para el sistema.

El aspecto socio cultural es otro componente de trascendental importancia en la evaluación de la sustentabilidad porque es el capital social el que administra los recursos ecológicos (Sarandón *et al.*,s/f.).

Cuadro 21: Grado de instrucción de los productores



b. Acceso y disponibilidad de servicios básicos:

Respecto a la disponibilidad de servicios básicos se tiene que el 100% de los productores encuestados dispone de una letrina, el 82.9% de agua en su domicilio, del 79.3% la Municipalidad Distrital recoge los residuos sólidos una vez por semana; así mismo, el 79.3% dispone de servicio de electricidad en su domicilio y solo el 56.1% de los productores dispone de un equipo de celular.

En la Figura 8 se gráfica que el 46.3% de los productores dispone de cinco servicios básicos, el 31.7% cuatro, el 18.3% tres y solo el 3.7% de los productores dispone de dos servicios básicos. De los datos obtenidos se tiene que los servicios básicos no están del todo satisfechos y éste es un indicador importante para la sustentabilidad socio económica, debido a que la insatisfacción origina una mayor movilización de la población objetiva, del ámbito rural al urbano, conllevando a que las actividades productivas se limiten a la responsabilidad de mujeres y niños, principalmente.

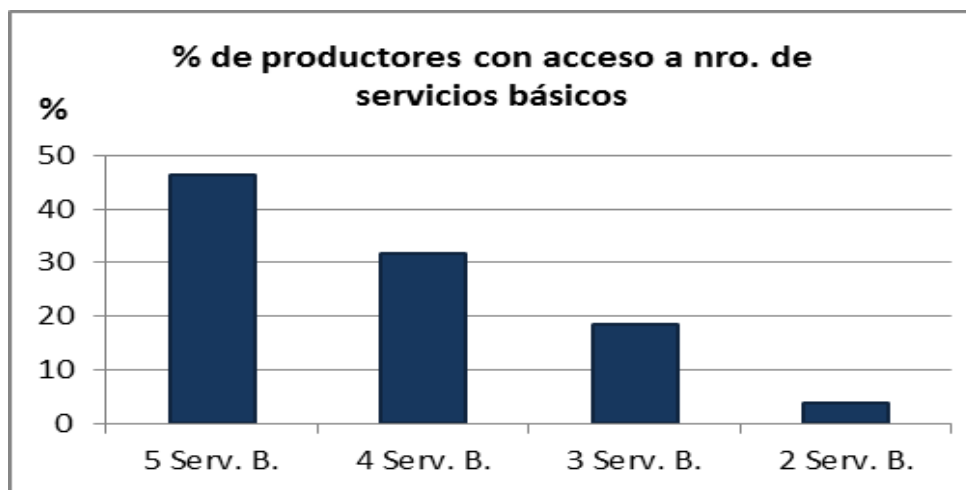


Figura 8: Acceso a servicios básicos

c. Participación en capacitaciones y asistencia técnica

La principal institución que acompaña procesos de producción y comercialización, mediante proyectos orientados al desarrollo agropecuario, es la Municipalidad Distrital de Santa Teresa. El 63.4% de los productores encuestados indicaron que siempre participan en eventos de capacitación y asistencia técnica, el 31.7% asiste con una frecuencia bastante regular y el 4.9% participa con menor frecuencia (Cuadro 22).

Las habilidades y capacidades existentes en los agentes de producción constituyen otro factor de importancia en la discriminación y aplicación de tecnologías tradicionales e innovadoras que aportan a un manejo sostenible del sistema de producción. Por otro lado los agentes externos como las instituciones públicas y privadas cumplen un papel importante en el desarrollo socio económico de las comunidades y poblaciones a través de programas orientados a la implementación de estrategias de lucha contra la pobreza e iniciativas de negocios rurales. En la zona de estudio, la Municipalidad Distrital de Santa Teresa es la institución con mayor aceptación, al igual que el MINAM a través del Proyecto de Cambio Climático.

Cuadro 22: Participación en capacitaciones y asistencia técnica

Institución que brinda el servicio	Frecuencia de participación			
	Siempre	Casi siempre	A veces	Total de productores
Municipio	52	26	4	82
%	84.1	31.7	4.9	100

d. Nivel de satisfacción con el sistema

En lo que respecta al nivel de satisfacción con el sistema de producción el 39% de los encuestados manifiesta estar muy satisfecho con el trabajo que realiza y con los resultados productivos; el 43.9% indica que el sistema es bueno con las ventajas y desventajas que se puedan presentar en una campaña agrícola; mientras que el 17.1% manifiesta su parcial disconformidad con el sistema de producción (Cuadro 23) por contar con un área insuficiente que no cubre sus requerimientos y porque los precios de venta para el cultivo con importancia comercial (café) son fluctuantes.

Cuadro 23: Valoración cualitativa de satisfacción con el sistema de producción

	Muy buena	Buena	Regular	Total
Nro. de productores	32	36	14	82
%	39.0	43.9	17.1	100

e. Participación de la familia en el sistema

El Cuadro 24 indica que más del 50% de las familias son los principales agentes de producción y responsables de la conducción del predio en asociación o trabajo compartido con los vecinos más próximos en contraprestación de la fuerza laboral, lo que en la cultura andina es conocido como *ayni*. En el 11% de la población muestreada, el trabajo de campo es asumido principalmente por el padre y la madre con apoyo de los vecinos; mientras que, en el 4% la responsabilidad recae solo en el jefe de familia con apoyo de algún vecino. Por otra parte, la mano de obra en la parcela está sujeta al tamaño de la unidad de producción, la complejidad geográfica, los requerimientos de los cultivos según el desarrollo vegetativo y la fertilidad del suelo.

La importancia de la integración familiar en la conducción de las unidades de producción permite la transmisión de costumbres (tradición alimenticia e identidad), tecnologías conservacionistas y la construcción de saberes locales asociados a la cosmovisión andino – amazónica que, aun cuando no existen estudios avanzados, los productores refieren experiencias relacionadas con indicadores biológicos y prácticas ancestrales que marcan el calendario agrícola y la zonificación de los cultivos.

Cuadro 24: Agentes involucrados en el sistema de producción

Agentes	Padre	Madre	Hijos	Parientes	Vecinos
Nro. de productores	3	3		1	1
	9			2	37
	46			2	15
	24				2
Frecuencia	Jefe de familia	Ambos	Familia	Otros parientes	Trabajo compartido
%	3.66	10.98	56.10	6.10	67.07

4.2. SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO CON YUCA

4.2.1. SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL

A diferencia de la agricultura convencional, caracterizada por una producción especializada y una alta dependencia de insumos externos, con la consecuente reducción de biodiversidad y contaminación de los suelos por el uso de agroquímicos, los sistemas agrícolas ambientalmente sustentables conservan la base de los recursos naturales y preservan la integridad del ambiente (Sarandón *et al.*, s/f.); al respecto, el CDB (2006) indica la importancia de identificar y monitorear los componentes de la biodiversidad para su conservación y uso sostenible.

Los resultados para los sistemas de cultivo con yuca y la dinámica ambiental en las parcelas evaluadas (Cuadro 25) indican que, un 2.4% de la población muestreada presenta una sustentabilidad muy crítica, lo que implica la necesidad de implementar medidas correctivas en lo que respecta a conservación de los recursos disponibles locales y el manejo agroecológico de las parcelas, el 30.5% se encuentra en fase de transición a la sustentabilidad y solo el 8.5% de las unidades de producción presenta una situación de alta sustentabilidad ambiental por las prácticas orientadas a la conservación de la diversidad de cultivares, el manejo del suelo, el uso racional de los factores productivos sin modificar significativamente el entorno natural con el que interactúa el sistema. El manejo sostenible de los recursos agrobiológicos tiene múltiples ventajas de uso directo (alimenticio, medicinal, ornamental, forraje, entre otros) e indirecto (beneficio funcional de los sistemas biológicos) (Halfpter *et al.*, 2001).

En lo que concierne a la sustentabilidad ambiental del sistema, ésta se ha estimado promediando los valores parcelarios y el resultado obtenido de 3.02 (Cuadro 26) advierte un sistema con baja sustentabilidad que garantiza mínimamente en el mediano plazo una situación aceptable para los componentes ambientales de los sistemas de cultivo con yuca. Sin embargo, y dado que la sustentabilidad es una situación dinámica, susceptible de ser modificada positiva o negativamente, se sugiere aplicar estrategias con un enfoque holístico que permitan un manejo integrado de los recursos edáficos, hídricos y fitogenéticos, e incluya procesos e interacciones funcionales en el agroecosistema. El cultivo asociado a leguminosas y gramíneas restablece la fertilidad de los suelos y el aporte de materia orgánica al suelo en forma de compost, mejora las características físicas del suelo e incrementa los rendimientos de los cultivos.

Cuadro 25: Niveles de sustentabilidad ambiental en las unidades de producción

Nivel de Sustentabilidad	Muy crítica	Crítica	En transición	Baja sustentabilidad	Sustentabilidad intermedia	Alta sustentabilidad	Total
Criterio de decisión en escala de 1 a 5	< a 2.0	2.0 a 2.4	2.5 a 2.9	3.0 a 3.4	3.5 a 3.9	> a 4.0	
Frecuencia	2	17	25	17	14	7	82
%	2.4	20.7	30.5	20.7	17.1	8.5	100

Cuadro 26: Sustentabilidad ambiental del sistema

Fórmula	Niveles	Promedio parcelario
Sustentabilidad ambiental (SA)	Muy crítica	
	Crítica	
$SA = [2a+b+c+2((d_1+d_2+d_3)/3)]/6$ SA = 3.02	En transición	
	Baja sustentabilidad	3.02
	Sustentabilidad intermedia	
	Alta sustentabilidad	

4.2.2. SUSTENTABILIDAD ECONÓMICA

Los resultados para la sustentabilidad económica de las parcelas evaluadas (Cuadro 27) indican que, el 15.9% de las unidades de producción se encuentran en una situación muy crítica, crítica y en transición a la sustentabilidad; en consecuencia, con mayor vulnerabilidad al riesgo económico y mayor demanda por prácticas orientadas a la

diversificación de la producción y al análisis proactivo de ventajas comparativas para cultivos locales con alto potencial genético y comercial. El 30.5% de las parcelas presenta una baja sustentabilidad económica que, por la naturaleza de los sistemas de cultivo con yuca, se requiere replantear y consolidar aquellos indicadores que se encuentran en situación menos favorable. Asimismo, se tiene que un 53.6% de las parcelas ha demostrado ser más sustentable alcanzando valores correspondientes a una intermedia y alta sustentabilidad explicadas por el flujo de inputs y outputs del sistema con mejor manejo agroecológico y estrategias eficientes para superar las limitaciones socio ambientales como la geografía y la permanente situación de vulnerabilidad en la que se desarrolla la agricultura local (Merma & Julca, 2012). Sin duda que, las prácticas agroecológicas constituyen un factor fundamental para amortiguar significativamente los efectos adversos de los fenómenos meteorológicos extremos, incrementar la productividad agrícola, garantizar la seguridad alimentaria y mejorar los ingresos económicos (Schutter, 2010).

En lo que se refiere a la sustentabilidad económica de los sistemas de cultivo con yuca (Cuadro 28) se obtuvo un valor de 3.6 que, en el esquema jerarquizado de sustentabilidad, corresponde a una situación económica con sustentabilidad intermedia. Si bien, en el corto y mediano plazo determina una cierta situación favorable para el sistema, en el largo plazo es impredecible mantener una situación de sustentabilidad actual, por lo que urge priorizar la implementación de medidas correctivas para superar los puntos críticos identificados y ponderar las fortalezas del sistema productivo: diversidad de cultivares de yuca y diversificación de las actividades productivas que favorecen a la gestión del riesgo económico y posibilitan una alta sustentabilidad, mucho más estable. De lo anterior se concluye que, el desarrollo concebido en términos estrictamente económicos e inmediatistas difiere de la sustentabilidad económica entendida como seguridad alimentaria, diversidad, rentabilidad y competitividad, expresadas en condiciones de vida aceptables en el corto, mediano y largo plazo.

Cuadro 27: Niveles de sustentabilidad económica en las unidades de producción

Nivel de Sustentabilidad	Muy crítica	Crítica	En transición	Baja sustentabilidad	Sustentabilidad intermedia	Alta sustentabilidad	Total
Criterio de decisión en escala de 1 a 5	< a 2.0	2.0 a 2.4	2.5 a 2.9	3.0 a 3.4	3.5 a 3.9	> a 4.0	
Frecuencia	2	6	5	25	16	28	82
%	2.4	7.3	6.1	30.5	19.5	34.1	100

Cuadro 28: Sustentabilidad económica del sistema

Fórmula	Niveles	Promedio parcelario
Sustentabilidad económica (SE)	Muy crítica	
	Crítica	
$SE = [a+2b+2c+2((d_1+d_2)/2)]/7$ SE = 3.6	En transición	
	Baja sustentabilidad	
	Sustentabilidad intermedia	3.6
	Alta sustentabilidad	

4.2.3. SUSTENTABILIDAD SOCIAL

La sustentabilidad social determina condiciones de vida según sean satisfechas las necesidades básicas y considera relevante el capital humano en la construcción de esas condiciones sostenibles e incluyentes; de tal forma que, la participación de la familia en la gestión de la parcela, sumando esfuerzos para socializar con el entorno más próximo, genera innovación y transmite tradición cultural alimenticia, identidad, prácticas y conocimientos ancestrales que hacen posible la sustentabilidad del sistema.

Para el componente social los resultados refieren unidades de producción socialmente sustentables al alcanzar valores iguales y superiores a tres que, de acuerdo a los criterios de decisión, las unidades productivas se encuentran en una situación de baja sustentabilidad, sustentabilidad intermedia y alta sustentabilidad (Cuadro 29).

En cuanto a la sustentabilidad del sistema, se ha encontrado un valor de 4.3 que corresponde a una alta sustentabilidad (Cuadro 30) debido a la existencia de espacios externos (instituciones públicas y privadas) que contribuyen a la satisfacción de necesidades básicas sociales, disposición por parte de los productores para capacitarse y gestionar la disponibilidad y el acceso a servicios no satisfechos.

El grupo importante que conduce las unidades de producción son adultos y adultos mayores los que asumen la responsabilidad de involucrar a los miembros de la familia en el manejo sostenible de la parcela y transmitir a las jóvenes generaciones experiencias, percepciones y prácticas campesinas ancestrales sobre el manejo sostenible de los recursos naturales y el desarrollo de la agricultura (Altieri, 1999).

Cuadro 29: Niveles de sustentabilidad social en las unidades de producción

Nivel de Sustentabilidad	Muy crítica	Crítica	En transición	Baja sustentabilidad	Sustentabilidad intermedia	Alta sustentabilidad	Total
Criterio de decisión en escala de 1 a 5	< a 2.0	2.0 a 2.4	2.5 a 2.9	3.0 a 3.4	3.5 a 3.9	> a 4.0	
Frecuencia	0	0	0	4	13	65	82
%				4.9	15.9	79.3	100

Cuadro 30: Sustentabilidad social del sistema

Fórmula	Niveles	Promedio parcelario
Sustentabilidad Social (SS)	Muy crítica	
	Crítica	
$SS = [2a+b+c+d]/5$ SS = 4.3	En transición	
	Baja sustentabilidad	
	Sustentabilidad intermedia	
	Alta sustentabilidad	4.3

4.2.4. SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO CON YUCA

De los resultados obtenidos para cada uno de los componentes de sustentabilidad, se ha determinado para el sistema un valor de 3.64 (Cuadro 31) lo que indica una condición de sustentabilidad intermedia para los sistemas de cultivo con yuca evaluados.

Cuadro 31: Sustentabilidad para los sistemas de cultivo con yuca

Fórmula	Niveles	Promedio parcelario
Sustentabilidad (SAES)	Muy crítica	
	Crítica	
$SAES = (SA+SE+SS)/3$ SAES = 3.64	En transición	
	Baja sustentabilidad	
	Sustentabilidad intermedia	3.64
	Alta sustentabilidad	

Respecto a los puntos críticos identificados y graficados en la Figura 9 se tiene que, uno de los puntos críticos para la sustentabilidad ambiental es el uso y conservación limitada de cultivares de yuca en los sistemas de cultivo con yuca en la subcuenca de Santa Teresa, en la que fueron registrados hasta nueve cultivares. Otros aspectos restrictivos

para la sustentabilidad ambiental lo constituyen el limitado manejo de abonos orgánicos con propiedades preventivas, curativas y nutritivas; las deficientes prácticas agroforestales con especies que destacan por su valor ecológico, alimenticio, medicinal, ornamental y comercial.

En cuanto a la sustentabilidad económica, la situación más crítica está determinada por el indicador referido al área de producción que insuficientemente satisface la demanda familiar y el porcentaje comercializable (10%) poniendo en riesgo la seguridad alimentaria y la tradición cultural alimenticia. Por otro lado, las fortalezas de los sistemas de cultivo con yuca están relacionadas con la diversificación de la producción agropecuaria, el alto potencial de rendimiento del cultivo en estudio y la existencia de una diversidad de cultivares que hacen posible la gestión del riesgo ambiental y garantizan la seguridad alimentaria. La subcuenca de Santa Teresa, por su fisiografía accidentada, ha desarrollado un sistema de producción diversificado con cultivos de pan llevar, orientado a optimizar recursos y mantener el equilibrio ecológico, en función del cual no se han reportado plagas de importancia en el cultivo de la yuca; asimismo, el manejo agroecológico que los productores refieren, ha permitido la obtención de altos rendimientos para el cultivo de la yuca, incluso superando el promedio de rendimiento reportado para la región (12700 kg/ha), dependiendo de las características agronómicas de los cultivares identificados.

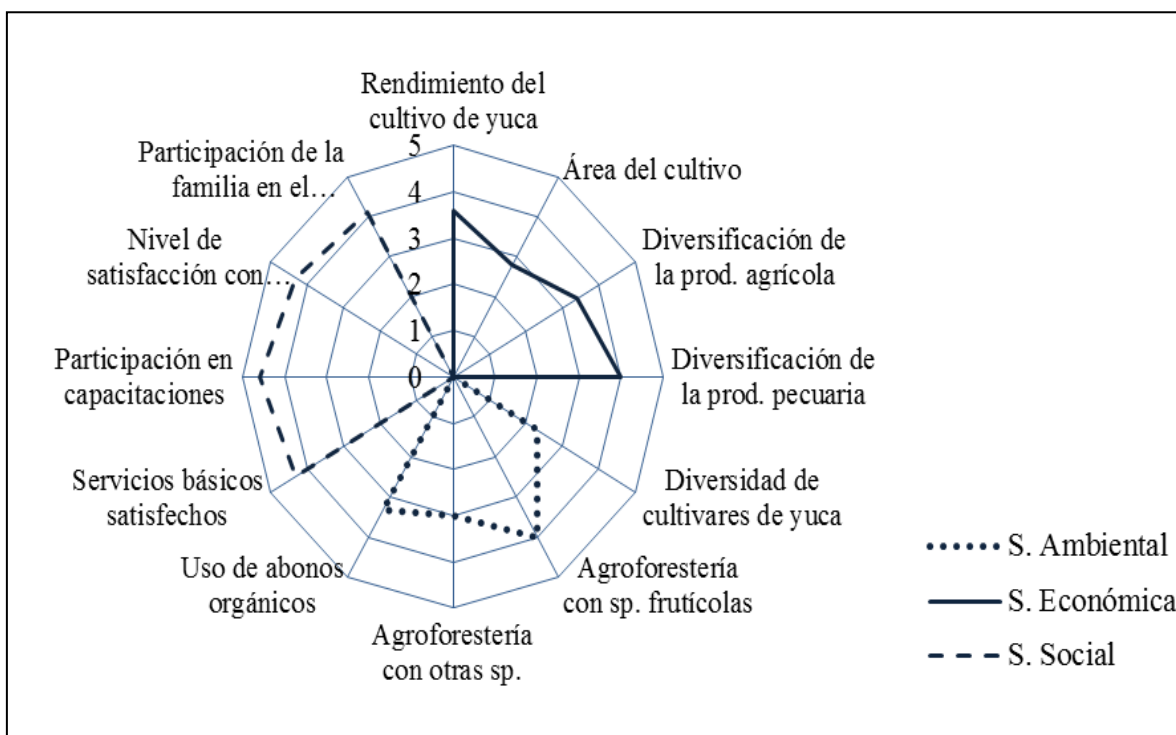


Figura 9: Identificación de puntos críticos y sustentabilidad del sistema.

Socialmente, no se han determinado puntos críticos sino potenciales del recurso humano que destacan la disposición para asumir cambios, innovar la gestión de la parcela y mantener aquello que forma parte de su identidad cultural.

V. CONCLUSIONES

1. Los sistemas de cultivo con yuca en la subcuenca de Santa Teresa (Cusco), son complejos y diversificados en sus componentes agrícolas, pecuarios y forestales. El componente ambiental se caracteriza por la presencia de una diversidad de cultivares de yuca: Blanca, Amarilla, Pucañahui, Yanañahui, Yuracñahui, Panti, Vacacho, P'asquito y Serpentina; cultivados bajo un sistema agroforestal y tecnología de agricultura orgánica.

En el componente económico, el área de producción de yuca tiene un promedio de 240 m² por productor y un rendimiento de 12.93 t/ha. Su cultivo se caracteriza por el manejo asociado a otros cultivos con predominio de maíz, uncucha, camote, frijol de palo y frijol que aportan al subsistema pecuario, con preferencia por la crianza de gallinas y cuyes. Respecto al componente social, el grupo etario representativo se encuentra entre los 41 a 50 años de edad, con educación básica primaria y secundaria incompleta, con servicios básicos satisfechos, con acceso a servicios de fortalecimiento de capacidades y aceptable nivel de satisfacción con el sistema productivo que involucra a toda la familia.

2. Los sistemas de cultivo con yuca en la subcuenca de Santa Teresa (Cusco) son ambiental, económica y socialmente sustentables por el manejo agroecológico en las unidades de producción como respuesta a la necesidad de restablecer la fertilidad de los suelos y controlar la erosión edáfica, la disponibilidad y conservación de una base genética de yuca con un alto potencial de rendimiento y características adaptativas, la optimización de los recursos productivos locales, la gestión del riesgo económico y ambiental, y la alta disposición que existe en el componente social para innovar, adaptar y recuperar tecnologías conservacionistas productivas inclusivas e integradoras.

Los puntos críticos identificados para la sustentabilidad del sistema corresponden a la conservación de cultivares de yuca que, aun cuando la base genética es amplia, la presión de mercado determina la preferencia de los cultivares blanca y amarilla; la agroforestería con especies arbustivas y arbóreas, orientada a reducir la vulnerabilidad por erosión edáfica; y finalmente, el área para la producción de yuca, insuficiente como para generar excedentes y articularse al mercado.

VI. RECOMENDACIONES

1. Promover estudios orientados a la generación de valor agregado para el cultivo de la yuca en el ámbito de estudio y permitir su articulación progresiva al mercado mediante presentaciones diversificadas que promuevan y estimulen el consumo de yuca.
2. Identificar nuevos indicadores sociales que permitan revalorar la tradición cultural y los conocimientos empíricos locales que aportan al desarrollo sustentable de la agricultura.
3. Revalorar el cultivo de la yuca como una especie alternativa para el desarrollo productivo, cultivado bajo sistemas de producción agroforestales en las regiones subtropicales y tropicales del país.
4. Priorizar la conservación de los diferentes cultivares de yuca por su capacidad de responder a la demanda alimenticia, permitir su transformación, conservación, resiliencia y disponibilidad durante todo el año.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


1. Altieri MA. & Nicholls CI. 2000. Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable. México
2. Altieri MA. & Nicholls CI. 2002. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología. 64: 17-24.
3. Altieri MA. & Nicholls CI. 2008. Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. Agroecología (3):7-28.
4. Altieri MA. 1992. Biodiversidad, agroecología y manejo de plagas. CETAL. Ediciones Valparaíso, Chile.
5. Altieri MA. 1999. Dimensiones multifuncionales de la agricultura ecológica en América Latina. Ed. PED – CLADES/ CIED. Lima – Perú.
6. Altieri MA. 2001. Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. Agroecología, el camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas ISBN.
7. Ayala DA. & Guerrero HR. 2009. Análisis comparativo de prácticas agrícolas sustentables en comunidades campesinas e indígenas de la Meseta Purépecha, México. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica. 13:29-39
8. Azcón – Bieto J. & Talón M. 2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Editorial Edicions Universitat de Barcelona. España
9. Castillo J. 2012. Ponencia: Control etológico de plagas. Curso Manejo Ecológico e Integrado de Plagas y Enfermedades. UNALM. Lima, Perú.
10. Cisneros F. 1995. Control de plagas agrícolas. 2 ed. Lima, Perú.
11. Felipe – Morales C. 2002. Manejo agroecológico de suelos en sistemas andinos. En: Agroecología, el camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas americanas. Buenos Aires, Argentina.
12. Halffter G., Moreno CE. & Pineda EO. 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. Manuales y Tesis SEA. Vol. 2. Zaragoza.
13. IMA (Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente, PE). 2009. Zonificación Ecológica y Económica de la región Cusco.

14. INCAGRO. 2006. Estudios de línea de base y salida de sub proyectos cofinanciados. Lima, Perú.
15. INEI (Instituto Nacional de Estadística e Información, PE). 2007. Censo Nacional. XI de población y VI de vivienda.
16. Inga H. & López J. 2001. Diversidad de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) en Jenaro Herrera, Loreto – Perú. Documento técnico nro. 28 IIAP. Iquitos, Perú
17. León J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. Serie: Textos y Materiales de Enseñanza Nro. 18. Lima, Perú.
18. Malagón R. & Prager M. 2001. El enfoque de sistemas: Una opción para el análisis de las unidades de producción agrícola. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.
19. Masera O., Astier M. & López – Ridaura S. 1999. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de Evaluación MESMIS. MundiPrensa – GIRA – UNAM. México.
20. Mejía K. 2002. El género *Manihot* (yuca) en el Perú y sus parientes silvestres. En: Seminario – Taller “Parientes Silvestres de los Cultivos Nativos en el Perú”, realizado el 18 y 19 de Octubre del 2002 en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú; organizado por el Proyecto *In Situ* y la Universidad Nacional Agraria La Molina.
21. Mercado W. (sf.). Sustentabilidad del espacio agrícola regional peruano. Anales Científicos UNALM. (sf.):170 – 189
22. Merma I. & Julca A. 2012. Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas en Alto Urubamba, Cusco, Perú. *Ecología Aplicada* 11(1): 1- 11
23. MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE). 2013. Información agrícola: campaña agrícola 2012 – 2013
24. MINAM (Ministerio del Ambiente, PE). 2013. Caracterización y evaluación de la utilización de la agrobiodiversidad subtropical y andina como medida de adaptación al cambio climático en Santa Teresa – Cusco.
25. Morales C. 2001. Las nuevas fronteras tecnológicas: promesas, desafíos y amenazas de los transgénicos. Red de Reestructuración y Competitividad, CEPAL, Santiago de Chile.
26. Ortiz O. 1997. La enseñanza del manejo integrado de plagas en el cultivo de papas: La experiencia del CIP en la zona andina del Perú. *Revista Latinoamericana de la papa*. 9(10): 1-22

27. Sarandón SJ. & Flores CC. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología* 4:19 – 28
28. Sarandón SJ. 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 20: 393-414.g
29. Sarandón SJ., Zuluaga MS., Cieza R., Gómez C., Janjetic L. & Negrete E. (sf.). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores.
30. Schutter de O. 2010. Informe del relator especial sobre el derecho a la alimentación. Naciones Unidas, Consejo de Derechos Humanos.
31. Seminario J. 2004. Origen de las Raíces Andinas (1). En: J. Seminario (ed.). *Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) Nro. 6*. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú.
32. Soplín H. (sf.). A.T.E.R. (Area x Time Equivalence Ratio) o P.E.A.T. (Proporción de Equivalencia Área x Tiempo): Un método para evaluar la productividad de cultivos asociados. UNALM. Lima, Perú.
33. Toro - Mujica P., García A., Gómez – Castro AG., Acero R., Perea J. & Rodríguez – Estévez V. 2011. Sustentabilidad de agroecosistemas. *Archivos de Zootecnia* 60: 15 – 39.
34. Toro – Mujica P., García A., Gómez-Castro, AG., Perea, J.2, Acero, R. & Rodríguez- Estévez V. 2010. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas. *Archivos de Zootecnia* 59: 71 – 94. Chile.
35. Weid V. der, Marc J. 1994. Agroecología y agricultura sustentable. En *Agroecología y Desarrollo*. 7: 55 – 68

VIII ANEXOS

ANEXO 1: Encuesta a productores de yuca

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA ESCUELA DE POST GRADO Programa de Maestría y Doctorado en Agricultura Sustentable ENCUESTA PARA AGRICULTORES DE SANTA TERESA - CUSCO	
Fecha: <input type="text"/> / <input type="text"/> / 2013	
I. DATOS DEL AGRICULTOR	
Nombres y Apellidos:	
Localidad :	
Edad del productor(a): <input type="text"/> hombre <input type="checkbox"/> mujer <input type="checkbox"/>	
Grado de instrucción ninguno <input type="checkbox"/> p. incompl. <input type="checkbox"/> p. comp <input type="checkbox"/> s. incompl. <input type="checkbox"/> s. compl. <input type="checkbox"/>	
II. INFORMACIÓN PARA EVALUAR SUSTENTABILIDAD otros <input type="checkbox"/>	
A. DIMENSIÓN ECONÓMICA	
1) Area de producción agrícola para yuca	
Hectáreas <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
2) Rendimiento de cultivo kg/ha. <input type="text"/> kg/planta <input type="text"/>	
3) Destino de la producción de yuca: Indicar el %	
Consumo <input type="checkbox"/> Merc. local <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
4) Precio de venta:	
Kilo (S/.) <input type="text"/> Otros:	
5) Diversificación de la producción agrícola:	
Observaciones: Yuca <input type="checkbox"/> Maíz <input type="checkbox"/> Frijol <input type="checkbox"/>	
Poroto <input type="checkbox"/> Plátano <input type="checkbox"/> Uncucha <input type="checkbox"/>	
Camote <input type="checkbox"/> Achiote <input type="checkbox"/> otros <input type="checkbox"/>	
6) Diversificación de la producción pecuaria:	
porcinos <input type="checkbox"/> aves <input type="checkbox"/> cuyes <input type="checkbox"/>	
abejas <input type="checkbox"/> ninguno <input type="checkbox"/> otros <input type="checkbox"/>	
7) Destino de la producción pecuaria	
consumo <input type="checkbox"/> 1 carne <input type="checkbox"/> huevos <input type="checkbox"/> cuyes <input type="checkbox"/>	
mercado <input type="checkbox"/> 2 miel <input type="checkbox"/> ninguno <input type="checkbox"/> otros <input type="checkbox"/>	
ambos <input type="checkbox"/> 3	
8) Formas de consumo de yuca:	
.....	
B. DIMENSIÓN AMBIENTAL	
1) Asociación del cultivo	
yuca-maíz <input type="checkbox"/> yuca-frijol <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>	
yuca-maíz- frijol <input type="checkbox"/>	
2) Agroforestería en parcela:	
sombra <input type="checkbox"/> frutal <input type="checkbox"/> medicinal <input type="checkbox"/> ornam. <input type="checkbox"/> otros <input type="checkbox"/>	

... continuación

Observaciones:												
3) Número de plántones instalados en campo definitivo en los últimos dos años:	sombra	<input type="checkbox"/>	frutal	<input type="checkbox"/>	medicinal	<input type="checkbox"/>	ornam.	<input type="checkbox"/>	otros	<input type="checkbox"/>		
Importancia:												
4) Biodiversidad : Cultivares locales de yuca que produce :	Amarilla	<input type="checkbox"/>	Casantoy	<input type="checkbox"/>	P'asquito	<input type="checkbox"/>	Varilla	<input type="checkbox"/>	Ocllahuallpa	<input type="checkbox"/>		
	Blanca	<input type="checkbox"/>	Yanañahui	<input type="checkbox"/>	Serpentina	<input type="checkbox"/>	7 mesina	<input type="checkbox"/>	Yuracñahui	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5) Principales plagas en cultivo de yuca:											
Control:	cultural	<input type="checkbox"/>	mecánico	<input type="checkbox"/>	etológico	<input type="checkbox"/>	ecológ.	<input type="checkbox"/>	químico	<input type="checkbox"/>		
Observaciones:											
6) Enfermedades de importancia en:											
Control	cultural	<input type="checkbox"/>			ecológico	<input type="checkbox"/>			químico	<input type="checkbox"/>		
Observaciones:											
7) Manejo del suelo:	Abonos orgánicos	<input type="checkbox"/>	ab. verdes	<input type="checkbox"/>	cobert.veg	<input type="checkbox"/>	ninguno	<input type="checkbox"/>	otros	<input type="checkbox"/>		
Indicar que abonos:												
C. DIMENSIÓN SOCIAL												
1) Servicios básicos:	luz	<input type="checkbox"/>	agua	<input type="checkbox"/>	tel/celular	<input type="checkbox"/>	relleno sanit	<input type="checkbox"/>	desagüe/letrina	<input type="checkbox"/>		
2) Agentes que participan en el sistema de producción:	padre	<input type="checkbox"/>	madre	<input type="checkbox"/>	hijos	<input type="checkbox"/>	parientes	<input type="checkbox"/>	jornaleros	<input type="checkbox"/>		
								vecinos	<input type="checkbox"/>	otros	<input type="checkbox"/>
3) Instituciones que acompañan procesos en el agroecosistema:	ONGs	<input type="checkbox"/>	Municipio	<input type="checkbox"/>	Región	<input type="checkbox"/>	Iglesia	<input type="checkbox"/>	otros	<input type="checkbox"/>		
4) Participación en capacitaciones:	Siempre	<input type="checkbox"/>	Casi siempre	<input type="checkbox"/>	a veces	<input type="checkbox"/>	pocas v	<input type="checkbox"/>	nunca	<input type="checkbox"/>		
5) Nivel de satisfacción con el sistema:	muy buena	<input type="checkbox"/>	buena	<input type="checkbox"/>	regular	<input type="checkbox"/>	mala	<input type="checkbox"/>	muy mala	<input type="checkbox"/>		

ANEXO 2: Resultados para sustentabilidad ambiental

Nro.	INDICADORES									SA
	a	2a	b	c	d1	d2	d3	(d1+d2+d3)/3	2d	
1	1	2	2	2	1	2	4	2.3	4.7	1.8
2	1	2	2	2	1	2	4	2.3	4.7	1.8
3	1	2	2	2	2	3	4	3.0	6.0	2.0
4	1	2	3	2	2	2	4	2.7	5.3	2.1
5	1	2	3	3	2	2	3	2.3	4.7	2.1
6	1	2	4	2	2	2	3	2.3	4.7	2.1
7	1	2	3	3	2	3	3	2.7	5.3	2.2
8	2	4	2	2	2	2	4	2.7	5.3	2.2
9	1	2	2	2	2	5	4	3.7	7.3	2.2
10	1	2	3	3	2	3	3	2.7	5.3	2.2
11	1	2	5	2	1	3	3	2.3	4.7	2.3
12	1	2	4	2	2	3	4	3.0	6.0	2.3
13	1	2	2	2	2	5	5	4.0	8.0	2.3
14	1	2	4	2	2	3	4	3.0	6.0	2.3
15	1	2	3	3	3	2	4	3.0	6.0	2.3
16	1	2	5	2	2	2	4	2.7	5.3	2.4
17	1	2	4	3	1	4	3	2.7	5.3	2.4
18	1	2	5	2	1	3	4	2.7	5.3	2.4
19	1	2	3	3	3	3	4	3.3	6.7	2.4
20	1	2	4	3	2	3	4	3.0	6.0	2.5
21	2	4	3	2	2	3	4	3.0	6.0	2.5
22	1	2	4	4	3	2	3	2.7	5.3	2.6
23	2	4	2	2	4	3	4	3.7	7.3	2.6
24	2	4	3	3	2	2	4	2.7	5.3	2.6
25	1	2	4	3	3	3	4	3.3	6.7	2.6
26	1	2	4	5	3	3	1	2.3	4.7	2.6
27	3	6	2	3	2	2	3	2.3	4.7	2.6
28	1	2	4	3	1	5	4	3.3	6.7	2.6
29	1	2	4	4	2	3	4	3.0	6.0	2.7
30	2	4	2	2	3	5	4	4.0	8.0	2.7
31	2	4	4	3	2	2	4	2.7	5.3	2.7
32	2	4	3	2	4	3	4	3.7	7.3	2.7
33	1	2	4	3	2	5	4	3.7	7.3	2.7
34	1	2	5	3	3	3	4	3.3	6.7	2.8
35	3	6	3	2	2	3	4	3.0	6.0	2.8
36	2	4	4	3	3	2	4	3.0	6.0	2.8
37	2	4	4	3	2	3	4	3.0	6.0	2.8
38	2	4	4	3	2	3	4	3.0	6.0	2.8
39	2	4	5	2	3	3	3	3.0	6.0	2.8
40	2	4	5	3	2	2	4	2.7	5.3	2.9
41	1	2	5	3	4	3	4	3.7	7.3	2.9
42	3	6	4	2	2	3	3	2.7	5.3	2.9
43	2	4	4	3	3	3	4	3.3	6.7	2.9

... continuación

44	2	4	5	2	3	3	4	3.3	6.7	2.9
45	3	6	4	2	2	3	4	3.0	6.0	3.0
46	4	8	2	2	2	3	4	3.0	6.0	3.0
47	2	4	5	2	2	5	4	3.7	7.3	3.1
48	2	4	4	3	2	5	4	3.7	7.3	3.1
49	3	6	3	3	3	3	4	3.3	6.7	3.1
50	2	4	5	3	3	3	4	3.3	6.7	3.1
51	3	6	3	3	3	3	4	3.3	6.7	3.1
52	2	4	5	2	4	5	3	4.0	8.0	3.2
53	3	6	4	3	2	3	4	3.0	6.0	3.2
54	2	4	5	3	2	5	4	3.7	7.3	3.2
55	2	4	5	3	2	5	5	4.0	8.0	3.3
56	2	4	5	4	3	3	5	3.7	7.3	3.4
57	2	4	5	4	3	3	5	3.7	7.3	3.4
58	4	8	4	3	2	2	4	2.7	5.3	3.4
59	2	4	5	4	3	4	4	3.7	7.3	3.4
60	3	6	5	5	2	3	2	2.3	4.7	3.4
61	4	8	3	3	3	3	4	3.3	6.7	3.4
62	4	8	4	3	2	3	4	3.0	6.0	3.5
63	4	8	5	2	3	2	4	3.0	6.0	3.5
64	3	6	5	4	3	3	4	3.3	6.7	3.6
65	3	6	5	4	3	3	4	3.3	6.7	3.6
66	3	6	4	4	3	5	4	4.0	8.0	3.7
67	4	8	5	3	2	3	4	3.0	6.0	3.7
68	3	6	5	3	3	5	5	4.3	8.7	3.8
69	3	6	5	3	3	5	5	4.3	8.7	3.8
70	4	8	5	3	3	3	4	3.3	6.7	3.8
71	4	8	4	4	3	4	4	3.7	7.3	3.9
72	4	8	5	3	3	3	5	3.7	7.3	3.9
73	3	6	5	4	4	5	4	4.3	8.7	3.9
74	3	6	5	4	3	5	5	4.3	8.7	3.9
75	3	6	5	4	3	5	5	4.3	8.7	3.9
76	5	10	5	2	3	3	5	3.7	7.3	4.1
77	4	8	5	4	3	4	5	4.0	8.0	4.2
78	4	8	5	4	3	5	5	4.3	8.7	4.3
79	4	8	5	5	4	3	5	4.0	8.0	4.3
80	4	8	5	5	4	3	5	4.0	8.0	4.3
81	5	10	5	5	4	3	5	4.0	8.0	4.7
82	5	10	5	5	4	3	5	4.0	8.0	4.7
Prom.	2.3	4.6	4.0	3.0	2.5	3.3	4.0	3.3	6.5	3.02

ANEXO 3: Resultados para sustentabilidad económica

Nro.	INDICADORES									SE
	a	b	2b	c	2c	d1	d2	(d1+d2)/2	2d	
1	1	1	2	1	2	1	5	3.0	6	1.6
2	1	1	2	1	2	3	5	4.0	8	1.9
3	2	1	2	2	4	3	5	4.0	8	2.3
4	1	1	2	3	6	2	5	3.5	7	2.3
5	2	1	2	2	4	4	5	4.5	9	2.4
6	2	1	2	2	4	4	5	4.5	9	2.4
7	2	1	2	2	4	4	5	4.5	9	2.4
8	3	1	2	3	6	1	5	3.0	6	2.4
9	5	1	2	1	2	4	5	4.5	9	2.6
10	3	1	2	3	6	3	5	4.0	8	2.7
11	2	1	2	4	8	3	5	4.0	8	2.9
12	3	1	2	3	6	4	5	4.5	9	2.9
13	3	1	2	3	6	4	5	4.5	9	2.9
14	3	4	8	1	2	3	5	4.0	8	3.0
15	2	4	8	1	2	4	5	4.5	9	3.0
16	3	1	2	4	8	3	5	4.0	8	3.0
17	1	5	10	1	2	3	5	4.0	8	3.0
18	2	5	10	1	2	2	5	3.5	7	3.0
19	2	5	10	1	2	2	5	3.5	7	3.0
20	5	1	2	3	6	4	5	4.5	9	3.1
21	2	1	2	5	10	3	5	4.0	8	3.1
22	5	1	2	3	6	4	5	4.5	9	3.1
23	2	1	2	5	10	3	5	4.0	8	3.1
24	3	1	2	4	8	4	5	4.5	9	3.1
25	3	1	2	4	8	4	5	4.5	9	3.1
26	2	5	10	1	2	4	5	4.5	9	3.3
27	3	4	8	2	4	3	5	4.0	8	3.3
28	3	4	8	2	4	3	5	4.0	8	3.3
29	2	5	10	2	4	2	5	3.5	7	3.3
30	2	4	8	2	4	4	5	4.5	9	3.3
31	2	5	10	2	4	2	5	3.5	7	3.3
32	3	1	2	5	10	3	5	4.0	8	3.3
33	2	5	10	2	4	2	5	3.5	7	3.3
34	3	1	2	5	10	3	5	4.0	8	3.3
35	5	4	8	1	2	4	5	4.5	9	3.4
36	1	5	10	3	6	2	5	3.5	7	3.4
37	2	4	8	4	8	1	5	3.0	6	3.4
38	2	5	10	2	4	3	5	4.0	8	3.4
39	5	1	2	5	10	3	5	4.0	8	3.6
40	1	5	10	3	6	3	5	4.0	8	3.6
41	3	4	8	3	6	3	5	4.0	8	3.6
42	3	5	10	3	6	1	5	3.0	6	3.6
43	5	1	2	5	10	3	5	4.0	8	3.6

... continuación

44	2	5	10	3	6	3	5	4.0	8	3.7
45	2	5	10	3	6	3	5	4.0	8	3.7
46	5	4	8	3	6	2	5	3.5	7	3.7
47	2	5	10	3	6	3	5	4.0	8	3.7
48	3	5	10	3	6	3	5	4.0	8	3.9
49	3	5	10	3	6	3	5	4.0	8	3.9
50	5	5	10	2	4	3	5	4.0	8	3.9
51	3	5	10	3	6	3	5	4.0	8	3.9
52	3	5	10	3	6	3	5	4.0	8	3.9
53	3	4	8	4	8	3	5	4.0	8	3.9
54	3	5	10	3	6	3	5	4.0	8	3.9
55	3	4	8	5	10	2	5	3.5	7	4.0
56	2	5	10	4	8	3	5	4.0	8	4.0
57	5	5	10	3	6	2	5	3.5	7	4.0
58	3	5	10	4	8	2	5	3.5	7	4.0
59	3	5	10	4	8	3	5	4.0	8	4.1
60	3	5	10	4	8	3	5	4.0	8	4.1
61	3	5	10	4	8	3	5	4.0	8	4.1
62	2	5	10	4	8	4	5	4.5	9	4.1
63	2	4	8	5	10	4	5	4.5	9	4.1
64	2	5	10	5	10	3	5	4.0	8	4.3
65	2	5	10	5	10	3	5	4.0	8	4.3
66	2	5	10	5	10	3	5	4.0	8	4.3
67	2	5	10	5	10	3	5	4.0	8	4.3
68	2	5	10	5	10	3	5	4.0	8	4.3
69	2	5	10	5	10	3	5	4.0	8	4.3
70	2	5	10	5	10	4	5	4.5	9	4.4
71	3	5	10	5	10	3	5	4.0	8	4.4
72	3	5	10	5	10	3	5	4.0	8	4.4
73	5	4	8	5	10	3	5	4.0	8	4.4
74	5	4	8	5	10	3	5	4.0	8	4.4
75	3	5	10	5	10	3	5	4.0	8	4.4
76	2	5	10	5	10	4	5	4.5	9	4.4
77	2	5	10	5	10	4	5	4.5	9	4.4
78	3	5	10	5	10	4	5	4.5	9	4.6
79	5	4	8	5	10	4	5	4.5	9	4.6
80	5	5	10	5	10	3	5	4.0	8	4.7
81	5	5	10	5	10	4	5	4.5	9	4.9
82	5	5	10	5	10	4	5	4.5	9	4.9
Prom.	2.8	3.6	7.3	3.4	6.8	3.0	5.0	4.0	8.0	3.6

ANEXO 4: Resultados para sustentabilidad Social

Nro.	INDICADORES					SS
	a	2a	b	c	d	
1	2	4	5	4	2	3.0
2	3	6	4	4	2	3.2
3	2	4	5	5	2	3.2
4	3	6	5	3	3	3.4
5	3	6	5	4	3	3.6
6	4	8	3	3	4	3.6
7	3	6	5	4	3	3.6
8	3	6	5	4	3	3.6
9	3	6	4	5	3	3.6
10	3	6	5	4	3	3.6
11	3	6	4	5	4	3.8
12	3	6	5	4	4	3.8
13	3	6	5	5	3	3.8
14	4	8	4	3	4	3.8
15	3	6	5	5	3	3.8
16	4	8	4	3	4	3.8
17	4	8	3	4	4	3.8
18	4	8	5	3	4	4.0
19	3	6	5	5	4	4.0
20	4	8	5	3	4	4.0
21	4	8	4	4	4	4.0
22	4	8	5	4	4	4.2
23	4	8	5	4	4	4.2
24	4	8	4	5	4	4.2
25	5	10	4	3	4	4.2
26	4	8	4	5	4	4.2
27	4	8	5	4	4	4.2
28	4	8	5	4	4	4.2
29	4	8	4	5	4	4.2
30	4	8	5	4	4	4.2
31	4	8	5	4	4	4.2
32	4	8	5	4	4	4.2
33	4	8	5	4	4	4.2
34	4	8	5	5	3	4.2
35	4	8	5	5	4	4.4
36	4	8	5	5	4	4.4
37	4	8	5	5	4	4.4
38	5	10	4	4	4	4.4
39	5	10	5	3	4	4.4
40	5	10	4	4	4	4.4
41	4	8	5	5	4	4.4
42	5	10	5	3	4	4.4
43	5	10	4	4	4	4.4

... continuación

44	5	10	5	3	4	4.4
45	5	10	3	5	4	4.4
46	4	8	5	5	4	4.4
47	4	8	5	5	4	4.4
48	5	10	4	4	4	4.4
49	5	10	3	4	5	4.4
50	4	8	4	5	5	4.4
51	4	8	5	5	4	4.4
52	5	10	4	4	5	4.6
53	5	10	4	4	5	4.6
54	5	10	5	4	4	4.6
55	5	10	4	4	5	4.6
56	5	10	5	4	4	4.6
57	5	10	5	4	4	4.6
58	5	10	4	4	5	4.6
59	5	10	4	5	4	4.6
60	5	10	4	4	5	4.6
61	5	10	5	4	4	4.6
62	5	10	4	5	4	4.6
63	5	10	4	5	4	4.6
64	5	10	4	4	5	4.6
65	5	10	5	4	5	4.8
66	5	10	4	5	5	4.8
67	5	10	5	4	5	4.8
68	5	10	4	5	5	4.8
69	5	10	5	5	4	4.8
70	5	10	5	4	5	4.8
71	5	10	5	4	5	4.8
72	5	10	5	4	5	4.8
73	5	10	5	5	4	4.8
74	5	10	5	5	5	5.0
75	5	10	5	5	5	5.0
76	5	10	5	5	5	5.0
77	5	10	5	5	5	5.0
78	5	10	5	5	5	5.0
79	5	10	5	5	5	5.0
80	5	10	5	5	5	5.0
81	5	10	5	5	5	5.0
82	5	10	5	5	5	5.0
Prom.	4.3	8.61	4.59	4.3	4.11	4.3