

HEBER ARAUJO COSSIO

# SUSTENTIBILIDAD DE SISTEMAS AGRÍCOLAS CONVENCIONALES Y AGROECOLÓGICOS EN LOS VALLES INTERANDINOS DE COCHABAMBA Y POTOSÍ APORTES DE LA PEP DEL CIPCA





# **Sustentabilidad de sistemas agrícolas convencionales y agroecológicos en los valles interandinos de Cochabamba y Potosí**

## **“Aportes de la PEP del CIPCA”**

Araujo Cossío – Heber

Equipo de colaboración: William Burgoa, Jhonny Torrico, María Oblitas, Nancy Camacho, Vladimir Paniagua, Natalie Alem, Carmelo Peralta, Fátima Rojas, Rosmery Pizarro, Nelson Gutierrez y Justino Soria.

Cochabamba, diciembre de 2019



Araujo Cossío, Heber Pastor  
Sustentabilidad de sistemas agrícolas convencionales y agroecológicos en los valles interandinos de Cochabamba y Potosí / Heber Pastor Araujo Cossío. -- Cochabamba: Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, 2019.  
200 p.: il.; tpls.; gráf.; 15,5 x 21 cm.— (Cuadernos de Investigación; N° 87)

**D.L. 2-1-3237-19**

**ISBN:** 978-99974-294-5-2

/AGROECOLOGÍA / SISTEMASAGRÍCOLAS /DESARROLLO SUSTENTABLE /  
COCHABAMBA / POTOSÍ / BOLIVIA /

Revisión de la obra:

Jhonny Ledezma Rivera Phd.

© 2019, Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA)

Dirección: C. Falsuri # 133 entre Av. Heroínas y C. General Achá (Zona Central)

Teléfonos: (591-4) 4259368 - 67

E-mail: cochabamba@cipca.org.bo

Casilla: 2869

Website: [www.cipca.org.bo](http://www.cipca.org.bo)

Fotos portada: CIPCA Cochabamba

Edición: Ana María Bravo.

Diagramación: ARTES GRÁFICAS FOX

Imprenta: ARTES GRÁFICAS FOX

Impreso en Bolivia

Primera edición: 500 ejemplares

# ÍNDICE

Agradecimientos.....	9
Presentación.....	11
Resumen ejecutivo.....	13
<b>1. Introducción.....</b>	<b>17</b>
1.2.    Objetivos de la investigación.....	23
1.2.1.    Objetivos específicos.....	23
<b>2. Marco teórico y contextual.....</b>	<b>25</b>
2.1.    Agricultura convencional y agroecología.....	27
2.2.    Modelos de desarrollo agropecuario en Bolivia y en la región de los Valles.....	28
2.3.    Características de la región de los Valles Interandinos de Bolivia.....	32
2.4.    La Propuesta Económica Productiva del CIPCA.....	35
2.4.1.    Agricultura sostenible una propuesta para los Valles Interandinos.....	38
2.5.    La sustentabilidad.....	39
2.6.    Sustentabilidad agrícola.....	42
2.7.    Evaluando la sustentabilidad agrícola.....	44
<b>3. Materiales y métodos.....</b>	<b>47</b>
3.1.    Enfoque metodológico.....	49
3.2.    Ubicación del estudio.....	50
3.3.    Unidad de análisis.....	53

3.4.	Diseño metodológico del estudio.....	54
	3.4.1. Normalización de los indicadores.....	57
	3.4.2. Relevamiento de la información.....	59
3.5.	Ámbito social de la sustentabilidad.....	62
	3.5.1. Indicador de Cohesión Comunitaria (ICC).....	62
	3.5.2. Indicador de existencia y funcionalidad de organizaciones de productores (IOP).....	63
	3.5.3. Indicador de Felicidad Subjetiva (IFS).....	64
	3.5.4. Manejo y Origen de Semillas (MOS).....	65
	3.5.5. Ingesta de Energía en los Alimentos (IEA).....	66
	3.5.6. Indicador de Origen y Diversidad en el Consumo de Alimentos (IODCA).....	68
3.6.	Ámbito ambiental de la sustentabilidad.....	70
	3.6.1. Indicador Eficiencia Energética (IEE).....	70
	3.6.2. Indicador de Calidad de Suelos (ICS).....	72
	3.6.3. Indicador de Manejo y Conservación de Suelos (IMCS).....	78
	3.6.4. Disponibilidad y Uso de Insumos Orgánicos (DUIO).....	80
3.7.	Ámbito económico de la sustentabilidad.....	81
	3.7.1. Indicador de Retorno y Beneficio Económico (IRBE).....	81

3.7.2. Indicador de Dependencia de Insumos Externos (IDIE).....	83
3.7.3. Índice de Shannon.....	84
3.7.4. Superficie de Producción para el Autoconsumo (SPAC).....	85
<b>4. Resultados en el municipio de Torotoro.....</b>	<b>87</b>
4.1. Caracterización de los sistemas de producción en la zona.....	89
4.2. Evaluación del ámbito social de la sustentabilidad.....	94
4.3. Evaluación del ámbito ambiental de la sustentabilidad.....	103
4.4. Evaluación del ámbito económico productivo de la sustentabilidad.....	110
4.5. Índice Global de Sustentabilidad en dos sistemas de Torotoro.....	116
<b>5. Resultados en el municipio de Pojo.....</b>	<b>121</b>
5.1. Caracterización dos sistemas de producción en la zona.....	123
5.2. Evaluación del ámbito social de la sustentabilidad.....	127
5.3. Evaluación del ámbito ambiental de la sustentabilidad.....	133
5.4. Evaluación del ámbito económico productivo de la sustentabilidad.....	141
5.5. Índice global de sustentabilidad en dos sistemas de Pojo.....	146
<b>6. Discusión.....</b>	<b>151</b>
<b>7. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>163</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>168</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Región Valles Interandinos, superficie cultivada por cultivos.....	35
<b>Tabla 2:</b> Atributos de sustentabilidad, ventajas y dificultades en los sistemas productivos convencionales y agroecológicos.....	56
<b>Tabla 3:</b> Criterios para la construcción del Indicador Cohesión Comunitaria.....	62
<b>Tabla 4:</b> Criterios para la construcción del indicador de existencia y funcionalidad de organizaciones de productores IOP.....	63
<b>Tabla 5:</b> Valores de referencia para el consumo de kilocalorías día, persona.....	68
<b>Tabla 6:</b> Criterios para la construcción del Indicador de la Diversidad y Origen en el Consumo de Alimentos (IDCA).....	70
<b>Tabla 7:</b> Derivación de indicadores sobre calidad de suelos.....	74
<b>Tabla 8:</b> Valores de referencia para parámetros de suelos.....	78
<b>Tabla 9:</b> Criterios para la construcción del indicador de calidad de suelos.....	79
<b>Tabla 10:</b> Criterios para la construcción del Indicador de Disponibilidad y Uso de Insumos Orgánicos.....	81
<b>Tabla 11:</b> Municipio de Torotoro, manejo de semillas en dos sistemas de producción....	94
<b>Tabla 12:</b> Municipio de Torotoro, evaluación cualitativa de la matriz social para la producción.....	97
<b>Tabla 13:</b> Municipio de Torotoro, indicadores vinculados al consumo de alimentos.....	99
<b>Tabla 14:</b> Añahuani y Sukusuma, determinantes de la felicidad subjetiva.....	102
<b>Tabla 15:</b> Añahuani y Sukusuma, parámetros para la construcción del Indicador de Calidad de Suelos.....	104
<b>Tabla 16:</b> Añahuani y Sukusuma, Eficiencia energética en dos tipos de sistemas productivos.....	106

<b>Tabla 17:</b> Añahuani y Sukusuma, prácticas de manejo y conservación de los suelos .....	109
<b>Tabla 18:</b> Añahuani y Sukusuma, costos e ingresos en sus principales rubros de producción, expresado en bolivianos por hectárea.....	111
<b>Tabla 19:</b> Añahuani y Sukusuma, estructura de costos locales y externos para dos sistemas productivos, expresado en Bs por hectárea.....	113
<b>Tabla 20:</b> Añahuani y Sukusuma, superficie y diversidad en la producción agrícola, expresada en porcentajes e índices.....	115
<b>Tabla 21:</b> Añahuani y Sukusuma, índice de sustentabilidad en sus sistemas.....	117
<b>Tabla 22:</b> San Francisco y Palca, manejo de semillas.....	128
<b>Tabla 23:</b> Evaluación cualitativa de la matriz social para la producción.....	129
<b>Tabla 24:</b> Indicadores vinculados al consumo de alimentos.....	132
<b>Tabla 25:</b> San Francisco y Palca, parámetros para la construcción del Indicador de Calidad de Suelos.....	135
<b>Tabla 26:</b> San Francisco y Palca, Eficiencia energética en dos tipos de sistemas productivos.....	137
<b>Tabla 27:</b> San Francisco y Palca, prácticas de manejo y conservación de los suelos .....	140
<b>Tabla 28:</b> San Francisco y Palca, costos e ingresos en sus principales rubros de producción, expresado en bolivianos por hectárea.....	143
<b>Tabla 29:</b> San Francisco y Palca, estructura de costos locales y externos, expresado en bolivianos por hectárea.....	144
<b>Tabla 30:</b> San Francisco y Palca, superficie y diversidad en la producción agrícola, expresada en porcentajes e índices.....	146
<b>Tabla 31:</b> San Francisco y Palca, índice de sustentabilidad en sus sistemas.....	147

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Bolivia. Región de los Valles Interandinos.....	33
<b>Figura 2:</b> Potencialidades productivas de la Región de los Valles Interandinos.....	34
<b>Figura 3:</b> Propuesta Económica productiva del CIPCA.....	37
<b>Figura 4:</b> Municipio Torotoro, ubicación de las comunidades de estudio.....	51
<b>Figura 5:</b> Municipio de Pojo, ubicación de las comunidades de estudio.....	52
<b>Figura 6:</b> Selección de indicadores de sustentabilidad y sus dimensiones.....	57
<b>Figura 7:</b> Escalera del bienestar (modelo utilizado).....	65
<b>Figura 8:</b> Grupos de alimentos para establecer el Indicador de la Frecuencia de Origen en el Consumo de Alimentos (IFCA).....	69
<b>Figura 9:</b> Comunidad Añahuani, superficie sembrada por cultivos, expresada en m <sup>2</sup> . .....	90
<b>Figura 10:</b> Comunidad Sukusuma, superficie sembrada por cultivos, expresada en m <sup>2</sup> .....	93
<b>Figura 11:</b> Distribución del consumo de calorías por grupos de alimentos, expresado en porcentajes, en los SPAE y SCP.....	100
<b>Figura 12:</b> Añahuani y Sukusuma, superficie acumulada y diversidad de cultivos.....	115
<b>Figura 13:</b> Añahuani y Sukusuma, Diagrama AMIBA para la comparación de indicadores de sustentabilidad.....	119
<b>Figura 14:</b> Comunidad de San Francisco, superficie sembrada por cultivos, expresada en m <sup>2</sup> .....	124
<b>Figura 15:</b> Zona Palca, superficie sembrada por cultivos, expresada en m <sup>2</sup> .....	126
<b>Figura 16:</b> San Francisco y Palca, Diagrama AMIBA de sustentabilidad de sistemas productivos.....	149

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestro más sincero agradecimiento a las comunidades y familias productoras de las comunidades de Añahuani, Sukusuma y Aguas Calientes del municipio de Torotoro y las de San Francisco y Palca del municipio de Pojo, por su desinteresada participación en la etapa de campo del presente estudio. Nuestra gratitud a todos los productores campesinos por su aporte sustancial en la producción de alimentos.



## **PRESENTACIÓN**

Desde CIPCA, nos es grato contribuir con el presente estudio denominado “Sustentabilidad de sistemas agrícolas convencionales y agroecológicos en los Valles Interandinos de Cochabamba y Potosí “Aportes de la PEP del CIPCA”.

Este estudio nos da la posibilidad de entender y difundir alternativas sostenibles y de base agroecológica, a partir de la implementación de la Propuesta Económica Productiva (PEP) del CIPCA. Nos demuestra con información objetiva que otras formas de desarrollo y de potenciación de la agricultura familiar campesina son posibles.

Debemos entender a la Propuesta Económica Productiva de base agroecológica, como una acción integral, con dimensiones económica, social y política. Esta integralidad fomenta la necesidad de relacionarse con los recursos naturales, con la sociedad, la cultura y el medio ambiente; en definitiva, con la vida cotidiana en comunidades campesino indígenas. A partir de la integralidad, la PEP se adecúa a los contextos y realidades locales específicas.

Invitamos a su lectura y esperamos que inspire posibilidades de cambio y de compromiso no solo con el medio ambiente y los recursos naturales, sino sobre todo con la vida de familias campesinas indígenas, que han tomado el reto de innovar, adaptar y aplicar principios que permiten avanzar y mejorar en términos ambientales, sociales y económicos.

Nancy Georgina Camacho Rojas  
Directora Regional CIPCA Cochabamba



## RESUMEN EJECUTIVO

La evaluación de la eficiencia de los sistemas productivos agropecuarios tiende a realizarse a través de indicadores derivados de lo económico y productivo. Rendimiento, productividad, valor actual neto, relación costo beneficio son algunos de los ejemplos más recurrentes. En una perspectiva general, este enfoque está asociado a la noción de crecimiento económico, mas no del desarrollo sustentable.

La agricultura basada en la aplicación de insumos externos (combustibles fósiles, fertilizantes, agroquímicos, maquinaria, etc.) y uso de semillas híbridas de alto potencial de rendimiento se inició con la llamada Revolución Verde a mediados de los 60s. Si bien con este enfoque de agricultura se ha incrementado la producción de alimentos en el mundo y en parte de la región, también ha originado serios problemas sociales y ambientales (Sarandón et al., 2014). Por otro, lado la agricultura familiar campesina con enfoque agroecológico podría producir suficiente alimento sin disminuir la calidad ambiental ni reducir los recursos naturales. A nivel global, la agricultura familiar es la encargada de producir el 70% de los alimentos (Arnes Prieto, Marín González, Marina Zazo, & Díaz Ambrona, 2014).

En Bolivia, producto de la implementación de los diferentes modelos de desarrollo agropecuario y acciones de fomento vinculados al desarrollo rural, actualmente coexisten varios tipos de agricultura familiar a pequeña escala. Sus diferencias derivan del acceso a los recursos naturales, bases productivas y mercados (Colque, Urioste & Eyzaguirre, 2015). La región de los Valles Interandinos incluye a 3.703 comunidades campesinas, en las que de acuerdo al Censo Agropecuario 2013 se tienen 121.502 has con producción agrícola y alberga a buena proporción de los pequeños productores.

En esta región coexisten productores de autoabastecimiento, cuyas prácticas de producción son tradicionales; también están los productores ciertamente especializados en rubros en los que gozan de ventajas comparativas y sus prácticas son de tendencia convencional y; finalmente los que implementan innovaciones productivas con orientación agroecológica y de mercado. El Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA) contribuye

en el fortalecimiento de este último sector, promoviendo la implementación de la Propuesta Económica Productiva (PEP) de base agroecológica, frente a prácticas convencionales crecientes en el último tiempo en la región (Rodríguez & Ortuño, 2007).

Se cuenta con evidencia en campo sobre la viabilidad y aporte de la PEP a la economía campesina, resiliencia socioecológica y para aminorar los efectos negativos del cambio climático (Torrico Albino, Peralta-Rivero, Cartagena Ticona, & Pelletier, 2017). No obstante, se carece de investigación rigurosamente analizada desde una perspectiva de sustentabilidad, para atraer el interés por parte de tomadores de decisiones del ámbito local, regional y nacional.

Con la utilización del enfoque metodológico Marco de Evaluación de la Sustentabilidad de Recursos Naturales (MESMIS) de evaluación de la sustentabilidad multidimensional (De Camino & Muller, 1993; Masera, Astier, & Lopez R, 2000; Sarandón, 2002), el presente estudio evalúa la sustentabilidad de sistemas productivos agrícolas, cuyos modelos implementan prácticas convencionales o agroecológicas, en comunidades de la región de los Valles Interandinos.

La investigación se realizó en los municipios de Torotoro (Norte de Potosí) y Pojo (Cochabamba). A efectos comparativos, bajo la lógica de estudios de caso y de referencia planteados por (Astier, Masera O, 2008; Sarandón, 2002), se seleccionaron dos comunidades en cada municipio: una en la que predominan prácticas con orientación agroecológica y la otra en la que el manejo es convencional. En ambos municipios, CIPCA focaliza su atención en las familias que implementan la PEP con enfoque agroecológico.

Se evaluaron tres ámbitos de la sustentabilidad: social-cultural, ecológico-ambiental y económico-productivo; de ellos derivan 15 indicadores objetivamente comparables. Los resultados son presentados mediante un índice de sustentabilidad global y mediante gráficas radiales.

En términos generales los Sistemas de producción con enfoque agroecológico tienen mayores fortalezas respecto que los convencionales. Sin embargo, las razones de productividad, acceso a mercados y precio de los productos

estratégicos derivados de prácticas agroecológicas, hacen que el punto crítico sea el del retorno y beneficio económico. De ahí que se deberán fortalecer en innovaciones familiares y territoriales para elevar la productividad de los cultivos de este sistema, además de políticas en el nivel local y nacional para cualificar los términos de intercambio de la producción agroecológica.

Las ventajas de los sistemas con orientación agroecológica derivan de las prácticas locales e innovaciones para el manejo y conservación de semillas y suelos, las normas comunales que regulan la protección y conservación de recursos naturales y la diversificación del consumo de alimentos. Resultados similares fueron encontrados por Giraldo Díaz & Valencia (2010) en el corregimiento Bolo San Isidro, Palmira (Valle del Cauca), por Priego-Castillo, et al. (2009) en el municipio de Comalcalco, Tabasco, y por (Fallas, Chacon & Castro, 2010) en Costa Rica, donde los sistemas de producción agroecológicos y orgánicos son más sustentables que los sistemas de producción convencional.



# 1

# INTRODUCCIÓN





La evaluación de la eficiencia de los sistemas productivos agropecuarios tiende a realizarse a través de indicadores basados en lo económico y productivo. Rendimiento, productividad, valor actual neto, relación costo beneficio son algunos de los ejemplos más recurrentes. En una perspectiva general, este enfoque está asociado a la noción de crecimiento económico, mas no al desarrollo sustentable.

Los modelos de producción agrícola, heredados de la revolución verde, basan sus prácticas en el uso intensivo de insumos externos, orientados a la producción especializada de cultivos rentables. La aplicación del mismo y la búsqueda del crecimiento económico, a la postre, podría conducir a impactos insustentables, ambiental y socialmente (Meza & Otiniano, 2015; Aguado, 2006). Existen suficientes evidencias sobre los efectos negativos en el ámbito sociocultural y ambiental, ocasionados por la aplicación de prácticas convencionales de producción agrícola (Gliessman, 2002; Saradon, 2004).

Por su parte, la agricultura familiar campesina con orientación agroecológica puede producir suficiente alimento para todos sin disminuir la calidad ambiental ni deteriorar los recursos naturales. A nivel global, el sector está representado por 2,5 mil millones de personas y es el encargado de producir el 70% de los alimentos (Arnes Prieto, Marín González, Marina Zazo, & Díaz Ambrona, 2014). Existe bastante evidencia empírica que los rendimientos de los sistemas productivos agroecológicos tendrían igual o mejor comportamiento que los sistemas convencionales, además de ser estables en el tiempo (Altieri, 1996; Giraldo Díaz & Valencia, 2010).

Organismos internacionales como la FAO y la Secretaría de Agricultura de la Unión Europea, aunque de manera reciente, plantean que la forma más eficiente y sustentable de alimentar al mundo es la agricultura familiar campesina a pequeña escala, asociada a prácticas agroecológicas. Planteamientos políticos que ya habían sido formulados por representaciones supranacionales de las organizaciones campesinas e indígenas, como la Vía Campesina, CAOI y por otras organizaciones de la sociedad civil como *Grain, ETC Group*, quienes plantean que la agricultura campesina indígena no solo tiene la capacidad de alimentar al mundo, sino también de enfriar el planeta ante los efectos del cambio climático global.

A partir de la década de los 70, como alternativa práctica frente a los límites de la agricultura convencional, desde vertientes sociales y académicas, se plantea el enfoque de la agroecología, cuyo propósito no solamente es la producción/rentabilidad, sino también la sustentabilidad ecológica y social del ecosistema (Altieri, 1996). Así, la agricultura debe tomar atención por categorías vinculadas a la conservación, eficiencia, estabilidad, viabilidad económica, bienestar social, entre otros.

De ese modo, para determinar la sustentabilidad de los sistemas productivos se deben combinar criterios de estabilidad productiva con otros de aceptación sociocultural, protección del ambiente y mejora económica de las familias campesinas.

En el último tiempo existe mayor interés, en el campo científico, institucional y de grupos de productores, para evaluar la sustentabilidad de los sistemas productivos, no exclusivamente mediante categorías económico productivas, sino desde la integralidad de los sistemas. Si bien hay avances al respecto, aún se tienen limitaciones operativas por la dificultad de traducir los principios filosóficos e ideológicos de la sustentabilidad en la capacidad de contar con indicadores para el monitoreo de estos sistemas (Bejarano & Ávila 1998).

La sustentabilidad significa satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras. Desde la perspectiva de la agricultura, significa elevar y mantener por tiempos prolongados la productividad de los sistemas, pero teniendo presentes las limitaciones y potencialidades sociales y económicas, y de los recursos naturales del entorno (Spencer, 1992).

Por su complejidad, aún no existe consenso metodológico para la generación de indicadores operativos que evalúen la agricultura sostenible. No obstante, existe una mayor aceptación científica que plantea un abordaje holístico y sistemático donde predomine el análisis multicriterio, adecuado a los contextos de las experiencias agroecológicas (Acevedo, 2009; De Camino & Muller, 1993; Saradom, et al 2004).

La evaluación de la sustentabilidad es compleja, pues además de cuestionar las formas tradicionales de medición de resultados, de acuerdo a Altieri (2002) se requiere de un esfuerzo que aborde el análisis de situaciones ambientales y de fenómenos socioeconómicos, desde una perspectiva interdisciplinaria y sistemática.

Gran parte de los sistemas productivos convencionales privatizan las ganancias y socializan o externalizan los costos sociales y ambientales. De ese modo, la agroecología plantea que la evaluación de sistemas productivos deba incorporar los costos sociales y ambientales (Saradon, 2004). Es indispensable medir atributos de equidad social, ética y estabilidad productiva y eficiencia espacial, ambiental y agronómica, en la valoración de sistemas productivos (Loewy, 2008).

La modernización agrícola en gran parte de los países de América Latina, particularmente de Bolivia, está basada en una lógica convencional para el manejo de los recursos naturales. Existen tendencias en el incremento de la producción y la rentabilidad de algunos sectores productivos, pero esto no ha sido para todos los actores rurales (Colque, Urioste, & Eyzaguirre, 2015). Pequeños productores campesinos e indígenas no solo han sido postergados por este modelo, sino que además, se han visto perjudicados social y ecológicamente, por la condición hegemónica y homogeneizadora de este proceso (Peredo & Barrera, 2005).

Ahora bien, a nivel global y nacional la tendencia generalizada en el mundo rural es la dualidad de sistemas de producción: el agroindustrial y el familiar comunitario; ambos con diferencias entre sí por sus formas de prácticas agrícolas. Si bien la agricultura familiar campesina desde una perspectiva general implementa prácticas menos agresivas al medio ambiente, en su interior existen sectores tendientes a la implementación de prácticas convencionales. Las mismas fueron heredadas de la revolución verde y tienen características de especialización productiva y de cierta dependencia en el uso de insumos externos.

En Bolivia existen dos tipos de agricultura campesina e indígena, diferenciadas por su grado de vinculación al mercado y por su modelo productivo. La primera se caracteriza por la diversificación productiva y de autoabastecimiento; y

la segunda, por una agricultura campesina indígena de tipo mercantil. En términos geográficos, si bien el modelo preponderante en los valles tiene características de una agricultura de diversificación y autoabastecimiento, existe un leve crecimiento en los cultivos comerciales (Colque et al., 2015). Las exigencias del mercado promueven que algunos sectores de agricultores desarrollen el manejo de sus cultivos a través de prácticas convencionales.

En este contexto, desde el Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA), se ha planteado la Propuesta Económica Productiva (PEP), cuyo enfoque está enmarcado en el Desarrollo Rural Sostenible y la agroecología. CIPCA plantea la PEP desde el año 2001; identificando alternativas, dificultades, potencialidades y perspectivas desde cada contexto y realidad rural en siete regiones de Bolivia (CIPCA, 2016).

En la región de los Valles Interandinos de Cochabamba y Norte de Potosí, la PEP contribuye para una agricultura sostenible con la complementación del sistema productivo de secano con el de riego. Consiste en la recuperación de las bases productivas y la seguridad alimentaria a través de prácticas adecuadas de manejo y conservación de suelos; prácticas agroecológicas en los cultivos; producción diversificada y mejora de la infraestructura productiva.

Se cuenta con información y evidencia en campo sobre la viabilidad y aporte de la PEP a la economía campesina, a su resiliencia socioecológica y para aminorar los efectos negativos del cambio climático (CIPCA, 2015). No obstante, en muchas dimensiones, se carece de información precisa y rigurosamente analizada, para atraer el interés de ampliación de la misma por parte de tomadores de decisiones del ámbito local, regional y nacional.

Este proceso requiere de un mayor rigor en el planteamiento técnico, económico y ambiental para la sistematización de las experiencias y visualización de sus resultados de manera que sustenten mejor las propuestas de incidencia pública. Así, con el presente estudio se pretende visualizar, mediante la utilización de herramientas de evaluación de sustentabilidad agrícola desde una perspectiva multidimensional, la viabilidad ambiental y socioeconómica de la PEP en los valles interandinos.

## **1.2. Objetivos de la investigación**

### **1.2.1. Objetivo General**

Evaluar la sustentabilidad de sistemas productivos agrícolas, cuyos modelos de implementación desarrollan prácticas convencionales o agroecológicas, en comunidades de la región de Valles Interandinos, municipios de Torotoro, Potosí y Pojo, Cochabamba.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar la sustentabilidad ambiental, desde las prácticas de manejo de los recursos naturales, en sistemas agroecológicos y convencionales de producción agrícola.
- Valorar la sustentabilidad social y el grado de bienestar social, generados por la implementación de sistemas agroecológicos y convencionales.
- Determinar la sustentabilidad económico productiva en la implementación de sistemas productivos agroecológicos y convencionales.

En el siguiente capítulo se presentan acercamientos teórico conceptuales referidos a la agricultura sostenible, modelos de desarrollo agrícola, sustentabilidad y sus técnicas de evaluación. El capítulo tercero tiene que ver con el enfoque metodológico, en el que se hace una descripción completa sobre los métodos utilizados para determinar el índice global de sustentabilidad y las técnicas de medición para cada indicador. Los capítulos cuarto y quinto presentan los resultados del estudio en los municipios de Torotoro y Pojo respectivamente. Con los resultados alcanzados, en el capítulo sexto, se realiza la discusión para finalmente, en el capítulo séptimo, realizar las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

## **1.3. Hipotesis**

Los sistemas de enfoque agroecológico son más sustentables que los sistemas de producción agrícola convencional.



# 2

## MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL





## 2.1. Agricultura convencional y agroecología

La agricultura basada en la aplicación intensiva de insumos externos (combustibles fósiles, fertilizantes, agroquímicos, maquinaria, etc.) y uso de semillas híbridas, se inició con la llamada Revolución Verde a mediados de los 60. Sin solucionar el problema del hambre, con este enfoque de agricultura se ha incrementado la producción de alimentos en el mundo (por unidad de área), pero también ha originado serios problemas sociales y ambientales (Sarandón et al., 2014).

El agotamiento y la degradación de la calidad del agua, la erosión de la diversidad genética, la degradación de los ecosistemas, los procesos de erosión de suelos, salinización, contaminación por pesticidas y desertificación son algunos de los efectos sobre el medio ambiente de este tipo de agricultura (Altieri, 1994; Sands & Podmore, 2000).

El uso de pesticidas<sup>1</sup> y de fertilizantes sintéticos además de provocar la contaminación de alimentos, aguas y suelos, amenaza a la salud de los agricultores y consumidores (Sands & Podmore, 2000; Sarandón et al., 2014). La OMS estima que cada año ocurren tres millones de casos de intoxicación grave por pesticidas (Pretty, 2009).

La “agricultura moderna” o convencional también ha impactado negativamente sobre la cultura, socavando saberes y conocimientos locales acumulados durante más de 10.000 años de interacción entre la sociedad humana y la naturaleza (Toledo, 2005). **Tampoco ha logrado solucionar el problema del hambre** (Sarandón et al., 2014), **que afectó a 815 millones de personas en el año 2016** (11% de la población mundial<sup>2</sup>).

El modelo de producción agrícola moderno está llevando a la pérdida de la capacidad productiva de los suelos, y su dependencia creciente de combustibles fósiles la vuelve ineficiente energéticamente (cada vez se requiere más energía para mantener o aumentar la productividad de los cultivos) (Sarandón et al., 2014). Este tipo de agricultura se inscribe en un proceso económico que

---

<sup>1</sup> En Bolivia se triplicó el uso de agroquímicos en los últimos 20 años. Fuente: <https://elpais.bo/bolivia-triplico-en-dos-decadas-el-uso-de-agroquimicos/>

<sup>2</sup> <http://www.fao.org/news/story/es/item/1037465/icode/>

genera niveles crecientes de consumo, de explotación y de transformación destructiva de la naturaleza (Leff, 2009).

Frente a esta crisis ambiental, económica y social, se ha planteado un enfoque de agricultura sustentable basado en una relación armónica entre la sociedad y la naturaleza (Altieri, 1994; Astier, Maser, Galván-Miyosh & López-Ridaura, 2008). Este tipo de agricultura es biodiversa, tiene base agroecológica, responde a objetivos sociales, económicos y ambientales, así como mantiene y aumenta la productividad (Third World Network & SOCLA, 2015).

La agroecología es una ciencia y conjunto de prácticas que aplica principios ecológicos básicos para estudiar, diseñar, manejar y evaluar agroecosistemas sustentables. Permite salir de la dependencia intensiva del uso de agroquímicos e insumos de energía, a través de prácticas alternativas que promueven las interacciones ecológicas y sinergias benéficas entre los componentes de los agroecosistemas, de manera que permitan recuperar la fertilidad del suelo, manteniendo la productividad y la protección de los cultivos (Altieri, 2001). La agroecología está basada en técnicas que se desarrollan sobre la base del conocimiento y la experimentación de los agricultores (de Schutter, 2010).

El Relator Especial de la ONU identifica la agroecología como “un modo de desarrollo agrícola que no solo muestra fuertes conexiones conceptuales con el derecho a la alimentación, sino que también ha demostrado resultados para un rápido progreso en la concretización de este derecho humano para muchos grupos vulnerables en diversos países y entornos”. Como parte de sus recomendaciones establece que los Estados deben implementar políticas públicas que apoyen la adopción de prácticas agroecológicas para la realización del derecho a la alimentación y como una acción para mitigar el cambio climático (de Schutter, 2010).

## **2.2. Modelos de desarrollo agropecuario en Bolivia y en la región de los Valles**

Luego de la reforma agraria, de mediados del siglo XX, en Bolivia se han implementado diferentes modelos de desarrollo agropecuario, los mismos además estaban relacionados con lo acontecido en la región.

En el contexto latinoamericano se priorizaron políticas de sustitución de las importaciones y ampliación del mercado interno (Hendel, 2011).

En ese periodo para el caso boliviano destaca el modelo de expansión de la frontera agrícola, cuya estrategia fue la marcha al oriente para el desarrollo de nuevos cultivos de explotación. Desde el Estado se planteaba que la productividad en las regiones del Altiplano y Valles habría llegado a su nivel máximo, por lo que era necesario la ampliación de la frontera productiva hacia tierras bajas (Albarracín Deker, 2015).

Para la región de los Valles, en la década de los 50, el Plan Inmediato de Política Económica del Gobierno de la Revolución Nacional planteaba el crecimiento de la productividad y la producción mediante la utilización de semillas mejoradas y la implementación del riego, basados en el “modelo de difusión” (Albarracín Deker, 2015). Este enfoque fue la base para la implementación de prácticas convencionales de producción agrícola en las regiones del Altiplano y Valles.

En la década del 70 en la región hubo señales de degradación de los recursos naturales, erosión de los suelos y tendencias de disminución de la productividad. Frente a esta problemática, aunque de manera “incoherente”, el ministerio del ramo sugería que, a través del modelo de la Revolución Verde, se lograría incrementar los rendimientos y se evitaría la erosión de los suelos, (Albarracín Deker, 2015). La implementación del modelo prometía para el sector campesino la generación de sistemas productivos intensivos; sin embargo, su adopción fue lenta en algunas zonas e inviable en otras. En esa época en Latinoamérica se implementó con fuerza el modelo de la Revolución Verde, apoyado financieramente por el Banco Mundial (BM), Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Fondo de Desarrollo Agrícola, bajo el enfoque del “Desarrollo Rural Integral” (Hendel, 2011) cuyos resultados futuros fueron la generación de modelos empresariales de producción de alimentos, en determinados espacios territoriales.

A inicios de la década del 80, en las regiones del Altiplano y Valles el modelo de la Revolución Verde continuaba siendo la apuesta para su implementación desde el Gobierno y de la cooperación internacional (Calvo et al 1994). La gran sequía de 1983, cuyas consecuencias provocaron que muchos productores no

tengan siquiera semilla para el siguiente ciclo, facilitó la adopción del modelo de una fracción importante del campesinado.

En 1984, en un contexto económico inflacionario, el Gobierno gestionó el apoyo del BID para implementar el Programa de emergencia de producción de semillas y rehabilitación vial, cuya acción principal fue la distribución de agroquímicos y semillas mejoradas (Albarracín Deker, 2015). En ese tiempo la revolución verde seguía siendo vista por muchos como un buen ejemplo de modernización tecnológica para el sector del agro, pese a que no había resuelto el problema en todos los sectores productivos (Gianotten, 2006).

Implementadas las políticas de ajuste estructural, en la década del 90, gana hegemonía el enfoque de la Revolución Verde en los programas de desarrollo agropecuario. En la región de los Valles, no obstante, este modelo no fue del todo implementado. La producción de papa fue el cultivo predilecto en la región (Albarracín Deker, 2015). A finales de los 90 se discuten e implementan enfoques de desarrollo territorial, cadenas de producción y desarrollo local sostenible, promovidos fundamentalmente por la cooperación internacional.

En la década del 2000 y hasta la actualidad el modelo de la Revolución Verde con un enfoque convencional, tiene avances en su implementación. La producción de hortalizas y frutales en algunas zonas de los Valles y Yungas de país, son los ejemplos visibles de su implementación; especialmente en zonas que gozan de adecuadas bases productivas: tierra, agua y acceso a caminos y servicios logísticos, cuyos productores han optado por la especialización productiva (Colque et al., 2015).

En todo este periodo de análisis, desde las políticas de Estado se pretendía impulsar un cambio en las formas de producción tradicional del campo; no obstante, en la práctica se identifica cierta resistencia práctica desde muchos sectores del campesinado para su implementación (CENDA, 2011). Estas prácticas –de base familiar, comunitaria y agroecológica– lograron sobrevivir a la implementación de diferentes enfoques y programas de desarrollo agropecuario. Es así que muchas de estas prácticas, frecuentemente reforzadas con innovaciones agroecológicas, aún persisten y son una opción y alternativa al desarrollo, más aún en un contexto de crisis climática (Torrico Albino, Peralta-Rivero, Cartagena Ticona, & Pelletier, 2017).

CIPCA adoptó el enfoque de la agroecología desde la década del 90. Su trabajo se orientó al uso sostenible de los recursos naturales, reducción del riesgo de producción, seguridad alimentaria y la agricultura familiar (Gianotten, 2006). Muchas otras instituciones privadas, del campo del desarrollo rural, desde esa época hasta la actualidad han adoptado el enfoque agroecológico para la producción campesina, aunque no existe un diagnóstico integral sobre los resultados (Catacora Vargas et al., 2015).

Desde 2006, al menos en el discurso y el planteamiento de la Constitución Política del Estado y de varias normativas<sup>3</sup>, se apunta hacia un modelo cuyo enfoque es el desarrollo sostenible y la agroecología (Catacora Vargas et al., 2015). Su implementación es lenta y sus avances en relación al modelo agroindustrial y convencional aún son deficientes. Contradictoriamente en muchos de los programas del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT) y de las Secretarías Departamentales de Desarrollo Productivo, se identifica cierta orientación para la promoción de sistemas productivos de base convencional.

Producto de la implementación de los diferentes modelos de desarrollo y acciones de fomento vinculados al desarrollo rural, actualmente coexisten diferentes tipologías de producción agrícola en nuestro país. Por un lado, está la agricultura empresarial, fundamentalmente orientada a la exportación de commodities afincada en los departamentos de Santa Cruz y Beni y por otro la agricultura familiar de base campesina con sus diferentes tipologías que en el país serían alrededor de 730.000 unidades productivas (Cartagena & Terceros, 2014).

Al interior de la agricultura familiar campesina, sin embargo, también existen diferencias vinculadas al acceso a los recursos naturales y mercados. Colque et al. (2015) plantea tres tipologías de agricultores familiares: los de subsistencia, los de producción para el mercado interno y los vinculados a los mercados de exportación.

---

<sup>3</sup> Ley N° 3525 de Regulación y Promoción de la Producción Agropecuaria y Forestal no Maderable Ecológica. Ley N° 144 de Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria; Ley N° 338 de Organizaciones Económicas Campesinas, Indígena Originarias (OECAS) y de Organizaciones Económicas Comunitarias (OECOM).

En los últimos años, tanto a nivel nacional como de la región de los Valles se ha incrementado el uso de agroquímicos en un 400% entre 2005 y 2016<sup>4</sup>. El uso incorrecto de los fertilizantes químicos (como parte del enfoque convencional) ha tenido impactos ambientales y sociales negativos, lo que está impulsando, a los actores de la producción agrícola, a implementar nuevas estrategias de producción agroecológicas basadas en interacciones biológicas beneficiosas para incrementar la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Rodríguez & Ortuño, 2007).

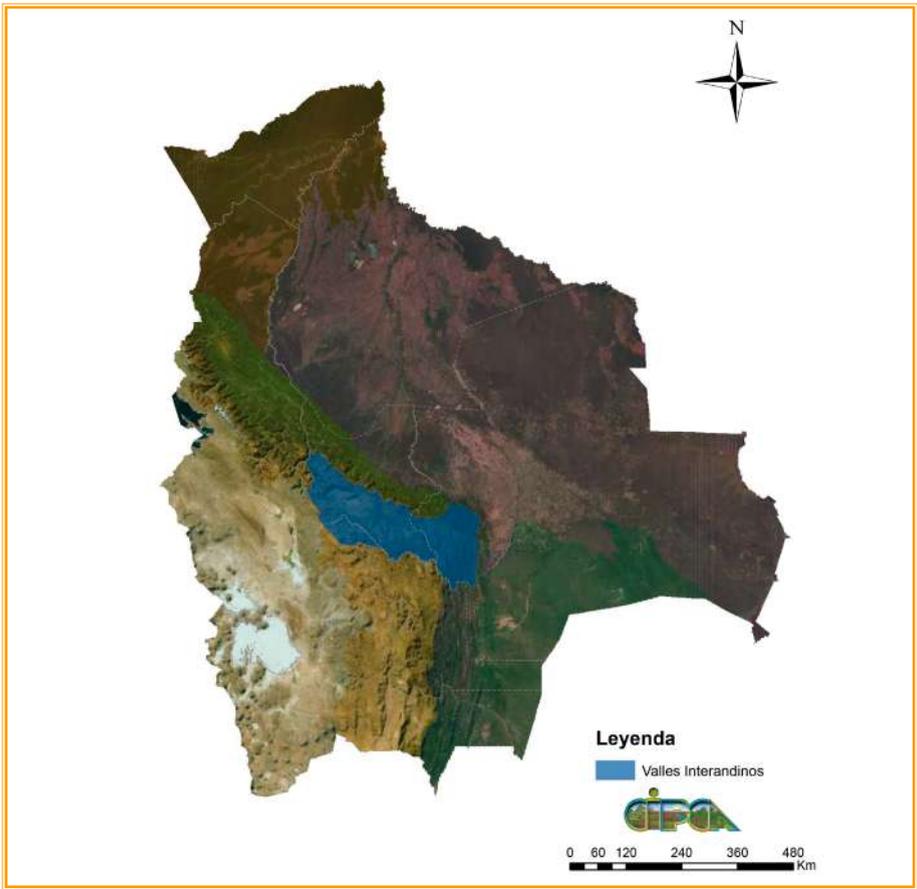
En la región de los Valles coexisten productores de subsistencia, cuyas prácticas de producción son tradicionales; también están los productores ciertamente especializados en rubros en los que gozan ciertas ventajas comparativas y sus prácticas son de tendencia convencional y finalmente los que implementan innovaciones productivas con orientación agroecológica y de mercado. CIPCA contribuye en el fortalecimiento de este último sector, promoviendo la PEP, como una alternativa a las prácticas convencionales crecientes en el último tiempo.

### **2.3 Características de la región de los Valles Interandinos de Bolivia**

La región de los Valles Interandinos o valles secos de Bolivia ocupan en conjunto una considerable extensión territorial, que incluye desde el departamento de Cochabamba hasta el oeste de Tarija (Figura 1). Su vegetación potencial está caracterizada por los microbosques a mesobosques microfoliados y parcialmente espinosos que presentan generalmente abundantes cactáceas. En relación a los recursos forestales en la región, se tiene que son de uso intenso, debido a la presión demográfica, como fuente de leña, carbón y madera y en algún caso como fuente de forraje para el ganado.

---

<sup>4</sup> <https://www.ipdrs.org/index.php/noticias/nuestras-actividades/5821-los-plaguicidas-en-bolivia-veneno-o-remedio> fecha de consulta 20 de agosto de 2019.



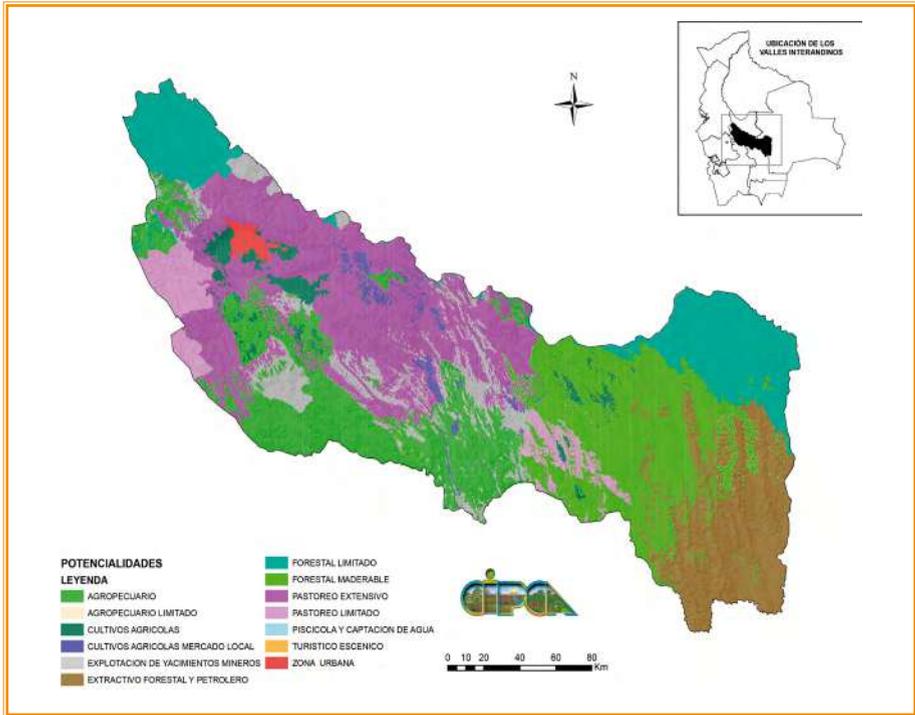
**Figura 1: Bolivia. Región de los Valles Interandinos**

**Fuente:** CIPCA, 2019.

Es una zona de transición de los andes hacia el trópico, sus paisajes predominantes son irregulares e incluyen serranías con pendientes medias, de cimas irregulares, laderas con áreas antrópicas, mesetas, colinas redondeadas, valles estructurales, terrazas aluviales y llanuras de deposición. De acuerdo a información del Sistema de Planificación Integral Estratégica del Estado, se estima que la región conglomerada a 2.860.000 habitantes y representaría el 29% de la población boliviana<sup>5</sup>. La región estaría compuesta por 3.703

<sup>5</sup> Nótese que la densidad en la región está influenciada por la presencia de ciudades capitales e intermedias de los departamentos de Cochabamba y Chuquisaca.

comunidades campesinas, cuyas actividades agropecuarias están vinculadas a la producción de tubérculos, hortalizas, granos, lechería, apicultura y floricultura (CIPCA, 2019).



**Figura 2: Potencialidades productivas de la Región de los Valles Interandinos**

**Fuente:** CIPCA, 2019.

Respecto de sus potenciales productivos resalta las zonas de potencial agropecuario, agropecuario limitado, para cultivos agrícolas, yacimientos mineros y cultivos para el mercado local (Figura 2). Por sus características de acceso, uso y disponibilidad de alimentos, 18 de los 61 municipios de la región cuentan con vulnerabilidad alimentaria alta (MDRyT, 2012).

La superficie destinada a la producción en toda la región es de 196.178 ha, de las cuales 121.502 hectáreas son agrícolas. Con un rendimiento de 1,04 t/ha, el cultivo del maíz ocupa el 55% del área cultivada, seguido del trigo (0,63 t/ha) y la papa (6,37 t/ha), cuya participación en la producción es del 24% y 5% respectivamente. De acuerdo al censo agropecuario de 2013 la producción de hortalizas en su conjunto ocuparía un 14% de la superficie en producción y los frutales alrededor del 3%.

**Tabla 1:**  
**Región Valles Interandinos, superficie por cultivos**

Cultivo	Superficie ha	Volumen t	Rendimiento t/ha
Papa	39,340	250,569	6.37
<b>CEREALES</b>			
Maíz	47,169	48,881	1.04
Trigo	20,661	13,021	0.63
<b>HORTALIZAS</b>			
Cebolla	2,549	51,315	20.14
Zanahoria	809	19,235	23.79
Haba verde	3,518	8,050	2.29
Arveja verde	4,926	6,138	1.25

**Fuente:** Elaborado con base a INE, 2012.

## 2.4 La Propuesta Económica Productiva del CIPCA

El Centro de Investigación y Promoción del Campesinado plantea sus acciones de trabajo para los contextos de comunidades y pueblos indígenas y campesinos bajo el enfoque del Desarrollo Territorial Sostenible. El mismo se enmarca en la sostenibilidad del territorio en los ámbitos económico productivo, social, organizativo, social y cultural, pero de una manera integral y sistémica (CIPCA, 2016).

A partir de este enfoque, desde el año 2001 CIPCA plantea y desarrolla la Propuesta Económica Productiva (PEP), cuyos fines surgen “de un análisis, reflexión y retroalimentación sobre el trabajo permanente junto a familias, comunidades y municipios de cobertura; identificando alternativas, dificultades, potencialidades y perspectivas desde cada contexto y realidad en las seis regiones de trabajo en ámbito nacional<sup>6</sup>” (CIPCA, 2016).

<sup>6</sup> Altiplano, Valles Interandinos, Amazonía Sur, Amazonía Norte, Chaco Boliviano y Llanos Cruceños.

La PEP se apoya en fundamentos teóricos de la economía campesina y basa su enfoque en la corriente política productiva de la agroecología. Prioriza la utilización de la fuerza de trabajo familiar y, desde una perspectiva territorial, el manejo integrado de los recursos naturales para el fortalecimiento de los sistemas productivos. Promueve la complementariedad de los diferentes componentes agropecuarios y no agropecuarios de los sistemas productivos campesinos e indígenas. Bajo ese enfoque, CIPCA viene implementado acciones económicas y productivas de acuerdo a las características socio territoriales de cada una de las regiones y zonas donde desarrolla su trabajo<sup>7</sup>.

En todas sus regionales, con base en sus diferentes particularidades, pero con criterios comunes, CIPCA implementa la PEP, definida como una “Estrategia de acción concertada con campesinos indígenas y sus organizaciones, orientada a su fortalecimiento económico, de manera que contribuya al ejercicio de sus otros roles en la sociedad boliviana y al desarrollo rural sostenible” (CIPCA, 2016), que busca contribuir a: a) la sostenibilidad de la economía campesina indígena comunitaria y de sus diversos medios de vida; b) seguridad y soberanía alimentaria: donde las familias campesinas indígenas dispongan y consuman alimentos suficientes en cantidad, calidad y diversidad para llevar una vida digna, saludable y productiva; c) generación de ingresos económicos para atender otras necesidades como la vivienda, educación, salud.

Los principios planteados por la PEP se orientan a la sustentabilidad de los sistemas de vida, en una clara apuesta productiva por el sector campesino e indígena. Lo anterior está vinculado a la seguridad y soberanía alimentaria, y generación de ingresos económicos para las familias, privilegio del manejo de RRNN, fomento a organizaciones económicas campesinas e indígenas y la promoción de conocimientos y tecnologías locales, planteadas desde una perspectiva de género. Cuyo horizonte, además, es la contribución al desarrollo local y nacional.

---

<sup>7</sup> CIPCA desarrolla sus acciones en seis regiones que caracterizan a la pluralidad socioecológica de Bolivia: Altiplano, Valles Interandinos, Chaco Boliviano, Amazonía Sur, Amazonía Norte y Llanos Cruceños.

La PEP como estrategia económica, social, ambiental y política para las familias campesinas e indígenas, incluye cinco Componentes Marco: Agricultura Sostenible, Ganadería Alto Andina, Gestión de los Recursos Naturales, Sistemas Agroforestales y Nueva Ganadería. Cada uno de ellos es aplicado según el contexto de las ecorregiones donde el CIPCA desarrolla su acción (Figura 3).



**Figura 3: Propuesta Económica productiva del CIPCA**

**Fuente:** CIPCA (2016) en Torrico Albino et al. (2017).

### **2.4.1 Agricultura sostenible una propuesta para los Valles Interandinos**

La Propuesta Económica Productiva (PEP) en Valles Interandinos enfatiza en la Agricultura Sostenible (AS) y la producción diversificada, derivada de la complementación de sistemas agrícolas bajo riego. Plantea, entre otras acciones, el manejo de cuencas y microcuencas que incluye infraestructuras pequeñas y medianas de riego (CIPCA, 2016). La PEP promueve innovaciones tecnológicas de base agroecológica en la producción tradicional y es una alternativa para la producción convencional y para la mejora de la productividad.

En muchas zonas de la región de los Valle Interandinos, la presencia del riego y la implementación de modelos convencionales han permitido la introducción de nuevos cultivos agrícolas. Consecuentemente algunos agricultores producen el mismo cultivo durante mucho tiempo, la incorporación de materia orgánica es mínima, el tiempo de descanso de las parcelas se ha reducido y en algunos casos se ha eliminado, lo que ha ocasionado una disminución de los nutrientes en el suelo y mayor incidencia de plagas y enfermedades (Rodríguez & Ortuño, 2007).

Frente a esta problemática, también presente en los municipios identificados para este estudio, se busca analizar los avances, dificultades y desafíos de la Agricultura Sostenible, desde el punto de vista de la sustentabilidad, en relación a los sistemas de producción agrícola implementados bajo enfoque convencional.

La AS en la región de los Valles Interandinos busca promover sistemas productivos orientados a contribuir a la seguridad alimentaria de la familia campesina indígena, además de generar ingresos familiares. Por sus formas de manejo contribuye a la conservación y mejora la calidad de los recursos: suelo, agua y biodiversidad. Se basa en el enfoque de la agroecología y en ese afán busca optimizar el uso de los recursos locales, promover el diálogo de saberes y los modos de vida de las comunidades.

Gran parte de las zonas productivas en la región de los Valles Interandinos enfrentan riesgo de degradación de los recursos naturales. La limitada

fertilidad de los suelos, la escasez del agua, sumada a la fragmentación de la tierra, multiplican la vulnerabilidad de los sistemas de vida, que además son agravados por el cambio climático.

Las acciones desarrolladas por familias campesinas e indígenas en el marco de la agricultura sostenible, derivadas de la PEP, son las siguientes:

- Gestión sostenible del agua para riego: busca la complementación de sistemas productivos de secano con sistemas agrícolas bajo riego. Implementa innovaciones tecnológicas orientadas al uso eficiente del agua: sistemas de cosecha de agua, gestión del riego y micro riego familiar y comunal, construcción de represas y reservorios, presurización, entre otros.
- Prácticas de conservación de los suelos para evitar su erosión y mejora de la fertilidad mediante el uso de insumos orgánicos y prácticas de manejo de cultivos.
- Producción diversificada: orientada a mejorar la dieta familiar a través de la producción de diversos cultivos de acuerdo a las características y potenciales de las zonas de trabajo.
- Incorporación de innovaciones tecnológicas: generan mayor eficiencia en el uso de la mano de obra. Estas innovaciones tecnológicas en general surgen de las mismas necesidades de las y los productores, aunque en muchos casos también de la inventiva de los equipos técnicos.
- Transformación de la producción primaria y fortalecimiento de las Organizaciones Económicas Campesinas, Indígena Originarias (OECAS), en el marco de las innovaciones productivas.

## **2.5 La sustentabilidad**

La sustentabilidad es un concepto que fue promovido por las Naciones Unidas desde la publicación del informe Brundtland en 1987, para incluir, en la discusión sobre desarrollo, la preocupación del deterioro ambiental y la inequidad social (Acevedo, 2009; Astier et al., 2008). Desde entonces, se han dado varias definiciones de sustentabilidad y desarrollo sustentable.

Según el informe Brundtland, el desarrollo sustentable es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (WCED, 1987).

Esta nueva concepción de desarrollo fue oficializada en la Cumbre de Río (1992), donde los Estados establecieron acuerdos y una Agenda de Acción para implementar la compatibilidad entre desarrollo y medio ambiente (Larraín, 2001).

La discusión sobre el concepto de sustentabilidad y desarrollo sustentable es muy amplia e incluye posiciones puramente retóricas hasta propuestas que surgen de una crítica fundamentada al modo de producción y a la racionalidad económica actual (Astier et al., 2008; Leff, 2009). En general, la mayoría de los conceptos coinciden en la necesidad de conservar la base de los recursos naturales, alcanzar equidad social, respetar las diferencias culturales y buscar alternativas para el acceso equitativo a los mercados y recursos económicos (Acevedo, 2009).

En este trabajo concebimos la sustentabilidad como el concepto que permite reconocer que los recursos naturales son finitos y que la estructura del planeta pone un límite al crecimiento económico (Hergoz de Muner, 2011; Leff, 2009). La sustentabilidad busca el equilibrio entre la productividad y la integralidad ecológica del sistema, de tal manera que en el tiempo se garantice la vitalidad social, ambiental y económica (Loaiza Cerón, Carbajal Escobar, & Ávila Díaz, 2014). La sustentabilidad busca generar nuevas formas de producción y de convivencia con la naturaleza, la misma se construye socialmente desde una racionalidad ambiental, la cual permite repensar la producción buscando un equilibrio ecológico y desde una reapropiación de la naturaleza desde la cultura (Leff, 2009).

La complejidad del concepto requiere que se aborde la sustentabilidad desde un enfoque multidimensional, interdisciplinario, holístico y dinámico, considerando al menos las dimensiones ambientales, económicas y sociales (Cárdenas Grajales & Acevedo Osorio, 2015; Hergoz de Muner, 2011).

La sustentabilidad en la dimensión ambiental implica la necesidad de proteger y mantener los sistemas vivos de la tierra, y los sistemas biofísicos que permiten

la mantención de las funciones del planeta, para el aprovechamiento de las actuales y futuras generaciones. Para lo cual se requiere asegurar el manejo racional de los recursos naturales, establecer cambios de conducta, normas, leyes e instrumentos económicos necesarios para asegurar la conservación y mejoramiento de la naturaleza, biodiversidad y el medio ambiente en general (Barrezueta, 2018; Larraín, 2001; Sepúlveda et al., 2002).

Para mantener la capacidad de carga de los ecosistemas, se debe considerar que los impactos sobre el medio ambiente equivalgan a la capacidad de recuperación del ecosistema, y también lograr actividades que reduzcan los niveles de entropía, es decir, privilegiando la conservación de energía y el uso de fuentes renovables (Guimarães, 2002).

La dimensión económica de la sustentabilidad busca generar un crecimiento económico racional que respete los límites naturales, la dignidad humana y la mejoría de la calidad de vida de las personas (Guimarães, 2002; Pérez, 2005). El enfoque sustentable requiere que todos los costos relacionados con la producción y disposición de bienes, se internalicen (Pérez, 2005).

La sustentabilidad en la dimensión social busca darle solución a la pobreza, la distribución equitativa de los beneficios del desarrollo, la equidad (entre géneros, razas, culturas, etc.) y la concreción de condiciones dignas para la vida. El desafío de la sustentabilidad social implica la satisfacción de las necesidades humanas establecidas en los derechos económicos sociales, políticos y culturales. Esta dimensión presta especial atención a las formas de organización de la población y de participación en la toma de decisiones (Hergoz de Muner, 2011; Larraín, 2001). Los lazos de interacción social son de importancia decisiva para promover y consolidar el proceso de participación y democratización a todos los niveles (Sepúlveda et al., 2002). La sustentabilidad social también tiene que ver con la defensa de los valores culturales, reproducción de la estructura comunal, el consenso a través de la asamblea comunitaria y el control colectivo de los procesos productivos (Olmos & González, 2013).

## 2.6 Sustentabilidad agrícola

Existen múltiples definiciones para el concepto de sustentabilidad agrícola (Latruffe et al., 2016), pero en general, todas ellas integran los elementos social, ambiental y económico del concepto de desarrollo sustentable. Algunas consideran que una agricultura es sustentable cuando proporciona oportunidades ambientales, económicas y sociales en beneficio de las presentes y futuras generaciones, y conserva la base de recursos naturales de la cual depende. Además provee alimentos y fibra necesarios para las personas; es económicamente viable y mejora la calidad de vida de los agricultores y de la sociedad en general (Anónimo, 1989 en Weil, 1990; Dumanski, Terry, Byerlee y Pieri, 1998).

Conway (1985) considera la sustentabilidad de la agricultura como la capacidad de los agroecosistemas de mantener su producción en el tiempo a pesar de las tensiones ambientales y presiones socioeconómicas (Conway, 1985). Para Altieri (1994) este tipo de agricultura “intenta proporcionar rendimientos sostenidos a largo plazo, mediante el uso de tecnologías y prácticas de manejo que mejoren la eficiencia biológica del sistema”. En esta definición el sistema agrícola es considerado un ecosistema (agroecosistema) que además de buscar la optimización de los procesos, considera la estabilidad ecológica y la equidad social (Altieri, 1994).

En esta investigación consideramos que una agricultura sustentable es aquella donde las comunidades rurales logran agroecosistemas productivos, estables, autosuficientes, resilientes, además de bienestar social –al distribuir costos y beneficios de manera equitativa– y calidad del ecosistema a través del tiempo (Acevedo, 2009; Astier, 2006; Altieri, 1994). Este tipo de agricultura permite lograr procesos “autogestivos y autonómicos entre los beneficiarios” (Astier, 2006), a través del uso de tecnologías adaptadas a los ambientes locales y considerando la conservación de la energía y los recursos (Altieri, 1994).

Algunos principios básicos de la agricultura sustentable de acuerdo a Altieri, (1994) y Altieri & Nicholls (2002) son:

- Conservación de los recursos renovables, reduciendo el uso de energía y recursos.
- Adaptación del cultivo al ambiente, fomentando producción local de productos alimenticios apropiados al entorno socioeconómico y natural.
- Mantenimiento alto y estable de la productividad, reduciendo costos y aumentando la eficiencia, sobre todo en el uso de energía.
- Equidad, que supone un grado de uniformidad en la distribución de los productos del agroecosistema entre productores y consumidores locales, contemplando el sentido intra e intergeneracional.

Este enfoque de la agricultura requiere métodos de evaluación que superen los convencionales, como los de tipo beneficio-costos. Sin embargo, la manera de hacer operativo el concepto de sustentabilidad, y por ende agricultura sustentable, aún no es clara, y es de difícil concreción en la práctica (Astier et al., 2008; López-Ridaura, Masera, & Astier, 2000). Según Sarandón (2002) esto se debe a los siguientes aspectos :

- El concepto es ambiguo y poco funcional.
- La característica multidimensional y temporal de la sustentabilidad.
- La dificultad para abordar la sustentabilidad desde un enfoque holístico y sistémico.
- La ausencia de parámetros, criterios, herramientas y metodologías comunes de evaluación.
- La falta de valores objetivos que permitan la comparación entre diferentes variantes de un mismo sistema productivo y/o entre diferentes sistemas productivos.

Para evaluar las acciones en los agroecosistemas los métodos deben simplificar la complejidad y la multidimensión de la sustentabilidad (Sarandón, 2002).

## 2.7 Evaluando la sustentabilidad agrícola

La agricultura sustentable requiere nuevos enfoques metodológicos o marcos para evaluar el impacto de sus acciones en el agroecosistema (López-Ridaura, Van Keulen, Van Ittersum, & Leffelaar, 2005). Varias estrategias se han desarrollado para hacer operativo el concepto de sustentabilidad (Astier et al., 2008), las cuales pueden ser agrupadas en tres: las que utilizan (a) una lista de indicadores, (b) las que determinan índices compuestos, que agregan una serie de indicadores específicos y, (c) las que proponen marcos de evaluación (Astier, 2006).

El primer grupo consiste en una **lista de indicadores** de sustentabilidad, que incluye aspectos ambientales, económicos y -en menor medida- sociales e institucionales. Este tipo de evaluación tiene varias críticas porque “carece de una base teórica sólida para la selección de indicadores específicos, no es posible aplicar los indicadores a contextos diversos, y tienen dificultades para discriminar los indicadores relevantes para la sustentabilidad de los sistemas de manejo”. Tampoco se pueden integrar los resultados de los indicadores, por lo que aportan pocos elementos para la planificación y la toma de decisiones (Astier et al., 2008).

El segundo grupo lo constituyen metodologías que determinan **índices de sustentabilidad**, agrupando o sintetizando los indicadores en un solo valor numérico (Sutton, 2003). Este enfoque tampoco ofrece un marco analítico sólido para la derivación de indicadores. Su construcción requiere decisiones arbitrarias en cuanto a la selección, la ponderación y la agregación de los indicadores (Morse y Fraser, 2005 en de Muner, 2011), y ofrecen una retroalimentación pobre al simplificar el análisis en un solo valor numérico (Astier et al., 2008).

El tercer grupo incluye a aquellos métodos que proponen marcos de evaluación. Son metodologías más flexibles que parten de atributos de objetivos generales para luego ir adaptándose al contexto específico y permiten guiar el proceso de evaluación por pasos. Pueden aplicarse a diferentes situaciones y sistemas de manejo. Estos marcos de evaluación ofrecen un ámbito analítico para el estudio y comparación de sistemas de manejo alternativos sobre una base multidimensional. Además permiten seleccionar y priorizar indicadores y

guiar procesos de planificación, y toma de decisiones (Astier et al., 2008). Si se quiere profundizar en los diferentes marcos de evaluación de sustentabilidad aplicados a la fecha puede revisarse Astier et al. (2008) y (Barrezueta, 2018).

Las metodologías utilizadas para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas utilizan principalmente indicadores, que son conceptos más específicos y susceptibles de medición. Los **indicadores** son “algo que hace claramente perceptible una tendencia o un fenómeno que no es inmediatamente ni fácilmente detectable, y que permiten comprender, sin ambigüedades, el estado de la sustentabilidad de un agroecosistema o los aspectos críticos que ponen en peligro la misma” (Sarandón, Zuluaga, Cieza, Janjetic, & Negrete, 2008).

Los indicadores son variables medibles que se seleccionan, brindan información importante, son objetivos y fáciles de interpretar. La aplicación de los indicadores permite marcar una tendencia a futuro y deben construirse y adaptarse a la situación en análisis. En la agricultura los indicadores deberán abarcar aspectos ecológicos/ambientales, sociales/culturales y económicos (Sarandón, 2002).

En resumen, no existe una sola forma de encarar la evaluación de la sustentabilidad ya que esta depende del objetivo o el tipo de pregunta que se busca responder. Por tal motivo, es fundamental definir el objetivo de la evaluación para elegir la metodología más apropiada y obtener resultados concretos (Sarandón, 2002).

La evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas es fundamental, pues detecta dónde están los puntos críticos y las potencialidades y cuáles son las tendencias de las prácticas que se implementan en las fincas (Sarandón, 2002; Meza & Julca, 2015). Esta información permite establecer causas, proponer acciones y políticas para el manejo sustentable de recursos naturales (Astier, Maser, Galván-Miyosh, & López-Ridaura, 2008; Olmos & González, 2013).

Se debe incorporar en todos los ámbitos de la política pública los componentes social, ambiental y económico de la sustentabilidad, reconociendo que estos aspectos están interconectados. De lo contrario, los programas y planes del

Gobierno se verán plagados de disposiciones inconsistentes que trabajan con propósitos cruzados y el resultado final será que se avanzó poco o nada hacia una agricultura más sustentable (Weil, 1990).

# 3

# MATERIALES Y MÉTODOS





### 3.1 Enfoque metodológico

La evaluación de sistemas sustentables, para la presente investigación, se realizó desde el enfoque de la economía ecológica y la ecología política, cuyo énfasis radica en que lo económico productivo se analice dentro de las restricciones del mundo natural. Esta corriente de pensamiento plantea que el medio natural no solo provee de recursos a la actividad económica, sino que genera funciones ecológicas indispensables para la supervivencia del ser humano y sus actividades socioproductivas.

Este enfoque también considera el carácter no renovable de los recursos naturales. En términos políticos y ecológicos plantea de que no puede existir un crecimiento ilimitado dentro de un mundo finito (Gudynas, 2000; Svampa, 2016). Incorpora también la dimensión social, partiendo de que la equidad, distribución, ética, felicidad, cultura son elementos centrales para la comprensión del problema de la sustentabilidad.

Bajo este enfoque la evaluación de los sistemas productivos no puede apoyarse en herramientas metodológicas planteadas por la economía convencional, sino que se requieren de metodologías de valoración de la sustentabilidad. Estas metodologías deben integrar la complejidad de las dimensiones económicas, productivas, temporales socioculturales y ambientales (Acevedo, 2009; De Camino & Muller, 1993; Martínez Alier, 1995; Sarandón & Flores, 2014).

Diversos autores han planteado metodologías de evaluación de la sustentabilidad, tanto desde perspectivas territoriales (Astier, Maass, & Etchevers, 2002; De Camino & Muller, 1993; Evia & Saradon, 2002), como desde la finca o parcela (Astier, Masera, 2008; Astier, Mass-Moreno, & Etchevers, 2002; Giraldo Díaz & Valencia, 2010; Nichols & Altieri, 2013; Sarandón & Flores, 2014) mediante la utilización de indicadores multidimensionales de sustentabilidad. El sentido común en todas estas es la evaluación de prácticas de manejo, a través de herramientas de análisis multidimensional.

Desde una perspectiva agronómica, Astier & Masera (1996) y Astier et al., (2002) proponen el enfoque del Marco de Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS), cuyos principios están basados en la metodología plantada por De Camino &

Muller (1993) para la medición de la sustentabilidad. Estos autores proponen el análisis de los atributos de la sostenibilidad (productividad, estabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autogestión).

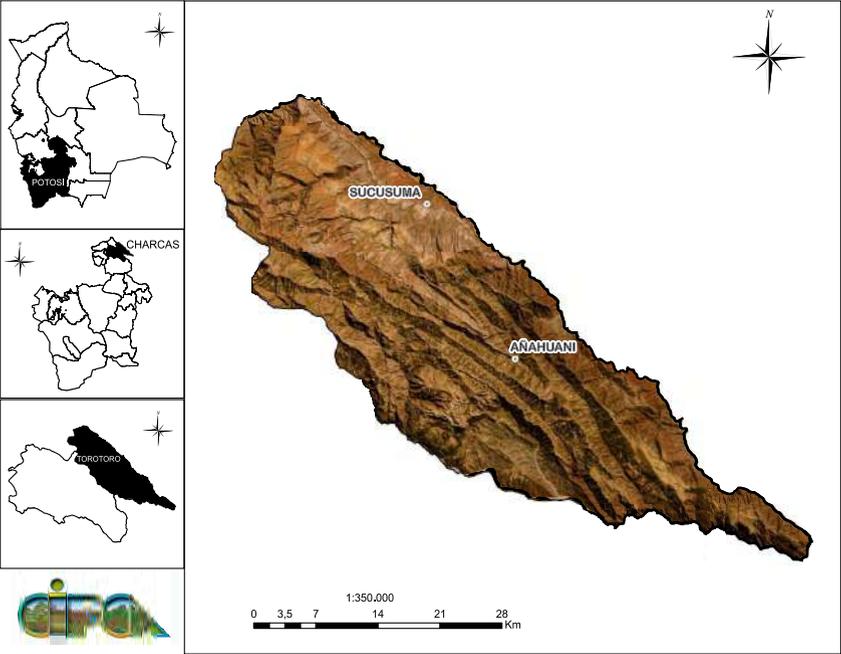
### **3.2 Ubicación del estudio**

El estudio se realizó en los municipios de Torotoro, en el norte del departamento de Potosí y; Pojo, en el Cono Sur de Cochabamba. A efectos comparativos, bajo la lógica de estudios de caso y de referencia planteados por Astier, Masera (2008) y Sarandón (2002) se seleccionaron dos comunidades en cada municipio: una en la que predominan prácticas con orientación agroecológica y la otra en la que el manejo es convencional. En ambos municipios, CIPCA focaliza su atención en las familias que implementan la PEP, cuya base es la agricultura sostenible, desde el enfoque de la agroecología.

En el municipio de Torotoro se estudiaron dos comunidades, la primera (Sukusuma) en la zona baja del municipio y la segunda (Añahuani) en la zona media (1800-2300 msnm); altitudinalmente pertenecen al piso agroecológico de los valles semisecos y pie de monte (Figura 4). Los suelos en las laderas tienen un riesgo medio de erosión y los de la meseta, sobre todo los que están a orillas del río Caine, presentan bajo riesgo de erosión. El clima en esta zona oscila entre 8 y 30°C, con una media de 19°C (Gobierno Autónomo Municipal de Torotoro, 2014). La precipitación y la temperatura difieren según el gradiente altitudinal que oscila de 1800 a 3800 msnm. El 85% de la precipitación pluvial se concentra entre enero y febrero, lo que provoca derrumbes y deslizamientos en la parte alta y riadas e inundaciones en la parte baja.

En la comunidad de Añahuani, gran parte de las familias apuestan por procesos de producción diversificado con enfoque agroecológico y la combinación de la agricultura con actividades de manejo pecuario. Los principales cultivos de la zona son la papa (*Solanum Tuberosum* andigena), maíz (*Zea Mayz* L.), trigo (*Triticum sativa*), tarwi (*Lupinus mutabilis*), además de arveja, camote, maní, haba, papaya, cítricos, chirimoya, manzana, caña, hortalizas entre otros. Es apreciable también la actividad pecuaria por el manejo de ovinos, caprinos y bovinos.

Por su parte, las comunidades colindantes al río Caine (Sucusuma y Aguas Calientes), si bien cuentan con potencial agrícola para la producción de papa (*Solanum Tuberosum andigena*), maíz (*Zea Mayz L.*), camote (*Ipomoea batata*), maní (*Arachis hypogaea*), limón y otros frutales; en los últimos seis años ha ocurrido el fenómeno de la especialización en la producción de papaya (*Carica papaya*). Este cultivo ocupa gran parte de la superficie cultivada en la zona. La relativa especialización productiva por su intensificación requiere de importantes cantidades de insumos externos; fundamentalmente para el manejo de plagas, enfermedades y para la fertilización del suelo, pues la actividad pecuaria como fuente de abonos orgánicos ha sido desplazada.



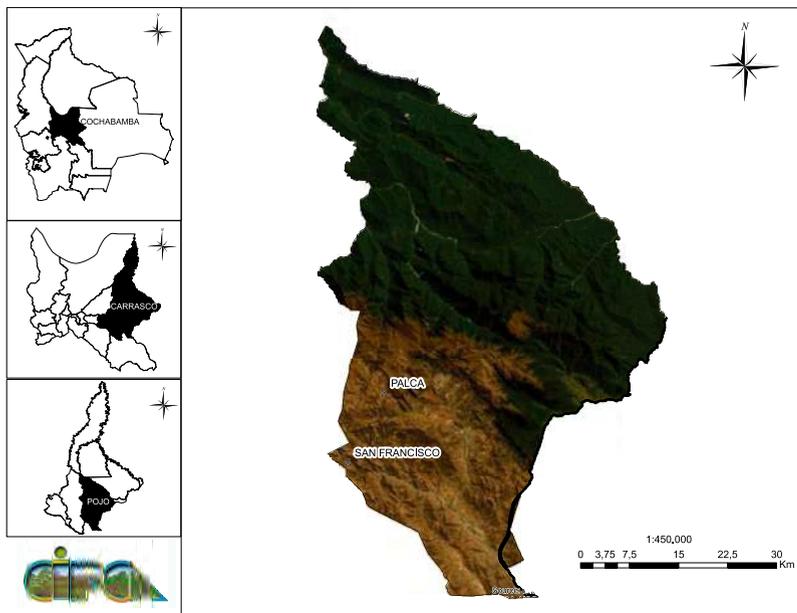
**Figura 4: Municipio Torotoro, ubicación de las comunidades de estudio**

**Fuente:** Elaboración propia con base en trabajo de campo.

En el municipio de Pojo, de igual manera, se estudiaron dos comunidades, Palca y San Francisco, (Figura 5). La primera pertenece a la zona agroecológica alta y su altura oscila entre 2800 y 4100 msnm., desde el punto de vista del laboreo predominan los suelos livianos, generalmente de color negro, pardo

y amarillo; su riesgo de erosión es medio. Los principales cultivos de la comunidad de Palca son la papa, arveja, haba, durazno, aunque en los últimos cinco años existe una fuerte tendencia hacia la producción de frutilla bajo sistemas convencionales y tecnificados.

La otra comunidad de estudio, San Francisco, pertenece a la zona de Valle; sus alturas van de 2000 a 2800 msnm. Predominan los suelos arcillosos y franco arenosos, siendo suelos un poco más pesados; de color rojizo, pardo y amarillento; los mismos, de acuerdo al PTDI municipal tienen un riesgo bajo de erosión (Pojo, 2016). La precipitación media en el municipio es de 363,1 a 730,2 mm y las temperaturas oscilan entre 9,5 y 24,8°C. En la producción agrícola, predominan los cultivos de papa, arveja, trigo, maíz, hortalizas, producidos bajo formas de diversificación y de rotación de cultivos.



**Figura 5: Municipio de Pojo, ubicación de las comunidades de estudio**

**Fuente:** Elaboración Valdimir Paniagua, CIPCA 2019.

### **3.3 Unidad de análisis**

El estudio busca determinar la sustentabilidad de sistemas productivos caso y de referencia, mediante la evaluación de diferentes indicadores de sustentabilidad, integrándolos en las dimensiones social, económico y ambiental. En ese sentido, la unidad de análisis es el sistema productivo. Sin embargo, las fuentes de información, dependiendo del caso y su factibilidad de recojo, fueron la comunidad, la familia como Unidad Productiva Agropecuaria (UPA) o la parcela agrícola. Los estudios multicentro tienen la flexibilidad de adecuarse al recojo de información más adecuado a cada variable, contexto y capacidades locales disponibles (Arnes, et al, 2014). Una mención de las fuentes de información para cada indicador se presenta en la sección de selección de indicadores.

La UPA es un sistema más complejo que la parcela, pero en el nivel comunal existen interrelaciones socioecológicas que están correlacionadas con la sustentabilidad de los sistemas productivos, por lo que es necesario su análisis mediante el uso de herramientas adecuadas para tal fin.

Al ser la unidad de análisis el sistema productivo territorial y comunal, se seleccionaron comunidades bajo los siguientes criterios: Dos municipios en los que CIPCA tiene intervención con la implementación de la PEP; en cada municipio, junto con los equipos técnicos locales, se seleccionaron dos comunidades: una de tendencia agroecológica y la otra de orientación convencional.

En todos los casos, las acciones de inicio del estudio y de recojo de información se coordinó con las autoridades y/o líderes locales. En una primera reunión con los grupos de trabajo se presentó el alcance del estudio y se seleccionó familias de seguimiento con el criterio de que sean familias avanzadas en la implementación de alguno de los sistemas agrícolas estudiados.

El método de desviantes positivos se enfocó en el seguimiento y análisis en profundidad de casos positivos o exitosos de un conjunto de familias con prácticas agroecológicas. Estas fueran comparadas con otras familias de referencia que implementan prácticas productivas o socioculturales diferentes. La dinámica planteada, permitió determinar los factores de mayor influencia y

su relación con la sustentabilidad de los sistemas estudiados. Con cada familia seleccionada se realizó al menos dos visitas de seguimiento y observación de su dinámica productiva y alimentaria, en dos etapas diferentes de los ciclos productivos, y se aplicó una entrevista semiestructurada para la comprensión de su sistema productivo.

Un análisis con mayor profundidad, vinculado a variables de costos de producción, eficiencia energética de cultivos y de prácticas de manejo de los mismos tuvo como unidad de análisis la parcela. Se realizó un seguimiento y observación de las dos principales parcelas de producción, seleccionadas por cada familia. La observación participante incluyó varios momentos del ciclo productivo, recogiendo información retrospectiva inmediata en algunos casos y en otros de forma prospectiva, en función de su ciclo productivo.

### **3.4 Diseño metodológico del estudio**

Apoyados en técnicas participativas vinculados a la Investigación Acción Participativa (IAP), planteados por Geilfus (2014), se realizó una caracterización de los sistemas productivos, con grupos de trabajo y líderes en cada comunidad. Desde la perspectiva de la sustentabilidad se identificaron y describieron los principales componentes de los sistemas de producción, además de las potencialidades y limitaciones de los mismos.

Luego, se realizó un análisis de flujos de los sistemas productivos: ingreso de materia, energía, información e insumos hacia los diferentes subsistemas de producción, así como sus salidas; además de las interrelaciones y fracturas entre estos. (Astier, Masera, 2008; De Camino & Muller, 1993; Masera, Astier, & Lopez, 2000; Sarandón & Flores, 2014). Para este efecto fue importante la observación participante y el diálogo con líderes las comunidades y con técnicos de las zonas de estudio.

Sobre la base de lo anterior y en cada comunidad de estudio, se desarrolló un análisis participativo sobre los puntos críticos de sustentabilidad, mediante la identificación de beneficios y dificultades en los sistemas productivos, siguiendo la herramienta trabajada por Berti & Araujo Cossio (2017). Lo anterior significa el establecimiento de aquellos fenómenos o tendencias sociales, económicas, políticas, tecnológicas, etc., que ejercen presión

positiva o negativa sobre los sistemas. La información extraída en los talleres comunales fue ordenada en función de los atributos de sustentabilidad (Astier & Masera, 2008; Masera et al., 2000).

Diversos autores plantean que los sistemas son sustentables cuando generan suficientes retornos económicos y sociales; son eficientes en el sentido de tener la capacidad de utilizar mejor los recursos con los que cuentan. Son diversos productiva, genética y culturalmente, pues gracias a esta cualidad son capaces de absolver impactos y mantenerse productivos en el largo plazo, para lo que se requiere la conservación de recursos de la agrobiodiversidad y fundamentalmente de las bases productivas. Ello también requiere de capacidades de cambio e innovación constante para adaptarse a nuevas situaciones climáticas y socioeconómicas.

También los sistemas son sustentables cuando son autosuficientes y tienen la capacidad de distribuir los beneficios y los costos sociales y ambientales entre los miembros actuales y futuros de la comunidad. En lo social, también son importantes los mecanismos de autorregulación de las comunidades productivas y su consecuente cohesión social a su interior.

En la Tabla 2, se determinaron los atributos de sustentabilidad respecto a las ventajas y limitaciones de cada sistema. En base de ello se derivan los indicadores adecuados para evaluar las dimensiones económico productiva, ecológica y sociocultural de los sistemas productivos (Sarandón & Flores, 2014). Desde una perspectiva general, los indicadores son instrumentos de análisis que permiten sintetizar, cuantificar y comunicar fenómenos complejos y pueden ser aplicados a muchos campos del conocimiento. Los indicadores permiten operacionalizar conceptos– a menudo abstractos y no directamente medibles– para transformarlos en magnitudes mensurables y comparables (Pereira Maldonado, 2014).

**Tabla 2:**

**Atributos de sustentabilidad, ventajas y dificultades en sistemas productivos convencionales y agroecológicos en Pojo y ToroToro**

<b>Atributo de sustentabilidad</b>	<b>Beneficios y dificultades en sistemas convencionales (SCP)</b>	<b>Beneficios y dificultades en sistemas agroecológicos (SPAESTAE)</b>
<b>Retornos</b>	Aumento de la productividad en cultivos comerciales. Incremento de ingresos económicos. Mayores posibilidades de ahorros	Aumento lento de la productividad. Disminución de ingresos económicos.
<b>Eficiencia</b>	Aumento del trabajo. Alto uso de agroquímicos. Relación costos beneficios favorables.	Las actividades agroecológicas requieren más trabajo. Mayor eficiencia energética por la reducida incorporación de energías no renovables. Reducidas ganancias por la comercialización.
<b>Diversidad</b>	Fuertes tendencias de monocultivo. Disminución de la actividad pecuaria. Predominancia de alimentos externos	Buenas prácticas de conservación y diversificación agrícola y pecuaria. Diversificación en la alimentación.
<b>Conservación</b>	Contaminación de la tierra y el agua. Mayor dependencia de agroquímicos. Mayor dependencia de semillas externas. Fuerte tendencia de desaparición de semillas locales. Disminución de prácticas de conservación de suelos.	Desarrollo de prácticas de conservación de suelos. Reducido uso de agroquímicos. Uso de semillas mayormente locales. Tendencias de erosión de semillas nativas. Menor contaminación de agua y suelos.
<b>Distribución de costos y beneficios</b>	El uso de agroquímicos podría afectar a la salud humana. Reducción de la migración. Aumento de enfermedades en cultivos. Mejores posibilidades de educación para los hijos	Altos niveles de migración o multiactividad. Dificultades para el control de enfermedades en cultivos. Consumo de alimentos sanos y nutritivos.
<b>Capacidad de cambio e innovación</b>	Mayor posibilidad de comercialización de productos. Prácticas de innovación de manejo de agua.	Introducción de prácticas innovadoras de conservación de suelos y para la eficiencia en el uso de agua. Prácticas alternativas de manejo de plagas y enfermedades.
<b>Autosuficiencia</b>	Mayor dependencia de mano de obra contratada. Mayor dependencia de la alimentación. Alta dependencia de insumos externos. Dependencia de ingresos en pocos cultivos.	Reducida dependencia de insumos externos. Autosuficiencia en la alimentación. Diversificación de cultivos.
<b>Organización / control</b>	Mayor individualismo en las familias Disminución en la participación efectiva en la organización comunitaria. Movilidad social	Organización comunitaria más cohesionada, vinculada a la gestión de RRNN.

**Fuente:** Elaboración propia en base a talleres comunales y (Masera et al., 2000).

Los indicadores seleccionados (Figura 6) fueron lo suficientemente robustos e integradores, es decir, pocos indicadores se derivan de muchos datos previamente procesados.



**Figura 6: Selección de indicadores de sustentabilidad y sus dimensiones**

Nota: Los indicadores con la abreviación (F) tienen como unidad de análisis la familia; los con (I) analizan al individuo; los con (C) son de carácter comunitario y los con (P) se analizaron a nivel de la parcela productiva.

### 3.4.1 Normalización de los indicadores

Por la característica multidimensional de la sustentabilidad, las unidades de medición para cada indicador son diferentes y responden a su propia naturaleza. La construcción de un sistema de indicadores, suficientemente robusto, requirió del tratamiento de un conjunto diverso de variables y datos, medidos en sus unidades correspondientes. Si bien cada indicador puede interpretarse individualmente en relación al tipo de sistema productivo, una interpretación conjunta se hace compleja.

Para superar esa complejidad, se procedió a la estandarización del conjunto de indicadores en unidades equivalentes; similares procedimientos fueron realizados por (Arnes Prieto et al., 2014; Astier M, Masera O, 2008; Sarandón, Santiago J, Zuluaga, María Soledad, Cieza, Ramón, Gómez, Camila, Janjetic, Leonardo, Netrete, 2016; S. J. Sarandón, 1998). Para que los indicadores sean comparables los unos de los otros, se estandarizaron sobre la base de umbrales máximos y mínimos de cada indicador, como es planteado por Lares Molina & López Flores (2004). Posteriormente, para adaptar los indicadores a una

escala única se utilizó la función de relativización, basada en la metodología planteada por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) para el cálculo del IDH. Para el caso de indicadores que tienen relación positiva con algún atributo de la sustentabilidad, se aplicó el siguiente procedimiento:

$$ID_x = \frac{x - m}{M - m}$$

Cuando los indicadores tienen relación inversa con algún atributo de la sustentabilidad, se modificó la fórmula anterior a fin de mantener sus propiedades. Mediante este procedimiento se invierte la jerarquía de los datos para que siempre los valores más altos correspondan a un mejor nivel de sustentabilidad.

$$ID_x = \frac{x - M}{m - M}$$

Donde:  $ID_x$  = Indicador de desempeño estandarizado del indicador  $x$ ;

$x$  = valor correspondiente del indicador  $x$ ;

$m$  = valor mínimo aceptado del indicador  $x$ ;

$M$  = valor máximo del indicador  $x$

Los umbrales máximos y mínimos, dependiendo del caso, fueron determinados por los niveles mayores y menores identificados en las zonas mediante otros estudios, estadísticas o consulta de literatura sobre los rangos óptimos de cada indicador. Para casos en los que no se dispuso de información de referencia en estadísticas o en estudios de similares características, se utilizó como valor de referencia el dato con mejor comportamiento del presente estudio, como lo plantea Priego, et. al. (2009).

Todos los indicadores estandarizados en escala única tienen valores entre 0 y 1. Conforme su valor se aproxima a 1, manifiesta la situación más deseable del sistema respecto de la sustentabilidad; por el contrario, cuando el valor es cercano de 0, el desempeño del indicador va empeorando. Para un balance visual individual y en conjunto de los aspectos evaluados, la información de ambos sistemas se la presenta en gráficas radiales. Así, de acuerdo al valor

normalizado de cada aspecto evaluado, se determinó su situación como: de alta probabilidad de colapso, situación crítica, inestable, estable y óptima (Sepulvela, 2008)

Una vez estandarizados todos los indicadores, se procedió a su ponderación asignándolos el mismo peso relativo a cada uno de ellos, esto mediante el consenso en el equipo de investigación (Gayoso & Iromé, 1991, citato por Sarandón, S., et al 2016). Con dicha información, basada en clasificación de dimensiones (Figura 6) y como trabajaron diversos autores (Sánchez, Murillo, & Betancourt, 2002; Vásquez & Martínez, 2015), se agruparon tres índices de sustentabilidad más sintéticos y robustos: ambiental, económico productivo y sociocultural. Estos fueron la base para la construcción del Índice Global de Sustentabilidad de Sistemas, bajo el siguiente procedimiento:

$$I G S S = \frac{I S A + I S E P + I S S C}{3}$$

Donde:

IGSS = Índice Global de Sustentabilidad del Sistema

ISA = Índice de Sustentabilidad Ambiental

ISEP = Índice de Sustentabilidad Económico Productivo

ISSC = Índice de Sustentabilidad Sociocultural

Finalmente, basados en los valores de los indicadores estandarizados, además de sus umbrales máximos y mínimos, se ha realizado la construcción de representaciones gráficas o AMIBAS. Mediante dicho procedimiento se visualiza el desempeño de los indicadores por separado, pero a la vez esta herramienta permite hacer un análisis visual e integrado (Astier & Masera, 2008).

### **3.4.2 Relevamiento de la información**

Tomando en cuenta que la unidad de análisis es el sistema productivo territorial, en todos los casos el tipo de muestreo ha sido elegido de acuerdo a las características de los indicadores y las posibilidades de acceso a la información. El presente estudio realiza el tratamiento de abundante información y para su relevamiento el equipo de investigación ha decidido

el muestreo más adecuado en función de los medios y recursos con los que se contaba, como es planteada por Arnes Prieto et al. (2014) y González, C. (2009).

Para los indicadores cuya fuente de información fue la parcela productiva, se aplicó una boleta de seguimiento al proceso productivo del predio agrícola. El seguimiento, que también incluye la observación participante, se realizó de manera prospectiva y retrospectiva, hasta contar con información suficiente de al menos un ciclo productivo. Para completar la información de los cultivos multianuales, en base a proyecciones de los productores se realizó una estimación mediante métodos de regresión, cuyo coeficiente de correlación se ajustaba mejor al comportamiento productivo del cultivo.

La información que proviene del nivel individual fue relevada mediante boletas de encuesta, cuya muestra era representativa a la población de las comunidades estudiadas <sup>8</sup>. Por su parte la información, que analiza a las UPAs, fue levantada mediante boletas de seguimiento a las familias seleccionadas; en este caso además de la observación participante, se incluye entrevistas y charlas informales con diferentes miembros de la familia y otros vecinos para triangular y validar la información.

En los casos que se requería información para evaluar aspectos comunitarios, fue importante el análisis participativo sobre los sistemas productivos (Geilfus, 2014). Luego, junto con líderes y/o familias de seguimiento, en base al análisis de la información vertida en los talleres comunales de análisis de los sistemas, se realizó una valoración ordinal de criterios vinculados a los indicadores de base comunitaria.

Finalmente, para el análisis de indicadores vinculados a las características físicas, químicas y biológicas de los suelos, se trabajó con muestras provenientes de las parcelas de seguimiento. Para la obtención de las muestras, en cada parcela asignada, se utilizó el sistema del transecto. Para eso se recorre la parcela en forma diagonal, cada punto de muestreo se identifica eliminando la cobertura de 5 cm del suelo superficial, se retira la muestra a una profundidad

---

<sup>8</sup> Por las condiciones de acceso a un mayor número de familias, no se aplicó cuestionarios personales en las comunidades del municipio de Pojo. Para este caso, los indicadores que responden a esos puntos críticos fueron reemplazados con información recogida a nivel de las UPAs de seguimiento

de 20 a 30 cm. En cada parcela se tomaron tres muestras de suelo, cada una de 1 kg.

En el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales “Martín Cárdenas” de la Universidad Mayor de San Simón, se realizó el análisis de los parámetros físicos y químicos del suelo. En el Laboratorio de Biotecnología, también de la UMSS, se realizó un análisis de parámetros biológicos del suelo. El método aplicado a cada parámetro y sus resultados se los puede observar en el Anexo 1 y 2.

Finalmente, en base a un análisis de componentes principales se realizó el agrupamiento de clusters, aplicando métodos estadísticos, para estratificar los suelos en base a las variables físicas, químicas y biológicas.

Para eso se utilizó la técnica de Mahalonobis, en base al siguiente modelo lineal:

$$d_{ij} = (X_i - X_j)' \Sigma^{-1} (X_i - X_j)$$

Donde  $X_i$  y  $X_j$  son matrices fila (1 x p) de observaciones para cada muestra y  $S$  es la matriz de varianzas - covarianzas de las variables consideradas.

Dos ventajas de este modelo

- Consigue mitigar el problema de las unidades en la medida en que cada variable entra en el cálculo de distancia corregida por su variabilidad (función del tamaño).
- Se elimina la información redundante. La más correcta en caso de elevada multicolinealidad.

A continuación, se presentan los procedimientos de cálculo para cada uno de los indicadores utilizados en el presente estudio. Además de su caracterización respecto de la sustentabilidad.

## 3.5 **Ámbito social de la sustentabilidad**

### 3.5.1 **Indicador de Cohesión Comunitaria (ICC)**

El desarrollo comunitario es importante para la sustentabilidad de los sistemas, pues no se desarrolla un individuo independientemente de su comunidad; por lo que el trabajo y la vinculación de la comunidad en todos los aspectos de la vida social y productiva es trascendental.

El grado de cohesión comunitaria es importante para la sustentabilidad de los sistemas, pues así la comunidad, mediante sus mecanismos de recreación, tiene la posibilidad de autorregularse y generar cambios positivos a partir de la deserción colectiva.

Para el cálculo del ICC se utilizaron los criterios descritos en la Tabla 3:

**Tabla 3:**  
**Criterios para la construcción del Indicador Cohesión Comunitaria**

<b>Subindicadores</b>	<b>Criterios de asignación de puntos</b>	<b>Puntuación</b>
<b>Participación de miembros de la comunidad en reuniones comunales</b>	Participan todos	6
	Participa la mayoría	5
	Participa más de la mitad	4
	Participa menos de la mitad	3
	Participa menos de un cuarto	1
<b>Participación en el tiempo</b>	Aumentó	6
	Mantiene	5
	Disminuye	2
<b>Entusiasmo de la gente</b>	Muy entusiasmada y propositiva	6
	Entusiasmada pero pasiva	5
	Indiferente	3
	De mala gana y apurada	2
<b>Sobre la existencia y respecto a las normas comunales</b>	Existen normas y son aplicadas por los miembros de la comunidad	6
	Existen normas, pero no son cumplidas del todo	4
	Las normas son cumplidas solo parcialmente	2
	No existe cumplimiento de las normas	1

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.5.2 Indicador de existencia y funcionalidad de organizaciones de productores IOP

Cuando al interior de las comunidades existen organizaciones que coadyuvan con sus afiliados en el proceso de producción, transformación y comercialización de la producción agropecuaria, estos sistemas tienen mayor capacidad de mantenerse, adecuarse y transformarse en el tiempo. De acuerdo a Loiza Cerón, et al. (2014), los sistemas productivos agropecuarios son sustentables cuando promueven modelos de eficiencia social y cultural, además de desarrollar capacidades de gestión productiva y económica. Bajo modelos de organización para la comercialización de la producción se tienen mejores resultados en los vínculos de los productores con los mercados.

Para el cálculo del IOP, se tomaron en cuenta los criterios detallados en la siguiente Tabla:

**Tabla 4:  
Criterios para la construcción del indicador de existencia y funcionalidad de organizaciones de productores (IOP)**

Subindicadores	Criterios de asignación de puntos	Puntuación
<b>Existencia de organizaciones de productores para la producción y comercialización</b>	- Existe organización de productores que canaliza la transformación y comercialización de cultivos estratégicos eficientemente	6
	- Si bien no existe organización de productores la misma organización social promueve la comercialización de la producción primaria	5
	- Si bien no existe organizaciones de productores como tal, la organización comunitaria regula los procesos de producción	4
	- Existe organización de productores, pero tiene limitaciones para la transformación y comercialización de la producción estratégica	3
	- No existe organización de productores y tampoco la organización social coadyuva para la comercialización de la producción	1

**Fuente:** Elaboración propia.

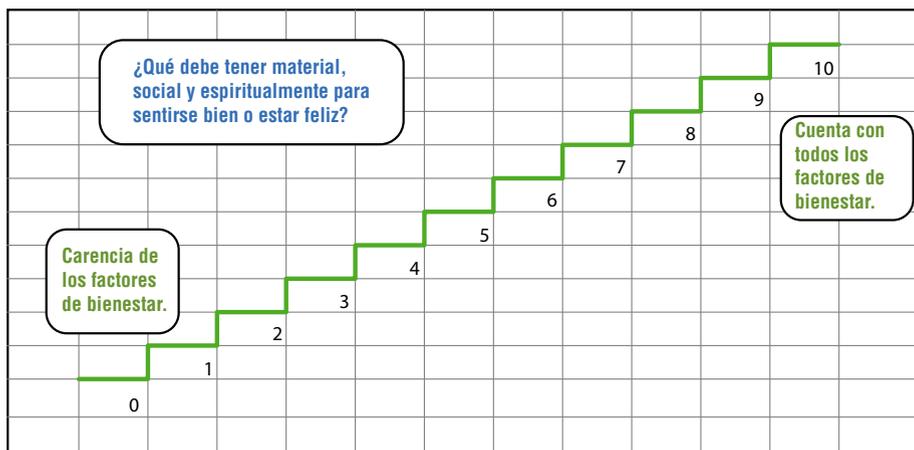
### **3.5.3 Indicador de Felicidad Subjetiva (IFS)**

El bienestar subjetivo es una categoría que depende exclusivamente del cómo se siente la persona en un determinado contexto y bajo sus propias expectativas de felicidad. Muchos autores identificaron al bienestar subjetivo como algo análogo a la felicidad; y ambos pueden ser evaluados a través de la satisfacción subjetiva de la vida en relación al cumplimiento de las aspiraciones personales (Aguado, 2016; Moreno Sánchez, Martínez, Maldonado, & Rodríguez, 2017; Ovalle & Martínez, 2006).

Existen estudios en muchas partes del mundo que establecen los factores que determinan al bienestar subjetivo de las personas, los cuales son correlacionados con su grado de felicidad (Aguado, 2016). En la presente investigación, si bien se identifican a dichos factores a manera de acercamiento, el interés principal fue determinar el grado de felicidad subjetiva de los dos tipos de productores, y se recurrió a la metodología planteada por Cantril en la década del 60 del siglo pasado, dicha metodología fue aplicada en numerosos estudios (Moreno Sánchez et al., 2017).

Bajo este planteamiento los productores entrevistados, desde sus propias perspectivas y nociones, determinan los factores que inciden o determinan su felicidad y bienestar. Luego, junto con el entrevistador, ubican esos factores y los ordenan en función de su prioridad. El siguiente paso fue socializar la escalera del bienestar que incluye 10 escalones (Figura 7), siendo el nivel superior aquel en el que se alcanzarían todos los factores de bienestar identificados previamente; contrariamente el nivel inferior (cero) corresponde a la carencia total de dichos factores.

Finalmente, se pide al productor que se ubique en alguno de los escalones en dos momentos de su vida: primero, ahora que está implementando un determinado sistema productivo, sea de orientación agroecológica o convencional y luego; en aquel peldaño, que siente que estaba, antes de la implementación del sistema productivo, siempre tomando en cuenta los factores de bienestar elegidos previamente.



**Figura 7: Escalera del bienestar (modelo utilizado)**

Fuente: Elaborado con base en Aguado, (2016).

De ese modo, se cuentan con resultados relativos a la percepción de bienestar de los participantes en dos etapas de su vida, además de los factores que conllevan al mismo. Para la integración de la escala de felicidad al índice de sustentabilidad, se utilizó el indicador de bienestar relativo al momento después de la implementación del sistema productivo.

### 3.5.4 Manejo y Origen de Semillas (MOS)

La promoción y manejo de agroecosistemas diversificados es una estrategia clave para el diseño de sistemas agrícolas sustentables. También es importante que el control de los recursos genéticos sea a nivel local, pues así se garantiza la provisión de semillas adecuadas a las condiciones ecológicas de las zonas. Para los campesinos, las semillas no son solo la fuente del alimento, en ellas se almacena su historia y cultura (Hendel, 2011). De ahí la importancia de las prácticas de conservación y producción de semillas *in situ*, para la reproducción de su cultura.

Para el cálculo del MOS, se tomó como referencia la superficie cultivada con semillas de origen local, en relación a la superficie total producida de las UPAs de seguimiento, bajo el siguiente procedimiento:

$$MOS_i = \sum_{i=1}^s \frac{S S L_n}{S T_i}$$

Donde:

MOS<sub>i</sub>= Manejo y Origen de Semillas

SSL<sub>n</sub>=SSOL+SSA; ST<sub>i</sub>=Superficie Total producida por UPA

SSOL=Superficie con Semillas de Origen Local; SSA=Superficie con Semillas Adoptadas

Mientras mayor es el resultado del indicador (cercano a uno), el sistema es más sustentable, respecto del uso y conservación de recursos genéticos. Por el contrario, cuando el sistema de cultivo requiere de la adquisición de semillas para cada ciclo productivo es un sistema con mucha dependencia hacia fuentes de recursos genéticos externos.

### 3.5.5. Ingesta de Energía en los Alimentos (IEA)

La evaluación de la ingesta dietética se realizó mediante recordatorios dietéticos de 24 horas (Gibson 2005). La técnica consiste en consultar en cada hogar los alimentos consumidos por todos los miembros de la familia el día anterior a la encuesta. Suele ser la técnica que tiene mayor precisión para estimar la ingesta de nutrientes de los alimentos (Kennedy, Ballard, & Dop, 2013). Con mucha frecuencia, la información fue brindada por consenso de varios miembros de la familia, en la que la madre de familia era la principal encuestada, pero otros adultos y niños contribuían con sus respuestas. Los recordatorios de consenso son más precisos que las respuestas individuales (Eck et al., 1989; Sobo et al., 2000).

En las comunidades de estudio, las comidas casi siempre se sirven desde una olla común, por lo que el entrevistador primero consultaba sobre los ingredientes y sus cantidades utilizadas en la olla familiar. Luego, se estimó la proporción consumida por cada individuo, tomando como base los vasos o platos utilizados por cada uno de ellos (por ejemplo, si algún miembro de la familia tenía un plato de 300 ml y el contenido total de la olla era 2000 ml, se le ha atribuido el 15% de todos los ingredientes de la olla). En ambas comunidades de estudio, los ingredientes utilizados en las comidas fueron sencillos de cuantificar (por ejemplo, papas, hortalizas, granos, etc.) y no

había necesidad de estimar la composición de los ingredientes complejos o los alimentos comprados y procesados. Métodos similares se han utilizado anteriormente en los Andes (Berti et al., 1997, Berti et al., 2010; Berti & Araujo, 2017).

La ingesta de nutrientes se calculó mediante datos de consumo integrado con una base de datos de composición de alimentos boliviana (Ministerio de Salud y Deportes 2005). Como solo había un día de datos dietéticos por persona, las ingestas individuales no podían estimarse con precisión. Más bien, se calcularon y compararon las ingestas medias de la comunidad de seguimiento y de la de referencia. Lo cual es válido si se cuenta con observaciones de múltiples individuos (Gibson 2005).

Para el presente estudio solo se analizó la cantidad de energía Kcal consumida por persona día, cuyo cálculo se realizó bajo el siguiente procedimiento:

$$Kcal_d = \sum_{i=1}^k NA_i$$

Donde:

$Kca_d$  = Kilocalorías consumidas por individuo día

$NA_i$  = Kilocalorías para cada alimento consumido en el día

Para el establecimiento de las referencias de consumo de kilocalorías por día, se han utilizado los siguientes valores de referencia, por edad y sexo.

**Tabla 5:**  
**Valores de referencia para el consumo de kilocalorías día, persona**

Edad en años	Rangos de requerimiento mujeres	Rangos de requerimiento hombres
2-3	1000-1400	1000-1400
4-8	1400 – 1600	1400 – 1600
9-13	1600-2000	1800 – 2300
14-18	2000	2400 – 2800
19-30	2000 – 2200	2600 – 2800
31-50	2000	2400 – 2600
>50	1800	2200 – 2400

**Fuente:** <https://es.familydoctor.org/nutricion-determine-sus-requerimientos-caloricos/> consultado 5 de julio de 2018.

### **3.5.6 Indicador de Origen y Diversidad en el Consumo de Alimentos (IODCA)**

Para la estimación de este indicador, en las comunidades del municipio de Torotoro el levantamiento de información se realizó con muestras significativas respecto de la población. Se tomó como base la información de los recordatorios de 24 horas, con los procedimientos y técnicas arriba explicados. En las comunidades del municipio Pojo, al no haber existido las condiciones de muestra suficiente de hogares para desarrollar recordatorios de 24 horas, se levantó información para calcular el indicador de la Frecuencia en el Consumo y Origen de Alimentos, solo a las familias de seguimiento y de referencia, a través de recordatorios de frecuencia de consumo en los últimos siete días.

Este último indicador permite obtener información sobre el patrón de consumo para poblaciones y tiempos determinados (Sabaté, 2014) . En este caso, se identificó la ingesta de alimentos en un período de siete días; aunque no mide las cantidades consumidas, el método permite además conocer la fuente principal de suministros de alimentos (Kennedy et al., 2013). La mayoría de los autores recomienda muestras representativas para la validación de los

resultados, en este caso una aproximación a la frecuencia de consumo de grupos de alimentos, se realizó únicamente con las familias de seguimiento.

En el caso de Pojo, el levantamiento de la información se hizo entre dos y tres meses antes de las cosechas anuales, pues en las comunidades del estudio las familias cuentan con cultura de riego importante, y en dicha etapa se tendría una relativa carencia de alimentos anuales como es recomendado por Swindale & Bilinsky (2006). Previamente al desarrollo del cuestionario, mediante la observación participante, se realizó una identificación de los principales alimentos consumidos en los hogares y zonas de estudio, para desarrollar el modelo de cuestionario final. De manera similar a los recordatorios de 24 horas, la entrevistada fue la persona encargada del preparado de la comida, para en base a la información disponible establecer los grupos de consumo de alimentos.

No existe consenso sobre qué grupos de alimentos se deben incluir en el análisis de frecuencia y tampoco los puntajes asignados a cada uno. Es así que solo para efectos de clasificación de grupos, en el presente estudio, se adecuaron los mismos a la clasificación de diversidad alimentaria en el hogar, planteada por Kennedy et al., (2013) para análisis a nivel del hogar, los cuales fueron adecuados en función de las características productivas de la zona (Figura 8).



**Figura 8: Grupos de alimentos para establecer el Indicador de la Frecuencia de Origen en el Consumo de Alimentos (IFCA)**

**Fuente:** Elaboración propia con base en (Kennedy et al., 2013).

Para determinar la puntuación y los objetivos respecto de la cantidad de grupos de alimentos consumidos en el hogar, ante la ausencia de datos sobre el nivel económico de las familias, se estableció la diversidad promedio del

tercil superior de diversidad del conjunto de hogares de seguimiento (Coates, Swindale, & Bilinsky, 2007a). En base a dicho objetivo, se determinó un subindicador de frecuencia en el consumo de alimentos, para luego integrarlos con el subindicador de origen de los alimentos. Cuando existe mayor capacidad de autoabastecimiento de alimentos, las posibilidades de sustentabilidad del sistema son mayores (Vásquez & Martínez, 2015). Cuando un sistema produce al menos el 70% de los nutrientes de los alimentos al interior del sistema es un sistema de soberanía alimentaria (M Altieri, Koohafkan, & Gimenez, 2012).

**Tabla 6:**  
**Criterios para la construcción del Indicador de la Diversidad y Origen en el Consumo de Alimentos (IDCA)**

Subindicadores	Criterios de asignación de puntos	Puntuación
Grupos de alimentos consumidos	- Escala entre 0 y 10; a mayor cantidad de grupos de alimentos mayor sustentabilidad.	--
Origen de los alimentos	- Al menos el 70% de los alimentos son producidos localmente	6
	- Entre el 50 - 70% de los alimentos son producidos localmente	4
	- Entre el 40 y 50% de los alimentos son producidos localmente	3
	- Menos del 40% de los alimentos son producidos localmente	2

**Fuente:** Elaboración propia con base en (Coates, Swindale, & Bilinsky, 2007b; Vásquez & Martínez, 2015).

La integración final del IOFCA se la realizó mediante el promedio a escalas estandarizadas de ambos subindicadores establecidos en la Tabla 6.

### 3.6 **Ámbito ambiental de la sustentabilidad**

#### 3.6.1 **Indicador Eficiencia Energética (IEE)**

Para la construcción del balance energético se han convertido los insumos utilizados y las salidas del sistema en unidades energéticas, expresadas en *Mega Joules* por unidad de peso o volumen (Mj/U). Para el procesamiento de la información se ha utilizado el software informático Energía V3.01 incorporando equivalencias energéticas según los insumos o salidas presentes en los sistemas productivos (Arnes-Prieto, Marín-González, Marina-Zazo, & Díaz-Ambroña, 2013; Astier M, Masera O, 2008, Funes-Monzote, 2009; Gliessman, 2002).

Los *inputs* están representados por todos los insumos y materiales utilizados en el proceso productivo: fuerza de trabajo, fertilizantes, combustibles, abonos, maquinaria, entre otros. Los *outputs*, dependiendo del caso, incluyen al volumen de cosechas y/o la biomasa producida por el sistema, los cuales fueron procesados de la siguiente forma:

$$BE_i = \sum_{i=1}^s \frac{i}{o_i}$$

Donde:

$BE_i$  = Balance energético del cultivo  $i$

$i_i$  = insumos utilizados en unidades de energía;

$o_i$  = salidas o productos en unidades de energía

Si el resultado de la razón anterior es mayor que 1 significa que el sistema productivo está utilizando mayor cantidad de energía que la producida, por lo que sería un sistema poco eficiente en términos energéticos. Este indicador es importante para la sustentabilidad del sistema, pues refleja la buena o mala utilización de los recursos energéticos escasos. Un sistema sustentable es aquel que es eficiente en el uso de la energía, pues uso excesivo se traduce en efectos como agotamiento de recursos naturales, calentamiento global y otras formas de estrés ambiental (Denoia & Montico, 2010). Los agroecosistemas naturales, no mecanizados, tienden a tener altas eficiencias energéticas, entre 5 y 40 unidades energéticas producidas por cada unidad utilizada (Gliessman, 2002)

De ese modo para que un sistema sea más sustentable diversos autores manifiestan que se requieren de técnicas, innovaciones y estilos de producción que respeten los límites de la capacidad de uso de recursos, particularmente los energéticos por su cualidad de no renovables. Pero al mismo tiempo, estos sistemas deben tener capacidad de soberanía alimentaria y resiliencia (Altieri et al., 2012; Denoia & Montico, 2010). Variados estudios han evidenciado que cuando se incorporan grandes cantidades de energías industriales en los cultivos, estos tienden a tener mayor productividad.

Sin embargo, cuando el aporte de energía industrial es muy alto, la eficiencia energética de los sistemas tiende a ser menor (Sarandón & Flores, 2014).

Los fertilizantes sintéticos en su fabricación requieren de elevados usos de energía fósil o minerales sometidos a elevadas temperaturas como se manifestaron en estudios de Scout (1984), citados por (Mora-Delgado, Ramírez, & Quirós, 2006a). De ese modo muchos estudios han demostrado que los sistemas convencionales altamente dependientes de insumos químicos no son sustentables, pues dependen de recursos naturales escasos y no renovables.

### **3.6.2 Indicador de Calidad de Suelos (ICS)**

El suelo es un componente ambiental complejo y está formado por una variada y extensa cantidad de minerales que se transforman en vida vegetal (Garrido Valero, 1994). Sus funciones incluyen la preservación de la biodiversidad, la regulación del ciclo del agua y el almacenamiento y reciclaje del carbono y de los nutrientes (Ferrerías, Toresani, Faggioli, & Galarza, 2015). La degradación de este recurso es una amenaza para los sistemas de producción agropecuarios, por lo que la conservación y mejoramiento de su fertilidad y calidad son importantes desde la perspectiva de la sustentabilidad (Astier et al., 2002; Bautista Cruz, Etchevers Barra, del Castillo, & Gutiérrez, 2004).

La definición sobre la calidad del suelo fue trabajada por Doran y Parkin (1994) quienes la explican como la capacidad del suelo para funcionar dentro sus límites y para sostener la vida y la producción de las plantas y animales (Barrezueta Unda & Paz González, 2017). La calidad y la salud del suelo son categorías similares y relacionadas con su utilidad para un propósito específico, normalmente para las actividades agropecuarias. Para que un suelo sea considerado de calidad debe tener la capacidad de producir cultivos sanos y nutritivos en forma sostenida a largo plazo, sin que influya en la degradación del medio ambiente (Astier et al., 2002).

El concepto sobre calidad del suelo se vincula con la fertilidad, potencial de productividad, salud humana y animal, sostenibilidad y calidad ambiental. El concepto de fertilidad del suelo normalmente hace referencia a sus propiedades químicas; es decir a la disponibilidad de macronutrientes primarios (nitrógeno,

fósforo y potasio) esta perspectiva se asocia a la agricultura convencional (García, Ramírez, & Sánchez, 2012). De acuerdo a Astier (2002) un suelo fértil es aquel que tiene la capacidad de abastecer nutrientes suficientes al cultivo, integrando atributos físicos, químicos y biológicos por la interrelación existente entre ellos.

A pesar de la importancia de la calidad del suelo para el desarrollo agropecuario, la ciencia del suelo no ha avanzado lo suficiente para definir claramente lo que se entiende por calidad (Bautista Cruz et al., 2004).

En un escenario de muchas definiciones sobre la calidad del suelo, algunas de ellas contradictorias, el Comité para la Salud del Suelo de la Soil Science Society of America, la define como la capacidad del suelo para funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado, sostener la productividad de plantas y animales, mantener o mejorar la calidad del aire y del agua, y sostener la salud humana y el hábitat (Karlen et al., 1997) citado por (Bautista Cruz et al., 2004).

Para mensurar la calidad del suelo en diferentes sistemas de producción es necesario contar con variables e indicadores que lograron cierto consenso (Bautista Cruz et al., 2004). Los indicadores generan información simplificada y cuantificada sobre el estado y las tendencias del suelo bajo formas de manejo (M. Astier et al., 2002; Bautista Cruz et al., 2004). Estos deben abarcar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, establecidos por el clima del agroecosistema (Ferrerías et al., 2015). La evaluación en base a indicadores puede ser realizada a escala temporal para identificar su evolución en el tiempo o de corte transversal; para esta última forma es necesario comparar los indicadores seleccionados entre dos sistemas de manejo.

Seleccionar indicadores adecuados para medir la calidad del suelo es una tarea compleja; sin embargo, en la literatura sobre el tema existen algunos procedimientos sugeridos. Bautista (2004) a partir de la revisión de varios autores plantea que, para hacer comparaciones entre diferentes sistemas de manejo, se deben utilizar los mismos indicadores en todos los casos. Estos deben considerar la función del suelo en sus componentes productivo y ambiental que deriven de condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Además de contar con criterios que permiten su integración.

Astier et al (2002) plantea que los indicadores deben dar información sobre los atributos de sustentabilidad y derivarse de puntos críticos identificados en el sistema. Los atributos relacionados con la calidad de los suelos son la productividad, estabilidad y resiliencia. Para analizar los posibles impactos de un determinado sistema de manejo las propiedades biológicas tienen la ventaja de servir como señales tempranas de mejora o degradación de los suelos (Astier et al., 2002).

Las visitas de campo y sondeo con los productores y técnicos de las zonas de estudio fueron las herramientas para la determinación de los puntos críticos de la calidad de suelos. Con esa información, se seleccionaron indicadores accesibles y fáciles de medir, integradores basados en información objetiva y de fácil comprensión (Maserá et al., 2000); para finalmente clasificarlos respecto de los atributos de productividad, estabilidad y resiliencia.

**Tabla 7:**  
**Derivación de indicadores sobre calidad de suelos**

Atributo de sustentabilidad	Puntos críticos en sistemas agroecológicos relacionados con el manejo	Puntos críticos en sistemas convencionales relacionados con el manejo	Indicadores	Método de medición
<b>Productividad</b>	Prácticas de conservación de suelos e incorporación de abonos orgánicos mejora la producción de cultivos.	Los suelos cada vez requieren más fertilizantes químicos para ser productivos.	N total pH MO  CIC	KJELDAHL Potenciometría WALKLEY – BLACK Acetato de amonio 1N (Bower)
<b>Estabilidad y resiliencia</b>	El uso de abonos de origen animal y vegetal mantiene el suelo.	Costos elevados y reducida logística para incorporar abonos orgánicos de acuerdo a los requerimientos de los cultivos. Dependencia de agroquímicos y abonos.	COS CE P disponible Hongos totales Bacterias totales	Conductivimetría BRA Y-K1, OLSEN

**Fuente:** Elaboración propia en base a sondeo y visitas de campo. Análisis en laboratorio de suelos y laboratorio de biotecnología FCAyP – UMSS.

Doran y Parkin (1994) plantean que los indicadores asociados a la fertilidad del suelo son el pH, MO, N, P y K, por sus cualidades para la producción de cultivos. Otro grupo de indicadores tienen relación con la estabilidad y resiliencia del suelo, ya que regulan la calidad del agua, la capacidad amortiguadora del

suelo y la disponibilidad de nutrientes para las plantas y los microorganismos. Estos últimos incluyen el COS, pH, CE, CIC, P disponible para la absorción, etc. (García et al., 2012).

## **Nivel de pH**

El pH mide la acidez o alcalinidad del suelo. Controla procesos químicos, afecta a la disponibilidad de nutrientes para las plantas y es importante para la actividad microbiana. La mayoría de los cultivos tienen mejor desarrollo cuando el valor del pH bordea la neutralidad, pues bajo esas condiciones los elementos nutritivos son fácilmente disponibles para el suelo (Garrido, 1994). De ese modo, en el presente estudio se lo clasifica desde su atributo de aporte a la productividad de los cultivos.

El rango de pH óptimo, para que la mayoría de las plantas asimilen la mayoría de los nutrientes, está en un rango de entre 6,6 y 7,5 (Andrades & Martínez, 2014); aunque muchas plantas se han adaptado para crecer a valores de pH fuera de este rango (Valente & Oliver, 1993).

## **Nitrógeno total**

El Nitrógeno total representa todas las formas de nitrógeno orgánico e inorgánico, cualquiera sea su estado, asimilable o no para las plantas. Este componente químico está relacionado con la productividad del suelo (García et al., 2012), pues por sus propiedades químicas estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas.

## **Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)**

Es una propiedad química del suelo vinculada fuertemente a su fertilidad, depende de los coloides inorgánicos (arcillas cristalinas, geles amorfos, óxidos y sesquióxidos de hierro y aluminio) y del contenido de MOS (Martínez, Fuentes, & Acevedo, 2008). Influye en los niveles de toxicidad para el crecimiento de la planta y la calidad del cultivo (García et al., 2012).

## **Fósforo disponible (P)**

Refleja la disponibilidad de nutrientes para el desarrollo de las plantas, estimula su crecimiento vigoroso, favorece en su floración y la fructificación y, entre otros aspectos, influye en la dulzura los frutos (Andrades & Martinez, 2014). Representa una pequeña fracción del fósforo total del suelo y es la que se dispone susceptible de ser asimilada por las plantas.

## **Carbono Orgánico (COS)**

Es un indicador vinculado a la sustentabilidad de los sistemas agrícolas, mejora la solubilidad de varios nutrientes, afecta a la mayoría de las propiedades químicas relacionadas con la calidad de los suelos, es esencial para la actividad biológica del suelo y, aunque de manera indirecta, afecta su productividad (Martínez et al., 2008). Tiene efecto, también importante, sobre las propiedades físicas del suelo, pues su disminución limitaría en la estabilidad de los agregados, en la tasa de infiltración y en la densidad aparente del suelo (Cantú, Becker, Bedano, & Schiavo, 2007).

El nivel del COS no solo depende de las condiciones ambientales locales, sino que está fuertemente relacionado a las prácticas de manejo del suelo (Martínez et al., 2008), por lo que es un indicador adecuado para monitorear los efectos del manejo agronómico sobre el suelo.

## **Conductividad Eléctrica (CE)**

Se refiere a la cantidad de sales presentes en la solución del suelo. El valor de CE es influenciado por la concentración y composición de las sales disueltas en el suelo (Quiroga & Funaro, 2004). Se relaciona con la actividad microbiológica y de las plantas, pues limita el crecimiento de las plantas y la actividad microbiológica (García et al., 2012).

## **Materia Orgánica (MO)**

Está relacionada con fertilidad, estabilidad y grado de erosión del suelo, además indica su potencial productivo (García et al., 2012). Mejora la estructura del suelo, su aireación y su capacidad de retención del agua; cuando las cantidades de MO son adecuadas, el fósforo y particularmente el potasio son mejor asimilados por las plantas (Andrades & Martinez, 2014).

La MO controla las características físicas e hidrológicas de los suelos y es una fuente de nutrientes esenciales para la producción agrícola, además una fuente importante de energía para la flora y la fauna edáficas, y sustrato para sostener la diversidad biológica del suelo (Videla, Rostagno, & Toyos, 2008). Es uno de los indicadores de calidad de suelo por excelencia, pues tiene efectos sobre sus propiedades físicas, químicas y biológicas; toda práctica orientada al incremento de la MO redundaría en su calidad (Ferrerías et al., 2015).

Que el valor de la Materia Orgánica (MO) en un sistema sea del 2% y en otro del 3% no indica a priori nada, como que un suelo es peor que el otro. Para que la evaluación sea correcta deben cumplirse algunas condiciones. O bien conocer el estado inicial o de referencia del suelo, aunque muchas veces -sobre todo en estudios retrospectivos- no es posible. Otra posibilidad es que el valor de los indicadores puede estar atribuido exclusivamente a las formas de manejo (Sarandón, 2002). En el presente estudio se realiza una comparación de las propiedades químicas del suelo, respecto a sus formas de manejo: de orientación convencional o agroecológica.

### **Hongos totales**

Los hongos son importantes en los procesos de descomposición de la materia orgánica más resistente, reteniendo en el suelo los nutrientes obtenidos bajo forma de biomasa de hongo y liberación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Los hongos ayudan a incrementar la acumulación de materia orgánica rica en ácidos húmicos. Descomponen activamente la celulosa, las proteínas vegetales, animales y otras sustancias orgánicas del suelo (Alexander, 1987).

### **Bacterias totales**

Constituyen el grupo más diverso y abundante de microorganismos del suelo, presentan diferente comportamiento fisiológico, descomponen carbohidratos y/o proteínas. Algunos de estos pueden descomponer incluso pesticidas y agentes contaminantes en el suelo. Son especialmente importantes en la inmovilización y retención de nutrientes en sus células, por lo tanto, previenen la pérdida de nutrientes de la zona de las raíces (Coyne, 2000).

## Valores de referencia del ICS

Con base en las normas de interpretación de análisis químico de suelo, del Laboratorio Aguas y Suelos de la FCAPyF-UMSS, se calificaron los suelos considerando los parámetros del grupo mayoritario salido del análisis *cluster*.

Para valorar los niveles de poblaciones en las muestras de suelos de las parcelas, se aplicó la Tabla 8 para establecer las poblaciones respecto a lo establecido en la literatura (Atlas y Bartha, 2002 y Coyne, 2000).

**Tabla 8:**  
**Valores de referencia para parámetros de suelos**

Indicador	Unidad de medida	I Max Valor máximo	I Min Valor mínimo
Nitrógeno total	%	0.40	0.10
PH		7.0	6.6
MO	%	8	2
CIC	%	4	2
COS	%	2.5	0.6
CE	<i>Mmhos/cm</i>	0.8	1.6
P disponible	Ppm	12	30
Hongos totales	UFC*	1x10 <sup>9</sup>	1-10 <sup>6</sup>
Bacterias totales	UFC	1x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>4</sup>

\*UFC Unidad Formadora de Colonias medido en 100 G de suelo.

Para la determinación del ICS, en base a los valores de referencia máximo y mínimo, los indicadores fueron normalizados utilizando una escala entre 0 y 1 que representan, respectivamente, la peor y mejor condición desde el punto de vista de la calidad del suelo, independientemente de los valores absolutos medidos para cada indicador. Para ello se utilizó el mismo procedimiento descrito en la sección de normalización de los indicadores.

### 3.6.3 Indicador de Manejo y Conservación de Suelos (IMCS)

Un sistema de producción agrícola es sustentable si, gracias a sus formas de manejo y conservación, se minimizan las posibilidades de la pérdida de suelo,

como consecuencia de la erosión hídrica o eólica. Si la erosión del suelo es menor, normalmente los rendimientos son mejores y estables en el tiempo (Sarandón, 2016).

Varias prácticas de manejo son importantes para la conservación de suelos, como el establecimiento de cultivos asociados, especialmente los sistemas agroforestales; el desarrollo de obras complementarias, a través de barreras vivas y muertas sobre el suelo y el mantenimiento de hierbas espontáneas en medio del cultivo y la incorporación de zanjas de infiltración (Acevedo, 2009).

Bajo esa lógica, para el cálculo del IMCS se tomaron en cuenta cuatro subindicadores medidos categóricamente en una escala ordinal entre 0 y 6 puntos, de acuerdo a la siguiente tabla.

**Tabla 9:  
Criterios para la construcción del indicador de calidad de suelos**

Subindicadores	Criterios de asignación de puntos	Puntuación
<b>Pendiente del terreno</b>	< a 5% = 6; 16-20% = 3; >40 % = 0	5 – 10% = 5; 21-30% = 2; 11-15% = 4; 31-40 % = 1;
<b>Obras complementarias para la conservación de suelos</b>	Barreras vivas y/o muertas que disminuyen la pendiente + zanjas de infiltración + Vegetación corta vientos Barreras + zanjas de infiltración Barreras + vegetación corta vientos Vegetación corta vientos + zanjas de infiltración Solo alguna de las obras No hay obras, aunque el suelo lo requiere	6 5 5 3 2 0
<b>Conservación de la estructura del suelo</b>	Arado manual Labrado con yunta Arado tractor una pasada Arado tractor, dos o + pasadas	6 5 3 1
<b>Incorporación de materia orgánica al suelo</b>	Incorporación de abonos preparados de origen animal y vegetal Abonos preparados solo con material de origen animal o vegetal Incorporación de ambos con poca preparación Solo de alguno con poca preparación no incorpora MO	6 5 4 3 0

**Fuente:** Elaboración propia adecuando criterios de (Sarandon & Dellepiane, 2008).

El riesgo de erosión de suelos está asociado a la pendiente del terreno, al tipo de labranza practicado, a la presencia de vegetación al interior o circundante a las parcelas de cultivos, etc. En los terrenos de pendiente elevada, cuando no existen obras complementarias (barreras vivas o muertas, zanjas de infiltración, canales de drenaje, etc.) existe mayor propensión a que se

pierdan importantes cantidades de suelo fértil. Del mismo modo, cuando en superficies considerables se desarrollan prácticas de labranza intensiva y/o no existe vegetación circundante que cumpla la función de corta vientos, el riesgo de erosión eólica es mayor.

Además de la conservación de su estructura, para mantener o mejorar productividad del suelo, son importantes las prácticas de incorporación de materia orgánica en el mismo. Es indispensable para conservar y reproducir la meso y micro vida del suelo. La MO influye en la estructura del suelo, en sus propiedades químicas y biológicas y a su vez en la fertilidad del suelo (Barrezueta Unda, 2017).

### **3.6.4 Disponibilidad y Uso de Insumos Orgánicos (DUIO)**

Para la conservación de suelos, y que estos no pierdan su capacidad productiva o la mejoren para el futuro, es importante la incorporación adecuada de insumos orgánicos. Esta forma de manejo con cantidades adecuadas, minimiza el uso de insumos químicos. Entonces, se requiere no solo disponer de insumos orgánicos para la elaboración de abonos o *compost*, sino también la voluntad y el conocimiento suficiente para ponerlo en práctica. Los sistemas en los que se tienen estas prácticas serían más sustentables, en relación a los que son dependientes del uso de agroquímicos (Barrezueta Unda, 2017).

Para determinar el DUIO se utilizó el siguiente procedimiento:

**Tabla 10:**  
**Criterios para la construcción del Indicador de Disponibilidad y  
Uso de Insumos Orgánicos**

Características de los parámetros	Valor/escala
Disponibilidad suficiente y buen uso de abonos orgánicos vegetales y animales.	10
Disponibilidad suficiente y buen uso de abonos vegetales o animales.	9
Disponibilidad insuficiente pero buen uso de abonos orgánicos vegetales y animales	7
Disponibilidad insuficiente pero buen uso de abonos orgánicos vegetales o animales	6
Disponibilidad suficiente pero no usa abonos orgánicos vegetales o animales	5
Disponibilidad suficiente pero no usa adecuadamente abonos orgánicos vegetales y animales	4
Disponibilidad insuficiente y utilización no adecuada de abonos orgánicos	3
No dispone de abonos orgánicos vegetales y/o animales.	1

**Fuente:** Elaboración propia en base a Barreuzeta Unda, 2018 y De Muner, 2011.

### **3.7      Ámbito económico de la sustentabilidad**

#### **3.7.1    Indicador de Retorno y Beneficio Económico (IRBE)**

Gran parte de los estudios vinculados a la economía agrícola basan sus evaluaciones de factibilidad en el balance económico del cultivo. El indicador que tiene mayor aceptación entre los planificadores agrícolas es el del costo beneficio, cuyo fin es establecer el margen de ganancia alcanzado por un sistema de cultivo en función de las inversiones o costos incurridos en el mismo. Si se trata de los pequeños productores, aunque de manera implícita realizan evaluaciones *ex post* sobre las ganancias que el cultivo genera, y este suele ser uno de los factores –por supuesto no el único– que contribuye en su toma de decisiones sobre el qué, cómo y cuánto producir.

A través de la evaluación económico-financiera de un sistema agrícola, se pueden identificar y discriminar entre diferentes opciones de inversión la mejor alternativa en términos económicos (Fontaine, 2008; Gutierrez, 2005), aquella que arroja mejor Tasa Interna de Retorno (TIR), tomando en cuenta la ubicación, tamaño y otros aspectos técnicos del cultivo, sería la mejor opción.

Cuando un sistema de producción ya está en funcionamiento pleno, los análisis de rendimiento económico se pueden realizar mediante el seguimiento del proceso productivo, pues así se identificarían posibles restricciones del mismo (Mora-Delgado, Ramírez, & Quirós, 2006). En esta fase, los datos cercanos a los reales de la implementación del sistema pueden ser cuantificados y derivados hacia variables económicas, como la producción, ingreso, costos, rentabilidad, etc.

Para estimar la eficiencia económica de los sistemas de producción estudiados se estimaron los costos de producción por hectárea y los potenciales ingresos por la cosecha del producto, utilizando precios promedios puestos en la parcela de estudio, a fin de calcular la Relación Costo/Beneficio (RCB). Cabe aclarar que para estimar el costo de la fuerza de trabajo familiar o el que viene de relaciones de cooperación y reciprocidad (*ayni* u otros), se ha tomado en cuenta el costo de oportunidad por actividades alternativas en la zona, es decir, el costo de jornal agrícola. La boleta de recojo de información para este indicador puede revisarse en el Anexo 3.

El procesamiento de la información se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$RCB_i = \frac{\sum_{i=1}^n QHa_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^n IHa_i \cdot P_i}$$

Donde:

$RCB_i$  = Relación costo / beneficio

$QHa_i$  = Cantidad Cosechada por hectárea cultivo;

$IHa_i$  = Insumos utilizado por hectárea = FT+S+IA+TA+TM+D<sup>9</sup>

Cuando el resultado del ejercicio es mayor que la unidad se dice que hay beneficio por la actividad agrícola; en cambio, cuando el resultado es menor que 1 se estaría frente a una pérdida. En muchos sistemas productivos campesinos se suele trabajar a pérdida, pues los productores no contabilizan el total de la fuerza de trabajo familiar invertido en el proceso agrícola.

<sup>9</sup> FT = Horas de fuerza de trabajo; S= Cantidad de semillas utilizadas; IA=Cantidad de insumos agrícolas utilizados (abonos, fertilizantes, fungicidas, etc.) TA = Horas de Tracción animal; TM= Horas de tracción de máquina y; D= Depreciaciones.

La relación costo beneficio es un indicador adecuado para evaluar cultivos anuales o de ciclo corto; sin embargo, cuando se trata de cultivos multianuales, como es el caso de la papaya y la frutilla en las zonas de estudio, se hace necesario también realizar cálculos del Valor Actual Neto (VAN) y de la Tasa Interna de Retorno (TIR) como es sugerido por (Maserá et al., 2000). El primero es la diferencia entre los costos y los beneficios descontados a futuro y el segundo es la tasa de ganancia descontando el costo de oportunidad financiero. El cálculo de ambos indicadores se realizó bajo el siguiente procedimiento.

$$VAN_t = \sum \frac{B_t / (1+r)^t}{C_t / (1+r)^t} \qquad TIR = \sum \frac{(B - C_t)}{((1+r^*)^t)} = 0$$

Donde:

VAN<sub>t</sub>= Valor Actual Neto

B<sub>t</sub>= Beneficios totales; C<sub>t</sub>= Costos totales;

r= tasa de descuento al costo de oportunidad y;t=año

El VAN mide el beneficio que genera cualquier actividad económica, si se tienen que comparar entre dos alternativas económicas, evaluándose exclusivamente desde la perspectiva financiera, deberá elegirse la alternativa que arroje mayor VAN (Charvet Maldonado, 2012).

Normalmente los cultivos que tienen una mayor TIR son los que tienen mejor rentabilidad económica, y estarían generando mayor ganancia en términos económicos a los productores que realizan la actividad.

### 3.7.2 Indicador de Dependencia de Insumos Externos (IDIE)

Un sistema con alta dependencia de insumos externos es insostenible en el tiempo, pues la adquisición de estos dependerá de la dinámica del mercado. Cuando el sistema tiene un alto IDIE, este es de mayor riesgo económico (Sarandón, et al., 2016). La meta fundamental de cualquier sistema de producción sostenible es alcanzar la autosuficiencia al menor costo posible, con el mínimo impacto ambiental y la máxima satisfacción de las necesidades humanas (Funes-Monzote, 2009). Para el cálculo de este indicador se ha realizado el siguiente procedimiento:

$$IDIE_i = \frac{\sum_{i=1}^n IE_i \cdot P_i}{\sum_{i=1}^n TI_i \cdot P_i}$$

Donde:

IDIE<sub>i</sub>= Índice de Dependencia de Insumos Externos

IE<sub>i</sub>= Cantidad de insumos externos utilizados

T<sub>i</sub>= Total de insumos utilizados; P<sub>i</sub>=Precio de insumos

Cuando el resultado de este índice es bajo existe una alta dependencia hacia insumos externos, lo cual caracteriza a los sistemas de producción altamente convencionales. La dependencia hacia insumos externos genera vulnerabilidad de los sistemas, pues ante cambios en precios y provisión de los mismos el sistema tendría dificultades.

### 3.7.3. Índice de Shannon

Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica es el de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949). Para estudios en el campo agrícola este índice refleja la diversidad de los cultivos sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa; este indicador ha sido utilizado en diversos estudios (Masera, Astier, & Lopez R, 2000; Astier, Maass, & Etchevers, 2002). Se dice que una buena diversidad agrícola está asociada a la producción de varios cultivos en superficies relativamente equilibradas, es decir, no existe supremacía relativa de alguno de los cultivos.

Para el cálculo del indicador de diversificación productiva, se utilizó el Índice de Shannon de la siguiente forma:

$$H_i = \sum_{i=1}^s P_i \cdot (\ln 2 P_i)$$

Donde:

H<sub>i</sub>= Superficie Cultivada;

P<sub>i</sub>= n<sub>i</sub>/N; n<sub>i</sub>= Superficie del cultivo i; N= Superficie total de la familia

Cuando el resultado de este índice es mayor, normalmente superior a 2, significa que la familia cuenta con una buena diversidad de cultivos y estas se encuentran distribuidas con una cierta estabilidad. Por el contrario, si solo existe supremacía de algún cultivo el índice tiende a ser menor.

### **3.7.3.1. Superficie de Producción para el Autoconsumo (SPAC)**

Un sistema de producción agrícola rural es sustentable si la superficie destinada a la producción de alimentos para el consumo es adecuada para alimentar al grupo familiar (Sarandón, S. et al)

$$SC_i = \sum_{i=1} \frac{s_i}{SR}$$

Donde:

$SC_i$  = Superficie requerida para consumo familiar

$s_i$  = Superficie del cultivo  $i$ ;  $SR$  = Superficie total de la familia

Estudios desarrollados, en la zona andina de Cochabamba, estiman una superficie de una hectárea para producir suficientes alimentos para el consumo de una familia promedio (Araujo et. al., 2012)





4

# RESULTADOS EN EL MUNICIPIO DE TOROTORO



#### **4.1 Caracterización de los sistemas de producción en la zona**

Se estudiaron las comunidades de Añahuani y Sukuma, ambas en el municipio de Torotoro. En la primera, CIPCA desde hace diez años junto con la organización campesina y las familias de la zona, implementa la PEP, cuyo enfoque es el agroecológico, y lo denominamos como SPAE. Por otro lado, en la comunidad de Sukusuma en el último tiempo existe una tendencia marcada hacia la producción especializada de papaya, pues existe un interesante nicho de mercado en el departamento y el país para la papaya del río Caine y lo denominamos como SCP.

La comunidad de Añahuani se caracteriza por el desarrollo de prácticas tradicionales de producción; sin embargo, en el último tiempo gracias a la implementación y mejora de sistemas de riego y microriego, gran parte de las familias están desarrollando procesos de diversificación agrícola e incremento de la producción.

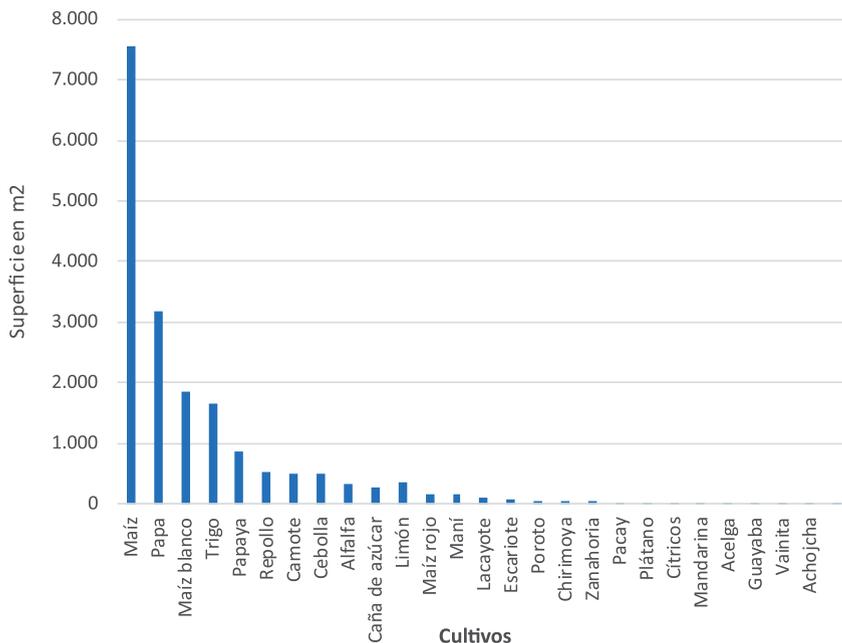
Las prácticas productivas con enfoque agroecológico están basadas en el manejo y conservación de los recursos naturales. La comunidad ha mejorado y dinamizado sus normas comunales de gestión del territorio permitiendo así la conservación de áreas con vocación forestal, la mejora de la fertilidad y conservación de suelos agrícolas, la protección de fuentes de agua, además de la reglamentación de tiempos y espacios para el desarrollo de la actividad pecuaria.

Complementariamente a la actividad agrícola, la actividad pecuaria tiene su importancia porque, además de ser una especie de caja de ahorro para las familias, es fuente de estiércol para su incorporación en el proceso agrícola. De acuerdo a datos del Censo Agropecuario 2013 cada familia de la comunidad tiene un promedio de 28,2 cabezas de ganado menor y 5,4 cabezas de ganado bovino.

Marginal hasta hace ocho años, el riego ha ganado importancia en la comunidad que desarrolla un sistema productivo de tendencia agroecológica (SPAE). Actualmente, las familias con tendencia agroecológica estudiadas, acceden a este beneficio en el 38% de su superficie cultivada total; no obstante, las tierras de rotación a secano en la zona alta de la comunidad tienen su

importancia para los cultivos de papa, trigo, maíz y algunas cucurbitáceas. Estas familias cultivan un total de 27 especies, producidos en un promedio de 1,84 ha por UPA.

La implementación de los sistemas de riego y microriego permitió que los productores incrementen la productividad de sus cultivos y desarrollen mayor cantidad de siembras en el mismo suelo (Zegada Escóbar & Araujo Cossío, 2018). Resalta una mayor opción hacia los cultivos de la papa y maíz de tipo *miskha*, cultivados en época de estiaje entre los meses de julio a diciembre; además, se verifica una tendencia alentadora por el incremento en la superficie para los cultivos de papaya, repollo, cebolla, alfalfa, caña, limón y otros cítricos, que sumados bordean un promedio 2.900 m<sup>2</sup> por UPA, estos cultivos complementan la dieta familiar, además de generar posibilidades de mercadeo local (Figura 9).



**Figura 9: Comunidad Añahuani, superficie sembrada de cultivos por familia, expresada en m<sup>2</sup>.**

**Fuente:** elaboración propia.

En la comunidad de Añahuani existen diferentes sistemas de riego, el principal de ellos tiene como fuente de agua al río de la comunidad; desde la toma principal –en la parte alta de la comunidad– se distribuye el agua de riego mediante una tubería principal hasta las parcelas de la parte baja. Las familias que no acceden a la tubería de riego tienen como fuente de agua para riego, pequeñas vertientes desde donde se distribuye agua a reservorios de almacenamiento, contruidos con geomembrana, la distribución de agua desde estos se realiza mediante politubo para finalmente desarrollar el riego presurizado.

La comunidad de Sukusuma tiene una mayor tradición de sistemas agrícolas de irrigación con vocación de mercado. En el pasado los rubros priorizados eran el maní y el camote, además de la diversificación con maíz, frutales y hortalizas; sin embargo, producto de la disminución de mano de obra, proveniente del Valle Alto, para la cosecha de maní, su producción fue disminuyendo. Los productores de la zona experimentaron con la producción de limón, gracias a la introducción de variedades productivas y con mayores posibilidades de mercado; sin embargo, en la última década, producto de la alta volatilidad de sus precios y de la aparición de enfermedades en el cultivo, su producción fue perdiendo prioridad, hasta ser reemplazada en algunos casos.

En la última década, la introducción de variedades de papaya adaptadas a las condiciones de la zona, de buen rendimiento y de expectable demanda en el mercado cochabambino, provocó que los productores reorienten su producción hacia este rubro. Los emprendedores del cultivo de papaya en la zona experimentaron importantes ganancias y la economía de la zona fue dinamizándose.

Pese a los interesantes flujos monetarios del cultivo de la papaya, los productores, autoridades y técnicos de la zona identifican algunos problemas vinculados a su producción; la fuerte tendencia del monocultivo, el incremento de los costos de producción de los insumos externos, la recurrente afectación de enfermedades al cultivo y la consecuente utilización de agroquímicos en dosis cada vez mayores, son las principales expresiones.

La zona, ubicada a orillas del río Caine, desde hace décadas cuenta con sistemas de riego, cuya cultura de manejo está consolidada. Sus fuentes de

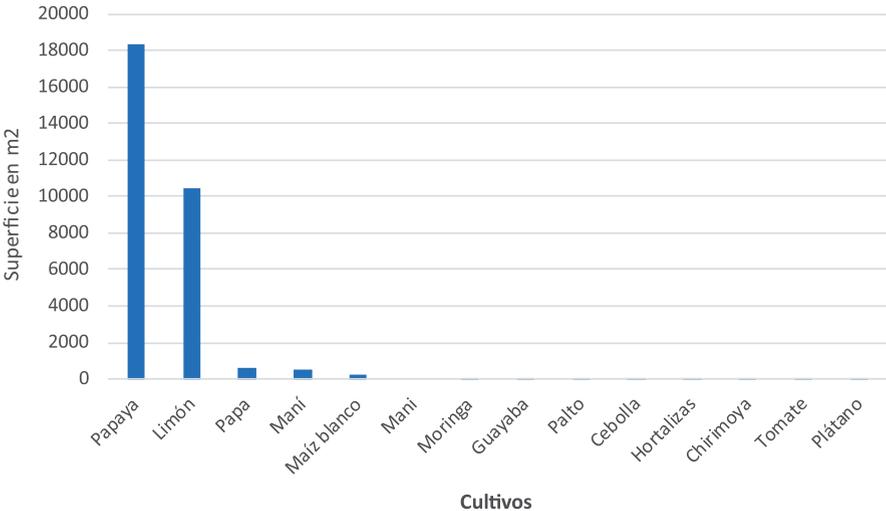
agua son alimentadas por los ríos que descienden de la parte alta del municipio y permiten el desarrollo de una agricultura más dinámica. Gracias a proyectos públicos y de ONG's (CIPCA y FH) los sistemas de riego fueron mejorados con la impermeabilización de los canales principales y en algunos casos el entubado de las fuentes secundarias. Las prácticas de regadío en parcela son variantes y van desde el riego por inundación, hasta los de aspersion, cinta de lluvia y por goteo.

Los suelos en su mayoría son de textura franco arenoso y franco arenoso arcilloso y su pendiente oscila entre 0 a 4% en la parte plana y en las laderas hasta 20%. El manejo y fertilización del suelo se basa en la utilización de guano animal, el cual generalmente es adquirido de otras zonas del departamento de Potosí y Cochabamba; y su utilización anual alcanza hasta 38t/ha. El acceso a guano animal se torna dificultoso, pues la demanda y la relativa escasez de este insumo está presionando levemente al incremento en su precio; pese a ello los productores manifiestan preferencia por su uso. La absorción de nutrientes del suelo por el sistema de cultivo está presionando a un uso cada vez mayor de fertilizantes sintéticos, registrándose un uso de hasta 5,17 qq/ha, por ciclo de producción, situación que preocupa a los productores, por las consecuencias futuras para el suelo.

El sistema de producción especializada en el cultivo de la papaya ha desplazado a la diversificación productiva agrícola; si bien existe poco más de 1 ha promedio de limón (Figura 10), gran parte de la fuerza de trabajo es destinada al cultivo de la papaya. Por su sistema de manejo, este cultivo requiere de cosechas en un intervalo de 18 a 20 días durante casi todo el año; y sumado a sus labores culturales, la fuerza de trabajo familiar no abastece a todas las actividades.

Prácticamente todos los productores recurren a la contratación de fuerza de trabajo para el desarrollo del cultivo. El desyerbe, fumigación y sobre todo las cosechas requieren de trabajo humano que la familia productora no logra abastecer por si sola. De las 7.679 h/ha promedio utilizadas a lo largo del cultivo, el 54% es fuerza de trabajo contratada a peones que provienen de comunidades ubicadas en la zona alta del municipio. Ese alto requerimiento de fuerza de trabajo no solo es para el hombre; en las cosechas y labores

culturales también es importante el aporte de la mujer y los hijos, por lo que prácticamente el tiempo familiar no permite la opción por otras actividades agrícolas o pecuarias. La actividad pecuaria también está limitada porque la normativa comunal sanciona al dueño del animal cuando este realiza daños en los cultivos por lo que la población de ganado tiende a mermarse. De acuerdo a datos del Censo Agropecuario 2013, en la comunidad de Sukusuma existe un promedio de 1,5 cabezas de ganado bovino y de 6,8 unidades de ganado menor.



**Figura 10: Comunidad Sukusuma, superficie sembrada de cultivos por familia, expresada en m<sup>2</sup>**

**Fuente:** Elaboración propia.

Existe una tendencia fuerte a la especialización en los cultivos de papaya y limón. Ambos rubros cubren el 95% de la superficie cultivada (Figura 10) y su destino priorizado es el mercado. La producción de papa, maní y maíz se realizan en superficies relativamente pequeñas y solo complementan la dieta familiar. La biodiversidad relativa en el sistema será analizada en la sección del índice de *Shannon*.

Para el caso del municipio de Torotoro se han analizado 14 indicadores; seis en el ámbito social y cuatro en los ámbitos económico productivo y ambiental.

## 4.2 Evaluación del ámbito social de la sustentabilidad

La sustentabilidad evaluada desde la perspectiva social en los dos sistemas en el municipio de Torotoro muestra que el sistema de orientación agroecológica es más sustentable respecto del convencional. Dinámicas sociales y culturales como la conservación de semillas, cohesión social, el grado de felicidad de sus habitantes, además del origen de los alimentos son los indicadores de mayor incidencia.

**Tabla 11:**  
**Municipio de Torotoro, manejo de semillas en dos sistemas de producción**

Sistema productivo		Añahuani	Sukusuma
Manejo y Origen de Semillas	Superficie cultivada (ha)	1,84	3,03
	Superficie sembrada con semilla local (ha)	1,59	0,58
	<b>Porcentaje producido con semilla local</b>	<b>86%</b>	<b>19%</b>
	<b>MOS (Valor de referencia = 0.88)</b>	<b>0,97</b>	<b>0,22</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Las condiciones del clima, disponibilidad de agua para riego, suelos, además de las preferencias de mercado, posibilitaron que los productores del SPC se especialicen en el cultivo de papaya. Por sus cualidades de maduración y producción aptas para el mercado, las semillas de las variedades híbridas producidas fuera del país (*Red Lady*, *Known-you* y otras) son las preferidas en la zona. Así, la superficie del cultivo de papaya (1,83 ha/familia), tiene una alta dependencia de semillas externas para su producción; pues en el nivel local no existen aún alternativas de reproducción de semillas con esas características.

La producción de limón, segundo cultivo en importancia en la zona, tiene un comportamiento diferente, si del origen del material vegetal se trata. Actualmente su reproducción se la realiza mediante esquejes de la variedad rugosa y su posterior injerto con la de tipo sutil (*Citrus Aurantifolia*), pues esta

última goza de mayor aceptación en el mercado y por su volumen menor es de fácil transporte. Con el apoyo de CIPCA hace 15 años, muchos productores desarrollaron capacidades para la reproducción de plantines a nivel familiar. A nivel local se cuenta con un vivero municipal, para la propagación de plantas y su posterior transferencia a los productores, beneficiándolos con precios de venta menores. De las familias estudiadas, parte de las plantas fueron adquiridas de viveros del valle de Cochabamba y el resto son de origen local.

Respecto del resto de la producción, sobre todo el maní y el maíz, los productores todavía tienen las capacidades de conservación de sus semillas, no obstante, cada vez es mayor la compra de semillas producidas en otras zonas de Cochabamba. Con todo, estas semillas son cultivadas en superficies reducidas, respecto de los principales cultivos (Anexo 4).

En los SPAE, contrariamente a los convencionales, buena parte de la superficie cultivada es con semilla local. Los productores desarrollan prácticas de conservación de semillas, sobre todo en las especies de maíz, trigo, cucurbitáceas, parte de la papa y algunas leguminosas; aunque en el último tiempo las prácticas tienden a deteriorarse. De acuerdo a los productores, cada vez es mayor la introducción de semillas adquiridas, sobre todo para las de ciclo corto, pues tendrían mejor producción. En lo que respecta a las hortalizas y frutales, las prácticas de conservación y reproducción de semillas y material vegetal todavía son limitadas, por lo que se requiere fomentar prácticas de conservación de semillas, para así mejorar la sustentabilidad del sistema.

En lo que respecta al comportamiento de la organización comunitaria como matriz social que contribuye a la sustentabilidad de los sistemas productivos, en el SCP se verifican procesos de reflujo en las relaciones comunitarias. El fenómeno es atribuido a la reducida disponibilidad de tiempo por parte de las familias productoras, pues el sistema requiere de mano de obra durante todo el proceso de producción. Los productores de la zona comentan que antes de la intensificación del cultivo de la papaya, las actividades comunales de socialización y de trabajo comunitario eran más frecuentes. Pese a lo anterior, temas vinculados a la gestión de proyectos, distribución del agua para riego y resolución de conflictos del ámbito social y productivo son los que tienen

alguna convocatoria y discusión en las reuniones mensuales. La participación efectiva en reuniones de los comunarios, también tiende a disminuir.

*“Ahora nos hemos vuelto más dedicados al trabajo, antes cualquier trabajo comunal también se hacía bien, pero ahora ya no. Qué será, parece que porque ya tienen plata ya no hacen valer a la organización. Eso trae también problemas con la juventud” (Productora del SCP, abril 2018).*

Las relaciones comunitarias e interfamiliares en el SCP tienden a deteriorarse. Las instituciones socioproductivas de intercambio de fuerza de trabajo (*ayni y minka*), todavía presentes en otros SP, en la zona se encuentran en crisis. El déficit de mano de obra familiar y local en el cultivo de papaya ha provocado que se generalice el acceso a la fuerza de trabajo contratada. Las cosechas requieren de hasta ocho personas/ha, para abastecer la fuerza de trabajo en momentos intensos.

En la zona existe una asociación de productores para la transformación y comercialización de frutales (AGROCAINE); no obstante, su conexión con el principal cultivo de la zona es limitada. La preferencia en el mercado por la papaya fresca, sus escasas opciones de transformación y sus dificultades de acopio, influyeron para que los productores hayan establecido canales de comercialización de manera individual o interfamiliar. En ese contexto, las acciones de la asociación de productores y de la organización comunitaria, para la comercialización de la papaya, son aisladas. La evaluación de los indicadores vinculados a la organización puede apreciarse en la Tabla 12.

**Tabla 12:**  
**Municipio de Torotoro, evaluación cualitativa de la matriz social  
para la producción agropecuaria**

	<b>Sistema productivo</b>	<b>Añahuani</b>	<b>Sukusuma</b>
<b>Indicador Cohesión comunitaria</b>	Participación de miembros de la comunidad en reuniones comunales	5	4
	Tendencias de participación en el tiempo	2	2
	Entusiasmo de la gente	3	2
	Existencia y respecto a las normas comunales.	4	2
	<b>Promedio</b>	<b>3,5</b>	<b>2,5</b>
	<b>ICC (valor de referencia = 6)</b>	<b>0,583</b>	<b>0,417</b>
<b>Existencia y Funcionalidad de Organización de productores</b>	Valoración cualitativa sobre el rol de la organización para el fortalecimiento de la producción, transformación y comercialización.	4	3
	<b>IOP (Valor de referencia = 6)</b>	<b>0,667</b>	<b>0,500</b>

**Fuente:** Elaboración propia en base a talleres y diálogo con líderes comunales.

En el SPAE se identifican mejores niveles de cohesión de la organización comunitaria, pues las actividades agropecuarias requieren de la coordinación colectiva. Las fechas para que el ganado ingrese a las zonas de cultivos, la realización de trabajos comunitarios son las actividades que promueven procesos comunitarios de gestión del territorio. Sin embargo, a decir de los mismos productores, en el último tiempo las acciones colectivas son menos intensas y tienen que ver con ciertos procesos migratorios de la población.

La comunidad cuenta con normas concertadas para la gestión y conservación de los RRNN y muchas de ellas son de carácter consuetudinario, por lo que su implementación es mucho más operativa; no obstante, existen normas que todavía requieren ser socializadas y apropiadas por la población.

Normalmente la comercialización de excedentes se la realiza de manera familiar o interfamiliar. Los productores no están organizados específicamente para generar procesos de comercialización conjunta, pero sí la organización local demanda de las autoridades la mejora de las condiciones de comercialización y mercados. La organización comunitaria del SPAE, en coordinación con el Gobierno Municipal de Torotoro y otros actores sociales de la zona, ha logrado institucionalizar la realización anual de la “Feria cultural y de la producción agroecológica”, como un espacio que permite comercializar productos locales en mejores condiciones, aunque todavía en pequeñas cantidades.

Debido a problemas estructurales vinculados al deterioro de los términos de intercambio de la economía campesina, las condiciones de comercialización para la mayoría de los rubros agrícolas no son favorables o al menos estables. De ahí la importancia de los sistemas productivos con diversificación de alimentos, al menos para cubrir la seguridad alimentaria. Un sistema es sustentable cuando la ingesta de nutrientes es suficiente y más cuando una proporción importante es producida localmente, pues el consumo de alimentos no dependería de volatilidad de los precios y de las condiciones de comercialización.

Tanto en el SCP y en el SPAE el consumo de energía en los alimentos es cercano a los requerimientos nutricionales diarios (Tabla 13). En algunos de los grupos etarios, sin embargo, cabe remarcar, que las calorías diarias consumidas sobre todo en el SPAE son mayores a las requeridas, lo que no es muy problemático, pues el trabajo físico de la agricultura así lo requiere.

**Tabla 13:**  
**Municipio de Torotoro, indicadores vinculados al consumo de alimentos**

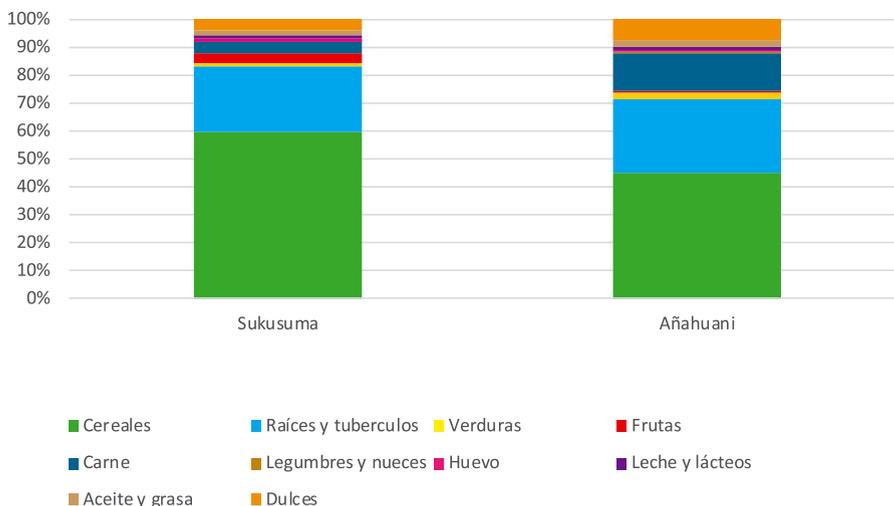
Sistema productivo		Añahuani		Sukusuma	
Ingesta de energía en los alimentos	Edad años	Hombres Kcal/día	Mujeres Kcal/día	Hombres Kcal/día	Mujeres Kcal/día
	2 a 3	3304	794	867	950
	4 a 8	1584	1099	1403	1994
	9 a 13	2949	1336	2822	1787
	19-30	2833	2377	3131	3856
	31-50	2611	2507	5697	1706
	>50	4360	3015	2011	1957
IEA (Valor de referencia = por edades*)		0,87		0,86	
Origen y diversidad en el consumo de alimentos	Grupos de alimentos consumidos*	6,012		5,734	
	Origen de los alimentos consumidos	Kcal promedio	Kcal promedio local	Kcal promedio	Kcal promedio local
		2428	1709	2422	339
IODCA (Valor de referencia = 8,5)		0,80		0,43	

Fuente: Elaboración propia.

En ambos sistemas tampoco hay diferencias sustantivas respecto del número de grupos de alimentos consumidos diariamente. En el SPAE se consume un promedio de 6,01 de 10 grupos alimenticios y en el SCP un promedio de 5,73. Los cereales, tubérculos, verduras y carnes –en ambos casos– serían los alimentos con mayor preferencia en la dieta (95% del peso consumido). En el SPC, los carbohidratos contribuyen con el 75%, pues el consumo del arroz y fideo serían la base de la alimentación. Las verduras y carne contribuyen con 11% al peso diario consumido, y por el consumo cotidiano de la papaya, las frutas aportan con el 9% (Figura 11).

En el SPAE, el consumo de carbohidratos es relativamente alto (65%) y se constituye fundamentalmente por el maíz y papa (producidos localmente), aunque también hay la tendencia cada vez mayor por el consumo del fideo y arroz. Las verduras y los alimentos de origen animal contribuyen con el 28% a la dieta familiar, mientras que el consumo de frutas aún es reducido.

Como puede apreciarse en la Figura 11, hortalizas y frutas son consumidas en cantidades relativamente bajas; sin embargo, el consumo de verduras en el SPAE tiene mayor diversidad por el aporte de los alimentos producidos localmente; mientras que en el SCP el consumo de verduras está dominado por la cebolla, zanahoria y vainas, los cuales tienen mejores posibilidades de almacenamiento.



**Figura 11: Distribución del consumo de calorías por grupos de alimentos, expresado en porcentajes, en los sistemas agroecológicos y convencionales.**

Fuente: Elaboración propia.

Las diferencias en el consumo de alimentos afloran cuando se trata de la calidad y el origen de estos. Con mucha contundencia los productores del SPAE manifiestan que los alimentos producidos localmente serían de mejor calidad, por su escaso contenido de agroquímicos en el proceso productivo. La alimentación de las familias del SPAE se garantiza por la producción local, pues el 70% de los alimentos son cultivados localmente. En cambio, en el

SPC solo se produce el 14% del total de calorías consumidas, por lo que su dependencia hacia productos adquiridos de fuera del sistema es mayor.

*“Si vemos la realidad, sembrábamos maní, camote, papa, maíz y hortalizas. Pero ahora (...) la mayoría estamos trayendo -arroz y macarrón- con la papaya que vendemos. Más que todo la gente quiere el dinero que la buena alimentación de los niños. Verdura también traemos de la ciudad y solo unos pocos están produciendo” (Productora del SCP, abril 2018).*

Si bien los alimentos adquiridos fuera del SCP, cubren las necesidades básicas de calorías, existen dudas sobre la calidad de estos, debido a que el fideo, azúcar y arroz son los que tienen mayor incidencia. De otro lado, el hecho de que no se produzcan alimentos localmente, pese a que existen las condiciones climáticas y productivas, genera dependencia para el sistema. En el escenario de variaciones abruptas en el mercado de la papaya, la vulnerabilidad es mayor.

Finalmente, desde la perspectiva social y basada en las expectativas de bienestar de los productores, se realiza un acercamiento al grado de felicidad subjetiva de las familias. Los determinantes de bienestar más influyentes en ambos sistemas son diferentes; en el SPAE el acceso a la buena alimentación y salud tiene mayor influencia, mientras que en el SPC el factor que más influye es el acceso a los materiales básicos para la vida. En general, ambos grupos de productores se encuentran satisfechos con los resultados de sus sistemas de producción, no obstante, en el SPAE el indicador de felicidad subjetiva es mayor (Tabla 14).

**Tabla 14:**

**Añahuani y Sukusuma, determinantes de la felicidad subjetiva**

Sistema de producción		Añahuani			Sukusuma		
Indicador de felicidad subjetiva	Determinantes de bienestar	Sin PEP	Con PEP	Dif.	Sin Papaya	Con Papaya	Dif.
	Materiales básicos para la vida	1,82	8,18	348%	3,76	7,35	95%
	Salud y alimentación	2,24	8,35	274%	4,65	7,00	51%
	Buenas relaciones y fuerza en la organización	4,65	7,35	58%	5,76	7,00	21%
	Actividad productiva buena para el medio ambiente	5,76	7,82	36%	6,94	5,88	-15%
	<b>Promedios</b>	<b>3,62</b>	<b>7,93</b>	<b>119%</b>	<b>5,28</b>	<b>6,81</b>	<b>29%</b>
<b>IFS (Valor de referencia = 10)</b>		<b>0,79</b>			<b>0,68</b>		

**Fuente:** Elaboración propia.

\* Promedio de 83 individuos en Añahuani y 79 en Sukusuma

La implementación del SPC o del SPAE ha incidido positivamente en el bienestar de los productores. Las familias con tendencias agroecológicas sienten que sus condiciones de vida mejoraron en un 119% y las que tienen prácticas convencionales en un 29%, desde que realizan las prácticas productivas.

Dos son los factores que estarían influyendo en el salto en la percepción de bienestar de las familias del SPAE: la implementación y mejora de los sistemas de riego presurizados ha posibilitado que se rieguen mayores superficies de suelo; pues con estos sistemas se logra una eficiencia en el uso del agua en hasta 80% (Zegada Escóbar & Araujo Cossío, 2018). Ello posibilita que las familias accedan a dos (o incluso más) cosechas al año; además de obtener una mayor diversidad de cultivos. Si hay mayor producción, las ventas y los ingresos –al menos para el acceso a materiales básicos– también aumentan. Asimismo, con una mayor diversidad de cultivos, la dieta en alimentos de origen vegetal tiende a mejorar de manera estable durante todo el año, ya que la disponibilidad de alimentos frescos es mayor.

En el SPC el mayor cambio, en los determinantes del bienestar, tiene que ver con el acceso a materiales básicos para la vida, lo cual está influenciado por el importante incremento de ingresos de los productores. También en este grupo resalta el sentimiento de desmejora del bienestar respecto de las prácticas amigables con el medio ambiente. Ello está altamente resaltado por los productores, pues el uso de agroquímicos, estaría generando efectos sobre la calidad de los suelos, agua y recursos naturales.

### **4.3 Evaluación del ámbito ambiental de la sustentabilidad**

Desde la perspectiva ambiental, se concluye que el SPAE goza de mayor sustentabilidad respecto del SCP. La evaluación se ha realizado con información del Índice de Calidad de Suelos (ICS), el Indicador de Eficiencia Energética (IEE), el Indicador de Manejo y Conservación de los Suelos (IMCS) y la Disponibilidad y Uso de Abonos Orgánicos en el sistema (DUAO).

Un acercamiento a la calidad de los suelos en ambos sistemas, en base de los atributos de productividad, resiliencia y estabilidad; se presenta en la Tabla 15. En términos del valor del ICS, los suelos del SPAE tendrían mejor calidad en un 16% respecto de los suelos del SCP, lo que estaría explicado por la implementación de diferentes formas de manejo en ambos sistemas, particularmente por las formas de fertilización y por las rotaciones efectuadas. Sin embargo, hay aspectos que deben ser destacados:

En general, en base al análisis físico-químico de suelos (Anexo 1), se puede establecer que los suelos del SPAE son francos, de moderada materia orgánica, de pH cercanos a neutros y con relativa buena cantidad de fósforo disponible. Si bien existen algunas variaciones entre parcelas, son poco significativas, propio de la variabilidad de los suelos alto andinos (Rojas, 2018). Respecto a los parámetros biológicos, las poblaciones de micorrizas son elevadas, de moderado contenido de bacterias y hongos totales. Además, se observó que la relación ácaros/colémbolos es igual a 1 y las altas poblaciones de nematodos benéficos muestran que existe una activa descomposición debido a la buena cantidad de materia orgánica particulada. Por otro lado, la presencia de ácidos orgánicos muestra que existe materia orgánica estable. Toda esta actividad demuestra que el proceso de descomposición de la materia orgánica es activo hasta llegar al estado asimilable para las plantas.

**Tabla 15:**  
**Añahuani y Sukusuma, parámetros para la construcción del**  
**Indicador de Calidad de Suelos**

	Indicador	Unidad de medida	Valores de referencia	Añahuani SPAE	Sukusuma SCP
<b>Indicador de Calidad de Suelos</b>	<b>Nitrógeno total</b>	%	0,1-0,4	0,2	0,1
	<b>PH</b>		6,6-7,0	7,5	8,2
	<b>MO</b>	%	2,0-8,0	3,2	1,5
	<b>CIC</b>	%	25,0-5,0	11,8	20,6
	<b>COS</b>	%	0,6-2,5	1,8	0,8
	<b>CE</b>	<i>Mmhos/cm</i>	0,8-1,6	0,3	0,3
	<b>P disponible</b>	Ppm	12,0-30,0	13,1	5
	<b>Hongos totales</b>	UFC*	$1 \times 10^6 - 10^9$	713.734,8	1.256.929
		<b>ICS</b>	<b>0,58</b>	<b>0,50</b>	

\* Normas de interpretación de análisis químico de suelos para manejo de fertilidad y clasificación, del Laboratorio de Aguas y Suelos FCAPyF-UMSS.

\*\* Atlas y Bartha 2002.

De forma general, del análisis físico-químico de los suelos del SCP se ha determinado que esta es una zona con suelos franco-arcillo-arenosos, bajos en contenido de materia orgánica y fuertemente alcalinos, lo que podría estar relacionado por el uso de fertilizantes sintéticos. Pese a que en este sistema se aplica urea frecuentemente, la disponibilidad de nitrógeno en el suelo es baja, debido probablemente a la alta absorción de nutrientes para el crecimiento del fruto de la papaya. La CIC es moderada, esto puede deberse a la presencia de mayor cantidad de arcillas y baja concentración de materia orgánica. En referencia a los parámetros biológicos se observan elevadas poblaciones de micorrizas, bacterias y hongos totales; la relación ácaros/colémbolos dan valores cercanos o mayores de 1 y las altas poblaciones de nematodos benéficos muestran que existe una activa descomposición orgánica a pesar de existir bajo contenido de materia orgánica particulada en el suelo.

En general el SCP solo contiene la mitad de ácidos orgánicos respecto al SPAE, posiblemente debido al bajo contenido de MO y que la MO particulada no llega a mineralizarse, siendo suelos con alta probabilidad de erosión. Toda esta

actividad demuestra que el proceso de descomposición de la materia orgánica a pesar de ser activa no es suficiente para mantener una buena relación entre los parámetros que incrementan la disponibilidad de nutrientes.

En los indicadores asociados al atributo de productividad del suelo, se destaca que los valores de la MO y del N total son mejores en el SPAE, además de contar con niveles pH cercanos a los neutros, lo que facilita que los cultivos asimilen de mejor manera los nutrientes. Se entiende que dicho comportamiento es el reflejo de las prácticas asociadas a los abonos orgánicos, rotación de cultivos y corrales itinerantes; además del escaso uso de agroquímicos; sin embargo, se requiere de incrementar aún más las prácticas de manejo de suelos, pues los valores arrojados del análisis son menores a los de referencia.

El valor del Indicador de Eficiencia Energética del sistema productivo con orientación agroecológico supera en 35% al del sistema convencional; en el primero por cada *Megajulio* utilizado en el proceso productivo se producen 4,89. Al tratarse de cultivos distintos, elegidos por su incidencia en el sistema de producción, resulta difícil hacer comparaciones de los ítems en términos absolutos, pues el ciclo de producción de la papaya es de aproximadamente 72 meses y el de la papa alrededor de seis. Pero sí es válido hacer una comparación del balance energético porque todos los insumos y productos se miden en la misma unidad, de acuerdo a sus equivalencias energéticas.

Con esa aclaración, si se realiza una estimación de la energía promedio utilizada por unidad de tiempo y espacio, el SCP estaría utilizando 31% más de energía respecto del SPAE; pero, el sistema de orientación agroecológica produce 3% más de energía por cada hectárea, en un periodo de seis meses. Esos resultados, en la realidad no serían posibles, debido a que en el SPAE en un período de 72 meses sobre la misma superficie se producen varios cultivos con distintos balances energéticos. Aunque, con seguridad la papa también se la cultivaría en ese periodo en distintos terrenos por lo que, bajo similares condiciones ambientales y productivas, tendría un balance energético similar.

**Tabla 16:**  
**Añahuani y Sukusuma, Eficiencia Energética en dos tipos de sistemas productivos**

	Insumo/producto	Unidad de medida	Equivalencia energética	Añahuani	Sukusuma
				Mj/ha SPAE*	Mj/ha SCP**
<b>Indicador de Eficiencia Energética</b>	Fuerza de trabajo humano	H	1,9 <sup>a</sup>	643	19.464
	Fuerza de trabajo animal	H	7,55 <sup>b</sup>	171	0
	Maquinaria agrícola	H	88 <sup>b</sup>	0	6.645
	Gasolina	lt	39 <sup>c</sup>	0	1.329
	Abono orgánico	kg	0,3 <sup>b</sup>	341	58.600
	Fertilizante químico	kg	76,1 <sup>d</sup>	0	17.161
	Herbicida	kg	238 <sup>b</sup>	0	0
	Insecticida	kg	184 <sup>b</sup>	16	522
	Fungicida	kg	104 <sup>b</sup>	0	5.792
	Abono foliar	lt	0,2 <sup>d</sup>	0	0
	Fertilizante orgánico	kg	4 <sup>d</sup>	0	0
	Urea	lt	80 <sup>e</sup>	0	4.806
	Total insumos			1.171	114.317
	Producción total	kg		5.720	416.837
<b>IEE (Valor de referencia 8)</b>				<b>4,89</b>	<b>3,65</b>

Nota: Las equivalencias energéticas fueron extraídas de: (Viera Barceló & Escobar Cruz, 2015)a, (Funes-Monzote, 2009)b, (Silva-Laya, Silva-Laya, & Pérez-Martínez, 2017)c, (Mora-Delgado et al., 2006a)d, y (Manzanares, 1997)e

\*Energía utilizada y producida en un ciclo de cultivo de la papa (aproximadamente 6 meses).

\*\*Energía utilizada y producida en un ciclo de cultivo de la papaya (aproximadamente 72 meses).

Pese a que se evaluaron rubros de cultivo distintos, es posible comparar la incidencia de los insumos productivos sobre el consumo total de energía. En el cultivo de la papa del SPAE, la principal fuente de energía utilizada en su proceso productivo es la biológica (99%) y generalmente se reproduce en el mismo sistema. La energía de la fuerza de trabajo humano (55% del total) es principalmente de la unidad familiar, aunque también, en proporciones menores, se la accede mediante relaciones de cooperación. Las fuentes de energía animal representan el 44% del total utilizado e incluye la tracción animal utilizada para el proceso productivo; pero su mayor aporte es a través del guano para la fertilización del suelo. En este sistema, solamente el 1% de la

energía total utilizada es de carácter industrial debido a que, durante el ciclo agrícola de seguimiento, se utilizaron pequeñas dosis de insecticidas, para controlar la presencia de enfermedades.

El SCP utiliza 68% de energía biológica y el resto tiene como fuente las energías industriales. No obstante, pese a que el sistema es intensivo en fuerza de trabajo, por sus requerimientos en las fases de desyerbe y cosechas, la energía del trabajo humano solo contribuye con el 17% al total utilizado en el proceso productivo. Otra fuente importante es el abono orgánico utilizado, aunque –como ya se explicó líneas arriba– gran parte es adquirido fuera del sistema porque la actividad pecuaria en la zona es mínima. En lo que se refiere a las energías industriales, la utilización de agroquímicos incide en el 25% de la energía total utilizada, pues las prácticas convencionales de fertilización del suelo y para el manejo de plagas y enfermedades tienden a incrementarse, lo que genera preocupación en los productores de la zona. El uso de maquinaria y combustible contribuye con el 7% al total de energía utilizada, la tracción mecánica solamente se utiliza en la fase de preparación del terreno y eventualmente el uso de motocultores para labores culturales de desyerbe.

Para determinar la incidencia de las prácticas de manejo y conservación de los suelos en la sustentabilidad del sistema, se ha evaluado la pendiente del terreno, las obras complementarias para la conservación de suelos y la incorporación de materia orgánica en el suelo para el desarrollo de cultivos.

Gran parte de los terrenos de la ribera del río Caine son de pendiente reducida (entre 0 y 5%), a excepción de algunos ellos ubicados en zonas de expansión hacia las laderas próximas, por lo que el riesgo de erosión por factores hídricos es menor. Sin embargo, el riesgo de erosión por factores eólicos tiene mayor incidencia, pues la velocidad media anual del viento en la zona fluctúa entre 2,5 y 3,5 m/s y la presencia de cultivos forestales a modo de barreras cortavientos es reducida.

En relación a la zona del SPAE, el riesgo de compactación del suelo es mayor, ya que el uso de tractores agrícolas con discos cada vez de mayor diámetro, es una práctica recurrente. En cambio, en la zona del SPAE el labrado del suelo es realizado con yunta e incluso a pico; así, el riesgo de compactación de los suelos es menor.

Como ya se mencionó, el SPC en la zona baja del municipio de Torotoro utiliza volúmenes relativamente altos de abono orgánico, principalmente guano de vacuno, camélido o caprino (249 t promedio por todo el ciclo de producción de la papaya) para el manejo de la fertilidad del suelo; sin embargo, dada la reducida o casi nula actividad pecuaria en la zona, la utilización de guano depende exclusivamente de la compra de otras zonas. En las parcelas estudiadas se han utilizado entre 1 y 3 camionadas de guano por año con costos que oscilan entre 3.000 y 3.800 Bs por camión. Si bien las prácticas de incorporación de MO por esta vía son interesantes, se tiene cierta vulnerabilidad por la dependencia de insumos generados y sus respectivos precios.

En el SPAE, muchas familias como parte de las actividades de manejo de suelos con enfoque agroecológico vienen desarrollando la construcción de zanjas de infiltración para evitar así la erosión hídrica de los suelos y contribuir a que la humedad se mantenga. Gran parte de las parcelas estudiadas muestran pendientes elevadas de hasta 20,78%, lo cual se constituye en un riesgo para el sistema por los procesos erosión hídrica del suelo. No obstante, pese al intenso trabajo requerido para su construcción, en el SPAE son evidentes las prácticas de conservación de suelos implementadas por las familias productoras; las parcelas estudiadas cuentan con terrazas de formación lenta físicas y/o biológicas que disminuyen el arrastre de suelo por las lluvias. No obstante, en las parcelas estudiadas, aún es limitada la presencia de especies forestales u otras especies vegetales que funcionen como barreras cortavientos para disminuir el riesgo de erosión provocado por eventos eólicos.

La incorporación de MO en el SPAE se genera mediante la incorporación de guano ovino, vacuno y caprino con un promedio de 7,49 t/ha, pero también son importantes las prácticas de rotación de cultivos con presencia eventual de leguminosas para la incorporación de nitrógeno. Finalmente, en periodos de descanso del suelo, son importantes las prácticas de corrales itinerantes que tienen la finalidad de abonar el suelo.

### **Tabla 17:**

## Añahuani y Sukusuma, prácticas de manejo y conservación de los suelos

	Sistema de producción		Añahuani		Sukusuma	
	Criterios de evaluación	Comentario o situación	Valor	Comentario o situación	Valor	
Indicador de Manejo y Conservación de Suelos	Pendiente del terreno	12,68%	4,00	4,52%	6,00	
	Obras complementarias para la conservación de suelos	Las parcelas cuentan con barreras vivas, zanjas de infiltración y algo de barreras rompe vientos.	5,00	Por la reducida pendiente no requiere de muchas obras complementarias*	4,25	
	Conservación de la estructura del suelo	Arado manual y con yunta	5,00	Arado con tractor agrícola en dos pasadas	2,50	
	Incorporación de materia orgánica al suelo	Incorpora MO y realiza prácticas de rotación de suelos y corrales itinerantes	5,33	Incorpora buenas cantidades de MO, pero no las dispone	3,25	
	Promedio		4,83		4	
	<b>IMCS (Valor de referencia = 6)</b>			<b>0,806</b>		<b>0,667</b>

	Sistema de producción		Añahuani		Sukusuma	
	Comentario	Valor	Comentario	Valor		
Disponibilidad y Uso de Abonos Orgánicos	Familias que cuentan con rebaño de caprino, ovino y acceso a zonas de monte disponen de suficiente cantidad de guano para su incorporación en el proceso agrícola. Desarrollo de corrales itinerantes.	7,67	Inexistencia de ganado bovino y ganado menor limita la disposición de guanos de origen animal. Poca disponibilidad de montes para abonos vegetales. Adquisición de guanos de otras zonas.	3,75		
	<b>DUAO (Valor de referencia: 10)</b>		<b>0,767</b>	<b>0,375</b>		

Nota: \*De las parcelas de seguimiento solo una está ubicada en ladera y ella cuenta con obras complementarias.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **4.4 Evaluación del ámbito económico productivo de la sustentabilidad**

Una vez realizada la evaluación de la sustentabilidad, desde su ámbito económico productivo en ambos sistemas, se concluye que las familias que desarrollan prácticas de producción con enfoque agroecológico tienen mayor sustentabilidad respecto de las que desarrollan prácticas convencionales de producción. Con la información disponible se ha construido el Indicador de Retorno y Beneficio Económico (IRBE), el Indicador de Dependencia Económica (IDE); se ha evaluado la Superficie de Producción para el Autoconsumo (SPAC) y la diversidad relativa de agrobiodiversidad a través del Índice de Shannon (IS).

Una diferencia evidente fue hallada entre los beneficios económicos reportados en ambos sistemas. La producción de papaya, mediante prácticas de tendencia convencional, genera ingresos anuales promedio que superan los 140.00 Bs por hectárea de producción, si se utiliza una tasa de descuento mínima. En cambio, la producción de papa, como principal rubro implementado en el sistema de producción agroecológico, reporta ciertas pérdidas analizadas a continuación.

El retorno económico para parcelas de seguimiento del SPAE es negativo, pues si se contabilizan los costos no monetarios (fuerza de trabajo familiar, tracción animal familiar y otros insumos locales familiares) a costos de oportunidad de la zona, el valor neto de la producción sería inferior al de sus costos de producción. Es decir, por cada hectárea producida se reporta una pérdida de 11.082 Bs. Sin embargo, si los costos no monetarios no serían contabilizados –como es casi normal en los pequeños productores familiares– se tiene una aparente ganancia de 9.636 Bs por hectárea de papa producida, durante un ciclo de producción. Por lo anterior se puede deducir que el pago por su propia fuerza de trabajo representa menos de la mitad del costo de oportunidad en la región.

El análisis costo beneficio de las parcelas agrícolas de seguimiento del SPAE arroja una cifra menor a la unidad, lo que significa que los ingresos netos serían deficitarios. Este déficit económico estaría siendo amortiguado por la incidencia, en términos de costo, de los insumos locales o familiares no monetarios. El mayor costo de producción incurrido en la producción de

papa (55%) corresponde a la fuerza de trabajo familiar y solamente el 27% del costo total es efectivamente monetario e incluye la eventual contratación de peones, compra de insumos como semilla y en algún caso la adquisición de agroquímicos, además de la depreciación de herramientas y equipos utilizados en el proceso de producción.

La presencia de lluvias atrasadas ocurridas durante el año de estudio generó cierta disminución de la producción, llegándose a tener un rendimiento promedio de 9,7 t/ha y con un precio promedio de 20 Bs por arroba, como costo de oportunidad, se estima un ingreso bruto de 15.740 Bs por ha de papa producida. En este ámbito es necesario analizar el deterioro de los términos de intercambio de la producción campesina agrícola, pues el precio real de la papa tiende a disminuir en el tiempo.

**Tabla 18:**  
**Añahuani y Sukusuma, costos e ingresos en sus principales rubros de producción, expresado en bolivianos por hectárea**

Sistema productivo		Añahuani SPAE*		Sukusuma SCP**	
		Bs/ha	%	Bs/ha	%
Indicador de Retorno y Beneficio Económico	Ítems				
	Fuerza de trabajo familiar	15.617	55%	49.303	21%
	Compra de fuerza de trabajo	5.346	19%	53.137	23%
	Tracción animal	1.759	6%	0	0%
	Tracción mecánica	0	0%	4.247	2%
	Costo insumos locales	3.342	12%	0	0%
	Costo insumos adquiridos	600	2%	112.507	48%
	Inversiones	1.583	6%	14.070	6%
	<b>Costo total/ha</b>	<b>28.247</b>	<b>100%</b>	<b>233.264</b>	<b>100%</b>
	Valor residual de inversiones	1.425		7.233	
	Ingresos brutos por ciclo de cultivo/ha	15.740		1.081.269	
	<b>Ingreso neto</b>	<b>-11.082</b>		<b>855.238</b>	
	<b>Valor Actual Neto/ha</b>			<b>770.762</b>	
<b>Tasa de costo / beneficio</b>	<b>0,59</b>		<b>3,66</b>		
<b>IRBE (Valor de referencia = 3.92)</b>	<b>0,17</b>		<b>0,93</b>		

\*Costos e ingresos incurridos durante un ciclo de cultivo de la papa (aproximadamente seis meses).

\*\*Costos e ingresos incurridos en un ciclo de vida del cultivo de la papaya (aproximadamente 72 meses).

**Fuente:** Elaboración propia.

Por otro lado, con precios relativamente atractivos en los mercados, se evidencian interesantes retornos económicos en el rubro de la papaya en el SCP. Para el ciclo de vida del cultivo, con una duración aproximada de 72 meses, se establece un VAN de 770.762 a una tasa de descuento del 3%, con lo que se tiene una relación costo beneficio de 3,45 al cabo del periodo evaluado. Esta es la principal causa para que en los últimos ocho años en la zona se haya intensificado la producción de este cultivo, y con ello también mejorado las condiciones económicas de los productores. Las interesantes ganancias generadas por el cultivo influyeron para que muchos productores que habían migrado, retornen a la zona con una apuesta por la producción agrícola. De hecho, el precio de la tierra, a decir de los productores, se habría incrementado en hasta 300% en los últimos años, debido los retornos potenciales.

Con algunas innovaciones tecnológicas en su producción, el cultivo de la papaya requiere de inversiones agrícolas importantes (14.070 Bs/ha promedio). Si a ello se suman los costos de operación hasta la etapa de la plantación (abono orgánico, fuerza de trabajo, plantines, riego, etc.), se tiene un costo promedio de 25.750 Bs por hectárea. Los primeros ingresos por la venta de papaya suelen ser entre los nueve y diez meses después de la plantación, pero estos aún no cubren los costos incurridos, por lo que hasta el segundo año se tiene un déficit acumulado de 50.917 Bs por hectárea. Los flujos son positivos recién desde tercer año del ciclo de producción, hasta la finalización del mismo.

Del análisis de la estructura de costos, se tiene que las labores de preparación del suelo, siembra, labores culturales para el cultivo de la papaya y las cosechas son intensivas en utilización de fuerza de trabajo. En relación al SPAC, en el que la fuerza de trabajo representa casi tres cuartos del costo total, en el SPC representa el 44%, siendo de mayor uso la fuerza de trabajo contratada, pues del costo total de la fuerza de trabajo el 52% corresponde a la contratada. El valor de los insumos externos, representado fundamentalmente por abonos orgánicos y sintéticos adquiridos fuera del sistema, representa casi la mitad de los costos de producción.

**Tabla 19:**  
**Añahuani y Sukusuma, estructura de costos locales y externos para dos sistemas productivos, expresado en Bs por hectárea**

Sistema productivo		Sukusuma		Añahuani	
Ítems		Bs/ha*	%	Bs/ha**	%
Indicador de Dependencia Económica	Costo de base local	102.440	44%	26.064	92%
	Costo de base externa	130.824	56%	2.183	8%
	<b>Costo total de producción</b>	<b>233.264</b>	<b>100%</b>	<b>28.247</b>	<b>100%</b>
<b>IDE (Valor de referencia = 94%)</b>		<b>0,47</b>		<b>0,98</b>	

**Fuente:** Elaboración propia en base a seguimiento.

\*Costos incurridos durante un ciclo de cultivo de la papa (aproximadamente seis meses).

\*\*Costos incurridos en un ciclo de vida del cultivo de la papaya (aproximadamente 72 meses).

Un análisis de la estructura de costos respecto de la dependencia económica indica que para la producción de papa mediante prácticas de tendencia agroecológica, el 92% de los costos son reproducidos en el mismo sistema (fuerza de trabajo familiar y local, abonos orgánicos, fuerza de trabajo animal y eventualmente la semilla). Solo el 8% de los costos de producción son incorporados de fuera del sistema (Tabla 19); depreciación de equipos y herramientas, semillas y eventuales dosis de agroquímicos, son los ítems de costos de base externa más incurridos.

Por su parte, en el SCP más de la mitad de los costos provienen de fuera del sistema, lo que genera cierta vulnerabilidad respecto de precios y provisiones de los insumos requeridos. El guano para la fertilización del suelo es adquirido de zonas dedicadas a la producción de ganado lechero, pues se hace difícil hallar guano de cabra en zonas aledañas. Los agroquímicos son comprados de casas agropecuarias, de las que los productores reciben alguna asistencia técnica sobre los productos y dosis requeridas para el manejo del cultivo.

Otro factor de vulnerabilidad en la producción campesina es la superficie familiar de producción destinada al consumo familiar y la diversidad

producida. Si ocurriesen eventualidades abruptas por factores climáticos o por problemas de abastecimiento de alimentos, las familias que cuentan de superficie suficientes para el consumo familiar podrán ser resilientes ante dichos cambios. Si además esa superficie cultivada está lo suficientemente diversificada, esa producción tendría la capacidad de producir suficientes cantidades de nutrientes y micronutrientes requeridos en la dieta.

Las familias de seguimiento del SCP cuentan con una producción promedio de 3,03 ha y las del SPAE cerca de 2. Sin embargo, como ya se mencionó antes, el sistema de producción de papaya, cuyas características son de monocultivo, tiene mayor vocación de mercado y en promedio cada familia solo produce 1.700 m<sup>2</sup> para su consumo (Tabla 20), pese a contar con las condiciones materiales de producción. Del otro lado, con mayores dificultades en el acceso a recursos productivos (tierra, riego, inversión familiar), dos tercios de la producción son destinados al consumo familiar, lo cual cubre las necesidades básicas de alimentación.

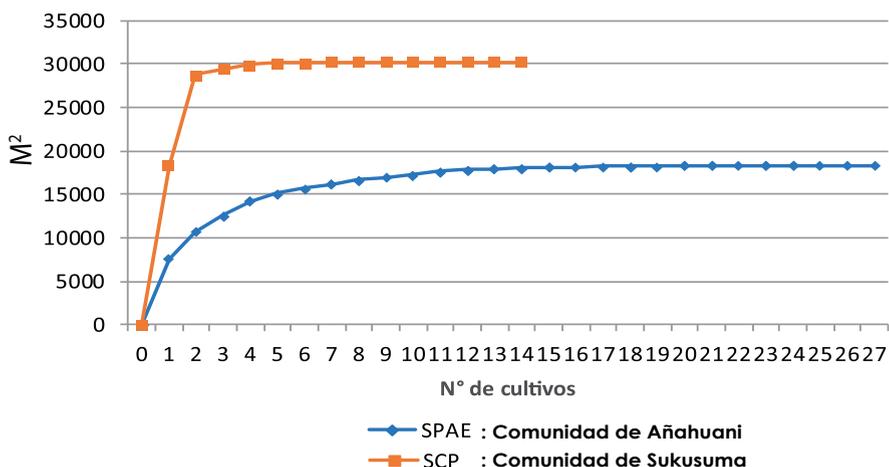
Una dificultad estructural para este sistema está relacionada con las condiciones de comercialización de la producción excedente. El estado de los caminos, el acceso a tierras productivas, la reducida producción con características requeridas por el mercado y la tendencia a la baja de los precios reales, incide en la producción de reducidos excedentes para el mercado y con ello la dificultad de acceso a recursos monetarios para sus pobladores.

Un problema evidente para el sistema de producción convencional es la tendencia al monocultivo, lo cual trae consigo el deterioro de los recursos naturales, particularmente del suelo; mayor riesgo de pérdida del cultivo ante el ataque de plagas y enfermedades, menor diversificación de los ingresos y mayor dependencia por el uso de insumos externos.

**Tabla 20:**  
**Añahuani y Sukusuma, superficie y diversidad en la producción agrícola, expresada en porcentajes e índices**

Sistema productivo	Añahuani	Sukusuma
Superficie cultivada promedio	1,84	3,03
Superficie destinada al consumo	1,22	0,17
Porcentaje	67%	6%
SPAC (Valor de referencia = 1.25)	0,98	0,14
Índice de Shannon	2,12	1,20
(Valor de referencia = 3)	0,70	0,40

**Fuente:** Elaboración propia en base a seguimiento 2017-2018.



**Figura 12: Añahuani y Sukusuma, superficie acumulada y diversidad de cultivos**

**Fuente:** Elaboración propia en base a seguimiento.

En el SCP el cultivo de la papaya, si se toma en cuenta los cultivos en plena producción, crecimiento y en decaimiento, ocupan el 61% de la superficie cultivada; con el limón, segundo cultivo en importancia, se tiene el 95% de la superficie cultivada. Otros cultivos de relativa importancia en este sistema son la papa, maíz, maní, otros frutales que entre todos suman el 0,15 ha.

En el SPAE los cultivos de la papa y el maíz ocupan el 59% de la superficie cultivada y con otros seis cultivos más (entre granos, hortalizas, frutales y forrajes) llegan al 90%. La diversidad restante está distribuida entre otros 19 cultivos producidos en un promedio de 0,18 ha por unidad productiva. De ahí que el índice de diversidad relativa (Shannon) del SPAE, casi dobla al del SCP (Tabla 20).

#### **4.5 Índice Global de Sustentabilidad en dos sistemas de Torotoro**

La sustentabilidad global de ambos sistemas evaluados es el reflejo conjunto de los indicadores del ámbito social, ambiental y económico productivo, derivados de una serie de prácticas productivas, familiares comunales y territoriales. En esta etapa se analiza los factores que más contribuyen a la sustentabilidad de los sistemas y aquellos que en los que se tienen limitaciones.

En el ámbito social de la sustentabilidad el sistema de producción con orientación agroecológica tiene un índice mayor respecto al convencional (Tabla 21). Los factores más influyentes para este fenómeno están relacionados con el origen y diversidad de los alimentos y del germoplasma. En ambas zonas, durante los procesos de discusión participativa, las y los productores otorgaron una alta importancia cultural y social a la conservación de semillas y al consumo de alimentos locales. Los alimentos locales, al ser producidos naturalmente tendrían mayor aceptabilidad respecto de los convencionales y/o procesados. Justamente el origen de las semillas y de los alimentos serían los indicadores que marcaron diferencia (0,76 y 0,37 pts. respectivamente) para que el SPAE sea socialmente más sustentable respecto del SCP.

En términos de ingesta de energía, sin embargo, pese a las diferencias en cuanto al origen de alimentos, en ambos sistemas se estarían consumiendo cantidades muy cercanas a los requerimientos energéticos diarios. Socialmente también es importante la felicidad y el grado de satisfacción con la vida de la gente de ambos sistemas, en este ámbito los sujetos del SPAE sentirían mayor satisfacción con lo que hacen respecto de los del SCP, con una diferencia de 0,11 puntos en la escala de 0 a 1.

Existen diferencias relativamente pronunciadas (0,17 pts.) en los indicadores sociales relacionados con la cohesión comunitaria y la funcionalidad de la organización campesina. Desde la percepción de los productores del SCP, la intensificación del monocultivo convencional y sus potenciales ingresos, estaría pronunciando el individualismo entre los productores, y las acciones comunitarias y organizativas estarían sufriendo deterioro. No obstante, aunque con menor intensidad, también en el SPAE las acciones comunitarias y organizativas tienden a dañarse, lo que al parecer está vinculado a procesos migratorios y de pluriactividad de sus afiliados.

**Tabla 21:**  
**Añahuani y Sukusuma, índice de sustentabilidad en sus sistemas**

<b>Sistema productivo</b>	<b>Añahuani</b>	<b>Sukusuma</b>
Sustentabilidad social	0,78	0,52
Sustentabilidad ambiental	0,69	0,50
Sustentabilidad económica	0,71	0,48
<b>índice de sustentabilidad del sistema</b>	<b>0,73</b>	<b>0,49</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base en Anexo 5.

En el ámbito ambiental de la sustentabilidad existe una diferencia de 0,19 puntos entre ambos sistemas, siendo también el SPAE quien goza de mejores condiciones. La disponibilidad y uso de insumos orgánicos para la producción agrícola es el factor con mayor influencia para este fenómeno. Si bien en el SCP se utilizan abonos orgánicos en cantidades importantes, por el deterioro de la actividad pecuaria en la zona, se tiene una dependencia relativamente alta para su uso.

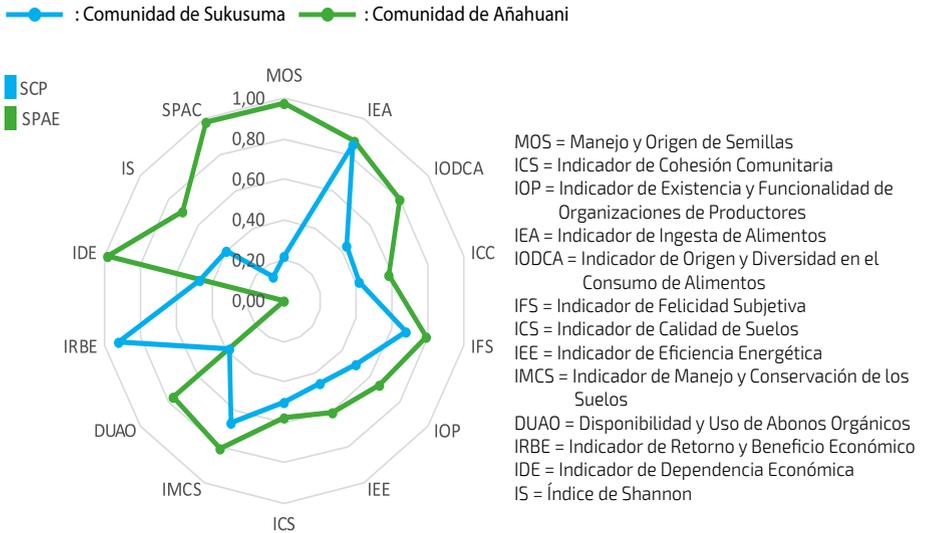
Una diferencia relativamente pronunciada (0,16 pts.) presenta el indicador de eficiencia energética, pues el SCP pese a las constantes cosechas de papaya sería menos eficiente energéticamente respecto del SPAE. Los factores más influyentes, en relación a la energía utilizada, están vinculados al alto uso de abonos orgánicos y de agroquímicos en el SCP.

Finalmente, diferencias no muy pronunciadas (0,08 pts.) se han verificado en la calidad de los suelos de ambos sistemas. Los suelos del SPAE, de acuerdo a sus propiedades químicas y biológicas, tendrían mejor calidad. El porcentaje de materia orgánica, el fósforo asimilable y la neutralidad del pH son los factores que marcaron la diferencia. Estos parámetros en el SCP estarían relativamente disminuidos por efecto de las prácticas convencionales de producción.

En el ámbito económico productivo destaca la evidente diferencia en el retorno económico de ambos sistemas. Mientras en el sistema convencional de producción de papaya se cuenta con beneficios económicos importantes ( $C/B=3,66$ ), en el sistema con características tradicionales y agroecológicas el retorno económico por ciclo de producción de la papa es negativo. La mayor dificultad de los SPAE evaluados, entonces, es la relacionada a la generación de ganancias económicas por la producción, lo que significa que todavía se requiere aumentar la productividad de los principales cultivos. Sin embargo, un factor mucho más estructural, para los retornos económicos negativos, está relacionado a condiciones de comercialización y precios reales de la producción campesina.

Las pérdidas económicas, sin embargo, no se evidencian en lo cotidiano porque muchos de los costos no son monetarios y provienen de la misma unidad productiva. El hecho de que varios de los factores de producción se reproducen en el mismo sistema, por otro lado, se constituye en una ventaja para el SPAE (diferencia de 0,51 pts.), pues así la dependencia hacia insumos externos es menor y el sistema es menos vulnerable ante cambios y disponibilidad de insumos externos.

El SCP es menos sustentable pues tiene menor diversidad relativa de cultivos y con ello es más vulnerable ante riesgos vinculados a la pérdida del cultivo por factores climáticos o por el ataque de plagas y enfermedades, que pondrían en riesgo significativas proporciones de la producción. En ese mismo orden de cosas, el SPC es más vulnerable porque, pese a la vocación productiva de sus suelos y a la disponibilidad de medios de producción, no produce su propio alimento. El indicador de superficie destinada al autoconsumo del SPC es el que tiene la mayor diferencia con el sistema agroecológico (0,14 vs 0,98 pts.).



**Figura 13: Añahuani y Sukusuma, Diagrama AMIBA para la comparación de indicadores de sustentabilidad**

**Fuente:** Elaboración propia en base a indicadores del estudio.

SCP: Sistema convencional de producción

SPAE: Sistema de producción Agroecológica

Luego de haberse realizado el análisis de cada uno de los indicadores, se presenta una visión gráfica e integral de los sistemas de manejo, que permite visualizar las debilidades y fortalezas de cada sistema (Figura: 13). Mediante el diagrama AMIBA (Maser et al., 1999). Se asignó a cada indicador un valor normalizado, en una escala de cero hasta 1,00; donde el cero corresponde al valor menos deseado, desde el punto de vista de cada indicador de sustentabilidad y el 1,00 representa el mejor escenario.

En términos generales véase que el SPAE tiene mayores fortalezas respecto del SCP. Sin embargo, las razones de productividad, acceso a mercados y precio de los productos estratégicos de este sistema expuesto a lo largo del estudio, hacen que el punto crítico con mayores debilidades, en este sistema, sea el del retorno y beneficio económico. De ahí que se deberán trabajar en innovaciones familiares y territoriales para mejorar la productividad de los cultivos de este sistema, además de políticas en el nivel local y nacional para mejorar los términos de intercambio de la producción de base agroecológica.



5

# RESULTADOS EN EL MUNICIPIO DE POJO





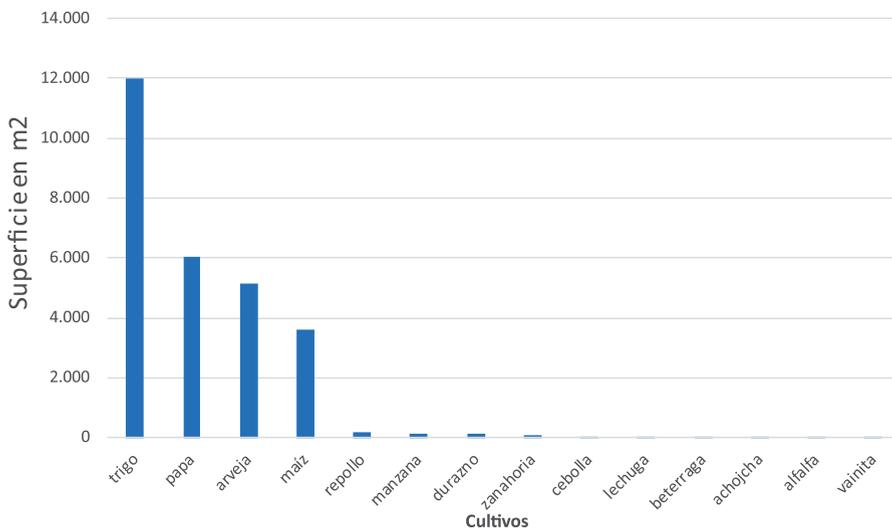
## 5.1 Caracterización de los sistemas de producción en la zona

La comunidad de San Francisco cuenta con un sistema de producción en transición entre la agricultura convencional y tradicional agroecológica (STAE). Sus principales cultivos son el trigo, maíz, arveja y papa. De acuerdo a información del Censo Agropecuario 2013, la superficie con acceso a riego era del 15% y solo cubría algunos sistemas de microriego familiar. Predominan los suelos franco limosos y limoso arenosos; por su clima seco y escasez de fuentes de agua, la agricultura en la zona se torna vulnerable ante los efectos de la sequía.

Recién el año 2014 se concluye un sistema de riego comunal, con el tendido de una tubería que beneficia a una proporción importante de las familias de la comunidad. Su efecto productivo es la diversificación e incorporación lenta de más hortalizas y frutales al sistema productivo de la comunidad. Otras familias que no acceden a riego de la red principal, en el último tiempo con la asistencia técnica y financiera del CIPCA, han desarrollado captaciones de agua de pequeñas vertientes de aprovechamiento familiar.

Las características geográficas y culturales de la zona posibilitan que los productores complementen la actividad agrícola con la pecuaria, pues la comunidad cuenta con 173 ha de vocación pecuaria. La tenencia de ganado promedio por UPA es de 3,5 bovinos y 17,5 animales menores, entre caprinos y ovinos. La pecuaria tiene mayor importancia, a diferencia de la zona de Palca, en la que existe una tendencia de disminución del hato ganadero, pese a su vocación productiva.

Su ubicación en una zona de tradición triguera, su fácil vínculo hacia la antigua carretera interdepartamental Cochabamba–Santa Cruz, y su conexión a las ferias regionales de Totora, Yuthupampa y El Puente, influyeron para que los productores adopten algunas prácticas agrícolas de tendencia convencional desde pasadas décadas. Los cultivos de trigo, papa y sobre todo el de la arveja, incluyen en su proceso productivo prácticas labranza mecánica, fertilización y fumigación con agroquímicos. No obstante, las prácticas tradicionales de producción como la rotación de cultivos, cultivos asociados, fertilización del suelo con abonos orgánicos y descanso de suelos, también se encuentran presentes.



**Figura 14: Comunidad de San Francisco, superficie sembrada de cultivos por familia, expresada en m<sup>2</sup>.**  
**Fuente:** Elaboración propia.

En ese contexto CIPCA inicia su trabajo en la zona el año 2014 con procesos de sensibilización sobre los beneficios de la agricultura sostenible, acompañamiento en la elaboración de planes de gestión del territorio, promoción de prácticas de manejo y conservación de suelos, implementación de sistemas de riego familiar y uso eficiente del agua para riego; en busca de la diversificación agrícola. Los resultados iniciales al 2017 evidencian que, en las familias estudio de caso, 42% de la superficie cultivada cuenta con riego y se producen hasta 14 especies de especies de cultivos, aunque muchos de ellos aún con superficies relativamente reducidas (Figura 14). Los tres primeros cultivos estratégicos ocupan el 85% de la superficie cultivada, por lo que el reto de la diversificación agrícola, todavía requiere consolidarse.

Prácticas agrícolas con mayor orientación convencional se desarrollan en la comunidad de Palca, ubicada en la parte alta del municipio de Pojo. Geográficamente, la zona goza de ventajas comparativas para la producción agropecuaria –si se la relaciona con la de San Francisco del mismo municipio– pues la disponibilidad de agua para la producción, la humedad relativa del ambiente y la estructura de sus suelos son mejores. No obstante, en el último

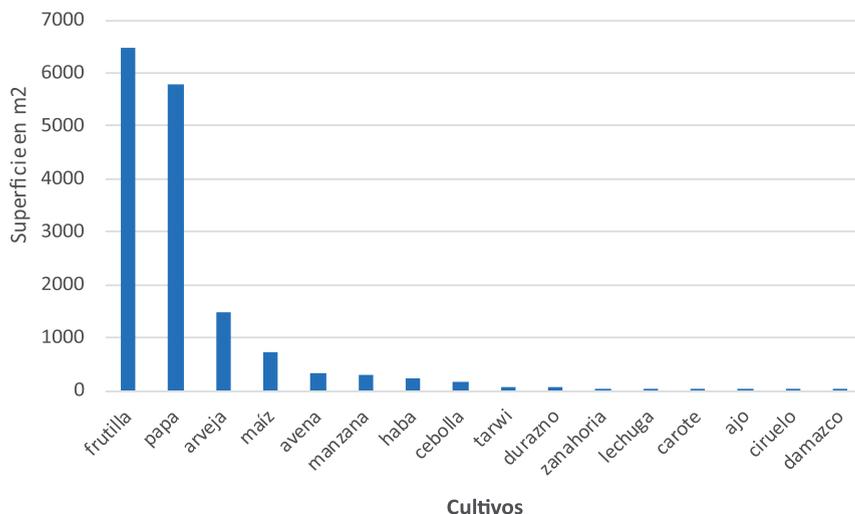
tiempo la variabilidad climática, la presión demográfica y sobre los recursos naturales y el sistema de manejo, están generando limitaciones para la sustentabilidad del sistema productivo.

La presencia de pequeñas lagunas naturales y del río con buen caudal (que atraviesa la comunidad) posibilitan que desde hace bastante tiempo en la zona se haya desarrollado la agricultura bajo riego. Permitiéndose así la implementación de prácticas de diversificación agrícola y pecuaria, además de la conservación de especies forestales en las laderas de la comunidad.

Con el ingreso del camino hacia la comunidad y la intensificación de la comercialización de guano de gallina (gallinaza), la actividad pecuaria de la zona ha perdido importancia. La cantidad de guano producido en la comunidad ha disminuido notoriamente. De acuerdo a datos del Censo Agropecuario 2013, la disponibilidad promedio familiar de ganado bovino es de 2,5 cabezas y la de ovino, 2,6 por UPA.

Respecto de la diversificación agrícola existen dos tendencias: son pocas familias las que apuestan por la diversificación en su producción, por un lado; y por otro gran parte de ellas optaron por sistemas de especialización en el cultivo de la frutilla. En las familias especializadas este cultivo tiene incidencia en el 63% de la superficie cultivada con una tendencia creciente. A nivel general desde los tres casos de estudio, los tres primeros cultivos ocupan el 88% de la superficie y solo en pequeñas superficies son cultivadas hasta con otros 13 cultivos (Figura 15).

Con una superficie cultivada cada vez mayor, en la zona resaltan las innovaciones agrícolas implementadas para el cultivo de la frutilla. Su sistema de manejo, inicialmente implementado en la zona Comarapa del departamento de Santa Cruz, tiene similitudes respecto de las tecnologías de producción convencional de las zonas de Santa Fe y Tucumán/Argentina.



**Figura 15: Comunidad Palca, superficie sembrada de cultivos por familia, expresada en m<sup>2</sup>.**  
**Fuente:** Elaboración propia.

La tecnología de manejo está caracterizada por la dosificación de agua y fertilizantes mediante sistemas de riego por goteo, con una tendencia creciente en el uso de fertilizantes sintéticos. Con el uso de *mulch* o sistemas de plastificado del suelo con polietileno negro, se busca el control de malezas, la conservación de la humedad del suelo, la conservación de frutos limpios y la mejora de la temperatura del suelo. La implementación de sistemas con esas características requiere de importantes inversiones para garantizar su efectividad.

Las cosechas son normalmente realizadas entre los meses de septiembre y mayo; con una frecuencia de hasta dos cosechas por semana, requieren alta utilización de mano de obra. En muchas ocasiones los productores deben recurrir a la contratación de peones para abastecer las tareas de recogido, selección y envasado del fruto. En las familias de estudio, para el cultivo de la frutilla en un promedio de 4.000 m<sup>2</sup>, el 45% de la fuerza de trabajo fue contratada. El alto requerimiento de fuerza de trabajo, incluye en las actividades de cosecha a mujeres y niños, por lo que el tiempo familiar para el desarrollo de otras actividades agrícolas, pecuarias y socioculturales tiende a ser limitado.

## 5.2 Evaluación del ámbito social de la sustentabilidad

Evaluada la sustentabilidad desde su ámbito social, se concluye que el sistema de producción de transición agroecológica (STAE), implementada en la comunidad de San Francisco, cuenta mejores niveles en sus indicadores. Se han comparado parámetros relacionados con el manejo y origen de semillas, la diversidad y origen de los alimentos, la cohesión comunitaria y la existencia y funcionalidad de organizaciones de productores.

De manera similar a lo ocurrido en la zona de Torotoro, las tendencias de especialización en cultivos comerciales, en este caso la frutilla, trae consigo cierto deterioro en las prácticas de conservación de semillas en el nivel local. Pese a que entre los productores de la zona se ha identificado la reproducción mediante plantas madre de frutilla, el material vegetal aún es adquirido de fuera del sistema, fundamentalmente de la zona de Tucumán, Argentina o de algunas zonas productoras de los valles cruceños. El sistema convencional de producción pese a una buena disponibilidad de tierras agrícolas produce en un promedio de 1,57 ha por unidad productiva familiar, debido al alto requerimiento de mano de obra en el sistema.

Del total de la superficie cultivada, en más de una hectárea por unidad productiva se utiliza material vegetal de reproducción que proviene de fuera del sistema (Tabla 22). Además de la frutilla, que por lo general utiliza material vegetal externo, los cultivos de la papa, algunas hortalizas y frutales son introducidos para su producción, y recién se están generando capacidades para la conservación y reproducción de los mismos.

*“Había un árbol que se llama sauce, en cuanto a frutales había la guinda, membrillo y duraznos criollos, también había manzana criolla que producía bien. Ahora es otra clase”. (Productor del SCP, noviembre de 2017).*

La reproducción de injertos en los frutales y la conservación de semilla de hortalizas requieren de ciertas inversiones en invernaderos e insumos agrícolas. Sin embargo, en el último tiempo, con el apoyo del gobierno municipal y de instituciones privadas de desarrollo, se están recreando las capacidades para la reproducción de los mismos.

**Tabla 22:  
San Francisco y Palca, manejo y origen de semillas**

<b>Sistema productivo</b>		<b>San Francisco</b>	<b>Palca</b>
<b>Manejo y Origen de Semillas</b>	Superficie de cultivos	2,74	1,57
	Superficie con semilla local	1,77	0,42
	<b>Porcentaje producido con semilla local</b>	64%	27%
<b>MOS (Valor de referencia = 0.884)</b>		<b>0,73</b>	<b>0,30</b>

**Fuente:** Elaboración propia en base a boletas de seguimiento.

La superficie promedio de producción agrícola en la comunidad de San Francisco es de 2,74 has por unidad productiva familiar, pero a diferencia de lo que ocurre en el SCP casi dos tercios del material vegetal de reproducción (Tabla 22) es reproducido en el mismo sistema. Este fenómeno tiene que ver con el potencial productivo de la zona, pues el maíz, el trigo y la papa serían los cultivos priorizados, y al menos en los dos primeros se tienen desarrolladas las capacidades de conservación de semillas. En los cultivos de la arveja, hortalizas y frutales, la capacidad de conservación y reproducción del material vegetal todavía es limitada, lo cual se constituye en un desafío para la zona, pues de esa manera se hace sostenible la producción diversificada.

En lo que se refiere a la cohesión comunitaria como un aspecto vinculado a la sustentabilidad de los sistemas productivos, los productores del SCP identifican debilidades en el ámbito social pronunciadas en el último tiempo. El proceso de producción y comercialización de la frutilla requiere de trabajo y seguimiento constantes por parte del productor y su familia. Esta situación genera dificultades, en las familias, para el desarrollo regular de actividades organizativas y comunitarias, incluso los espacios de socialización cultural se han visto diezmados.

*Antes íbamos a la feria tranquilos con nuestros animales, o luego en los camiones, íbamos tranquilos. Pero ahora qué estará pasando, vamos a la feria también y rápido queremos volver, ya no estamos tranquilos. Llegan los vendedores y ese*

*rato compramos y queremos volver; no sé qué preocupaciones tenemos. Porque será la gente ahora está andando tan preocupada, será que mucho dinero está agarrando, ni en la feria ya está tranquila. Muy apurados andamos y apurados también nos estamos envejeciendo (Productor del SCP, noviembre de 2017).*

El cambio de patrón productivo, intensificado en el último tiempo el SCP, promueve que la relación entre los sistemas productivos familiares y los sistemas de socialización y organizativos, se vayan deteriorando. En ese contexto, la frecuencia y el tiempo para la realización de actividades organizativas y comunitarias tienden a disminuir y con ello también el entusiasmo de la gente para con estos espacios. Este fenómeno ha sido identificado por los productores con mucha preocupación.

**Tabla 23:**  
**Evaluación cualitativa de la matriz social para la producción**

	Sistema productivo	San Francisco	Palca
<b>Indicador Cohesión Comunitaria</b>	Participación de miembros de la comunidad en reuniones comunales	5	4
	Tendencias de participación en el tiempo	4	2
	Entusiasmo de la gente	3	2
	Existencia y respecto a las normas comunales.	4	2
	<b>Promedio</b>	<b>4,25</b>	<b>2,5</b>
	<b>ICC (valor de referencia = 6)</b>	<b>0,708</b>	<b>0,417</b>
<b>Existencia y funcionalidad de Organización</b>	Valoración cualitativa sobre el rol de la organización para el fortalecimiento de la producción, transformación y comercialización.	3	4
	<b>IODCA (Valor de referencia = 6)</b>	<b>0,50</b>	<b>0,67</b>

**Fuente:** Elaboración propia en base a talleres participativos y entrevistas con líderes.

Pese a que existe disminución de los afiliados en la comunidad de San Francisco, provocados por la migración campo ciudad, la frecuencia y participación de los miembros de la comunidad en reuniones y actividades organizativas comunitarias tiene mejores rasgos, si se los relaciona con el SCP. El dirigente de la comunidad manifiesta que los miembros acuden a las reuniones mensuales y también a otras acciones comunitarias de carácter extraordinario con regularidad, pues la estructura organizativa de la comunidad y de la subcentral tiene buena funcionalidad. Sin embargo, si se compara con años anteriores, la dinámica comunitaria es menor.

En la zona, para la realización de trabajos agropecuarios, aún están presentes las relaciones de cooperación interfamiliar a través del *ayni* u otras formas de cooperación interfamiliar, lo que estimula el desarrollo de procesos comunitarios; aunque como en muchas otras regiones de los valles y andes dichas dinámicas también están en crisis.

Tanto en el SCP como en el STAE, no existen organizaciones económicas dedicadas a la transformación de la producción primaria consolidadas y los procesos de asociatividad para la comercialización son limitadas. Cuando existen procesos de transformación de la producción agrícola, cuyas características se fundan en la economía social y comunitaria, se generan mejores condiciones de comercialización y mercados. Para ambos sistemas, existen momentos estacionales en los que el precio de la producción sufre descensos abruptos; en esos momentos no es atractiva la comercialización agrícola. En ambos casos los productores son vulnerables a la volatilidad de los precios y no cuentan con silos de almacenamiento o plantas de transformación de la producción que les sirvan al menos de contención.

La comercialización de la producción en el STAE se la realiza a nivel familiar o en algunos casos de manera interfamiliar, este último mecanismo tiene la finalidad de abaratar los costos de transporte hacia las ferias. En la zona no se han identificado procesos colectivos y organizados concretos que mejoren la negociación y acceso a los mercados, pese a que es una constante demanda en sus eventos orgánicos.

Para el nivel familiar, Yuthupampa, Totorá, El Puente, incluso Punata y Cochabamba son los mercados en los que se realiza la venta de excedentes.

En estos espacios los productores de manera individual se subsumen a los precios y condiciones que el mercado los impone. El fenómeno del rescatismo en la zona es marginal, pues la cercanía a dos ferias regionales motiva a los productores a realizar sus ventas en esos espacios. De manera eventual las familias realizan la molienda de granos en harina para el consumo familiar o para su comercialización en los mercados regionales.

Variaciones importantes presenta el precio de la frutilla durante el ciclo de cosechas y comercialización para el SCP. Solo a modo de ejemplo, los meses de septiembre y octubre, cada kilogramo suele comercializarse entre 8 y 11 Bs; pero, la misma calidad y peso en algunos momentos de enero tendría una disminución de hasta el 50%, generado por la mayor oferta del producto.

Los mercados regionales y locales para el cultivo de frutilla son poco atractivos para los productores del SCP, pues las cantidades comercializadas en esos espacios no son importantes. El gran potencial productivo de la zona y las importantes superficies destinadas al cultivo de la frutilla ha provocado que muchos comercializadores y rescatistas de los departamentos de Cochabamba, La Paz, Oruro y Potosí estimulen la comercialización en las mismas parcelas, a precios relativamente más bajos que en el mercado departamental.

Buena proporción de la producción de frutilla es comercializada en la feria departamental de Cochabamba, gracias a su posicionamiento por su sabor y calidad. Como para gran parte de los productores del Cono Sur, los espacios destinados a la venta del productor al consumidor tienen restricciones y el precio que ofrecen los intermediarios, no son lo suficientemente atractivos. En ese escenario, grupos de productores de la zona se han organizado para alquilar tiendas o garajes, los mismos funcionan como centros de acopio y comercialización de la frutilla, y están ubicados en la zona de San Carlos del mercado popular de Cochabamba. Con ese mecanismo los productores tienen mayor control del espacio de comercialización y sus posibilidades de negociación frente a los intermediarios también han mejorado.

Como se ha expuesto, las condiciones de comercialización y negociación de los productores en el mercado gozan de problemas estructurales. De ahí la importancia, para las economías campesinas, de contar con mecanismos que les permita hacer frente en aquellos momentos en que las condiciones de

mercado están deterioradas. Las posibilidades de contención, frente a precios bajos del mercado, están vinculadas a la transformación de la producción primaria, generación de circuitos cortos para la comercialización, pero también a la producción de una alta diversidad de alimentos, al menos para el consumo familiar.

Un factor que permite la reproducción social y cultural de los sistemas de producción está referido a la diversidad en la producción y consumo de los alimentos. En el sistema de especialización productiva con orientación convencional, buena parte de los alimentos son adquiridos en el mercado, y estos normalmente son los que tienen mejores características de almacenamiento.

Si se hace un análisis de la dieta familiar a partir de la frecuencia en el consumo de alimentos, se tiene que las familias del SCP consumen un promedio de 5,57 grupos de alimentos por día, donde los cereales, tubérculos y raíces, aceites y grasas, y finalmente los dulces serían los más frecuentes. Por su parte, las familias del STAE en promedio consumen 7,73 grupos de alimentos por día; en este sistema, además de los grupos consumidos con mayor frecuencia en el SCP, resalta el consumo de legumbres y lácteos.

**Tabla 24:**  
**Indicadores vinculados al consumo de alimentos**

Sistema productivo		San Francisco	Palca
Origen y diversidad en el consumo de alimentos	Grupos de alimentos consumidos	7,73	5,57
	Origen de los alimentos consumidos	53% local 4	39% local 2
IODCA (Valor de referencia = 8,5)		0,65	0,47

**Fuente:** Elaboración propia con base en boletas de seguimiento.

El origen de los alimentos consumidos por las familias tiene una relación directa con la diversidad producida. En los sistemas de producción de transición agroecológica, en los que las familias van mejorando su

diversificación productiva, algo más que la mitad de los alimentos consumidos son producidos al interior del sistema. El resto de la dieta está compuesto por el consumo de cereales como el arroz y fideo.

En el sistema de producción de orientación convencional más del 60% de los alimentos son adquiridos de fuera del sistema. La disminución de la superficie de cultivos destinados a la seguridad alimentaria por la priorización de cultivos comerciales es la principal causa para el fenómeno.

*Hablando de la alimentación, comíamos lo que producíamos, sobre todo papa, trigo; cebada y hacíamos phiri, mote de maíz. De la papa menuda se hacía chuño, y también el consumo de tarwi, haba y arveja. Solamente de la feria traíamos aceite, sal; con esa alimentación complementábamos con carne de oveja, chancho. Antes había bastante oveja pero ahora ya ha cambiado, de la feria traíamos plátano, naranja y pan (productor en la comunidad de Palca, Octubre 2017).*

Como puede apreciarse, la intensificación de cultivos comerciales está teniendo también consecuencias respecto de la diversidad y consumo de alimentos. Pese a que se han mejorado los ingresos familiares, en términos del consumo de alimentos parece haber un retroceso, lo que disminuiría la sustentabilidad del sistema.

### **5.3 Evaluación del ámbito ambiental de la sustentabilidad**

De acuerdo a información disponible, el sistema de transición agroecológica, en el municipio de Pojo, goza de mayor sustentabilidad respecto al de tendencia convencional. La eficiencia energética, la disponibilidad y uso de abonos orgánicos en el STAE son los indicadores que marcan la diferencia a su favor; en cambio el indicador de calidad de los suelos (ICS) del SCP tendría mejores parámetros, lo cual es analizado a continuación.

Un acercamiento respecto de la calidad de los suelos, derivados de la medición de parámetros químicos y biológicos, en base a sus atributos de productividad, resiliencia y estabilidad se presenta en la Tabla 25. El valor del ICS del sistema convencional de producción es mayor con un 17% respecto del de transición agroecológica. El fenómeno está explicado fundamentalmente por el contenido

de fósforo asimilable y por el porcentaje de materia orgánica en los suelos de producción de frutilla. Claro está también que existen diferencias notorias en cuanto a la estructura y formación de los suelos de ambas zonas, siendo suelos de mejor estructura y capa arable los del SCP.

La rotación de cultivos en las parcelas de la comunidad de San Francisco (STAE) normalmente sigue el patrón de papa, maíz, arveja, hortalizas y granos. La aplicación de estiércoles de cabras, vacas y ovejas, además de tierra vegetal para la fertilización del suelo, son prácticas frecuentes (13,69 t/ha). No obstante, también se ha identificado el uso importante de fertilizantes sintéticos (54,18 kg/ha en promedio para el cultivo de la papa), además de plaguicidas en el manejo de algunas parcelas.

En el STAE, -del análisis de los parámetros físico, químico y biológicos (Anexo 1)-, en base al contenido de arcilla, limo y arena, se observa que la textura de las parcelas corresponde a suelos francos, arcillosos a franco-arcillosos. Los suelos del cluster que agrupa la mayor cantidad de parcelas evaluadas presentan suelos débilmente ácidos, de conductividad eléctrica (CE) ligeramente salinos; su capacidad de intercambio catiónico (CIC) es moderada; la materia orgánica (MO) es también moderada; de alto nitrógeno total (Nt) y; fósforo disponible (Pd) moderado. Si bien existen variaciones de una parcela a otra, estas son poco significativas, propio de la variabilidad de los suelos andinos (Rojas, 2018).

Observando los parámetros biológicos se tienen valores de referencia adecuados en cuanto a poblaciones de bacterias totales y hongos totales (Tabla 25) y un valor de índice de ácaros y colémbolos de 0,8, que indica la estabilidad del medio. Los parámetros biológicos indican que existe una activa descomposición de la materia orgánica, haciendo disponible los ácidos orgánicos y materia orgánica particulada.

**Tabla 25:**  
**San Francisco y Palca, parámetros para la construcción del**  
**Indicador de Calidad de Suelos**

	Indicador	Unidad de medida	Valores de referencia	San Francisco	Palca
<b>Indicador de Calidad de Suelos</b>	<b>Nitrógeno total</b>	%	0,1-0,4	0,3	0,4
	<b>pH</b>		6,6-7,0	6,2	5,1
	<b>MO</b>	%	2,0-8,0	3,7	4,8
	<b>CIC</b>	%	25,0-5,0	16,2	20,6
	<b>COS</b>	%	0,6-2,5	2,1	2,8
	<b>CE</b>	<i>Mmhos/cm</i>	0,8-1,6	0,4	0,3
	<b>P disponible</b>	Ppm	12,0-30,0	12,4	38,2
	<b>Hongos totales</b>	UFC*	$1 \times 10^6 - 10^9$	1064296,7	1810247,6
			<b>ICS</b>	<b>0,70</b>	<b>0,82</b>

\* Normas de interpretación de análisis químico de suelos para manejo de fertilidad y clasificación, del Laboratorio de Aguas y Suelos FCAPyF-UMSS.

\*\* Atlas y Bartha 2002

**Fuente:** Elaboración propia

En los suelos del SCP, el cultivo convencional de la frutilla es predominante, cuyo modelo de producción se basa en la aplicación constante de fertilizantes sintéticos (690 kg/ha por ciclo de producción), combinado con la aplicación de estiércol, fundamentalmente el gallinazo (18,3 t/ha promedio por ciclo de producción). En la zona, antes de la implementación intensiva del cultivo de este rubro agrícola, era frecuente la rotación de cultivos con papa, maíz, trigo y arveja.

En el cluster que agrupa a la mayoría de las parcelas estudiadas, se observan suelos fuertemente ácidos, situación que estaría influenciada por el uso intensivo de fertilizantes sintéticos y estiércoles de pollos de granja. La Conductividad Eléctrica (CE) muestra que los suelos no son salinos; la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) es moderada; el contenido de Materia Orgánica (MO) es alto. En estos suelos el nitrógeno total (Nt), y el fósforo disponible son altos y muy altos respectivamente, este fenómeno está vinculado a la frecuente dosificación de abonos sintéticos de considerable porcentaje en nitrógeno y fósforo.

En cuanto a los parámetros biológicos, los valores de referencia se encuentran dentro lo esperado. Las poblaciones de bacterias totales y hongos totales, además del índice de ácaros y colémbolos (IA/C) con un valor de 0,5, indican la estabilidad del medio edáfico.

En general la MO, los ácidos orgánicos y el nitrógeno total, vinculados al atributo de la productividad del SPC, están dentro de los parámetros de referencia, lo que estaría vinculado con suelos más productivos; sin embargo, los niveles de pH fuertemente ácidos dificultarían la asimilación de los nutrientes por las plantas. La reducida MO del STAE, estaría vinculada a la estructura del suelo y a la transición de sistemas convencionales hacia agroecológicos realizada en la zona, pues en muchos de estos suelos ha sido frecuente la producción de papa y arveja con la implementación de abonos químicos.

El valor del Indicador de la Eficiencia Energética (IEE) del STAE supera con un 14% al indicador del SCP. En el primero por cada Unidad Energética (UE) utilizada para la producción de papa produce 5,85 UE; mientras que en el STAE con una UE se producen 5,14 UE.

Nótese que el balance energético se realizó para cultivos distintos, los cuales fueron elegidos por su incidencia en el sistema de producción y por las tendencias en sus prácticas de manejo. El ciclo de producción de la papa del STAE, desde la preparación del suelo hasta la cosecha es de aproximadamente seis meses. En cambio, el cultivo de la frutilla, entre la preparación del suelo hasta las últimas cosechas, tiene una duración aproximada de 28 meses. Así, se hace difícil hacer un análisis comparativo sobre la cantidad de insumos energéticos utilizados en una u otra etapa de producción; pero sí es posible compararlos respecto de su balance energético, pues este parámetro (con una sola unidad de medida) compara la energía utilizada y producida durante todo el ciclo de producción.

Pese a que se evaluaron rubros distintos, es posible analizar la incidencia de los insumos energéticos sobre el total de la energía consumida por el sistema. En el STAE, la energía de origen biológico es el 68% del total utilizado e incluye la fuerza de trabajo familiar y contratada (19%), la tracción animal (7%) y principalmente los abonos orgánicos de origen vegetal y animal utilizados (42%). Debido a la utilización de fertilizantes sintéticos en su producción,

la incidencia de los mismos es del 18% sobre el total de energía consumida. Otras energías industriales como la maquinaria y pesticidas inciden con el 14% (Tabla 26).

**Tabla 26:**  
**San Francisco y Palca, Eficiencia energética en dos tipos de sistemas productivos**

	Insumo/producto	Unidad de medida	Equivalencia energética	San Francisco	Palca
				Mj/ha	Mj/ha
Indicador de Eficiencia Energética	Fuerza de trabajo humano	h	1,9 <sup>a</sup>	1.883	55.699
	Fuerza de trabajo animal	h	7,55 <sup>b</sup>	650	0
	Maquinaria agrícola	h	88 <sup>b</sup>	757	2.145
	Gasolina	lt	39 <sup>c</sup>	0	0
	Abono orgánico	kg	0,3 <sup>b</sup>	4.114	5.490
	Fertilizante químico	kg	76,1 <sup>d</sup>	1.753	23.127
	Herbicida	kg	238 <sup>b</sup>	0	0
	Insecticida	kg	184 <sup>b</sup>	368	116
	fungicida	kg	104 <sup>b</sup>	288	559
	Abono foliar	lt	0,2 <sup>d</sup>	0	2
	Fertilizante orgánico	kg	4 <sup>d</sup>	0	1.259
	Urea	lt	80 <sup>e</sup>	0	0
<b>Total insumos Mj</b>				<b>9.812</b>	<b>88.395</b>
<b>Producción total Mj</b>				<b>57.444</b>	<b>453.983</b>
<b>IEE (Valor de referencia 8)</b>				<b>5,85</b>	<b>5,13</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

**Nota:** Las equivalencias energéticas fueron extraídas de: (Viera Barceló & Escobar Cruz, 2015)a, (Funes-Monzote, 2009)b, (Silva-Laya et al., 2017)c, (Mora-Delgado et al., 2006a)d, y (Manzanares, 1997)e

\*Energía utilizada y producida en un ciclo de cultivo de la papa (aproximadamente seis meses).

\*\*Energía utilizada y producida en un ciclo de cultivo de la frutilla (aproximadamente 28 meses).

La cosecha de la frutilla requiere intenso uso de la fuerza de trabajo. En la época alta se realizan dos cosechas por semana con hasta 13 personas por hectárea. Si además se incorporan las horas dedicadas a la preparación del suelo, instalación del mulch y riego, se utiliza un promedio de 29.315 horas por hectárea en todo el ciclo de producción, de aproximadamente 28 meses.

Justamente el intenso uso de fuerza de trabajo incide con el 63% de la energía utilizada en el cultivo; si a eso se suma la energía proveniente de abonos orgánicos, en este caso el estiércol de gallina, las energías biológicas son del 69%.

*Antes la tierra era más suave para trabajar, pero ahora a puro tractor estamos trabajando y eso está provocando que el suelo se endure, es como adobe, además que estamos produciendo con puro químicos y wallpha guano (productor en la comunidad de Palca, Octubre 2017).*

Otro insumo energético de fuerte incidencia en el SCP es el vinculado a los fertilizantes sintéticos (26%), pues de acuerdo a la información recogida se estaría utilizando alrededor de 690 kg/ha, equivalentes a 23.174 Mj, durante un ciclo de producción de más de dos años.

Complementariamente al indicador de calidad de suelos, para evaluar la sustentabilidad ambiental del sistema a continuación se realiza una descripción de las formas de manejo, conservación y fertilización de los suelos agrícolas.

Las parcelas de seguimiento en el STAE, por las características montañosas de la zona, tienen una pendiente promedio de 29,15%, lo que aumenta el riesgo de erosión hídrica del suelo. A ese nivel de pendientes se hace necesaria la construcción de obras complementarias orientadas a la retención del suelo que son provocadas por la lixiviación de lluvias o riego en exceso. Sin embargo, en muchas parcelas de superficie considerable, las barreras de retención de suelos son marginales, pues hacerlas en varios niveles dificulta la utilización de tractores para el arado y siembras. En las parcelas de reducido tamaño y de difícil acceso muchas familias vienen desarrollando la construcción de terrazas de formación lenta, zanjas de infiltración, además de evidenciarse la presencia de especies de árboles y arbustos que juegan el rol de disminuir el riesgo de erosión por factores eólicos; sin embargo, se requiere de una mayor promoción de todas estas prácticas.

Debido a la utilización frecuente de tractores para el arado, las parcelas de mayor dimensión del STAE están expuestas al riesgo de compactación de sus suelos. Los productores de la zona indican que realizar la preparación y arado

del suelo en superficies considerables requiere de un alto uso de mano de obra, y la contratación de peones para tal fin incrementa los costos de producción, si se los relaciona con el flete de tractores. Solo en parcelas de menor dimensión y/o de difícil acceso para el tractor, se prioriza la utilización del arado con yunta.

Las familias del STAE también desarrollan actividades pecuarias, y con ello se posibilita la provisión de abonos orgánicos de origen animal para la producción agrícola en cantidades estables y considerables. Asimismo, la presencia de áreas con vegetación nativa circundantes a las zonas de cultivo, posibilita que los productores realicen el aprovechamiento de tierras vegetales y la preparación de compostaje para su incorporación en los cultivos. Las prácticas para la mejora de abonos orgánicos cada vez son más frecuentes, gracias a la promoción que se realiza desde CIPCA y de otras instituciones vinculadas al desarrollo productivo.

**Tabla 27:**  
**San Francisco y Palca, prácticas de manejo y conservación de los suelos**

	Sistema de producción	San Francisco		Palca	
	Criterios de evaluación	Comentario o situación	Valor	Comentario o situación	Valor
<b>Indicador de Manejo y Conservación de Suelos</b>	Pendiente del terreno	29,15%	2,00	23,06%	2,00
	Obras complementarias para la conservación de suelos	Parcelas de superficie reducida, cuentan con barreras vivas o muertas; parcelas de mayor dimensión, pese que requieren, solo cuentan con marginales obras de conservación.	4,00	Pocas parcelas de superficie reducida cuentan con obras complementarias. En las parcelas de mayor dimensión las obras complementarias son marginales.	3,67
	Conservación de la estructura del suelo	Arado con yunta y tractor.	3,67	Arado con tractor	3,00
	Incorporación de materia orgánica al suelo	Incorpora MO animal y vegetal.	4,67	Incorpora MO, pero no las dispone.	4,67
	<b>Promedio</b>		<b>3,58</b>		<b>3,33</b>
	<b>IMCS (Valor de referencia = 6)</b>		<b>0,60</b>		<b>0,56</b>

	Sistema de producción	San Francisco		Palca	
		Comentario	Valor	Comentario	Valor
<b>Disponibilidad y Uso de Abonos Orgánicos</b>		Familias que cuentan con rebaño de caprino, ovino y acceso a zonas de monte disponen de suficiente cantidad de guano para su incorporación en el proceso agrícola.	7,67	Inexistencia de ganado bovino y ganado menor limita la disposición de guanos de origen animal. Poca disponibilidad de montes para abonos vegetales. Adquisición de guanos de otras zonas.	5
	<b>DUAO (Valor de referencia=10)</b>		<b>0,77</b>		<b>0,50</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base a seguimiento.

Las parcelas del SCP también son de elevada pendiente (23,06%), lo que genera riesgo de erosión hídrica en sus suelos, pese su mayor profundidad de la capa arable. Si bien en algunas parcelas se ha realizado la construcción de terrazas de formación lenta, estas todavía son marginales, pues hacerlas en varios niveles dificulta la utilización de tractores en la preparación del suelo. De ese modo, el riesgo de erosión de los suelos por factores hídricos es alto, más aún por la frecuencia e intensidad de lluvias en la zona. Solo algunas parcelas cuentan con especies de árboles y arbustos que hagan el rol de barreras corta vientos, por lo que el riesgo de erosión eólica, también está presente.

Las prácticas de arado y preparación de los suelos exclusivamente se realizan con la utilización de tractores agrícolas. Este fenómeno sumado a la utilización de fertilizantes sintéticos, de acuerdo a los productores, estaría compactando los suelos rápidamente, generándose riesgos para la producción agrícola futura.

Como ya se expuesto, la actividad pecuaria en la zona ha sido marginada y con ello las posibilidades de producción de abonos orgánicos de origen animal también han disminuido. Frente a esta problemática los productores, desde hace al menos dos décadas, realizan la adquisición de estiércoles de gallina para usarlas como abonos y así contribuir con materia orgánica a los suelos.

#### **5.4. Evaluación del ámbito económico productivo de la sustentabilidad**

Realizada la valoración económica productiva en los sistemas de transición agroecológica y convencional, se concluye que las familias del STAE tienen menor grado de sustentabilidad económica, respecto de las del SCP. Con la información disponible se ha construido el Indicador de Retorno y Beneficio Económico (IRBE), el Indicador de Dependencia Económica (IDE); se ha evaluado la Superficie de Producción para el Autoconsumo (SPAC) y la diversidad relativa de agrobiodiversidad a través del Índice de Shannon (IS).

De manera similar a lo ocurrido con el IRBE del cultivo de papa con orientación agroecológica en el municipio de Torotoro, las parcelas de papa de transición agroecológica, en la comunidad de San Francisco, arrojan pérdidas por ciclo de producción. El costo de producción –que incluye la depreciación de equipos

y herramientas, además de los costos locales no monetarios— supera a los ingresos a razón de 796 Bs por hectárea (Tabla 28). Sin embargo, si los costos no monetarios no serían tomados en cuenta, como ocurre normalmente con los productores, existen ingresos aparentes de 11.680 Bs/ha.

Las pérdidas económicas son absorbidas por la unidad familiar, lo que quiere decir que la valorización diaria del trabajo familiar sería inferior al de los costos de oportunidad de la zona. En términos de la estructura de costo del STAE, el 42% corresponde a los costos no monetizados (fuerza de trabajo e insumos productivos). Los costos de inversión en herramientas, equipos y los de los insumos locales representan el 35% del total.

Con un rendimiento promedio de 12,72 t/ha de papa en el STAE y a un promedio de 66,67 Bs por quintal se estima un ingreso bruto por la venta del producto de 18.779 Bs. A ese nivel de rendimiento y con mejoras en el precio del producto, el cultivo de la papa podría generar mejores ingresos para los productores de la zona. En ese sentido, desde las organizaciones campesinas y económicas, con mayor intensidad en el último tiempo, han existido diversos cuestionamientos, hacia las políticas vinculadas a la comercialización y mercados campesinos, por el deterioro de los precios en los mercados locales y nacionales.

Los ingresos generados por producción de frutilla en el SCP son atractivos y con relación costo beneficio de 1,49; el VAN para un periodo de 30 meses es de 638.714 Bs por hectárea producida, a una tasa de descuento del 3%. El potencial productivo de la zona y el mercado emergente para este producto han provocado que los productores opten por procesos de especialización en el cultivo.

**Tabla 28:**  
**San Francisco y Palca, costos e ingresos en sus principales rubros de producción, expresado en bolivianos por hectárea**

Sistema productivo		San Francisco		Palca	
<b>Indicador de Retorno y Beneficio Económico</b>	<b>Ítems</b>	<b>Bs/ha</b>	<b>%</b>	<b>Bs/ha</b>	<b>%</b>
	Fuerza de trabajo familiar	5.385	26%	140.500	31%
	Compra de fuerza de trabajo (peones)	4.524	22%	152.650	34%
	Tracción animal	1.076	5%	0	0%
	Tracción mecánica	861	4%	2.438	1%
	Costo insumos locales	2.293	11%	915	0%
	Costo insumos adquiridos	5.342	26%	146.233	32%
	Inversiones	953	5%	14.313	3%
	<b>Costo total/ha</b>	<b>20.433</b>	<b>100%</b>	<b>457.048</b>	<b>100%</b>
	Valor residual de las inversiones	858		1.185	
	Ingresos brutos por ciclo de cultivo/ha	18.779		1.134.720	
	Ingreso neto sin descuento	-796		678.857	
	<b>Valor Actual Neto/ha</b>	<b>-</b>		<b>638.714</b>	
	<b>Tasa de costo / beneficio</b>	<b>0,96</b>		<b>1,49</b>	
<b>IRBE (Valor de referencia = 1,56)</b>	<b>0</b>		<b>0,95</b>		

**Fuente:** Elaboración propia con base en boletas de seguimiento.

\*Costos e ingresos incurridos durante un ciclo de cultivo de la papa (aproximadamente seis meses).

\*\*Costos e ingresos incurridos en un ciclo de vida del cultivo de la papaya (aproximadamente 28 meses).

Gracias a la fiebre de la frutilla, se identifica el retorno de productores del interior y el exterior del país para invertir y trabajar en el emprendimiento, pese a que los niveles de inversión son elevados. Entre la preparación del suelo y la plantación del material vegetal se estima una inversión de 74.000 Bs/ha, considerando la preparación del suelo, adquisición de material vegetal, plastificado del suelo, tuberías, estanques y el sistema de fertirrigación por goteo, además de la mano de obra requerida. La inversión suele recuperarse con la producción del primer ciclo, antes de la etapa de dormancia, de ahí para adelante se tienen flujos positivos.

Nótese que las asignaciones no monetarias son solo las de la mano de obra familiar e inciden con el 31% sobre el costo total. El costo restante es de carácter monetario y está vinculado fundamentalmente a la contratación de fuerza de trabajo para cosechas y eventualmente para podas del cultivo. Las

inversiones realizadas y los costos de insumos adquiridos fuera del sistema de producción inciden con el 31%. El valor residual al cabo del ciclo de vida del cultivo es marginal, pues gran parte de los costos de inversión son solo para un ciclo de cultivo.

Si hace un análisis de la estructura de costos respecto de la dependencia externa se verifica que en ambos sistemas evaluados los costos de base local son similares. El SCP se basa en el uso intenso de fuerza de trabajo (64%) familiar o contratada, reproducido al interior del sistema. Los requerimientos de mano de obra están presionando que sus costos se incrementen y se recreen formas de pago al destajo y con ello también la mejora en su productividad.

**Tabla 29:**

**San Francisco y Palca, estructura de costos locales y externos, expresado en bolivianos por hectárea**

Sistema productivo		San Francisco		Palca	
Indicador de Dependencia Económica	Ítems	Bs/ha*	%	Bs/ha**	%
	Costos de base local	27.000	65%	144.610	64%
	Costo de base externa	14.551	35%	80.149	36%
	<b>Costo total de producción</b>	<b>41.551</b>	<b>100%</b>	<b>224.759</b>	<b>100%</b>
<b>IDE (Valor de referencia = 86%)</b>		<b>0,76</b>		<b>0,75</b>	

**Fuente:** Elaboración propia con base a seguimiento.

\*Costos incurridos durante un ciclo de cultivo de la papa (aproximadamente 6 meses).

\*\*Costos incurridos en un ciclo de vida del cultivo de la papaya (aproximadamente 72 meses).

En el STAE, como ya se ha manifestado, el costo de base local incluye la fuerza de trabajo (48%), además de la tracción animal y el uso local de abonos orgánicos, también de base local (Tabla 29). Los costos externos tienen que ver con un todavía importante uso de agroquímicos.

Finalmente, se presenta un análisis de la superficie de suelo cultivado respecto del destino de su producto. Nótese que las familias del SCP, pese a tener acceso a suelos aptos para la agricultura, tienen sus cultivos en únicamente el 57% respecto de la superficie cultivada en el sistema de transición agroecológica. Las inversiones elevadas y el alto requerimiento de fuerza de trabajo, serían las principales causas para que no se haga el cultivo de mayores superficies.

Con todo, las familias de este sistema tienen cultivos destinados al consumo familiar en un promedio de 4.600 m<sup>2</sup>, que incluye fundamentalmente el cultivo de la papa, algo de maíz y solo superficies reducidas de algunas hortalizas y frutales.

Si se analiza la diversidad relativa de los cultivos presentes en la zona, entre las familias de seguimiento se ha identificado 16 especies; de ellas los tres primeros (frutilla, papa, arveja) ocupan el 88% de la superficie cultivada. Cabe aclarar que eso ocurre en términos de promedio, y entre las familias de seguimiento existe una que desarrolla la diversificación de su producción. En el resto de las familias, con mayor vocación a la especialización, el 94% de la superficie es ocupada por los dos cultivos mencionados, lo cual es un reflejo de la tendencia a la especialización de la producción. Con todo, la producción total respecto de la diversidad relativa, deriva en un índice de Shannon de 1,56, que es relativamente bajo en relación a sistemas de diversificación.

*Puro frutilla estamos produciendo y ahora está produciendo bien, pero está siendo atacada fuertemente por las enfermedades. Cada semana se fumiga dos veces, pero con eso también se hacen dos cosechas por semana. Se realiza mucha inversión y no es producción natural (productor en la comunidad de Palca, Octubre 2017).*

El hecho de que los productores opten por la especialización agrícola o la agricultura de monocultivo, trae consigo un mayor riesgo de ataque de plagas y enfermedades. Si alguna enfermedad o peste en el cultivo no sería controlada, pondría en riesgo a gran parte de la producción y con ello a los ingresos generados. De ahí la importancia de la diversificación de la producción, si de sustentabilidad productiva se trata.

**Tabla 30:  
San Francisco y Palca, superficie y diversidad en la producción agrícola, expresada en porcentajes e índices**

Sistema productivo		San Francisco	Palca
Superficie Destinada al Consumo	Superficie cultivada promedio, ha	2,74	1,57
	Superficie destinada al consumo, ha	0,71	0,46
	Porcentaje	26%	30%
<b>SPAC (Valor de referencia = 0,91)</b>		<b>0,78</b>	<b>0,51</b>
Índice de Shannon		1,91	1,56
<b>(Valor de referencia = 3)</b>		<b>0,64</b>	<b>0,52</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base a boletas de seguimiento.

La superficie cultivada en el STAE es mayor (2,74 ha por familia), y la especie de mayor incidencia en la ocupación de la tierra cultivada es el trigo, producido normalmente en sistemas a secano. También tiene importancia el cultivo de la papa, arveja y maíz; los tres principales cultivos ocupan el 85% de la superficie, el resto de la superficie ocupada es diversificada, pero aún es marginal y está orientada al consumo familiar.

Con una diversidad relativa de 1,91 como Índice de Shannon, las familias producen un promedio de 7.100 m<sup>2</sup> para su consumo que representa el 26% de la superficie cultivada. Como se verá buena superficie de cultivo está destinada al mercado, además de producirse para cubrir las necesidades alimenticias básicas.

## **5.5 Índice global de sustentabilidad en dos sistemas de Pojo**

El índice de sustentabilidad global es el reflejo de la evaluación conjunta de los indicadores del ámbito social, ambiental y económico productivo. Un análisis generalizado permite determinar los factores que más contribuyen a la sustentabilidad en ambos sistemas, pero fundamentalmente aquellos en los que se tienen limitaciones y por lo tanto desafíos de trabajo para los actores.

En términos generales –en una escala entre 0 y 1, siendo 0 el nivel de insustentabilidad y 1 el valor deseado para la sustentabilidad del sistema – se tiene que el sistema de transición agroecológica implementado en la comunidad de San Francisco es relativamente más sustentable que el SCP implementado en la zona de Palca (Tabla 31). Véase que la sustentabilidad del ámbito social STAE supera ampliamente a la del SCP, pues la cohesión comunitaria y aspectos culturales sobre el control de semillas estarían mejor posicionados en este sistema. De los indicadores vinculados a la sustentabilidad económica analizados, se tiene que el SCP tiene una diferencia considerable respecto de su par; pues los beneficios económicos generados en el cultivo de la frutilla, marcan la diferencia.

**Tabla 31:**  
**San Francisco y Palca, índice de sustentabilidad en sus sistemas**

Sistema productivo	San Francisco	Palca
Sustentabilidad social	0,65	0,46
Sustentabilidad ambiental	0,70	0,63
Sustentabilidad económica	0,54	0,68
<b>Índice de sustentabilidad del sistema</b>	<b>0,630</b>	<b>0,592</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base en análisis de indicadores.

En el ámbito social de la sustentabilidad dos son los factores que han presionado para que el del STAE tenga ventajas relativas. Buena parte de la superficie cultivada se la realiza con semillas reproducidas localmente; lo cual, desde el análisis colectivo realizado con los productores, es más sostenible, pues estaría derivando para que la alimentación familiar sea más sana, vinculado también a aspectos culturales culinarios. Las acciones de reproducción social y comunitaria, aunque con algunas tendencias de debilitamiento, todavía están cohesionadas; la dinámica organizativa, el apoyo interfamiliar para acciones de producción y comercialización, el análisis y resolución de conflictos en el nivel comunitario serían sus principales fortalezas.

Las relaciones organizativas y comunitarias en el SCP están siendo debilitadas.

El intensivo requerimiento de mano de obra para las cosechas constantes de la frutilla, el mercado interno de la fuerza de trabajo en crecimiento y los cambios culturales vinculados a la generación de ingresos y al relacionamiento con el mercado, serían los factores más influyentes. Sin embargo, también derivado de la necesidad de acceder en mejores condiciones al mercado, entre grupos de productores de frutilla se identificaron interesantes mecanismos de organización grupal para el acceso al mercado, donde el alquiler de espacios en zonas de comercialización juega un rol importante.

En el ámbito ambiental en el que también el STAE tiene ventajas comparativas respecto de su par, la diversificación agrícola y pecuaria realizada en la zona estaría marcando la diferencia. La dinámica pecuaria de la zona, vinculada a la crianza de vacuno, caprino y ovinos, posibilita la disponibilidad y acceso a estiércoles que, utilizados de buena forma, mejorarían la disponibilidad de MO en los suelos productivos. En la zona del SCP caracterizada por la especialización agrícola orientada al mercado de la frutilla, no se cuenta con actividad pecuaria que genere abonos orgánicos. Sin embargo, el uso de estiércoles es frecuente, pues la incorporación de gallinazo en el suelo es una práctica recurrente.

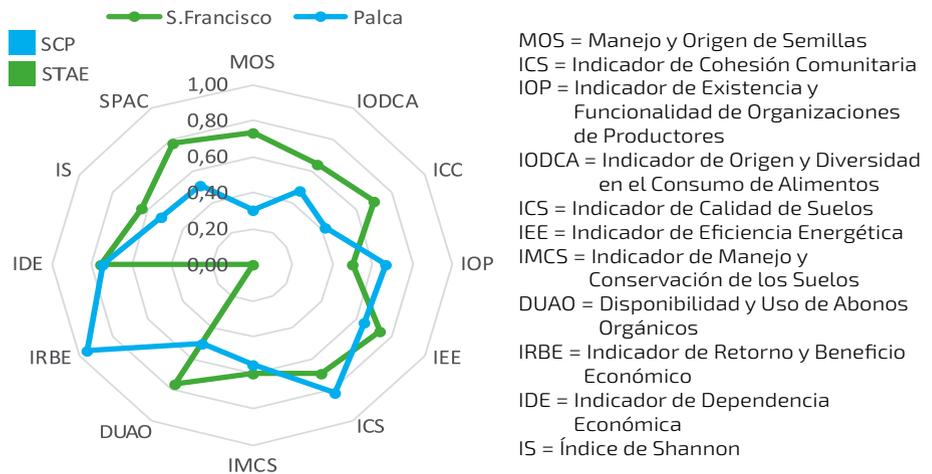
En términos de eficiencia energética, el STAE arroja resultados relativamente mejores. Sin embargo, con la metodología utilizada, ambos son energéticamente eficientes y estaría explicado porque son intensos en uso de energías biológicas, particularmente la humana. La leve diferencia de uno a otro sistema, se explica por el intenso uso de fertilizantes sintéticos en el SCP.

Analizados sus parámetros biológicos y químicos en ambos sistemas, se concluye que la calidad de suelos del SCP sería mejor respecto del STAE; ello estaría influenciado por una mejor estructura y presencia de materia orgánica en los primeros; además de considerar que los suelos del STAE están en tránsito reciente hacia modelos agroecológicos.

En lo que se refiere al ámbito económico, el factor que marca la diferencia para que el SCP goce de mejor sustentabilidad, es sin duda su capacidad productiva y de oportunidades de mercado para la generación de retornos económicos. El acceso a insumos productivos reproducidos localmente en ambos sistemas es importante, pues el SCP es intensivo en uso de fuerza de trabajo, reproducido

localmente y el STAE además de la fuerza de trabajo local, se basa en el uso de abonos orgánicos locales, que contribuyen al uso de energías biológicas.

Una relativa diferencia del STAE respecto de su par se tiene en el índice de diversidad relativa, lo que estaría marcado por las tendencias fuertes de monocultivo en el sistema convencional de producción.



**Figura 16: San Francisco y Palca, Diagrama AMIBA de sustentabilidad de sistemas productivos**

**Fuente:** Elaboración propia con base en indicadores del estudio.

SCP: Sistemas convencional de producción    STAE: Sistema de transición agroecológica

Luego de haberse realizado el análisis de cada uno de los indicadores, para tener una visión integral de los sistemas de manejo, la representación gráfica (Figura 16) permite visualizar las debilidades y fortalezas de cada sistema. Mediante el diagrama AMIBA (Masera et al., 1999), se asignó a cada indicador un valor en una escala de cero hasta 1,00; donde el cero corresponde al valor menos deseado, desde el punto de vista de cada indicador de sustentabilidad y el 1,00 representa el mejor escenario.



# 6 DISCUSIÓN



De los dos estudios de caso respecto a la sustentabilidad, diferencias claras se verifican entre los sistemas agroecológicos y convencionales, que son el reflejo integral de sus formas manejo y su contexto socioterritorial. Así, según los índices de sustentabilidad de sistemas, los sistemas de enfoque agroecológico (Torotoro: 0,73 y Pojo: 0,63) serían más sustentables que los convencionales (Torotoro: 0,49 y Pojo: 0,59).

En ambos casos, las prácticas de mayor incidencia están relacionadas con las capacidades locales de producción y reproducción del sistema. El manejo y origen de las semillas, como garantía de reproducción y control de la agrobiodiversidad al interior del territorio posibilita que las familias accedan a alimentos de origen local suficientes en términos de requerimientos energéticos. Aportes importantes para la sustentabilidad también están dados por la disponibilidad y uso de abonos orgánicos y por el grado de cohesión de la comunidad para la regulación social y productiva.

Resultados similares fueron encontrados por varios autores (Giraldo Díaz & Valencia, 2010) en el corregimiento Bolo San Isidro, Palmira (Valle del Cauca); por Priego-Castillo, Galmiche-Tejeda, Castelán-Estrada, Ruiz-Rosado, & Ortiz-Ceballos, (2009) en el municipio de Comalcalco, Tabasco, y por Fallas, Chacon, & Castro, (2010) en Costa Rica, donde los sistemas de producción agroecológicos y orgánicos son más sustentables que los sistemas de producción convencional.

Existen pequeñas variaciones en la metodología de medición de algunos indicadores entre ambos municipios; con esa aclaración, se identifica que el sistema de mayor orientación agroecológica en sus prácticas (Añahuani en Torotoro) es más sustentable que el sistema en transición agroecológica (San Francisco en Pojo) y más aún que los convencionales (Sukusuma en Torotoro y Palca en Pojo). Resultados similares fueron obtenidos por Giraldo Díaz & Valencia (2010), en Palmira Valle del Cauca, quienes plantean que las prácticas de conservación de suelos, preservación de la biodiversidad y el uso y origen de los abonos orgánicos serían las que más inciden.

Respecto a la seguridad alimentaria y consumo de alimentos, los sistemas de orientación agroecológica son más sustentables que los convencionales, debido a que gran parte de los alimentos son producidos localmente. Resultados

Similares respecto a la autosuficiencia alimentaria fueron encontrados por (Priego-Castillo et al., 2009; Sarandón et al., 2008), quienes identifican la importancia de la producción local para la seguridad alimentaria.

En el municipio de Torotoro a partir de recordatorios de 24 horas se estimó el consumo diario de energía por individuo. En ambos sistemas evaluados el consumo de kilocalorías diarias está cercano a los niveles recomendados por sexo y edad. Estudios que analizan el nivel nutricional de los niños entre dos sistemas de producción diferentes muestran, contrariamente a lo pensado, que los sistemas tradicionales tendrían un mayor nivel de nutrición que los convencionales (CENDA, 2011; Calvo, et al., 1994), lo que estaría influenciado por la diversidad de alimentos consumidos.

El estudio verifica que las familias de los SPAE y STAE consumen un mayor número de grupos de alimentos, en relación a los productores del SCP. Los sistemas de orientación agroecológica, como se lo ha demostrado con el Índice de *Shannon* en el presente estudio, tienen mayor diversidad relativa en su producción agrícola, y existe una relación directa con la disponibilidad y consumo de alimentos. Al igual que en este estudio Cárdenas Grajales & Acevedo Osorio (2016) identificaron que uno de los factores que aumentan la sustentabilidad de sistemas con orientación no convencional es el de la diversidad en el consumo de alimentos. Priego-Castillo et al., (2009) plantean que los sistemas agroecológicos ofertan más alimentos de su sistema que los de transición agroecológica y más aún que los convencionales. Para el caso de Bolivia también se ha planteado que los sistemas tradicionales con base agroecológica, por sus prácticas de diversificación, tienen buenos niveles de seguridad alimentaria (Araujo & Gutierrez, 2016; Jaldín, 2014; Calvo et al., 1994).

Productores de los sistemas convencionales en ambas zonas de estudio producen menor diversidad de alimentos. Las ventajas comparativas y comerciales de los cultivos convencionales presionan para se destinen los factores de producción al cultivo convencional en desmedro del resto de cultivos. Los recursos obtenidos por su comercialización posibilitan que buena parte de los alimentos (86% en Torotoro y 61% en Pojo) sean adquiridos del mercado, generándose así cierta dependencia de alimentos. Por las

condiciones de almacenamiento existe la preferencia para la adquisición de alimentos procesados y almacenables, porque no existen mercados cercanos para productos frescos. Finalmente, pese al consumo similar de grupos de alimentos, existe una tendencia hacia el consumo de más carbohidratos (75% del peso consumido) y no así de verduras y alimentos de origen animal.

Autores vinculados al desarrollo rural y la seguridad alimentaria advierten que la especialización en la producción de cultivos enfáticos en lo comercial trae consigo riesgos para la seguridad alimentaria, pues los alimentos comprados no siempre serían mejores en calidad y diversidad (CENDA, 2011; Medrano Echalar & Torrico Albino, 2015). Aunque también existen evidencias en los Yungas de La Paz que la especialización productiva en el rubro de la coca y producción de oro ha mejorado la seguridad alimentaria de sus pobladores (Urioste, 2014), pues los ingresos monetarios derivados de las actividades comerciales son destinados a la diversificación de la alimentación.

Autores del campo de la nutrición plantean que la mayor diversidad de los alimentos repercute directamente sobre la nutrición de los niños; pero esa diversidad debe incluir a los diferentes grupos de alimentos, principalmente los de origen animal (Berti & Araujo Cossio, 2017). El hecho de que se tenga buena diversidad producida, no siempre está asociado a una buena nutrición. Si la diversidad es solo en carbohidratos ricos en energía no necesariamente representa una mejor dieta de los niños. Si la dieta carece de AOA, frutas y verduras el desarrollo integral de los niños se verá afectado (Scurrah et al., 2012). Del análisis de la dieta familiar en el SPAE en Torotoro, se identifica que, si bien la concentración de carbohidratos es menor respecto del SPC, todavía requiere mayor consumo de AOA, frutas y verduras por su aporte de nutrientes y micronutrientes requeridos para una buena alimentación. Es así que se deberá seguir apostando a fortalecer la diversificación productiva.

En el ámbito social se ha evaluado el grado de cohesión de la comunidad y la existencia de organizaciones para procesos de producción y comercialización. En ambas zonas de estudio destaca que los SPAE – STAE, tienen sistemas organizacionales más cohesionados. La dinámica de las organizaciones y la participación de sus miembros en las mismas hacen la diferencia. Los productores de ambos SPC sostienen que debido a las actividades intensas en

fuerza de trabajo y también a una cierta necesidad de ingresos, los espacios de socialización organizativa tienden a reducir en el tiempo, lo cual es una amenaza para la sustentabilidad del sistema. La debilidad de la organización y su gestión en procesos productivos limita a la sustentabilidad de los sistemas (Priego-Castillo, et al., 2009).

En ambos casos de estudio las mayores ventajas para los sistemas convencionales están relacionados con el beneficio y retorno económico de los cultivos estratégicos. Pues dadas las condiciones territoriales de producción y de mercados, los productores de orientación convencional lograron retornos económicos considerables. El cultivo de la papaya cuyo mercado potencial es el de Cochabamba registra un VAN de 770.762 Bs/ha para un periodo de 72 meses. Por su parte el VAN para la producción de frutilla en el municipio de Pojo es de 638.714 Bs/ha para un periodo de 36 meses. Estudios como los de (Mora-Delgado et al., 2006a) identifican que los sistemas convencionales obtuvieron beneficios financieros más altos, en el corto plazo para el cultivo de café en Costa Rica, respecto que los de transición y agroecológico.

En el estudio de Priego-Castillo et al. (2009) también se encontró que los beneficios económicos en el caso convencional fueron mayores, pero el sistema no convencional tenía muchos beneficios no monetarios, que incidieron en un mayor índice de sustentabilidad para el caso del sistema orgánico.

Las ganancias interesantes derivan de la no inclusión de los costos sociales y ambientales generados en su proceso de producción. Los sistemas convencionales sobreestiman el retorno económico porque no incluyen los costos ambientales, vinculados al uso del suelo y los nutrientes (Flores & Sarandón, 2002). De hecho, entre los productores de ambas zonas de producción convencional surge la preocupación por el deterioro de los recursos naturales y porque las relaciones sociales en la comunidad tienden a debilitarse.

Del otro lado de la moneda, en los sistemas agroecológicos, pese a sus rendimientos mayores al promedio de la región, gozan de una relación costo beneficio negativa. El fenómeno está asociado fundamentalmente al precio de mercado, pues el rubro priorizado (papa), tiende a ser bajo porque existe gran cantidad de productores a nivel regional y nacional, además de la creciente

importación y contrabando del producto. Sin embargo, en los dos casos evaluados existen aparentes ganancias, puesto que los costos de la fuerza de trabajo familiar no son contabilizados.

Son importantes los costos no monetarios en los sistemas de base agroecológica, pues el guano utilizado para la fertilización del suelo proviene de la misma unidad familiar. La suma de los costos no monetarios de los SPAC de Torotoro y STAC de Pojo, representan el 92% y 64% respectivamente, lo que explica en cierta forma que los productores trabajen bajo retornos reales negativos. En los SCP los costos que provienen fuera del sistema son los que tienen mayor incidencia, lo que explica las tendencias de dependencia hacia insumos productivos derivados del modelo convencional. Priego-Castillo et al., (2009) plantea que el sistema convencional normalmente demanda mayor cantidad de capital respecto de los agroecológicos.

Desde el punto de vista ambiental, en ambos casos estudiados, gozan de mayor sustentabilidad los sistemas agroecológicos, lo que está determinado fundamentalmente por las prácticas de conservación y fertilización de los suelos. Un sistema agrícola es sustentable si las prácticas y formas de manejo, mantienen o mejoran la vida en el suelo (Sarandón et al., 2008), minimizan la pérdida de suelo, como consecuencia de la erosión hídrica o eólica y aumentan su fertilidad. Al reducir la erosión y mejorar la estructura del suelo, los rendimientos mayormente mejoran y son estables en el tiempo (Sarandón, 2016).

Los SPAC tienen mejor manejo y conservación de suelos, principalmente porque las familias realizan obras complementarias para la conservación de suelos (barreras vivas, zanjas de infiltración y barreras rompe vientos); conservan la estructura del suelo por el tipo de labranza utilizado (arado manual y con yunta) e incorporan materia orgánica de fuente animal al suelo y por la práctica de corrales itinerantes en las parcelas agrícolas.

El uso de tecnologías alternativas para manejar la fertilidad del suelo, como abonos verdes y acolchados orgánicos, se constituyen en herramientas valiosas a favor de los pequeños productores. Con ellas se puede hacer un uso eficiente de los recursos energéticos; sobre todo, los derivados de la biomasa verde, y, al mismo tiempo, mejoran algunas propiedades del suelo y se lo protege

de la erosión (Sanclemente Reyes, Patiño Torres, & Beltrán Acevedo, 2012), además ayudar a mantener la diversidad biológica del suelo (Altieri, 1999)

Ambas comunidades de estudio en el municipio de Pojo y el SPAE de Torotoro tienen indicadores de manejo y conservación de suelos algo disminuidos, debido a la elevada pendiente de las parcelas agrícolas, que son más propensas a la erosión y pérdida de suelo fértil. Los rendimientos disminuyen en parcelas donde no se realizan prácticas para manejar la pendiente y la vida productiva del sistema reduce drásticamente. En el estudio realizado por Villar-Sánchez et al. (2003) se estimó que, en un horizonte de 100 años, sistemas con pendientes > 15% alcanzan una vida productiva de apenas 22 años (Villar-Sánchez, López-Martínez, Pérez-Nieto, & Camas-Gómez, 2003).

Los dos casos del SCP tienen valores bajos relacionados a la conservación de la estructura de suelo. Esto se debe principalmente al exceso de laboreo que por cuyas características la zona genera pérdidas y compactación de suelo. En general mientras menor sea la perturbación del suelo mayor será la tasa de composición de la MO (Altieri, 1999). De hecho existen experiencias que en parcelas con pendientes de 8% se pierde suelo por encima de los valores factibles cuando se realiza labranza convencional (Astier, Masera, 2008).

La falta de MO hace que las familias adquieran insumos externos (guano y fertilizante sintético), impactando negativamente en la salud de sus suelos. La fertilidad de un suelo, y por ende el rendimiento, está estrictamente ligada a su contenido de materia orgánica. La agricultura (sobre todo convencional) incrementa la extracción de nutrientes del suelo, y para mantener o aumentar los rendimientos requiere una reposición por medio de la fertilización (natural o química) (Casas, 2001).

En ausencia de prácticas de manejo del suelo sostenibles, la degradación de este puede conducir a pérdidas en los cultivos y el ganado, con implicaciones regionales o globales (FAO, 2003). De ahí la importancia de los SPAE que conservan la estructura del suelo, disminuyen su erosión y aumentan la longevidad y rendimiento en el tiempo de los sistemas (Villar-Sánchez et al., 2003).

El potencial productivo, el grado de resistencia a la erosión y degradación

de los suelos agrícolas está ligado al contenido de materia orgánica que exista en los mismos y al manejo de la fertilización orgánica por parte de los agricultores (Giraldo Díaz & Valencia, 2010; Labrador, 2010). Existen diferentes prácticas para incorporar MO en los suelos, y así suministrar nutrientes para el crecimiento de las plantas y mantener la producción estable y de calidad (Labrador, 2008). Entre estas se encuentran: incorporación de estiércol, humus, composta, abonos verdes y restos de cultivos, rotación con leguminosas o en asociación, uso de cultivos de cobertura, incorporación de vegetación herbácea autóctona, etc. (Labrador, 2008; Barreuzeta Unda, 2018).

En este estudio se consideró la disponibilidad y el adecuado uso de abonos orgánicos, como el mecanismo para manejar la fertilización orgánica de los suelos y así contribuir en la conservación de los suelos. Los resultados muestran que las comunidades con SPAE-STAE son las que tienen mejor DUIO respecto de sus pares convencionales. Estas comunidades cuentan con rebaños de caprino, ovino y acceso a zonas de monte, lo cual les permite disponer de guano e incorporarlo en el proceso agrícola.

Las familias de Añahuani (SPAE) además desarrollan la práctica de corrales itinerantes, que favorecen el abonamiento directo con una mínima utilización de mano de obra (Morales, 1993). El estudio de Morales (1993) llevado a cabo en la comunidad de Aramasí (Tapacarí), demostró que, con la práctica de corrales itinerantes, se incrementan en el suelo – después de cinco meses – concentraciones de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O totales y asimilables por las plantas. Esta tecnología resultó además más eficiente que la de corral fijo en el uso del tiempo, requiriendo 42% menos mano de obra por hectárea y tonelada (Morales, 1993).

En las comunidades con SCP debido a la disminución de ganado bovino y ganado menor, la disponibilidad de guano – y por tanto la fertilización orgánica – es menor. Las familias del SCP en Torotoro adquieren guano de otras zonas (38 t/ha) y utilizan fertilizantes sintéticos (5,2 qq/ha), lo cual eleva sus costos de producción y afecta negativamente en la sustentabilidad de su sistema. Las familias del SCP en Pojo realizan el mulch y plastificado del suelo para controlar las malezas y mantener la humedad del suelo, pero no disponen de

guano para fertilizar sus parcelas, por lo que la compra de guano de gallina es común. Pero más preocupante, desde la perspectiva de la sustentabilidad, es la adquisición de abonos sintéticos, cada vez en mayores cantidades.

Al igual que en nuestro estudio, la disponibilidad y uso de abonos orgánicos fue uno de los puntos críticos identificados en sistemas convencionales en las comunidades de montaña de Curarrehue en Araucanía, Chile (Fuentes & Marchant, 2016) y en la subcuenca de Santa Teresa, provincia de La Convención en Cusco, Perú (Meza & Julca, 2015).

Las prácticas de conservación y fertilización de los suelos, entonces, tendrían implicancias en la calidad de los mismos. En este indicador derivado de la evaluación de parámetros químicos y biológicos, sin embargo, es necesario hacer diferenciaciones en ambas zonas de estudio, pues las condiciones de formación de los suelos son diferentes.

Mediante ICS (desde sus atributos de resiliencia, productividad y estabilidad) se identifica que la calidad del suelo en SPAE en el municipio de Torotoro sería mejor respecto que en el SCP, lo cual está determinado fundamentalmente por la actividad biológica del suelo que promueve que la materia orgánica se descomponga hasta llegar al estado asimilable para las plantas. La MO influye en casi todas las propiedades importantes que contribuyen a la calidad del suelo (Altieri, 1999). La disminución de la calidad del suelo en el SCP, además de los procesos de erosión y la absorción de nutrientes en los cultivos convencionales, estaría vinculada a la utilización, en cantidades no adecuadas, de fertilizantes químicos Gasco (2001), citado por (Priego-Castillo et al., 2009). Otros estudios que evalúan la calidad de suelos entre sistemas convencionales y agroecológicos u orgánicos concluyen que los últimos tendrían mejor calidad (Altieri & Nicholls, 2002).

Respeto de la eficiencia energética, en las dos zonas de estudio se determinó que los sistemas con orientación agroecológica relativamente son más eficientes. El fenómeno estaría explicado porque los sistemas convencionales recurren a la utilización de energías industriales que provienen de los fertilizantes sintéticos en su proceso productivo (25% en Torotoro y 26% en Pojo). El nitrógeno es uno de los macronutrientes que más energía demanda en su proceso de fabricación (IFAS, 1991), citado por (Mora-Delgado et al., 2006a).

En ambos casos, sin embargo, se ha identificado el alto requerimiento de guanos para la fertilización del suelo, lo que también contribuye al uso de energías biológicas, además de la fuerza de trabajo. Normalmente los sistemas convencionales pueden ser productivos pero muy poco eficientes en términos de uso de energía (Sarandón & Flores, 2014). Resultados similares fueron hallados por Sanclemente Reyes et al., (2012) en un estudio sobre diferentes sistemas de manejo agroecológico del suelo en el cultivo de maíz en el Valle del Cauca, Colombia o por Ruiz Espinoza et al., (2009) para el cultivo de albahaca. Por su parte Mora-Delgado et al., (2006a) en un estudio sobre la eficiencia energética de café en Costa Rica identifica que los sistemas convencionales son menos eficientes energéticamente. Al igual que estos, varios estudios han demostrado la mayor eficiencia energética de los sistemas tradicionales y orgánicos frente a sistemas convencionales de altos insumos (Uhl et al. 1981, Pimentel et al. 1983), citado por (Mora-Delgado et al., 2006a).

La energía producida por cada unidad energética en los sistemas de orientación agroecológica es de 4,89 y 5,85 en Torotoro y Pojo respectivamente, mientras que en los sistemas convencionales es de 3,65 en Torotoro y 5,13 en Pojo. Según Astier & Masera, (2008) un sistema debería aprovechar de 10 a 15 veces la energía que consume. Por su parte Altieri et al. (2012) plantea que un sistema es soberano energéticamente si la eficiencia energética del cultivo es Mayor a 3.

Del estudio se ha podido apreciar que los sistemas con orientación agroecológica son más sustentables en la dimensión ecológica y la social, por su parte en la dimensión económico productiva se tienen fuertes limitaciones en lo que respecta al retorno económico de los cultivos, lo que pone en riesgo su sustentabilidad.

En las comunidades de estudio, como en todo el mundo rural, cada vez son mayores las necesidades de requerimiento de bienes y servicios no producidos localmente. Al no generar la producción tradicional suficientes excedentes y al no tener mercados desarrollados para la producción agroecológica, se generan procesos migratorios. Las expectativas no agrícolas y migración juvenil para Priego-Castillo, et al., (2009) serían también amenazas para la sustentabilidad desde un punto de vista social y productivo; por lo que se requieren de

acciones familiares, colectivas y de políticas públicas orientadas a generar mejores condiciones de comercialización y mercadeo de la producción de base agroecológica.

A nivel internacional, por los efectos negativos de la agricultura convencional, un número importante de comunidades apuestan por la implementación de sistemas productivos sostenibles que deben ser reforzadas (Cárdenas Grajales & Acevedo Osorio, 2015). A nivel de la región de los Valles Interandinos tendrían las posibilidades de generar sistemas sustentables, bajo las características estudiadas, alrededor de 3.703 comunidades campesinas, cuyas actividades agropecuarias están vinculadas a la producción de tubérculos, hortalizas, granos, lechería, apicultura y floricultura.

En la región de los valles existen 296.729 UPAs con un promedio de 1,6 ha (Colque et al., 2015), ellas podrían transitar hacia sistemas sustentables y producir para el mercado, pues en ellas existen las capacidades instaladas debido a que el conocimiento tradicional con orientación agroecológica, pese a la irrupción del enfoque de la Revolución Verde, está presente en sus prácticas (Catacora Vargas et al., 2015; Torrico Albino et al., 2017).

La metodología aplicada en nuestro estudio permitió identificar las áreas que requieren de mayor atención en los sistemas agroecológicos y en transición, desde el punto de vista del desarrollo sustentable. Es difícil alcanzar la sustentabilidad en todos los frentes de manera simultánea, porque los sistemas son dinámicos y sufren continuamente perturbaciones y transformaciones. Por este motivo, es importante evaluar la sustentabilidad de los sistemas de manera sistemática y continúa para identificar los aspectos que favorecen o impiden que los sistemas productivos alcancen la sustentabilidad en el largo plazo (Marta Astier, 2006), y en función de los resultados, tomar acciones.

# 7

# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES





La evaluación de la sustentabilidad, por sus características multidimensionales, es una tarea ardua, sistemática y requiere de marcos de evaluación complejos. De esa manera en el presente estudio se logró operativizar la amplia concepción de la sustentabilidad agrícola mediante indicadores robustos y sencillos, derivados de los ámbitos económico productivo, social cultural y ambiental de la sustentabilidad. Los resultados de esta investigación, confirman la validez del enfoque sistémico y holístico, pues la óptica multicriterio y la derivación de índices de sustentabilidad, permiten evaluar la multidimensional de la sustentabilidad.

Existen diferencias claras en las prácticas y tecnologías implementadas en los sistemas con orientación agroecológica respecto de las convencionales. Las primeras basan sus prácticas en la conservación de los recursos naturales, diversificación de la producción en el predio familiar, utilización de insumos locales (incluida la fuerza de trabajo) con mayor orientación de la producción para el consumo familiar. Por su parte los sistemas convencionales, en ambas zonas estudiadas, asignan gran parte de los factores de producción a los cultivos comerciales y la diversificación agrícola y pecuaria se va debilitando; tienen mayor dependencia de insumos externos para la producción y el uso de agroquímicos tiende a incrementarse.

Las conclusiones generales de esta investigación revelan que los sistemas de producción con orientación agroecológica tienen mayor sustentabilidad que los sistemas de transición agroecológica y más aún que los sistemas agrícolas convencionales. Según los índices de sustentabilidad, los sistemas con orientación agroecológica o en transición (Torotoro: 0,73 y Pojo: 0,63) serían más sustentables que los convencionales (Torotoro: 0,49 y Pojo: 0,59).

Ambos sistemas convencionales evaluados generan interesantes flujos monetarios para los productores, derivado de las condiciones territoriales y de mercado. El cultivo de la papaya en el municipio de Torotoro registra un VAN de 770.762 Bs/ha para un periodo de 72 meses y el cultivo de frutilla en el Municipio de Pojo tiene un VAN de 638.714 Bs/ha para un periodo de 36 meses. Sin embargo, con la articulación de otros criterios productivos, ambientales y sociales, la sustentabilidad global de estos sistemas de buena eficiencia económica, tienden a disminuir. De esa forma se evidencia que la

producción, enfocada desde la sustentabilidad, debe considerar los límites ambientales y sociales en la producción agrícola.

En el caso de Torotoro las mayores ventajas del sistema con orientación agroecológica respecto del sistema convencional están vinculados a la superficie de la producción destinada al consumo familiar, debido a que las familias estudiadas estarían produciendo más de 12.000 M<sup>2</sup> para el consumo familiar, en comparación con los 1.700 M<sup>2</sup> destinados a cultivos de consumo en el sistema convencional. Otra ventaja que resalta a favor para el sistema agroecológico es el manejo y origen de las semillas, pues el 87% de la semilla utilizada en la producción es local, frente al 19% del sistema convencional. En el plano ambiental de la sustentabilidad las mayores ventajas del sistema agroecológico están relacionados con la disponibilidad y uso de abonos orgánicos, debido a que en la comunidad la actividad pecuaria es complementaria a la agrícola y el uso del guano animal es frecuente.

En el caso del municipio de Pojo las ventajas del sistema de transición agroecológica respecto del convencional también son evidentes, aunque menos pronunciados que el caso de Torotoro. Las mayores diferencias están vinculadas al manejo y origen de semillas, pues la producción de frutilla convencional requiere de material vegetal introducido, mientras que en los cultivos tradicionales los productores cuentan aún con prácticas de conservación de semillas. También resaltan diferencias favorables al sistema de transición agroecológica, en el indicador de cohesión comunitaria, debido a que los productores convencionales, por las prácticas de cosecha del cultivo y los requerimientos de tiempo para su atención, estarían descuidando las prácticas comunitarias de convivencia social.

Como puede apreciarse en el estudio las mayores desventajas para los sistemas con orientación agroecológica, en ambos casos de estudio, están relacionados con el beneficio económico de sus cultivos estratégicos. En ambos casos, luego de monetizar la fuerza de trabajo familiar y los insumos locales, se evidencia que la relación costo beneficio es negativa y estarían influenciadas por bajo precio de la producción campesina en los mercados locales. Las prácticas agroecológicas requieren de más horas de trabajo para la conservación y fertilización de los suelos y para las labores culturales en el cultivo, lo que eleva el costo de la fuerza de trabajo.

En términos productivos los sistemas de producción que incorporan un enfoque agroecológico pueden ser tan productivos como aquellos que emplean insumos sintéticos de respuesta rápida; en ambos estudios de caso se registraron rendimientos mayores al promedio departamental y nacional. Sin embargo, todavía se requieren de acciones para mejorar la productividad de los sistemas agroecológicos; pero fundamentalmente de acciones de control de los precios ante la evidente invasión de alimentos importados y de contrabando de países vecinos, los cuales presionan a la baja de los precios.

La región de los valles interandinos es la mayor productora de algunas hortalizas a nivel nacional (papa 23%, cebolla 64% y zanahoria 73%), además de su importancia en la producción de frutas del valle (manzana, durazno, frutilla con cerca del 25% cada uno). Muchos de estos sistemas productivos implementan prácticas convencionales de producción, deteriorándose la sustentabilidad en términos ambientales y sociales. El reto para los productores, instituciones públicas y privadas vinculadas al desarrollo rural, radica en implementar políticas públicas y acciones locales para la transición hacia sistemas con enfoque agroecológico, por lo tanto sistemas más sustentables.

## Referencias

- Acevedo, A. (2009). ¿Cómo evaluar el nivel de sostenibilidad de un programa agroecológico? Bogotá Colombia. 72 p.
- Aguado, M. (2016). Vivir bien en un planeta finito. Una mirada socio-ecológica al concepto de bienestar humano. Universidad Autónoma de Madrid. 295 p.
- Albarracín, J. (2015). Estrategias y planes de desarrollo agropecuario en Bolivia. La construcción de la ruta del desarrollo sectorial (1942-2013) (CIDES, Ed.). La Paz. 381 p.
- Altieri, M. A. (1996). Agroecology: The science of sustainable agriculture. In *Agroforestry Systems* (Vol. 35). <https://doi.org/10.1007/BF02345332>
- Altieri, M. A. (1994). Bases agroecológicas para una producción sustentable. *Agricultura Técnica (Chile)*, 54(4), 371–386.
- Altieri, M. A. (1999). Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable (Nordan–Com). Montevideo. 338 p.
- Altieri, M. A. (2001). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. In *Ediciones Científicas Americanas* 27–34.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2002). Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, (64), 17–24.
- Altieri, M., Koohafkan, P., & Gimenez, E. (2012). Agricultura Verde : Fundamentos Agroecologicos Para Diseñar Sistemas Agrícolas Biodiversos , Resilientes y Productivos. *Agroecología*, (7) 7–18.
- Andrades, M., & Martinez, E. (2014). Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. In *Universidad de la Rioja-Servicio de Publicaciones*. 34 p.
- Araujo, H. et al., (2012) Manejando el riesgo climático de los Andes: el caso de las comunidades aymara quechuas de Chillavi-Ayopaya. *PIEB*. La Paz. 146 p.

- Araujo, H., & Gutierrez, N. (2016). Transformaciones socioeconómicas y soberanía alimentaria en comunidades campesinas andinas de Cochabamba (CENDA documento interno). Cochabamba. 23 p.
- Arnes, E., Marín, O., Marina, A., & Díaz, C. (2014). Evaluación de la sostenibilidad de la agricultura de subsistencia en San José de Cusmapa, Nicaragua. *Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 236, 171–197.
- Astier M, Masera O, G. Y. (2008). Evaluación de la Sustentabilidad. Un enfoque Dinámico y multidimensional. SEAE/CIGA/ECOSUR/CIEco/UNAM/GIR A/ Mundiprensa/ Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sustentable, España. 200 p.
- Astier, M. (2006). Medición de la sustentabilidad en sistemas agroecológicos, in VII Congreso SEAE, 7 p.
- Astier, M., Maass, M., & Etchevers, J. (2002). Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia*, 36(5), 605–620.
- Astier, M., Masera, O., Galván-Miyosh, Y., & López-Ridaura, S. (2008). Las evaluaciones de sustentabilidad. In M. Astier, O. R. Masera, & Y. Galván-Miyoshi (Eds.), *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional* (Primera, pp. 41–58). Valencia.
- Astier, M., Mass-Moreno, M., & Etchevers, B. (2002). Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia*, (434), 33–60.
- Barrezueta, S. A. (2018). Construcción de indicadores agrarios para medir la sostenibilidad de la producción de cacao en El Oro, (Tesis Doctoral). Universidad de Coruña. Ecuador. 200 p.
- Barrezueta, S. A., & Paz González, A. C. (2017). Caracterización de la sostenibilidad en función de aspectos socioeconómicos del sistema agrario cacao en la provincia de El oro, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 5, 6–16.

- Bautista, A., Etchevers, J., del Castillo, R. F., & Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13(2), 90–97.
- Berti, P.R., Leonard, W.R. & Berti, W.J. (1997). Malnutrition in rural highland Ecuador: The importance of intrahousehold food distribution, diet composition, and nutrient requirements. *Food and Nutrition Bulletin*. 18 (4), 352-362.
- Berti, P.R., Jones, A. D., Cruz, Y., Larrea, S., Borja R. & Sherwood, S. (2010). Assessment and characterization of the diet of an isolated population in the Bolivian Andes. *American Journal of Human Biology*, 22 (6), 741-749.
- Berti, P. R., & Araujo Cossio, H. (2017). Raising chickens for increased egg consumption in a rural highland Bolivian population. *Food Security*, 9(6)
- Calvo, L. M., Espinoza, C., Hosse, T., & Regalsky, P. (1994). Raqaypampa, los complejos caminos de una comunidad andina (CENDA, Ed.). Cochabamba.
- Cantú, M., Becker, A., Bedano, J., & Schiavo, H. (2007). Evaluación De La Calidad De Suelos Mediante El Uso De Indicadores E Índices. *Ci. Suelo (Argentina)*, 25(2), 173–178.
- Cárdenas, G. I., & Acevedo, Á. (2015). Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas productivos campesinos de la Asociación de Caficultores Orgánicos de Colombia - ACOC- Valle del Cauca. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, 4(September), 109. <https://doi.org/10.5377/payds.v4i0.3967>
- Cárdenas, G. I., & Acevedo Osorio, Á. (2016). Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas productivos campesinos de la Asociación de Caficultores Orgánicos de Colombia, Valle del Cauca. *Producción*, (4), 109–134. <https://doi.org/10.5377/payds.v4i0.3967>

- Cartagena Ticona, P., & Terceros, F. (2014). La Agricultura Familiar en seis regiones de acción del CIPCA en Bolivia. *Mundos Rurales*, 10, 33–44.
- Casas, R. R. (2001). La conservación de los suelos y la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. 199–246.
- Catacora Vargas, G., Piepenstock, A., Sotomayor, C., Cuentas, D., Cruz, A., & Delgado, F. (2015). Del conocimiento campesino e indígena a la regulación nacional : Breve reseña de la agroecología en Bolivia. *Agroecología* 10 (2), 85–92.
- CENDA (2011). Etnodesarrollo , Tierra y Vida . Una alternativa a la crisis alimentaria y energética (CENDA). Cochabamba. 111 p.
- Charvet Maldonado, E. (2012). Análisis comparativo de agricultura orgánica con agricultura convencional - Estudio de caso del cultivo de Brócoli. Tesis de grado. Pontífica Universidad Católica del Ecuador. 106 p.
- CIPCA. (2015). Plan estratégico 2016-2021. Por una Bolivia democrática, equitativa e intercultural. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado. La Paz.
- CIPCA (2016). Propuesta Económica Productiva en Valles Interandinos. Nuevos elementos. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado. Documento interno.
- CIPCA. (2019). Caracterización de la región de los Valles Interandinos. Documento interno. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado. Cochabamba 17 p.
- Coates, J., Swindale, A., & Bilinsky, P. (2007). Escala del Componente de Acceso de la Inseguridad Alimentaria en el Hogar (HFIAS) para la Medición del Acceso a los Alimentos en el Hogar: Guía de Indicadores. 1–39.
- Colque, G., Urioste, M., & Eyzaguirre, J. L. (2015). Marginalización de la agricultura campesina e indígena: Dinámicas locales, seguridad y soberanía alimentaria. La Paz. 145 p.

- Conway, G. R. (1985). Agroecosystem analysis. Agricultural Administration, 20(1), 31–55. [https://doi.org/10.1016/0309-586X\(85\)90064-0](https://doi.org/10.1016/0309-586X(85)90064-0)
- De Camino, R., & Muller, S. (1993). Sustainability of agriculture and natural resources. Bases for establishing indicators (In Spanish). Program Documents /IICA, No 38, p. 91. Retrieved from <http://www.sidalc.net/repdoc/A9192E/A9192E.PDF>
- De Muner, L. (2011). Sostenibilidad de la cafcultura arábica en el ámbito de la agricultura familiar en el Estado de Espiritu Santo - Brasil. Universidad de Córdoba.
- De Schutter, O. (2010). Report submitted by the Special Rapporteur on the right to food. UN General Assembly. Human Rights Council Sixteenth Session, Agenda item 3 A/HRC/16/49.
- Denoia, J., & Montico, S. (2010). Balance de enegía en cultivos hortícolas a campo en Rosario (Santa Fe, Argentina). Ciencia, Docencia Y Tecnología, 21, 145–157.
- Evia, G., & Saradon, S. (2002). Aplicación del método multicriterio para valorar la sustentabilidad de diferentes alternativas productivas en los humedales de la Laguna Merín, Uruguay. En El camino hacia una agricultura sustentable (Ediciones). La Plata.
- Fallas, G., Chacon, M., & Castro, J. (2010). Sostenibilidad de sistemas agrícolas de fincas ecológicas y tradicionales en Costa Rica. Cuadernos de Investigación UNED, 1(2), 151–161.
- FAO. (2003). Los aspectos económicos de la agricultura de conservación. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 73 p.
- Ferreras, L. A., Toresani, S. M. I., Faggioli, V. S., & Galarza, C. M. (2015). Sensibilidad de indicadores biológicos edáficos en un argiudol de la Región Pampeana Argentina. Spanish Journal of Soil Science, 5(3), 227–242.

- Flores, C., & Sarandón, S. (2002). ¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? El ejemplo del costo oculto de la pérdida de fertilidad del suelo durante el proceso de Agriculturización en la Región Pampeana Argentina. *Revista de La Facultad de Agronomía, La Plata*, 105(1), 52–67.
- Fontaine, E. (2008). *Evaluación Social de Proyectos* (6ta ed.; P. E. de M. S.A., Ed.). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Fuentes, N., & Marchant, C. (2016). ¿Contribuyen las prácticas agroecológicas a la sustentabilidad de la agricultura familiar de montaña? El caso de Curarrehue, región Araucanía, Chile. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 13, 35–66. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr13-78.cpas>
- Funes-Monzote, F. R. (2009). *Agricultura con futuro. La alternativa agroecológica para Cuba* (Estación e). Matanzas.
- García, Y., Ramírez, W., & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos : una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos Y Forrajes*, 35(2), 125–137. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2008.12.004>
- Garrido Valero, M. S. (1994). Interpretación de análisis de suelo. Hojas Divulgadoras Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Vol. 5, pp. 1–40. <https://doi.org/84-341-0810-0>
- Geilfus, F. (2014). 123 herramientas para la inclusión y el desarrollo participativo. Kipus. Cochabamba Bolivia. 497 p.
- Gianotten, V. (2006). CIPCA y poder campesino indígena. 35 años de historia. CIPCA. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado. Cuaderno de Investigación No. 66. La Paz. 497 p.
- Gipson, R. S. (2005). *Principles of Nutritional Assessment*. New York: Oxford University Press.
- Giraldo Díaz, R., & Valencia, F. L. (2010). Evaluación de la sustentabilidad ambiental de tres sistemas de producción agropecuarios , en el corregimiento Bolo San Isidro, Palmira (Valle del Cauca). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 1(2), 7–17. <https://doi.org/http://>

- Gliessman, S. (2002). Agroecología: Procesos ecológicos en la agricultura sostenible (AGRUCO-C). Costa Rica. 497 p.
- Gobierno Autónomo Municipal de Torotoro. (2014). Plan de Desarrollo Municipal. Torotoro 56 p.
- González de Migue, C., Hernández Días-Ambroma, C., & Postigo Sierra, J. L. (2009). Evaluación de la sostenibilidad agraria. el caso de La Concordia (Nicaragua) (I. S. F. A. para el D. y AgSystems, Ed.). Retrieved from <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/es/legalcode.es>
- Gudynas, E. (2000). Los límites de la sustentabilidad débil y el tránsito desde el capital natural al patrimonio ecológico. Educación, Participación y Ambiente, MARN, Caracas, 4(11): 7 - 11.
- Guimarães, R. P. (2002). La ética de la sustentabilidad y la formulación de políticas de desarrollo. Ecología Política. Naturaleza, Sociedad y Utopía, 53–82. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Gutierrez, J. M. (2005). Guía Metodológica General para la Formulación y Evaluación de Programas y Proyectos de Inversión Pública. 92 p.
- Hendel, V. (2011). Las políticas de desarrollo rural en América Latina . Un análisis a la luz de la experiencia boliviana reciente. Revista Ideas, 5(1), 10–29.
- Hergoz de Muner, L. (2011). Sostenibilidad de la cafcultura arábica en el ámbito de la agricultura familiar en el estado de Espírito Santo-Brasil. Universidad de Córdoba. Instituto de sociología y estudios campesinos. Departamento de Ciencias Sociales y Humanidades.
- Jaldín, R. (2014). La persistencia de la agricultura campesina y sus implicaciones alimentarias en Villa Serrano. Revista Cuestión Agraria, 1b, 105–136.
- Kennedy, G., Ballard, T., & Dop, M. (2013). Guía para medir la diversidad

- alimentaria a nivel individual y del hogar (FAO, Ed.). Roma.
- Labrador, J. (2008). Manejo del suelo en los sistemas agrícolas de producción ecológica. Manual Técnico Manejo Del Suelo En Los Sistemas de Producción Ecológica, 1–47.
- Labrador, J. (2010). Recuperando la fertilidad del suelo de cultivo mediante la práctica agroecológica. II Seminario de Agroecología. Fertilización En Agricultura Ecológica: Nexo de Unión Entre Fertilidad Del Suelo, Productividad y Sostenibilidad, 1–8. Badajoz.
- Lares Molina, O., & López Flores, M. Á. (2004). Metodología de diagnóstico para el Desarrollo Sustentable. Revista Del Centro de Investigación. Universidad La Salle, 6, 27–38.
- Larraín, S. (2001). El desafío de la sustentabilidad socioambiental: su potencial ético y político en el Norte y en el Sur. Seminario: North South Dialogue on Sustainability and Justice. 23-25 October. Berlin: Documentos Cono Sur Sustentable.
- Latruffe, L., Diazabakana, A., Bockstaller, C., Desjeux, Y., Finn, J., Kelly, E., ... Uthes, S. (2016). Measurement of sustainability in agriculture : a review of indicators. Studies in Agricultural Economics, 118(3), 123–130.
- Leff, E. (2009). De la racionalidad económica a la crisis y de allí a las alternativas. OSAL (Buenos Aires: CLACSO), X(25), 9.
- Loaiza Cerón, W., Carbajal Escobar, Y., & Ávila Díaz, Á. J. (2014). EVALUACIÓN AGROECOLÓGICA DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS AGRÍCOLAS. Colombia Forestal, 17, 161–179.
- Loewy, T. (2008). Indicadores sociales de las unidades productivas para el desarrollo rural en Argentina. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, 9(9), 75–85.
- Loiza Cerón, W., Carvajal Escobar, Y., & Ávila Díaz, Á. J. (2014). Agroecological evaluation of agricultural production systems in the Centella watershed

(Dagua, Colombia). *Colombia Forestal*, 17(2), 161–179. <https://doi.org/dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a03>

- López-Ridaura, S., Masera, O., & Astier, M. (2000). Evaluating the sustainability of integrated peasantry systems. The MESMIS Framework. *Ileia Newsletter*, 28–30.
- López-Ridaura, S., Van Keulen, H., Van Ittersum, M. K., & Leffelaar, P. A. (2005). Multiscale Methodological Framework to Derive Criteria and Indicators for Sustainability Evaluation of Peasant Natural Resource Management Systems. *Environment, Development and Sustainability*, 7(1), 51–69. <https://doi.org/10.1007/s10668-003-6976-x>
- Manzanares, P. (1997). *Introducción al Cálculo del Balance energético de la Producción de Biomasa*. Madrid, 26 p.
- Martinez Alier, J. (1995). *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Editorial Nordan – Comunidad. Sevilla.
- Martínez, E., Fuentes, J. P., & Acevedo, E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Revista de La Ciencia Del Suelo y Nutrición Vegetal*, 8(1), 68–96. <https://doi.org/10.4067/S0718-27912008000100006>
- Masera, O., Astier, M., & Lopez R, S. (2000). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales*. MULTIPRENS. Michoacán. 101 p.
- MDRyT. (2012). *Mapa de Vulnerabilidad a la Inseguridad Alimentaria (M. de D. R. y Tierras, Ed.)*. La Paz.
- Medrano Echalar, A. M., & Torrico Albino, J. C. (2015). Consecuencias del incremento de la producción de quinua ( *Chenopodium quinoa* Willd.) en el Altiplano Sur de Bolivia. *CienciAgro*, 1, 29–34.
- Meza, Y., & Julca, A. (2015). *Sustentabilidad de los sistemas de cultivo con yuca (Manihot esculenta Crantz) en la subcuenca de Santa Teresa, Cusco*. *Ecología Aplicada*, 14(1), 55–63.
- Meza, Y., & Otiniano, J. (2015). *Sustentabilidad de los sistemas de cultivo con yuca (Manihot esculenta Crantz) en la subcuenca de Santa Teresa,*

CUSCO. *Ecología Aplicada*, 14(1).

- Mora-Delgado, J., Ramírez, C., & Quirós, O. (2006a). Análisis beneficio-costo y cuantificación de la energía invertida en sistemas de caficultura campesina en Puriscal, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 30(2), 71–82. Retrieved from <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/6811>
- Mora-Delgado, J., Ramírez, C., & Quirós, O. (2006b). Análisis beneficio-costo y cuantificación de la energía invertida en sistemas de caficultura campesina en Puriscal, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 30(2), 71–82.
- Morales, V. (1993). El Corral Itinerante. Serie Técnica 30. AGRUCO, 36 p.
- Moreno Sánchez, R. del P., Martínez, V., Maldonado, J. H., & Rodríguez, A. (2017). Cambios En Bienestar Subjetivo, Aspiraciones Y Expectativas En Participantes De Programas De Alivio a La Pobreza: Un Análisis Cualitativo De Produciendo Por Mi Futuro En Colombia (Changes in Subjective Wellbeing, Aspirations and Expectations in Participan. Ssrn, (November). <https://doi.org/10.2139/ssrn.3069040>
- Nichols, C. I., & Altieri, M. A. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático. Principios y consideraciones metodológicas. In M. Altieri & C. Nicholls (Eds.), *Agroecología y cambio climático. Metodologías para evaluar la resiliencia socio-ecológica en comunidades rurales*. (Redagres-, p. 91). Lima - Perú.
- Olmos, M. A., & González, W. (2013). El valor de la sustentabilidad. Artículo de Revisión *Ciencia y Agricultura*, 10(1), 91–100.
- Ovalle, O., & Martínez, J. (2006). La calidad de vida y la felicidad. Escuela de Economía Internacional, UACH. <http://www.eumed.net/ce/2006/oajm.htm>. Contribuciones a La Economía.
- Peredo, S. F., & Barrera, C. P. (2005). La monoculturización del espacio natural y sus consecuencias socioculturales en una comunidad rural indígena del sur de Chile. *Revista de Antropología Experimental*, 5(15), 10.

- Pereira Maldonado, R. (2014). Indicadores de línea de base: Pautas para su elaboración (U-PIEB). La Paz.
- Pérez, J. J. (2005). Dimensión ética del desarrollo sostenible de la agricultura. *Revista de Ciencias Sociales*, 11(2).
- Pojo, G. A. M. de. (2016). Plan Territorial de Desarrollo Integral del Gobierno Autónomo Municipal de Pojo 2016-2020. 222 p.
- Pretty, J. (2009). The pesticide detox: towards a more sustainable agriculture. In J. Pretty (Ed.), *Suxing Gongcheng Xuebao/Journal of Plasticity Engineering* (Vol. 16). <https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-2012.2009.06.016>
- Priego-Castillo, GA, Galmiche-Tejeda, A, Castelán-Estrada, Ruiz-Rosado, O, Ortiz-Ceballos, A. (2009). EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CACAO : ESTUDIOS DE CASO EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN RURAL EN COMALCALCO , TABASCO Sustainability assessment of two cocoa production systems : Case studies in rural production units in Comalc. *Universidad y Ciencia Tropico Humedo*, 25(1), 39–57.
- Priego-Castillo, G., Galmiche-Tejeda, A., Castelán-Estrada, M., Ruiz-Rosado, O., & Ortiz-Ceballos, A. (2009). Evaluación de la sustentabilidad de dos sistemas de producción de cacao: estudios de caso en unidades de producción rural en Comalcalco, Tabasco. *Universidad y Ciencia. Trópico Húmedo*, 25(1), 39–57.
- Quiroga, A., & Funaro, D. (2004). Materia orgánica. Factores que condicionan su utilización como indicador de calidad en Molisoles, de las Regiones Semiárida y Subhúmeda Pampeana. XIX Congreso Argentino de La Ciencia Del Suelo, 476.
- Rodriguez, K. R., & Ortuño, N. (2007). Evaluación de micorrizas arbusculares en interacción con abonos orgánicos como coadyuvantes del crecimiento en la producción hortícola del Valle Alto de Cochabamba , Bolivia. *Acta Nova*, 3, 697–719.

- Rojas, F. (2018). Levantamiento y análisis de información sobre calidad de suelos y aguas en parcelas de sistemas agroecológicos y semiconvencionales. CIPCA documento interno. 45 p.
- Ruiz, F. H., Vázquez, C., García Hernández, J. L., Salazar Sosa, E., Orona Carrillo, I., Zúñiga Trango, R., ... Beltran Morales, F. A. (2009). Comparación del costo energético de dos manejos del suelo para albahaca. *Mar Bermejo*, 195(195), 383–389.
- Sabaté, J. (2014). Estimación de la ingesta dietética : métodos y desafíos. (January), 591–596.
- Sánchez, W., Murillo, L., & Betancourt, M. (2002). Desarrollo de indicadores de sostenibilidad para un sistema de producción bovina de carne en el cantón de Acosta, Costa Rica. I Congreso Nacional de Agricultura Conservacionista, (1996), 28–29.
- Sanclemente, O., Patiño, C., & Beltran, L. (2012). Análisis del balance energético de diferentes sistemas de manejo agroecológico del suelo , en el cultivo del maíz ( *Zea mays* L .) Energy balance analysis of different agroecological management systems of the soil in the cultures of maize. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 41–46.
- Sands, G. R., & Podmore, T. H. (2000). *Agri\_environ-Sustain-INDEX5555main.pdf*. Agriculture, Ecosystems & Environment, 79, 29–41.
- Sarandon, S. (2004). La Agroecología, un enfoque necesario para una Agricultura sustentable. Disertación en: Primer Foro Nacional de Agricultura Sustentable.
- Sarandón, Santiago J, Zuluaga, María Soledad, Cieza, Ramón, Gómez, Camila, Janjetic, Leonardo, Nettore, E. (2016). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, 1, 19–28.
- Sarandón, S. (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. *Agroecología El Camino Para Una Agricultura Sustentable*, 393–414. <https://doi.org/10.1002/ece3.293>

- Sarandón, S., Flores, C., Stupino, S. A., Iermanó, M. J., Gargoloff, N. A., Margarita, M., ... Mónaco, C. (2014). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. In S. Sarandón & C. Flores (Eds.), *Social Studies of Science* (Editorial, Vol. 8). <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001195>.
- Sarandón, S. J. (1998). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. 393–414.
- Sarandón, S. J. (2002). La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la agricultura intensiva de la Revolución Verde. *Agroecología El Camino Hacia Una Agricultura Sustentable*, 393–414.
- Sarandon, S. J., & Dellepiane, A. (2008). Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas, en la zona hortícola de La Plata, Argentina. *REVISTA BRASILEIRA DE AGROECOLOGIA*, 3(3), 67–78.
- Sarandón, S. J., Zuluaga, M. S., Cieza, R., Janjetic, L., & Negrete, E. (2008). Evaluación de la Sustentabilidad de Sistemas Agrícolas de Fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología*, 1, 19–28. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Scurrah, M., Haan, S. De, Olivera, E., Creed, H., Carrasco, M., Veres, E., & Barahona, C. (2012). Ricos en agrobiodiversidad pero pobres en nutrición. *La Revista Agraria*, 143, 8–9.
- Sepúlveda, S., Chavarría, H., Castro, A., Rojas, P., Picado, E., & Bolaños, D. (2002). Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible en espacios territoriales. 47.
- Sepulvela, S. (2008). Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios (ICCA, Ed.). San José, C.R.
- Silva-Laya, S. J., Silva-Laya, H. J., & Pérez-Martínez, S. (2017). Eficiencia energética y monetaria de sistemas de producción de durazno (*Prunus pérsica*) en El Jarillo, Venezuela. *Idesia (Arica)*, 35(4), 17–26. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292017000400017>

- Sutton, P. C. (2003). An Empirical Environmental Sustainability Index Derived Solely from Nighttime ... *Population and Environment*, 24(4), 293–312.
- Svampa, M. (2016). *Debates latinoamericanos. Indianismo, desarrollo, dependencia y populismo* (CEDIB). Cochabamba Bolivia.
- Swindale, A., & Bilinsky, P. (2006). Puntaje de Diversidad Dietética en el Hogar (HDDS) para la Medición del Acceso a los Alimentos en el Hogar: Guía de Indicadores (VERSIÓN 2). 1–17. Retrieved from [www.fantaproject.org](http://www.fantaproject.org)
- Third World Network, & SOCLA. (2015). *Agroecology: key concepts, principles and practices* (Jutaprint). Berkeley, California.
- Toledo, V. M. (2005). La memoria tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales. *LEISA Revista de Agroecología*, 20(4), 4.
- Torrico Albino, J. C., Peralta-Rivero, C., Cartagena Ticona, P., & Pelletier, É. (2017). Capacidad de resiliencia de sistemas agroforestales, ganadería semi-intensiva y agricultura bajo riego: beneficios alcanzados por la PEP del CIPCA. Cuaderno de Investigación No. 84. La Paz, 140.
- Urioste, M. (2014). En el campo, los productores de mercancías prefieren comprar sus alimentos. *Revista Cuestión Agraria*, 1, 55–76.
- Valente, J. ., & Oliver, R. (1993). *Fertisuelos: Evaluación de la fertilidad de los suelos del antiplano, valle central y los llanos de Bolivia*. Roma: FAO.
- Vásquez, L. L., & Martínez, H. (2015). Propuesta metodológica para la evaluación del proceso de reconversión agroecológica. *Agroecología*, 10(1), 33–47.
- Videla, L. S., Rostagno, C. M., & Toyos, M. A. (2008). La materia organica particulada: comparación de métodos para su determinación y su valor como indicador de calidad de suelos del chubut. *Ciencia Del Suelo* (Argentina), 26(2), 219–227.

- Viera Barceló, F. J., & Escobar Cruz, L. (2015). Evaluación económica, energética y ambiental de tecnologías de manejo de arvenses en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp Híbrido*). *Cultivos Tropicales*, 36(4), 86–93. Retrieved from [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362015000400011&lang=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000400011&lang=pt)
- Villar-Sánchez, B., López-Martínez, J., Pérez-Nieto, J., & Camas-Gómez, R. (2003). Aplicación del modelo de simulación EPIC en la predicción del efecto de sistemas de labranza del suelo. *Terra Latinoamericana*, 21(3, julio–septiembre), 381–388.
- Weil, R. R. (1990). Defining and Using the concept of sustainable agriculture. *Journal of Agronomy Education*, 19(2), 126–130.
- Zegada Escobar, A., & Araujo Cossío, H. (2018). Impacto de los sistemas de riego y microriego en tres regiones de Bolivia. Estudios de caso en Valles interandinos, Altiplano y Chaco Boliviano. CIPCA. Cochabamba.

## MEMORIA FOTOGRÁFICA



Torotoro, productor hacia el Trabajo



Intercambio de experiencias sobre gestión del agua



Pojo, cambio de paisaje por el cultivo de frutilla



Pojo, producción de frutilla encolchado *mulc*



Prácticas de conservación de suelos



Torotoro, capacitación en sistemas productivos



Torotoro, dibujando potenciales territoriales



Torotoro, parcelas de seguimiento



Torotoro, prácticas de conservación de suelos



Sistema de riego en Torotoro



Torotoro, reservorio con geomembrana

# 8

# ANEXOS





**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON**  
 FAC. de CS. AGRICOLAS, PECUARIAS Y FORESTALES  
 "Marlín Córdova"  
 Dpto. de Ingeniería Agrícola

**LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS**



**ANALISIS FISICO DE SUELOS**

Interesado: **ONG CIPCA**

Proyecto:

Procedencia: **Municipios de Toro Toro y Pojo.**

Nº Lab.	Identific. Perfil No	Prof. cm	U bicación	Y %	L %	A %	TEXTI RA	Densidad Aparente g/cm <sup>3</sup>	Densidad Real g/cm <sup>3</sup>	Capacidad de Campo %	Pro. March. Permanente %	Agua disponible %
1	1			23	39	38	F					
2	2			21	37	42	F					
3	3			22	39	39	F					
4	4			15	26	59	FA					
5	5			16	35	49	F					
6	6			26	27	47	FYA					
7	7			27	24	49	FA					
8	8			10	14	76	AF					
9	9			29	22	49	FYA					
10	10			29	23	48	FYA					

Av. Paredón Km 5, Tel. 4237506, F. No. 4762385, Email: lab.suelos@agroms.usms.edu.bo

N° Lab.	Identific. Perfil No.	Prof. cm	Ubicación	Y %	L %	A %	TEXTURA	Densidad Aparente g/cm <sup>3</sup>	Densidad Real g/cm <sup>3</sup>	Capacidad de Campo %	Pto. March. Permanente %	Agua disponible %
11	11			31	31	38	FY					
12	12			23	24	53	FY/A					
13	13			38	27	35	FY					
14	14			23	23	54	FY/A					
15	15			2 <sup>-</sup>	33	40	F					
16	16			36	32	32	FY					
17	17			23	29	48	F					
18	18			22	31	47	F					
19	19			18	33	49	F					
20	20			2 <sup>-</sup>	37	36	F					
21	21			+1	35	24	Y					
22	22			36	32	32	FY					
23	23			+3	42	15	YL					
24	24			+5	35	20	Y					
25	25			+9	30	21	Y					
26	26			+5	39	16	Y					

4to. Petroleros Km 5, Tel. 4237506-Fax: 462385; Email: lab.infor@qg.unmsm.edu.pe

N° Lab.	Identific. Perfil No	Prof. cm	Ubicación	Y %	L. %	A %	TEXTURA	Densidad Aparente $K/cm^3$	Densidad Real $g/cm^3$	Capacidad de Campo %	Pro. March. Fermentante %	Agua disponible %
27	27			44	33	23	Y					
28	28			42	32	26	Y					

FF = Arena francosa

FL = Franco limosa

FH = Franco arenosa

FY = Franco arcillosa

FYA = Franco arcilla arenosa

YL = Arcilla limosa

F = Franco

Y = Arcillosa

Fecha:

Coba, Enero de 2018

*[Handwritten Signature]*  
 Ing. Alicia Guerra  
 Jefe del Laboratorio  
 de Suelos y Aguas  
 FCAAF-UNBS



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON  
 FAC. de CS. AGRICOLAS, PECUARIAS Y FORESTALES  
 "Morán Cárdenas"

Dpto. de Ingeniería Agrícola

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



ANALISIS QUIMICO DE SUELOS

Interesado: **ONG CIPCA**

Proyecto:

Procedencia: **Municipios de Toro Toro y Pojo.**

N° Lab.	Identific. muestra No.	Profund.	Fbicación UTM X	pH (1)	Conduct. Eléctrica (1) <i>ambos cm</i>	Cationes Intercambiables me/100g				CTC <i>me/100g</i>	MO %	Nitrogeno total %	Fosforo (2) disponible <i>ppm</i>
						Ca++	Mg++	Na+	Potasio				
1	1			6,9	0,297					9,0	3,33	0,200	6,3
2	2			7,7	0,297					12,5	3,45	0,230	9,2
3	3			7,2	0,311					13,5	2,86	0,196	11,7
4	4			7,5	0,285					13,5	2,03	0,123	30,2
5	5			7,8	0,274					10,5	3,33	0,224	18,6
6	6			7,5	0,509					15,0	2,62	0,138	18,4
7	7			8,1	0,305					21,5	2,74	0,156	48,6
8	8			8,5	0,250					29,5	1,08	0,060	8,1
9	9			8,6	0,325					22,5	1,20	0,070	6,3
10	10			8,2	0,308					19,5	1,32	0,071	3,6

-1a. *Prótesis Rev 5, Tel: 423-3906; Fax: 4762385; Email: lab\_suelos@qg.umss.edu.bo.*

N° Lab.	Identific. muestra No.	Profund.	Estratificación UTM N	pH (1)	Conduct. Eléctrica (1) <i>microhm/cm</i>	Cationes Intercambiables me/100g				ClC <i>me/100g</i>	MO %	Nitrogeno total %	Fósforo (2) <i>ppm</i>
						Ca++	Mg++	Na+	Potasio				
11	11			8,5	0,477					19,0	2,15	0,096	38,3
12	12			7,9	0,297					21,0	1,43	0,088	5,5
13	13			8,2	0,316					19,5	1,91	0,156	2,5
14	14			8,1	0,481					19,0	1,32	0,080	3,0
15	15			6,1	0,121					18,5	2,74	0,182	8,2
16	16			5,9	0,082					17,5	2,86	0,165	10,0
17	17			7,0	0,297					15,0	3,33	0,168	21,7
18	18			6,9	0,261					15,0	3,45	0,195	10,8
19	19			7,2	0,432					13,5	3,21	0,280	11,2
20	20			6,2	0,162					12,0	3,09	0,195	7,82
21	21			4,9	1,008					19,0	3,92	0,420	3,2
22	22			6,2	0,298					14,5	5,58	0,300	60,9
23	23			5,3	0,128					16,5	3,81	0,320	29,0
24	24			4,3	0,637					22,5	4,16	0,250	97,8
25	25			5,8	0,110					19,5	4,87	0,560	18,8
26	26			4,8	0,452					24,0	6,30	0,300	7,0

4a. Peridota Km 5, Td. 423-506 Fax: 4762385; Email: [el.cantón@qgq.mesa.edu.bo](mailto:el.cantón@qgq.mesa.edu.bo)

N° Lab.	Identific. muestra No	Profund.	Ubicacion UTM N	pH (1)	Conduct. Eléctrica (1) <i>microhm/cm</i>	Cationes Intercambiables <i>me/100g</i>				CIC <i>me/100g</i>	MO %	Nitrógeno total %	Fósforo (2) <i>ppm</i>
						Ca++	Mg++	Na +	Potasio				
27	27			4,7	0,164					16,5	4,28	0,167	5,9 *
28	28			4,8	0,388					22,5	4,99	0,275	19,6 *

(1) = Suspensión turbida a 1:2,5

(2) = Método: OLIVEN modificado

\* = Método BRAY Kurtz-1

Fecha: Ciba, Enero de 2018

*Pinel*  
 Ing. A. Alfredo Pinel  
 JEFE DEL LABORATORIO  
 DE SUELOS Y AGUAS  
 I.C. APVA - UMSS



## Anexo 2:

### Resultados del análisis físico, químico y biológico de suelos

Municipio de Torotoro: Parcelas de seguimiento para el análisis físico, químico y biológico de suelos

Zona	Sub zona	Comunidad	Parcela	Propietario	Cultivo anterior	Cultivo actual
Toro Toro	Sub zona TT1	Añahuani	1	Filemón Vía	papa	maní
		Añahuani	2	Filemón Vía	papaya	maní
		Añahuani	3	Eugenio Copajira	papaya y repollo	papa
		Añahuani	4	Eugenio Copajira	papa	papa
		Añahuani	5	René Zurita	caña de azúcar, papaya	papa, cebolla
		Añahuani	6	René Zurita	papaya	maíz
	Sub zona TT2	Qahuayllani	7	Ramiro Rodríguez	papaya	descanso
		Qahuayllani	8	Ramiro Rodríguez	Recién habilitado	monte
		Sucusuma	9	Gladys	papaya	monte
		Sucusuma	10	Gladys	papaya	monte
		Sucusuma	11	David	papaya	papa
		Sucusuma	12	Fortunato	papaya	papa
		Sucusuma	13	Fortunato	papaya	monte
		Sehuencota	14	Jaime Sandoval	papaya	camote

## Parámetros físico-químicos en suelos de parcelas de seguimiento en la comunidad de Añahuani (SPAÉ)

Comunidad	Parcela	pH	CE	CIC	MO %	%C	Nitrógeno total %	Fósforo total %	Fósforo disponible ppm	Y %	L %	A %	Textura
			mmhos/cm										
		pH	CE	CIC	MO	C	Ni	Pt	Pd	Y	L	A	
Añahuani	1	6.9	0.297	9.0	3.33	1.93	0.200	0.139	6.3	23	39	38	F
Añahuani	2	7.7	0.297	12.5	3.45	2.00	0.230	0.086	9.2	21	37	42	F
Añahuani	3	7.2	0.311	13.5	2.86	1.66	0.196	0.169	11.7	22	39	39	F
Añahuani	4	7.5	0.285	13.5	2.03	1.18	0.123	0.134	30.2	15	26	59	FA
Añahuani	5	7.8	0.274	10.5	3.33	1.93	0.224	0.160	18.6	16	35	49	F
Añahuani	6	7.5	0.509	15.0	2.62	1.52	0.138	0.177	18.4	26	27	47	FYA
Promedio		7.4	0.329	12.3	2.94	1.70	0.185	0.144	15.7	21	34	46	

## Parámetros biológicos en suelos de parcelas de seguimiento en la comunidad de Añahuani (SPAÉ)

Comunidad	Parcela	Micorrizas n° esporas /100gr suelo	Mlc	Acidos orgánicos	Bacterias UFC	Hongos UFC	Materia orgánica particulada /100 gr suelo	N° colembdas /100gr suelo	N° ácaros /100 gr suelo	N° nematodos /100 gr suelo	Acar/Coli
				Aorg							
Añahuani	1	16864	3.75/19	2.E:+08	5.E:+05	0.1034	2	2	3	72	1.5
Añahuani	2	6023	3.9902	2.E:+08	8.E:+05	0.0499	13	1	4	58	0.08
Añahuani	3	6119	3.8716	3.E:+08	6.E:+05	0.0579	2	2	4	205	2.00
Añahuani	4	8642	3.9560	1.E:+08	2.E:+06	0.0959	2	2	4	57	2.00
Añahuani	5	29091	4.2959	2.E:+08	1.E:+06	0.7723	3	3	0	202	0.00
Añahuani	6	6619	3.3428	2.E:+08	3.E:+05	0.0779	7	7	4	216	0.57
Promedio		12226	4	2.E:+08	9.E:+05	0.1929	5	5	3	135	1.0

**Nota:** todos los datos analizados en 100 gr de suelo.

## Parámetros físico-químicos en suelos de parcelas de seguimiento en la comunidad de Sukusuma (SCP)

Comunidad	Parcela	pH	CE mmhos/cm	CIC me/100g	MO %	%C	Nitrogeno total %	Fósforo total %	Fósforo disponible ppm	Y %	L %	A %	Textura
		pH	CE	CIC	MO	C	Ni	Pt	Pd	Y	L	A	
Gahuyilani	7	8.1	0.305	21.5	2.74	1.59	0.156	0.169	48.6	27	24	49	FA
Gahuyilani	8	8.5	0.250	29.5	1.08	0.63	0.060	0.169	8.1	10	14	76	AF
Sucusuma	9	8.6	0.325	22.5	1.20	0.69	0.070	0.126	6.3	29	22	49	FYA
Sucusuma	10	8.2	0.308	19.5	1.32	0.76	0.071	0.118	5.6	29	23	48	FYA
Sucusuma	11	8.5	0.477	19.0	2.15	1.24	0.096	0.139	38.3	31	31	38	FY
Sucusuma	12	7.9	0.297	21.0	1.43	0.83	0.088	0.118	5.5	23	24	53	FYA
Sucusuma	13	8.2	0.316	19.5	1.91	1.11	0.156	0.102	2.5	38	27	35	FY
Sehuenkota	14	8.1	0.481	19.0	1.32	0.76	0.080	0.134	3.0	23	23	54	FYA
Promedio		8.3	0.3	21.4	1.6	1.0	0.1	0.1	14.7	26.5	23.5	50.4	

## Parámetros biológicos en suelos de parcelas de seguimiento en la comunidad de Sukusuma (SCP)

Comunidad	Parcela	Micorrizas n° esporas /100gr suelo	Ácidos orgánicos /100gr suelo	Bacterias UFC	Hongos UFC	Materia orgánica particulada /100 gr suelo	N° colémbolas /100gr suelo	N° ácaros /100 gr suelo	N° nematodos /100 gr suelo	Acar/Col
		Mic	Aorg	Bac	Hong	Mop	Col	Acar	Nem	IAC
Gahuyilani	7	8278	2.1165	2.75E+08	1.08E+05	0.3510	5	3	95	0.60
Gahuyilani	8	6017	1.9928	1.00E+08	1.08E+05	0.2394	2	6	41	3.00
Sucusuma	9	6420	1.6813	1.91E+08	1.10E+05	0.1060	4	3	184	0.75
Sucusuma	10	17688	2.2305	2.44E+08	1.28E+06	0.1813	10	12	211	1.20
Sucusuma	11	22000	2.4909	3.43E+08	2.28E+06	0.1980	13	36	202	2.77
Sucusuma	12	9091	2.0000	2.30E+08	1.17E+06	0.1490	3	1	134	0.33
Sucusuma	13	18477	1.6305	2.40E+08	2.53E+06	0.0684	0	7	73	0
Sehuenkota	14	39693	1.8024	3.05E+08	6.19E+05	0.1586	0	1	70	0
Promedio		15958	2	2.41E+08	1.14E+06	0.1815	5	9	126	1

**Municipio de Pojo, Parcelas de seguimiento para el análisis físico, químico y biológico de suelos**

Zona	Sub zona	Comunidad	Parcela	Propietario	Cultivo anterior	Cultivo actual
Pojo	Sub zona PJ1	San Francisco	15	Honorato	papa	trigo
		San Francisco	16	Honorato	manzana, zanahoria, papa	cultivos asociados hortalizas y papa
		San Francisco	17	Macario	descanso	arveja
		San Francisco	18	Demetrio	papa, maíz (arveja)	corral de ovejas
		San Francisco	19	Demetrio	frutales	corral de ovejas
		San Francisco	20	Alejandrina	maíz	arveja
		San Francisco	21	Alejandrina	arveja	papa (trigo)
		San Francisco	27	Macario	haba	papa
		San Francisco	28	Macario	papa	trigo
	Sub zona PJ2	Palca	22	Esteban	haba	papa
		Palca	23	Esteban	frutilla	papa
		Palca	24	Benigno	frutilla	frutilla 2 años
		Palca	25	Benigno	frutilla 2 1/2 años	papa
		Palca	26	Remberto	frutilla 2 años	papa

## Parámetros físico-químicos en suelos de parcelas de seguimiento en la comunidad de San Francisco (STAE)

Comunidad	Parcela	pH	CE mmhos/cm	CIC me/100g	MO %	%C	Nitrógeno total %	Fósforo total %	Fósforo disponible ppm	Y %	L %	A %	Textura
San Francisco	15	6.1	0.121	18.5	2.74	1.59	0.182	0.156	8.2	27	33	40	F
San Francisco	16	5.9	0.082	17.5	2.86	1.66	0.165	0.143	10.0	36	32	32	FY
San Francisco	17	7.0	0.297	15.0	3.33	1.93	0.168	0.177	21.7	23	29	48	F
San Francisco	18	6.9	0.261	15.0	3.45	2.00	0.195	0.195	10.8	22	31	47	F
San Francisco	19	7.2	0.432	13.5	3.21	1.86	0.280	0.164	11.2	18	33	49	F
San Francisco	20	6.2	0.182	12.0	3.09	1.79	0.195	0.134	7.82	27	37	36	F
San Francisco	21	4.9	0.108	19.0	3.92	2.28	0.420	0.160	3.2	41	35	24	Y
San Francisco	27	4.7	0.164	16.5	4.28	2.48	0.467	0.139	5.9	44	33	23	Y
San Francisco	28	4.8	0.388	22.5	4.99	2.90	0.275	0.191	19.6	42	32	26	Y
Promedio		6.0	0.3	16.6	3.5	2.1	0.3	0.2	10.9	31.0	32.9	36.1	

## Parámetros biológicos en suelos de parcelas de seguimiento en la comunidad de San Francisco (STAE)

Comunidad	Parcela	Micorrizas n° esporas	Ácidos orgánicos /100gr suelo	Bacterias UFC	Hongos UFC	Materia orgánica particulada /100 gr suelo	N° coliformos /100gr suelo	Acar	N° nematodos /100 gr suelo	I/A/C
San Francisco	15	17744	6.1289	1.E+08	3.E+06	0.1670	2	2	213	1
San Francisco	16	13784	7.3049	1.E+08	3.E+05	0.1328	0	3	205	0
San Francisco	17	8267	3.6778	2.E+08	1.E+06	0.1381	2	4	96	2
San Francisco	18	12176	3.7088	3.E+08	2.E+05	0.1805	0	1	54	0
San Francisco	19	22433	3.8981	3.E+08	3.E+05	0.2449	2	1	172	0.5
San Francisco	20	8787	4.9551	3.E+08	1.E+06	0.0804	4	4	160	1
San Francisco	21	14337	7.0471	3.E+08	9.E+05	0.5256	3	2	147	0.67
San Francisco	27	32024	9.9297	2.E+08	2.E+06	0.4408	0	3	33	0
San Francisco	28	11506	7.7305	3.E+08	3.E+06	0.3293	13	9	119	0.69
Promedio		15673	6	2.E+08	1.E+06	0.2488	3	3	133	1

## Parámetros físico-químicos en suelos de parcelas de seguimiento en la comunidad de Palca (SCP)

Comunidad	Parcela	pH	CE mmhos/cm	CIC me/100g	MO %	%C	Nitrógeno total %	Fósforo total %	Fósforo disponible ppm	Y %	L %	A %	Textura
		pH	CE	CIC	MO	C	Nt	Pt	Pd	Y	L	A	
Palca	22	6.2	0.298	14.5	5.58	3.24	0.300	0.238	60.9	36	32	32	FY
Palca	23	5.3	0.128	16.5	3.81	2.21	0.320	0.205	29.0	43	42	15	YL
Palca	24	4.3	0.637	22.5	4.16	2.41	0.250	0.350	97.8	45	35	20	YL
Palca	25	5.8	0.110	19.5	4.87	2.83	0.560	0.126	18.8	49	30	21	Y
Palca	26	4.8	0.452	24.0	6.30	3.65	0.300	0.263	7.0	45	39	16	Y
Promedio		5.3	0.3	19.4	4.9	2.9	0.3	0.2	42.7	43.3	35.7	20.7	

## Parámetros biológicos en suelos de parcelas de seguimiento en la comunidad de Palca (SCP)

Comunidad	Parcela	Micorrizas n° esporas	Acidos orgánicos /100gr suelo	Bacterias UFC	Hongos UFC	Materia orgánica particulada/100 gr suelo	N° colémbolas /100gr suelo	N° ácaros /100 gr suelo	N° nematodos /100 gr suelo	Acar/Col
		Mic	Aorg	Bac	Hong	Mop	Col	Acar	Nem	IA/C
Palca	22	29580	5.3769	1.44E+08	1.59E+06	1.3140	25	1	398	0.04
Palca	23	26773	6.3314	3.36E+08	2.27E+06	0.6810	29	16	174	0.55
Palca	24	9628	7.2907	2.70E+08	2.67E+06	0.1988	16	2	331	0.13
Palca	25	10962	7.5198	2.48E+08	9.52E+05	0.2020	12	9	275	0.75
Palca	26	20854	6.8476	2.82E+08	1.34E+06	0.4322	5	3	276	0.6
Promedio		19557	7	2.56E+08	1.77E+06	1	17	6	291	0.41

## Anexo 3: Boleta de levantamiento de información para la estimación de costos de producción en sistemas agrícolas

### BOLETA COSTOS DE PRODUCCIÓN

Familia: \_\_\_\_\_ Comunidad: \_\_\_\_\_ Ubicación de la parcela  
 Cultivo estratégico: \_\_\_\_\_ Superficie estimada en Ha: \_\_\_\_\_ Tipo de suelo: \_\_\_\_\_

<b>Características de la parcela:</b> Tipo de manejo desarrollado en la parcela, prácticas de conservación de suelos, metodos de fertilización del suelo, Prácticas de rotación, cultivo de leguminosas en años anteriores, uso de tractor en años anteriores.											
<b>La parcela cuenta con riego?</b>	SI	No	<b>Desde cuándo?</b>								Años
<b>Cultivos de anteriores ciclos:</b>	-1	-2	-3	-4							
<b>Caudal del agua para riego:</b>	Momento 1		Momento 2		Momento 3		Momento 4		Momento 5		
<b>Uso de agroquímicos</b>	Ciclo - 1 SI / No		Ciclo - 2 SI / No		Ciclo - 3 SI / No		Ciclo - 4 SI / No		Ciclo - 4 SI / No		











## Anexo 4: Superficie de cultivos con semillas locales y adquiridas en dos sistemas de producción

### Municipio de Torotoro: Superficie de cultivos y origen de la semilla

No	Comunidad	Código	Cultivo	Superficie M2	Superficie semilla adquirida	Superficie semilla local
1	Sukusuma	10-2-02	Papaya	4000	4000	0
2	Sukusuma	10-2-02	Papaya	5000	5000	0
3	Sukusuma	10-2-02	Limón	8000	0	8000
4	Sukusuma	10-2-02	Moringa	300	0	300
5	Sukusuma	10-2-02	mani	350	0	350
6	Sukusuma	10-2-02	Papapaya	350	350	0
7	Sukusuma	10-2-02	Plátano	4	4	0
8	Sukusuma	10-2-04	Papaya	6000	6000	0
9	Sukusuma	10-2-04	Limón	6000	6000	0
10	Sukusuma	10-2-04	Papaya	5500	5500	0
11	Sukusuma	10-2-04	papa	2500	0	2500
12	Sukusuma	10-2-04	Papaya	10000	10000	0
13	Sukusuma	10-2-04	Papaya	10000	10000	0
14	Sukusuma	10-2-04	Limón	1600	0	1600
15	Sukusuma	10-2-04	Palto	32	0	32
16	Sukusuma	10-2-04	Cebolla	32	32	0
17	Sukusuma	10-2-04	Hortalizas	32	32	0
18	Sukusuma	10-2-04	Limón	3200	3200	0
19	Sukusuma	10-2-03	Papaya	18000	18000	0
20	Sukusuma	10-2-03	limón	15000	15000	0
21	Sukusuma	10-2-03	maní	800	0	800
22	Sukusuma	10-2-03	tomate	5	5	0
23	Sukusuma	10-2-03	chirimoya	25	0	25
24	Sukusuma	10-2-03	guayaba	25	0	25
25	Sukusuma	10-2-01	papaya	6000	6000	0
26	Sukusuma	10-2-01	papaya	5400	5400	0
27	Sukusuma	10-2-01	papaya	3200	3200	0
28	Sukusuma	10-2-01	maíz blanco	800	10	800
29	Sukusuma	10-2-01	Limón	8000	-	8000

No	Comunidad	Código	Cultivo	Superficie M2	Superficie semilla adquirida	Superficie semilla local
30	Sukusuma	10-2-01	maní	800	10	800
31	Sukusuma	10-2-01	guayaba	100		100
32	Añahuani	10-1-01	Repollo	1000		0
33	Añahuani	10-1-01	Cebolla	500		0
34	Añahuani	10-1-01	Papa	775		775
35	Añahuani	10-1-01	Papaya	1300		0
36	Añahuani	10-1-01	Camote	1000		1000
37	Añahuani	10-1-01	Alfa	1000		1000
38	Añahuani	10-1-01	Zanahoria	50		0
39	Añahuani	10-1-01	Maíz	5000		5000
40	Añahuani	10-1-01	Papa	5000		5000
41	Añahuani	10-1-01	Maíz rojo	500		500
42	Añahuani	10-1-01	Maíz blanco	600		600
43	Añahuani	10-1-01	Plátano	20		0
44	Añahuani	10-1-01	Chirimoya	65		65
45	Añahuani	10-1-01	Cítricos	40		0
46	Añahuani	10-1-01	Caña de azucar	800		800
47	Añahuani	10-1-02	Cebolla	350		0
48	Añahuani	10-1-02	Papa	775	10	775
49	Añahuani	10-1-02	Maíz	548	10	548
50	Añahuani	10-1-02	Maíz	8000		8000
51	Añahuani	10-1-02	papaya	530		0
52	Añahuani	10-1-02	poroto	150	5	150
53	Añahuani	10-1-02	maní	500	10	500
54	Añahuani	10-1-02	Papa	500	10	0
55	Añahuani	10-1-02	Chirimoya	20		0
56	Añahuani	10-1-02	Escariote	200		200
57	Añahuani	10-1-02	Achojcha	5		5
58	Añahuani	10-1-02	limón	500		0
59	Añahuani	10-1-02	Repollo	300		0
60	Añahuani	10-1-02	Cebolla	200		0
61	Añahuani	10-1-02	Chirimoya	15		0

No	Comunidad	Código	Cultivo	Superficie M2	Superficie semilla adquirida	Superficie semilla local
62	Añahuani	10-1-02	pacay	15		0
63	Añahuani	10-1-02	limón	75		0
64	Añahuani	10-1-02	Maíz	548	5	548
65	Añahuani	10-1-02	papa	800	10	800
66	Añahuani	10-1-02	camote	500		500
67	Añahuani	10-1-02	trigo	5000	5	5000
68	Añahuani	10-1-03	Cebolla	400		0
69	Añahuani	10-1-03	Achojcha	6		6
70	Añahuani	10-1-03	Zanahoria	30		30
71	Añahuani	10-1-03	Lacayote	300		300
72	Añahuani	10-1-03	Papaya	734		0
73	Añahuani	10-1-03	Limón	500		0
74	Añahuani	10-1-03	Plátano	40		0
75	Añahuani	10-1-03	Papa	1400		1400
76	Añahuani	10-1-03	maíz	1200		1200
77	Añahuani	10-1-03	maíz	1400		1400
78	Añahuani	10-1-03	Repollo	300		0
79	Añahuani	10-1-03	acelga	30		30
80	Añahuani	10-1-03	Zanahoria	25		0
81	Añahuani	10-1-03	Vainita	25		0
82	Añahuani	10-1-03	Cebolla	50		0
83	Añahuani	10-1-03	maíz	11000	5	11000
84	Añahuani	10-1-03	papa	300	10	300
85	Añahuani	10-1-03	Lima	10		0
86	Añahuani	10-1-03	guayabo	30		30
87	Añahuani	10-1-03	mandarina	40		40
88	Añahuani	10-1-03	Pacay	55		55
89	Añahuani	10-1-03	Chirimoya	20		20

No	Comunidad	Código	Cultivo	Superficie M2	Superficie semilla adquirida	Superficie semilla local
90	Palca	20-03-01	papa	5400		5400
91	Palca	20-03-01	papa	7000		0
92	Palca	20-03-01	maíz	600	5	0
93	Palca	20-03-01	arveja	900		0
94	Palca	20-03-01	avena	1000		1000
95	Palca	20-03-01	haba	700		700
96	Palca	20-03-01	frutilla	2400		0
97	Palca	20-03-01	maíz	800		800
98	Palca	20-03-01	tarwi	220		220
99	Palca	20-03-01	cebolla	500		0
100	Palca	20-03-01	carote	40		0
101	Palca	20-03-01	manzana	120		0
102	Palca	20-03-01	durazno	80		0
103	Palca	20-03-01	Damazco	2		0
104	Palca	20-03-01	ciruelo	8		0
105	Palca	20-03-02	Arveja	3500	10	3500
106	Palca	20-03-02	maíz	800	10	800
107	Palca	20-03-02	Papa	1000	5	0
108	Palca	20-03-02	frutilla	4000		0
109	Palca	20-03-02	frutilla	3500		0
110	Palca	20-03-02	Cebolla	30		0
111	Palca	20-03-02	lechuga	20		0
112	Palca	20-03-02	Zanahoria	10		0
113	Palca	20-03-02	Manzana	160		0
114	Palca	20-03-02	Manzana	600		0
115	Palca	20-03-02	durazno	90		0
116	Palca	20-03-03	Frutilla	4000		0
117	Palca	20-03-03	Frutilla	2000		0
118	Palca	20-03-03	Frutilla	3000		0
119	Palca	20-03-03	papa	4000	20	0
120	Palca	20-03-03	frutilla	500		0
121	Palca	20-03-03	ajo	10		0

No	Comunidad	Código	Cultivo	Superficie M2	Superficie semilla adquirida	Superficie semilla local
122	Palca	20-03-03	Zanahoria	30		30
123	Palca	20-03-03	lechuga	20		20
124	San Francisco	20-04-04	Papa	4000	10	4000
125	San Francisco	20-04-04	Arveja	2000		0
126	San Francisco	20-04-04	maíz	1000	5	1000
127	San Francisco	20-04-04	Arveja	9000	5	0
128	San Francisco	20-04-04	papa	6000		0
129	San Francisco	20-04-04	trigo	1000		1000
130	San Francisco	20-04-04	Arveja	1000		0
131	San Francisco	20-04-04	maíz	2000	10	2000
132	San Francisco	20-04-04	trigo	2000	5	2000
133	San Francisco	20-04-04	maíz	1500	5	1500
134	San Francisco	20-04-04	manzana	150		0
135	San Francisco	20-04-04	durazno	80		0
136	San Francisco	20-04-04	trigo	20000	5	20000
137	San Francisco	20-04-03	maíz	5000	10	5000
138	San Francisco	20-04-03	trigo	5000	5	5000
139	San Francisco	20-04-03	papa	500		500
140	San Francisco	20-04-03	Zanahoria	200		0
141	San Francisco	20-04-03	Cebolla	150		0
142	San Francisco	20-04-03	lechuga	50		0
143	San Francisco	20-04-03	Beterraga	50		0
144	San Francisco	20-04-03	Achojcha	20		0
145	San Francisco	20-04-03	Repollo	500		0
146	San Francisco	20-04-03	Alfa	20		0
147	San Francisco	20-04-03	durazno	15		0
148	San Francisco	20-04-03	Durazno	100		100
149	San Francisco	20-04-03	manzana	145		0
150	San Francisco	20-04-03	papa	3000		0
151	San Francisco	20-04-03	papa	1600		1600
152	San Francisco	20-04-02	arveja	1500		0
153	San Francisco	20-04-02	maíz	250	5	250

No	Comunidad	Código	Cultivo	Superficie M2	Superficie semilla adquirida	Superficie semilla local
154	San Francisco	20-04-02	papa	3000		0
155	San Francisco	20-04-02	trigo	8000	5	8000
156	San Francisco	20-04-02	Zanahoria	18		0
157	San Francisco	20-04-02	Vainita	15		0
158	San Francisco	20-04-02	maíz	1000	2	1000
159	San Francisco	20-04-02	manzana	125		
160	San Francisco	20-04-02	durazno	140		
161	San Francisco	20-04-02	arveja	2000		0

## Anexo 5: Indicadores de sustentabilidad en sus tres dimensiones

### Municipio de Pojo: Indicadores de sustentabilidad por sus ámbitos

Ambito de la sustentabilidad	Indicadores	Comunidad de San Francisco (STAE)	Comunidad de Palca (SCP)	Nombre del indicador
Indicadores Sociales	MOS	0,730	0,300	Manejo y origen de semillas
	IODCA	0,649	0,471	Indicador de Origen y Diversidad en el Consumo de Alimentos
	ICC	0,708	0,417	Indicador de Cohesión comunitaria
	IOP	0,500	0,667	Indicador de existencia y funcionalidad de organizaciones de productores IOP
	IEE	0,732	0,642	Indicador de Eficiencia Energética
Indicadores ambientales	ICS	0,698	0,821	Indicador de calidad de suelos
	IMCS	0,597	0,556	Indicador de manejo y conservación de suelos
	DUIO	0,767	0,500	Disponibilidad y Uso de Insumos Orgánicos
	IRBE	0,000	0,954	Indicador de retorno y Beneficio Económico
Indicadores económico productivos	IDE	0,756	0,748	Indicador de Dependencia Económica
	IS	0,637	0,522	Indice de Shannon
	SPAC	0,783	0,512	Superficie de producción para el autoconsumo

## Municipio de Torotoro: Indicadores de sustentabilidad por sus ámbitos

Ambito de la sustentabilidad	Indicadores	Comunidad de Añahani (SPAÉ)	Comunidad de Sukusuma (SCP)	Nombre del indicador
Indicadores Sociales	MOS	0,977	0,218	Manejo y origen de semillas
	IEA	0,872	0,860	Ingesta de energía en los alimentos
	IODCA	0,801	0,430	Indicador de Origen y Diversidad en el Consumo de Alimentos
	ICC	0,583	0,417	Indicador de Cohesión comunitaria
	IFS	0,793	0,681	Indicador de Felicidad Subjetiva
	IOP	0,667	0,500	Indicador de existencia y funcionalidad de organizaciones de productores IOP
	IEE	0,611	0,454	Indicador de Eficiencia Energética
Indicadores ambientales	ICS	0,579	0,497	Indicador de calidad de suelos
	IMCS	0,806	0,667	Indicador de manejo y conservación de suelos
	DUIO	0,767	0,375	Disponibilidad y Uso de Insumos Orgánicos
	IRBE	0,000	0,925	Indicador de retorno y Beneficio Económico
Indicadores económico productivos	IDE	0,982	0,467	Indicador de Dependencia Económica
	IS	0,707	0,401	Indice de Shannon
	SPAC	0,979	0,136	Superficie de producción para el autoconsumo



Centro de Investigación y Promoción del Campesinado

Con el apoyo de:



Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA)

Casilla 2869

Teléfono: (591-4) 4259367 - 68 Fax: (591-4) 4257371  
Calle Falsuri No. 133, entre Heroínas y General Achá, zona central

Correo electrónico: [cipca@cipca.org.bo](mailto:cipca@cipca.org.bo)

Página web: [www.cipca.org.bo](http://www.cipca.org.bo)

Cochabamba - Bolivia

ISBN: 978-99974-294-5-2



9 789997 429452