



Beneficios de los sistemas agroecológicos familiares en el altiplano

*“Determinando la sostenibilidad
de sistemas agroalimentarios”*



BENEFICIOS DE LOS SISTEMAS AGROECOLÓGICOS FAMILIARES EN EL ALTIPLANO

Valentín Pérez Mamani

En Colaboración con:

*Javier Argandoña Espinoza (†), Luis Alberto Mamani Sarzuri, Rony Rubén Mamani Amaru,
Fredy Villagómez Guzmán, Carmelo Peralta Rivero, Pamela Cartagena Ticona, Juan Carlos
Torrico Albino, Jorge Viaña*

La Paz, abril del 2021



Cuaderno de
investigación

93

Esta publicación cuenta con el apoyo de Secours Catholique Caritas Francia, la Agencia Francesa de Desarrollo y el Fondo Francés para el Medio Ambiente Mundial

Pérez Mamani, Valentín

Beneficios de los sistemas agroecológicos familiares en el altiplano / Valentín Pérez Mamani;
Dirección y coordinación: CIPCA Altiplano, 2021.

238 p.; grafs.; maps.; tbls.; 16 x 21.—(Cuadernos de Investigación, N° 93).

Colaboradores: Javier Argandoña Espinoza (†), Luis Alberto Mamani Sarzuri, Rony Rubén Mamani Amaru, Fredy Villagómez Guzmán, Carmelo Peralta Rivero, Pamela Cartagena Ticona, Juan Carlos Torrico Albino, Jorge Viaña.

D.L.: 4-1- 1924 -2021

ISBN: 978-9917-603-01-6

/ COMUNIDADES RURALES / AGROECOLOGÍA / AGRICULTURA FAMILIAR / ECONOMÍA CAMPESINA /
SEGURIDAD ALIMENTARIA / PRODUCCIÓN AGROPECUARIA / PRODUCTOS AGRÍCOLAS / SOSTENIBILIDAD /
RESILIENCIA / INDICADORES ECONÓMICOS / INDICADORES AMBIENTALES / INDICADORES
SOCIALES / ALTIPLANO / BOLIVIA /

Comité científico de revisión de la obra:

PhD. Georgina M. Catacora Vargas – Unidad Académica Campesina Tihuanacu, Universidad Católica Boliviana

MSc. Medardo Wilfredo Blanco Villacorta – Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés

© 2021, Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA).

Casilla 5854, La Paz, Bolivia

Teléfono: (591-2)2910797 – Fax (591-2) 2910796

Calle Claudio Peñaranda N° 2706, esquina Vincenti, Sopocachi

Correo electrónico: cipca@cipca.org.bo

Página web: www.cipca.org.bo

La Paz, Bolivia

Foto de portada y portadillas: CIPCA Altiplano

Impreso en Bolivia

Impresión 500 ejemplares

Primera edición

Edición: Martín Zelaya

Diagramación: Josemaría Tapia

Impresión: Print Artes Gráficas

Telf. 2210285

Primera edición

Producción: CIPCA

Año 2021

Contenido

Acrónimos y siglas	11
Agradecimientos	13
Presentación	14
Resumen	16
1. INTRODUCCIÓN	19
1.1. Antecedentes de la implementación PEP en el altiplano	21
1.2. Problemática del altiplano	23
1.3. Justificación	24
1.4. Objetivos	25
1.4.1. Objetivo general	25
1.4.2. Objetivos específicos	25
1.4. Hipótesis	25
2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	27
2.1. Agricultura moderna o de altos insumos	29
2.2. La economía familiar campesina	30
2.3. La agroecología	31
2.3.1. El enfoque agroecológico	32
2.3.2. Contribuciones del movimiento campesino y de la sociedad civil a la agroecología	33
2.4. Agricultura familiar	34
2.5. Sistema de producción familiar	35
2.5.1. El subsistema de cultivos	36
2.5.2. El subsistema ganadero	36
2.5.3. Los subsistemas de transformación y comercialización	37
2.5.4. Subsistema no agropecuario	38

2.6. La propuesta económica productiva de CIPCA	39
2.6.1. La PEP en los 90s	39
2.6.2. La PEP con enfoque agroecológico para el altiplano	40
2.7. La sostenibilidad de los sistemas familiares de producción	42
2.8. La resiliencia en los sistemas productivos	44
3. MATERIALES Y MÉTODOS	47
3.1. Área de estudio (localización)	49
3.1.1. Altiplano	49
3.1.2. Situación socioeconómica y ambiental del altiplano	50
3.1.3. Altiplano Central	51
3.1.3.1. Municipio de Taraco	51
3.1.3.2. Municipio de Colquencha	55
3.1.3.3. Municipio de Calamarca	60
3.2. Metodología	62
3.2.1. Diseño de la investigación	62
3.2.2. Caracterización de los sistemas familiares	62
3.2.3. Evaluación de sostenibilidad	64
3.2.3.1. Definición de indicadores	64
3.2.3.2. Índice de sostenibilidad	67
3.2.4. Capacidad de resiliencia de los sistemas	75
4. RESULTADOS	77
4.1. Sistemas familiares de producción que implementan la PEP	79
4.2. Resultados por indicadores	81
4.2.1. Indicadores de la dimensión económica	81
4.2.1.1. Indicador de manejo adecuado de registros	81
4.2.1.2. Indicador de acceso a ferias y mercados	84
4.2.1.3. Indicador de relación entre insumos internos y externos	87
4.2.1.4. Indicador de estabilidad de la economía familiar	90
4.2.1.5. Indicador ingresos económicos	92
4.2.1.6. La diversificación productiva	96

4.2.1.7. Indicador rotación de cultivos	99
4.2.2. Indicadores de la dimensión ambiental	103
4.2.2.1. Indicador de producción y rendimientos	103
4.2.2.2. Indicador de cambio de paisaje y recursos naturales	105
4.2.2.3. Indicador de mejoramiento en la condición de los suelos	108
4.2.2.4. Indicador de acceso a agua segura	115
4.2.2.5. Indicador de reciclaje de residuos y desechos orgánicos	119
4.2.3. Indicadores de la dimensión social	121
4.2.3.1. Indicador de asistencia técnica	121
4.2.3.2. Indicador de fortalecimiento de aprendizajes e interaprendizajes	124
4.2.3.3. Indicador calidad nutricional familiar	127
4.2.3.4. Indicador de participación grupal o asociatividad	129
4.2.3.5. Indicador de remuneración familiar	131
4.2.3.6. Indicador de igualdad y equidad de género	132
4.2.3.7. Indicador de financiamiento en proyectos	133
4.2.3.8. Indicador de acceso a innovaciones agrícolas	134
4.3. Sostenibilidad de los sistemas productivos	136
4.4. Capacidad de resiliencia de los sistemas familiares	138
4.4.1. Determinación de la capacidad de resiliencia	138
4.4.2. Planes municipales de gestión de riesgos	143
4.4.3. Fondos para reducción de riesgos	144
5. DISCUSIÓN	145
5.1. Sistemas productivos	147
5.2. Beneficios económicos, ambientales y sociales	148
5.2.1. Beneficio y sostenibilidad económica	148
5.2.2. Beneficio y sostenibilidad ambiental	150
5.2.3. Beneficio y sostenibilidad social	152
5.3. La sostenibilidad	154
5.4. La capacidad de resiliencia	154
6. CONCLUSIONES	157
6.1. Beneficios económicos	159

6.2. Beneficios ambientales	160
6.3. Beneficios sociales	161
6.4. Capacidad de resiliencia	162
6.5. Instrumento de medición aplicado	163

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 164

ANEXOS 175

Anexo 1. Instrumento de recojo de información (guía para la entrevista)	177
Anexo 2. Herramienta de análisis de la sostenibilidad de sistemas	189
Anexo 2a. Carátula del instrumento	189
Anexo 2b. Resultados de índices calculados sobre la base de datos introducidos según los indicadores, subindicadores y escalas con PEP	190
Anexo 2b1. Indicadores para la dimensión económica sistemas con PEP	190
Anexo 2b2. Indicadores para la dimensión ambiental en sistemas con PEP	192
Anexo 2b3. Indicadores para la dimensión social en sistemas con PEP	194
Anexo 2c. Resultados de índices calculados sobre la base de datos introducidos según los indicadores, subindicadores y escalas sin PEP	196
Anexo 2c1. Indicadores para la dimensión económica en sistemas sin PEP	196
Anexo 2c2. Indicadores para la dimensión ambiental en sistemas sin PEP	198
Anexo 2c3. Indicadores para la dimensión social en sistemas sin PEP	200
Anexo 3. Instrumento de análisis de resiliencia	202
Anexo 3a. Encuesta para el recojo de información para análisis de resiliencia	202
Anexo 3b. Instrumento de análisis de resiliencia de sistemas familiares con PEP (solo ejemplo)	211
Anexo 4. Detalle de composición de los sistemas familiares	217
Anexo 4a. Composición de los sistemas familiares con PEP	217
Anexo 4b. Composición de los sistemas familiares sin PEP	219
Anexo 5. Índices e indicadores de sostenibilidad	221
Anexo 5a. Índices de sostenibilidad	221

Anexo 5b. Índices e indicadores para las tres dimensiones	222
Anexo 5c. Subindicadores e índices de las dimensiones	223
Anexo 6. Especies estratégicas que generan ingresos económicos	225
Anexo 7. Diversificación de la producción ganadera	228
Anexo 8. Resumen de resultados de laboratorio (análisis químico del biol)	229
Anexo 8a. Resultado de análisis en laboratorio (análisis químico del biol)	230
Anexo 9. Resumen de resultados de laboratorio (análisis físico-químico del humus de lombriz)	231
Anexo 9a. Resultados de laboratorio (análisis físico-químico del humus de lombriz)	232
Anexo 10. Resumen de resultados de laboratorio (análisis físico-químico de suelo en laboratorio)	233
Anexo 10a. Resultado de laboratorio (análisis físico-químico del suelo agroecológico)	235
Anexo 10b. Resultado de laboratorio (análisis físico-químico del suelo convencional)	236

Figuras

Figura 1: Sistema de producción familiar del altiplano	42
Figura 2: Bolivia, esquema del perfil de la situación de la cuenca del altiplano	50
Figura 3: Bolivia, ubicación geográfica del municipio de Taraco	53
Figura 4: Bolivia, ubicación geográfica del municipio de Colquencha	57
Figura 5: Bolivia, ubicación geográfica del municipio de Calamarca	60
Figura 6: Composición y número de miembros de los sistemas familiares con y sin PEP	79
Figura 7: Composición de los sistemas familiares según género	80
Figura 8: Promedio de integrantes de los sistemas familiares	81
Figura 9: Tipo y números de infraestructuras de los sistemas productivos familiares	83
Figura 10: Calendario de comercialización de productos agrícolas	86
Figura 11: Cultivos estratégicos producidos en sistemas con y sin PEP (2018-2019)	86
Figura 12: Índices de dependencia de insumos, materiales, maquinarias y equipos	89
Figura 13: Gastos en bienes y servicios básicos	95
Figura 14: Diversidad de cultivos agrícolas en los tres municipios estudiados	97
Figura 15: Diversidad de animales	98
Figura 16: Rotación de cultivos agrícolas en el año y en el tiempo	100
Figura 17: Número de cultivos estratégicos que generan ingresos económicos	104
Figura 18: Número de obras y manejo de recursos naturales	105

Figura 19: Uso de abonos orgánicos y naturales	109
Figura 20: Fuentes de agua para consumo humano, animal y microrriego	116
Figura 21: Importancia del reciclado de residuos	119
Figura 22: Esquema de asistencia técnica en sistemas productivos familiares	122
Figura 23: Valoración de la capacitación y su aplicación	126
Figura 24: Reconocimiento de los miembros en su organización y comunidad	132
Figura 25: Sostenibilidad de sistemas según las dimensiones económica, ambiental y social	136
Figura 26: Sostenibilidad de sistemas familiares en las dimensiones económica, ambiental y social	137
Figura 27: Indicadores e índices de capacidad de absorción de resiliencia	139
Figura 28: Indicadores e índices de la capacidad de adaptación de resiliencia	141
Figura 29: Indicadores e índices de la capacidad de transformación de resiliencia	142
Figura 30: Capacidad de resiliencia de los sistemas productivos familiares	142
Figura 31: Índice de resiliencia de los sistemas productivos familiares	143

Tablas

Tabla 1: <i>Características de la resiliencia en agricultura</i>	45
Tabla 2: <i>Cobertura y acciones de CIPCA en el municipio de Taraco (2011-2019)</i>	54
Tabla 3: <i>Cobertura y acciones de CIPCA en el municipio de Colquencha (2011-2021)</i>	58
Tabla 4: <i>Cobertura y acciones de CIPCA en el municipio de Calamarca (2012-2019)</i>	61
Tabla 5: <i>Resumen de cobertura de CIPCA en los municipios de Taraco, Colquencha y Calamarca</i>	63
Tabla 6: <i>Esquema de sistemas familiares incluidos en la investigación</i>	63
Tabla 7: <i>Indicadores de sostenibilidad económica, ambiental y social</i>	65
Tabla 8: <i>Indicadores, preguntas, escala y cuantificación para el cálculo de índices en la dimensión económica</i>	67
Tabla 9: <i>Indicadores, preguntas, escala y cuantificación para el cálculo de índices en la dimensión ambiental</i>	70
Tabla 10: <i>Indicadores, preguntas, escala y cuantificación para el cálculo de índices en la dimensión social</i>	72
Tabla 11: <i>Escala de valores para medir indicadores agrupados e índice de sostenibilidad</i>	75
Tabla 12: <i>Escala de valores para medir indicadores agrupados e índice de resiliencia</i>	76
Tabla 13: <i>Esquema general de calidad de registros, infraestructura y equipamiento</i>	82
Tabla 14: <i>Índices para el indicador de manejo de registros en sistemas con y sin PEP</i>	84
Tabla 15: <i>Acceso y participación en mercados</i>	85
Tabla 16: <i>Índices de acceso a ferias y mercados</i>	87

Tabla 17: <i>Dependencia de insumos y mano de obra</i>	88
Tabla 18: <i>Dependencia de insumos externos para ganadería</i>	89
Tabla 19: <i>Indicador de insumos y procedencia</i>	90
Tabla 20: <i>Conformidad con los precios de los productos</i>	91
Tabla 21: <i>Índices para el indicador de estabilidad económica</i>	92
Tabla 22: <i>Diversificación de ingresos en sistemas productivos</i>	93
Tabla 23: <i>Ingresos por la venta de productos estratégicos (2019)</i>	94
Tabla 24: <i>Índices de ingresos económicos</i>	96
Tabla 25: <i>Agrobiodiversidad, diversidad funcional y diversificación ganadera</i>	98
Tabla 26: <i>Diversificación productiva</i>	99
Tabla 27: <i>Rotación y asociación favorables</i>	101
Tabla 28: <i>Calendario agrícola del altiplano central</i>	102
Tabla 29: <i>Índices de rotación de cultivos</i>	103
Tabla 30: <i>Producción, rendimiento y manejo de parcelas</i>	104
Tabla 31: <i>Número de obras</i>	106
Tabla 32: <i>Beneficios de la diversificación, rotación y descanso de suelos</i>	107
Tabla 33: <i>Índices de cambio de paisaje</i>	108
Tabla 34: <i>Resumen de los resultados del análisis de laboratorio del biol</i>	111
Tabla 35: <i>Resumen de los resultados del análisis de humus de lombriz</i>	112
Tabla 36: <i>Calidad de abonamiento y el estado de fertilidad de suelos</i>	113
Tabla 37: <i>Resumen de resultados del análisis físico químico de suelos</i>	114
Tabla 38: <i>Índices de mejoramiento de suelos</i>	115
Tabla 39: <i>Calidad de agua y estado de fertilidad de suelos</i>	117

Tabla 40: <i>Eficiencia de riego y calidad de agua para riego</i>	118
Tabla 41: <i>Índices para el indicador agua segura</i>	118
Tabla 42: <i>Uso de residuos y percepción sobre uso de abonos</i>	120
Tabla 43: <i>Índices de uso de materia verde, residuos y desechos</i>	121
Tabla 44: <i>Frecuencia de asistencia técnica y percepción sobre su importancia</i>	122
Tabla 45: <i>Índices de asistencia técnica</i>	123
Tabla 46: <i>Valoración de aprendizajes, impacto y uso de las capacitaciones</i>	124
Tabla 47: <i>Índices de fortalecimiento de aprendizajes</i>	127
Tabla 48: <i>Cambios en el estado nutricional, en los hábitos alimenticios e impactos negativos del cambio climático</i>	128
Tabla 49: <i>Índices de calidad nutricional familiar</i>	129
Tabla 50: <i>Participación en organizaciones y beneficios</i>	130
Tabla 51: <i>Participación grupal y asociatividad</i>	131
Tabla 52: <i>Remuneración familiar y miembros remunerados</i>	132
Tabla 53: <i>Igualdad de género y nivel de reconocimiento</i>	133
Tabla 54: <i>Financiamiento e importancia de financiamiento</i>	134
Tabla 55: <i>Facilidad de acceso a créditos y aplicación de prácticas viables</i>	135
Tabla 56: <i>Acceso a innovaciones agrícolas</i>	136
Tabla 57: <i>Índices de absorción, adaptación y transformación</i>	140

Acrónimos

ABEN	Agencia Boliviana de Energía Nuclear	Cnape	Concejo Nacional de Producción Ecológica
ACCESOS	Programa ACCESOS, dependiente del MDyT	Emapa	Empresa de Apoyo a la Producción de Alimentos
AF	Agricultura familiar	FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
AT	Asistencia técnica	FFEM	Fonds Français pour l'Environnement Mondial
AFD	Agencia Francesa de Desarrollo	FIDA	Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola
Amiprocal	Asociación Minera de Productores de Piedra Caliza	GDT	Grupos de trabajo
AOPEB	Asociación de Organizaciones de Productores Ecológicos de Bolivia	GEI	Gases de efecto invernadero
APLLAC	Asociación de Productores Lecheros Los Ángeles de Cañuma	GT	Gestión territorial
Apra	Asociación de Productores Agropecuarios	IFA	Ingreso familiar anual
Cafod	Agencia Católica para el Desarrollo en el Extranjero	Lafasa	Laboratorio de la Facultad de Agronomía en Suelos y Aguas
CAOTM	Consejo de Ayllus Originarios de Tarako Marka	Maela	Movimiento Agroecológico de América Latina y el Caribe
CC	Capacidad de campo	MDyT	Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras
CDT	Comunidades de trabajo	Misereor	Obra episcopal de la Iglesia Católica alemana para la cooperación al desarrollo
CE	Conductividad eléctrica	MMAyA	Ministerio de Medio Ambiente y Aguas
CERAI	Centro de Estudios Rurales y de Agricultura Internacional	MO	Materia orgánica
CIC	Capacidad de intercambio catiónico	OECA	Organización económica campesina
CIPCA	Centro de Investigación y Promoción del Campesinado	OEI	Organización económica campesina indígena

OIOC	Organización indígena originaria campesina
ONG	Organización no gubernamental
ONU	Organización de Naciones Unidas
PAR	Programa de Alianzas Rurales
PEP	Propuesta económica productiva
pH	Potencial de hidrogeniones
ppm	Partes por millón
PTDI	Plan Territorial de Desarrollo Integral
Rapal	Red de Acción en Plaguicidas y Alternativas de América Latina
RRNN	Recursos Naturales
Secours	Secours Catholique - Caritas France
SPG	Sistemas participativos de garantía
TBI	Total de bases intercambiables
UMSA	Universidad Mayor de San Andrés
UPA	Unidad de producción agropecuaria

Agradecimientos

Agradecemos de manera muy especial a todas y todos los miembros de los sistemas familiares del municipio de Colquencha; a Silveria Mamani y Fermín Ajno, Aurelia Mamani y Willy Huchani, Rita Fernández y Edwin Mamani de la comunidad de Ticuyo; y a Esperanza Ajno y Wilson Mamani de la comunidad de Villa Esperanza.

En el municipio de Calamarca, a Severo Mamani y Felipa Laura, además a Valeriano Pongo y Magdalena Laura de la comunidad de Caluyo; a Franklin Quispe y Lidia Álvarez de la comunidad de Cuno Cuno y a Clotilde Mamani y Salvador Mamani de la comunidad de Finaya.

A los productores del municipio de Taraco: Manuel Ismael Cruz y Margarita Zárate; además de Valentín Callisaya y María Chambilla de la comunidad de Ñacoca; y a Rufino Lecona y Julia Mamani, Eulogio Alejo y Damiana Flores de la comunidad de Zapana.

También expresamos nuestra gratitud a la Secours Catholique Caritas France, al Fondo Francés para el Medio Ambiente y a la Agencia Francesa para el Desarrollo, por su apoyo en la realización de esta investigación.

Presentación

Por sus condiciones agrestes y eriales, la región del altiplano es cada vez más propensa a los efectos del cambio climático; son más frecuentes las sequías, heladas, granizadas y vientos, mientras que el régimen de lluvias es más irregular y se concentra en periodos de tiempo más cortos. Estas alteraciones del clima ponen en riesgo la subsistencia de las familias campesinas e indígenas, puesto que bajan los rendimientos de la producción agropecuaria generando inseguridad alimentaria y, por tanto, disminuye la generación de ingresos económicos. Todo esto induce a los comunarios a dedicarse a otras actividades o, en otros casos, a migrar a los centros urbanos en busca de fuentes alternativas de empleo.

Con el propósito de desarrollar sistemas productivos familiares económicamente viables, socialmente aceptables y ambientalmente sostenibles, el Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA) desde su regional Altiplano implementa en esta región una propuesta económica productiva (PEP). Se trata de una serie de actividades –que se desarrollan desde hace aproximadamente una década y media– que se centran en mejorar la capacidad de producción de alimentos para la subsistencia de las familias y la generación de excedentes para su comercialización. Estos sistemas se implementan desde un enfoque agroecológico con el fin de aprovechar y mejorar los procesos biológicos y ecológicos en la producción agropecuaria y, sobre todo, reducir el uso de insumos y productos agroquímicos. El trabajo se aborda desde la perspectiva del respeto de los bienes comunes y la gobernanza del territorio para la gestión sostenible de recursos naturales como el agua, el suelo y la biodiversidad.

En este marco se consolidan sistemas agropecuarios familiares diversificados, productivos y resilientes a los efectos del cambio climático, a través del desarrollo de una serie de prácticas y procesos de gestión sostenible de los recursos naturales, la implementación de innovaciones tecnológicas adecuadas a las potencialidades y al contexto ecológico y la asistencia técnica para el acceso a los mercados y activos productivos. El objetivo apunta a un modelo productivo viable para el altiplano que –por sus beneficios económicos, sociales y ambientales– se replica cada vez por más familias y por los distintos niveles del gobierno.

A través del análisis comparativo, en esta investigación se visibiliza las potencialidades, los aportes y beneficios de los sistemas agropecuarios familiares diver-

sificados, productivos y resilientes, respecto a otros sistemas familiares de tipo convencional; claramente los primeros son más sostenibles económica, social y ambientalmente: en términos económicos, generan mayores ingresos y empleos más estables, además de que incentivan la permanencia en el área rural; en términos sociales, generan seguridad alimentaria, diversificación de la dieta alimentaria y disminución de la desnutrición crónica de los niños; y en términos ambientales, ayudan a establecer un uso racional del agua, a mejorar la calidad de los suelos a través del uso de fertilizantes orgánicos, y a incrementar la cobertura vegetal y el cambio del paisaje local.

Es así que ponemos en consideración de las organizaciones sociales, decisores políticos, académicos, estudiantes y opinión pública en general los resultados de la investigación “Beneficios de los sistemas agroecológicos familiares en el altiplano”, en espera no solo de contribuir a la reflexión y debate en torno a la viabilidad y sostenibilidad de estos sistemas, sino también para incidir en políticas favorables para el sector.

Fredy Villagómez Guzmán

Director Regional CIPCA Altiplano

Resumen

El Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA), a través de su regional Altiplano, trabaja desde hace aproximadamente 20 años en el desarrollo de una propuesta económica productiva (PEP) mediante la implementación de sistemas familiares con enfoque agroecológico en varios municipios del altiplano boliviano.

El principal problema del sector agropecuario en esta región es la escasa disponibilidad de agua, tanto para consumo humano como para consumo animal y para riego. Los efectos adversos del cambio climático acentuaron esta escasez, a lo que se suma la poca disponibilidad de tierras adecuadas para la agricultura y los suelos desgastados. Esta situación impulsó a muchos pobladores a buscar alternativas agrícolas e innovaciones tecnológicas apropiadas al entorno y, en ese contexto, la acción del CIPCA demostró resultados óptimos en el fortalecimiento de las bases productivas y los modos de manejo y conservación de suelos. De esta manera se logró, además, la diversificación de los sistemas productivos y la mejora de los procesos de transformación y comercialización, sin dejar de lado las actividades no agropecuarias. Las familias beneficiadas con los diversos proyectos y programas de PEP, ahora producen ecológicamente, con una gestión óptima de los recursos naturales y empleando tecnologías adecuadas a su medio.

El objetivo general de la investigación plasmada en este trabajo fue determinar los beneficios económicos, ambientales y sociales del sistema de producción familiar agroecológico en el altiplano central de Bolivia; los resultados, por consiguiente, se constituyen en evidencia científica para la formulación de políticas públicas.

La metodología consistió en efectuar estudios de caso en 12 sistemas familiares de producción, seis implementados según la PEP del CIPCA y otros seis convencionales. Para la recolección de datos se realizaron visitas prediales de campo y entrevistas semiestructuradas a profundidad a los miembros de los sistemas y los jefes de familia. El estudio incluyó además análisis de laboratorio de suelo, humus de lombriz y de biol, cuyos resultados se compararon entre sistemas y municipios. El instrumento para determinar la sostenibilidad de los sistemas de producción se validó de acuerdo a 20 indicadores relacionados con tres dimensiones: ambiental, económica y social, y se aplicó otro instrumento ya consolidado para la medir la capacidad de resiliencia.

Los resultados muestran diferencias significativas a favor de los sistemas que aplican la PEP. Entre los beneficios económicos: los cultivos tienen mejores rendimientos, acceden a ferias y mercados la mayor parte del año, los miembros de las familias muestran mayor compromiso y dedicación, se garantiza ingresos para cubrir las necesidades básicas; algunos de los beneficios ambientales son: el cambio de paisaje, el acceso a agua segura, el incremento de los rendimientos por el uso de materia orgánica (MO) reciclada que mejora la estructura y la fertilidad de los suelos, la diversificación y la rotación de cultivos como estrategia para reducir los impactos del cambio climático y riesgos por los fenómenos naturales; y entre los beneficios sociales: se evidencia un trabajo digno asentado en el autoempleo, la diversificación de productos y la mayor disponibilidad para el autoconsumo, la modificación de los hábitos de consumo y la mejora del nivel nutricional de los miembros de la familia. Los índices alcanzados son: económico: 0,74, con sostenibilidad media; ambiental: 0,85, con sostenibilidad alta; y social: 0,74 con sostenibilidad media.

En cuanto a los sistemas sin PEP, en la dimensión económica, los productores tienen bajos niveles de producción, dependen de insumos externos, acceden a las ferias y mercados solo en la época de cosecha y requieren la venta de su fuerza de trabajo para generar ingresos económicos mínimos para garantizar la seguridad alimentaria. En lo ambiental, enfrenan deficiencias en el acceso al agua porque depende de la red comunal y recurren al reciclado de nutrientes y uso de abonos orgánicos. Y en lo social, valoran las capacitaciones, pero no acceden a servicios de asistencia técnica; por la baja confiabilidad de su producción, tienen poco acceso a financiamientos e innovaciones y escasa participación en organizaciones sociales y económicas. Sus índices son: económico: 0,46, con ausencia de sostenibilidad muy baja; ambiental: 0,53 y social: 0,55, ambos con presencia de sostenibilidad muy baja.

En síntesis, los sistemas que implementaron la PEP lograron un índice de sostenibilidad global media de 0,78 y los convencionales, un índice de sostenibilidad muy baja de 0,58.

Por otro lado, la resiliencia de los sistemas familiares se sustenta en la capacidad de absorción: no solo en la diversidad productiva, acceso a agua segura y seguridad alimentaria, sino también en la construcción de infraestructuras que mitigan los impactos del cambio climático, reducen las pérdidas por eventos climáticos,

aseguran la alimentación y sanidad de los animales; en la capacidad de adaptación: el interés por generar información y acceder a esta, la valoración de la capacitación que conlleva al fortalecimiento de los conocimientos tradicionales, saberes locales, prácticas resilientes por el uso de semillas seleccionadas y adaptadas al medio; y en la capacidad de transformación: los miembros de los sistemas están mejor capacitados para encarar crisis, controlan sus medios de vida (suelo, agua y cultivos), y acceden a permanentes capacitaciones en temas de calentamiento global y gestión de riesgos. Los índices correspondientes son 0,82, en capacidad de absorción; 0,82 en adaptación y 0,87 en transformación, lo que resulta en un índice general catalogado como muy bueno.

En contraste, los sistemas sin PEP presentaron índices de 0,65 y 0,64 en las capacidades de absorción y transformación (resiliencia buena) y 0,41 en adaptación (resiliencia baja). De manera global los sistemas que implementan la PEP tienen mayor capacidad de resiliencia con un índice promedio de 0,84, con resiliencia muy buena y los convencionales llegan a 0,57 resiliencia media, considerada como vulnerable a perturbaciones externas.

En conclusión, los resultados óptimos de los sistemas agrícolas familiares y diversificados, ratifican la necesidad de avanzar en su implementación en el altiplano, de la mano de un fomento a la producción agroecológica por parte de los gobiernos central y subnacionales y la generación de mecanismos de comercialización de sus productos e incentivos para la reinversión en los predios agroecológicos.



1. Introducción

Producción de zapallo en invernadero,
Comunidad Ñacoca. • Foto: CIPCA Altiplano

1.1. Antecedentes de la implementación PEP en el altiplano

El altiplano central de Bolivia está sometido a un clima frío y seco y, por lo tanto, tiene condiciones poco adecuadas para la agropecuaria; no obstante, tradicional y ancestralmente acoge actividades agrícolas de subsistencia, sobre todo de tubérculos y granos andinos. En relación a los primeros, hay diversas variedades de papa, papalisa, oca e isaña; entre los granos destacan la quinua, cañahua y tarwi; y también hay cultivos adaptados de haba y arveja (leguminosas) y últimamente diferentes tipos de hortalizas. Por otra parte, la ganadería altoandina incide en la crianza de camélidos (llama y alpaca) y de especies adaptadas como bovinos (para producción de carne y leche) y ovinos. En los últimos decenios la ganadería bovina aumentó considerablemente, lo que llevó al laza de cultivos de forrajes anuales como cebada y avena y al establecimiento de la alfalfa, por ser un cultivo multianual y con propiedades nutritivas excelentes.

La agricultura familiar (AF) es aún en la actualidad, y a nivel mundial, la principal proveedora de alimentos a las ciudades grandes. Y cobra mayor importancia en países como Bolivia, considerado en vías de desarrollo y con una población rural significativa. Su rol e importancia fueron revalorizados y reimpulsados en los últimos años por su aporte a la seguridad alimentaria y gracias a la incidencia, tanto a nivel regional como global, de organizaciones como la Vía Campesina, el Movimiento Agroecológico de América Latina y el Caribe (Maela), la Red de Acción en Plaguicidas y Alternativas de América Latina (Rapal), la Asociación de Organizaciones de Productores Ecológicos de Bolivia (AOPEB) entre otros.

La defensa de este tipo de agricultura hace hincapié en la seguridad y soberanía alimentarias, entendida esta última como la capacidad de una sociedad y/o Estado para definir y establecer sus propios sistemas de abastecimiento de alimentos, considerando las variables ecológicas, culturales y sociales. En este

contexto global de revalorización, 2014 fue declarado como el Año Internacional de la Agricultura Familiar y el 29 de mayo de 2019, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) lanzaron en Roma el Decenio de las Naciones Unidas para la Agricultura Familiar y un Plan de Acción Mundial para impulsar al sector, en particular en los países en desarrollo (FAO, 2019). De esta manera, ambas agencias de la ONU administrarán la agenda de este “decenio”, con la consigna de realzar la importancia de la AF, puesto que el 90 % de las fincas o granjas que producen el 80 % de los alimentos del mundo, se rige de acuerdo a este sistema.

A nivel nacional, según el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2013), los resultados del Censo Nacional Agropecuario 2013 muestran un incremento en el número de las unidades de producción agropecuaria (UPA), así como en la superficie cultivada. En 1950 se empadronó 86.377 UPA y en 2013 llegaron a 871.927; en 1950 había 654.258,1 hectáreas cultivadas y en 2013 se llegó a 2.760.238,6. A nivel departamental o regional, en el altiplano hay 432.138 UPA (en La Paz, 245.455; en Oruro, 62.692 y en Potosí, 123.991), pero no se especifica cuántas tienen sistemas productivos ecológicos y cuantas convencionales.

En este contexto, las preguntas que guiaron la investigación fueron:

- ¿Cuáles son los factores que hacen viables y sostenibles a los sistemas productivos familiares en el altiplano?
- ¿En qué medida son sostenibles los sistemas productivos consolidados que implementan el enfoque agroecológico de cobertura de CIPCA?
- ¿Cuáles son los beneficios económicos, sociales y ambientales que reportan los sistemas familiares?
- ¿Qué tendencias muestran los sistemas productivos consolidados que implementan la PEP?

1.2. Problemática del altiplano

Las actividades agropecuarias en el altiplano enfrentan una serie de limitaciones que afectan la producción y la productividad. La escasa disponibilidad de agua para el riego y para el consumo de los animales es un problema que parece haberse agravado en los últimos años, debido a los efectos adversos del cambio climático expresados en sequías, heladas, granizadas y riadas, cada vez más frecuentes e intensas, que afectan la producción agrícola, condicionan los ingresos económicos de los productores y generan impactos sociales como la migración permanente de jóvenes y la migración temporal de varones en edad laboral.

La captación y reserva de aguas es una inquietud permanente que los productores buscan resolver ya sea mediante la perforación de pozos (someros o profundos) o con la cosecha de aguas de lluvia; a estas iniciativas se sumó el interés por el uso eficiente del agua con la implementación de sistemas tecnificados de microrriego, operados mediante el uso de bombas de agua convencionales o impulsadas por energía solar.

Es en este escenario que el CIPCA Altiplano trabaja en la implementación de su PEP con enfoque agroecológico, diseñada específicamente para las características de la región y las particularidades socioproductivas de la población aymara. Se trata de imponer prácticas de agricultura sostenible, ganadería altoandina, transformación y comercialización enmarcadas en los principios de la diversificación productiva, uso de insumos locales, uso y aplicación de abonos orgánicos y, finalmente, adaptación de innovaciones tecnológicas que sean amigables con el medioambiente, económicamente viables y socialmente justas.

Los sistemas agroalimentarios que manejan de manera sostenible los recursos naturales e implementan innovaciones tecnológicas y prácticas renovadas por iniciativa propia o con apoyo de instituciones privadas y el Estado, son más resilientes para enfrentar el cambio climático y, por lo tanto, tienen una considerable ventaja en relación a los sistemas convencionales de familias que no se abren a estas mejoras y no renuevan sus prácticas.

La aplicación de la PEP se enfrenta a dos problemas latentes en el altiplano: la migración y el minifundio. El primero por parte de los jóvenes que buscan una mejor vida en otros ámbitos, ya sea en las ciudades o en el exterior y también de

los varones que salen temporalmente de las comunidades en busca de generar ingresos adicionales a la agricultura. Por otra parte, el minifundio se mantiene principalmente en las comunidades cercanas a la ribera del lago Titicaca donde el acceso a la tierra aún es limitado, aunque la diversificación productiva permite de cierta manera el uso continuo de las parcelas.

1.3. Justificación

Los sistemas familiares sostenibles del altiplano boliviano pasan generalmente desapercibidos, a pesar del creciente número de UPA que accedieron en los últimos años a innovaciones de manejo y tecnológicas, ya sea con apoyo de instituciones y ONG o por cuenta propia. Esta investigación se detiene, entonces, en el análisis de sostenibilidad de los sistemas productivos que implementan la PEP del CIPCA y rescata los beneficios desarrollados en las dimensiones económica, ambiental y social, con el fin de demostrar que estos avances pueden ser replicados en otros ámbitos de la región con similares condiciones.

Se busca, además, brindar un aporte científico, metodológico y documentado que sirva como sustento firme, dado que los resultados tangibles de estos sistemas, a la fecha, cuentan tan solo como evidencias empíricas.

Generalmente se concibe a la agricultura familiar y los sistemas productivos del altiplano como un todo homogéneo, sin variaciones sustanciales; sin embargo, albergan una serie de elementos y características diferentes en las formas de gestión de recursos naturales, en la implementación de prácticas productivas, en la adopción de innovaciones tecnológicas –unas más resilientes que otras– contra el cambio climático. No es poco común la idea de que los sistemas productivos andinos no contribuyen a la mitigación de los efectos del cambio climático o no son aptos para la captura de carbono, y es de esta manera que diferentes planes y políticas priorizan a la Amazonia. En este texto se espera comprobar que la producción agroecológica en los Andes tiene suficientes capacidades de absorción y mitigación. Torrico et al. (2020) demuestran que los sistemas de producción en el altiplano contribuyen a la mitigación y adaptación al cambio climático, debido a que no emiten gases de efecto invernadero (GEI). Asimismo, aunque los niveles de almacenamiento de carbono son menores en relación a otras regiones, el componente social contribuye altamente al desarrollo sostenible.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar los beneficios económicos, ambientales y sociales del sistema de producción familiar agroecológico en el altiplano central de Bolivia, para que se constituyan en evidencia científica para la formulación de políticas públicas.

1.4.1. Objetivos específicos

- Identificar los beneficios económicos referidos a la productividad en campo, la reducción de costos, la determinación del calendario de cultivos y el calendario comercial.
- Analizar los beneficios ambientales referidos a la eficiencia energética, vertidos, consumo de químicos, emisión de GEI, utilización de agua y suelo.
- Evidenciar los beneficios sociales referidos a la generación de empleo, calidad de trabajo, diversificación de productos y mejora de nivel nutricional de las familias.
- Calcular la capacidad de resiliencia socioecológica del sistema de producción familiar.
- Construir una herramienta para determinar índices de sostenibilidad y discutir los resultados.

1.5. Hipótesis

- a. Los sistemas productivos familiares que implementan la propuesta económica productiva del CIPCA, tienen índices de sostenibilidad económica, ambiental y social similares a los sistemas que no ejecutan la PEP.
- b. Existe similitud en el grado de resiliencia entre los sistemas familiares que implementan la PEP y los convencionales.



2. Marco teórico conceptual

Cambio de hábitos de consumo en los niños
Municipio Colquenchá. • Foto: CIPCA Altiplano

2.1. Agricultura moderna o de altos insumos

La agricultura moderna basada en la extracción de los recursos naturales conlleva la simplificación de la estructura del medioambiente sobre vastas áreas e implica reemplazar la diversidad natural por un pequeño número de plantas cultivadas y animales domésticos (Altieri, 2009). Los sistemas convencionales tienen fuertes tendencias al monocultivo, la disminución de la actividad pecuaria y la predominancia de alimentos externos; mientras que los sistemas agroecológicos contemplan buenas prácticas de conservación y diversificación agrícola y pecuaria y, en consecuencia, de alimentación (Araujo, 2019).

El alto rendimiento de la agricultura moderna (agroindustrial) se obtiene a costa de numerosos gastos que incluyen insumos no renovables como combustibles fósiles y pesticidas, además de contratos de peones y uso de maquinaria (Altieri, 1999). A esta modalidad de agricultura solamente le interesa la ganancia y no la sostenibilidad de los recursos productivos ni la salud de la población. La agroindustria tiene, entonces, un impacto negativo considerable en el medioambiente que, en el caso específico de Bolivia, se traduce en la pérdida de grandes superficies boscosas desde los años 80. En la actualidad, además, los agroindustriales y los ganaderos de tierras bajas son los que más amplían la frontera agropecuaria (Peralta-Rivero, 2020). Las amenazas a la biodiversidad, cuando se intensifica la agroindustria no se ciernen solo sobre la fauna y la flora, sino que atentan contra las innumerables funciones ecosistémicas que la naturaleza provee, amenazando el futuro de las actuales y las próximas generaciones (Vos, Gallegos, Czaplicki-Cabezas y Peralta-Rivero, 2020).

Los principales componentes de este modelo dependen del uso de insumos externos como fertilizantes sintéticos, plaguicidas y herbicidas; del desarrollo de híbridos y variedades de alto rendimiento, de la mecanización del trabajo y del

establecimiento de sistemas de siembra basados en el monocultivo, los cuales son más fáciles de manejar, demandan menos tiempo de atención, se prestan más para la mecanización de labores y sacan ventaja de las economías de escala (Prager, Restrepo, Ángel, Malagon y Zamorano, 2002). Por todas estas características, estos sistemas se ven limitados en países en vías de desarrollo, a la hora de aplicar la tecnología desarrollada en específicas condiciones ecológicas y socioeconómicas; este es el caso de algunos programas de la revolución verde (Altieri, 1999).

En la medida en que estas aparentes ventajas están instauradas entre los productores y la población, no es tarea sencilla la consolidación de una PEP con enfoque agroecológico. La agricultura convencional no condice con la agricultura de base agroecológica, porque su práctica en sí conlleva impactos negativos sobre los recursos naturales y el medioambiente, mientras que la segunda incide, a la par que, en la productividad, en la preservación y reposición de los medios de vida de familias del área rural.

2.2. La economía familiar campesina

Si hay algo común en las formas de producción campesinas en cualquier parte del mundo, es que siguen la lógica productiva de subsistencia. Según Bernstein (2001, citado por Cerrada, 2014), el objetivo es la satisfacción de las necesidades familiares, no la ganancia. Así, se identifica dos componentes característicos de la producción campesina: i) la lógica de la subsistencia y ii) la capacidad de mantener un cierto control sobre los medios de producción.

Para Ellis (1988, citado por Cerrada, 2014), la definición de familia campesina se centra en la idea de su “integración solo parcial en mercados formales”, lo que la distinguiría de la finca familiar con perfil comercial, que sí está totalmente integrada en un mercado desarrollado. Para algunos autores, los aspectos de “reciprocidad e intercambio entre los hogares” se encuentran entre las características más distintivas de las sociedades campesinas.

Además de la dificultad de llegada a los mercados, los campesinos tienen un limitado acceso a los medios de producción y un reducido margen de productividad: una familia agricultora del altiplano destina en promedio el 27 % de su producción al autoconsumo, el 56 % a la venta en mercados locales o urbanos y el restante 17 % a otros usos como semilla y transformación en subproductos (Salazar

y Jiménez, 2018). Su objetivo, entonces, dentro de cualquier modo de producción, lejos de procurar ganancias, es más bien asegurar la supervivencia. A menudo esto implica que algunos de los miembros de la familia se conviertan en asalariados.

La composición de los ingresos de los agricultores familiares puede agruparse en tres grandes categorías: i) la suma de todos los ingresos generados por las actividades productivas; ii) los ingresos generados por la participación laboral de algún miembro de la familia en actividades externas; iii) otros ingresos como bonos o transferencias del Estado, así como remesas (Salazar y Jiménez, 2018). La economía familiar consigue autogestionarse a partir de lo que produce, no solo para su subsistencia sino también para el intercambio comercial, haciendo de su finca el centro de desarrollo, generación de ingresos y abastecimiento (Tello, 2011).

Los cultivos, como queda dicho, constituyen el rubro más importante de la economía familiar campesina, y en las zonas andinas y valles altos, la papa es el cultivo principal pues marca el ciclo agrícola. El haba y la arveja le siguen en importancia (Malpartida y Poupon, 1987). Finalmente, los factores de producción en una economía familiar están determinados por la relación entre el trabajo y la tierra y las necesidades de reproducción de la familia.

2.3. La agroecología

La agroecología puede definirse como una agricultura que enfatiza en lo ambientalmente sostenible. En ese sentido no solo es una alternativa productiva sino política, puesto que busca la viabilidad económica y ambiental y la justicia social; por eso su implementación debe complementarse con políticas agrarias que integren la seguridad y soberanía alimentarias, la conservación de los agroecosistemas y la eliminación de la pobreza rural, en pos de lograr una “agricultura sostenible” en todo el sentido de la palabra (Garzón y López, 2017).

La agroecología se plantea como una propuesta para avanzar hacia la sostenibilidad en los sistemas agroalimentarios y como una herramienta poderosa en pos de lograr el bienestar integral y la soberanía alimentaria (Begiristain y López, 2016). Provee las bases científicas y metodológicas para una nueva revolución agraria encaminada a dejar atrás los actuales sistemas alimenta-

rios convencionales, dejar de priorizar la producción para la exportación y superar la dependencia de los combustibles fósiles. Es un modo eficiente de avanzar hacia un paradigma de desarrollo agrícola alternativo que promueva la producción local y nacional de alimentos, facilitando el acceso de los agricultores pequeños a la tierra, semilla, agua, crédito y los mercados locales, a través de la creación de políticas de apoyo económico, incentivos financieros, oportunidades de mercado e introducción de tecnologías agroecológicas (Villavicencio, 2014).

La agroecología se remonta a los inicios mismos de la agricultura, pues los hombres primitivos vivían en tribus de cazadores y recolectores que recorrían los campos en busca de alimento y agua (Carpio y León, 2015).

2.3.1. El enfoque agroecológico

El enfoque agroecológico considera a los ecosistemas agrícolas como unidades fundamentales de intervención por lo que los ciclos minerales, las transformaciones de energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigados y analizados como un todo (Altieri y Nicholls, 2000, citados por Quiroz, Tibata y Villamil, 2014). La agroecología es una ciencia integradora que se ocupa del estudio de la agricultura desde una perspectiva global: considerando no solo el aspecto técnico (la agronomía), sino también el socioeconómico, el político y el medioambiental.

El CIPCA adoptó este enfoque con la finalidad de desarrollar y/o contribuir al desarrollo de sistemas agroecológicos sostenibles. Después de varios años de llevar adelante prácticas con componentes de la revolución verde y luego de un análisis exhaustivo de los resultados alcanzados en el corto plazo, se llegó a la conclusión que no se habían logrado los objetivos planteados para los habitantes de las comunidades de cobertura; por ello, a finales de la década de los 90 se determinó apostar por la nueva propuesta económica que enfatiza en el sistema productivo familiar con gestión territorial.

2.3.2. Contribuciones del movimiento campesino y de la sociedad civil a la agroecología

En todo el mundo y en especial en los países en desarrollo surgen cada vez con más fuerza movimientos que reclaman un desarrollo sostenible que no dañe el medioambiente, garantice un manejo adecuado de los recursos naturales, la seguridad y soberanía alimentarias y el fortalecimiento de la agricultura familiar. Algunas organizaciones de la sociedad civil que se destacan en esta lucha son:

- La Vía Campesina, que tiene por objetivo impulsar la solidaridad y la unidad en la diversidad entre organizaciones de pequeños agricultores para promover relaciones económicas basadas en la igualdad y la justicia social, la preservación de la tierra, la soberanía alimentaria y la agricultura sostenible. Este movimiento internacional propone la renegociación de los acuerdos comerciales, el control social de las empresas agroalimentarias, el freno a los transgénicos y el fortalecimiento de la economía familiar campesina (Bové y Dufuor, 2001, citados por Morales, 2009).
- La Red de Acción en Agricultura Alternativa (RAAA), es un movimiento de agricultura ecológica que se consolidó en el Perú en las últimas décadas, gracias a una constante labor de impulso de una alternativa a la revolución verde que promueve el uso intensivo de fertilizantes y plaguicidas químicos de síntesis y que de esta manera asumió tanto el sector público como el privado (Tello, 2011).
- El Movimiento Agroecológico Latinoamericano (Maela), es una red regional integrada por ONG, organizaciones de productores ecológicos y universidades. Se autodefine como una expresión política frente al neoliberalismo y la globalización. Se concentra en un trabajo promotor y de defensa por la soberanía alimentaria y la agroecología y desarrolla una estrategia de intervención (Tello, 2011).
- La Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas de América Latina (Rapal), es una red de organizaciones, instituciones, asociaciones e individuos que se oponen al uso masivo e indiscriminado de plaguicidas, planteando propuestas para reducir y eliminar su uso. Fomenta alternativas viables para el desarrollo de una agricultura socialmente justa, ecológica-

mente sostenible y económicamente viable que permita alcanzar la soberanía alimentaria de los pueblos. Asimismo, objeta los cultivos transgénicos porque atentan contra la salud y la diversidad biológica.

2.4. Agricultura familiar

La agricultura familiar tiene como principal objetivo la “reproducción social de la familia en condiciones dignas”, a partir de unidades productivas gestionadas en su totalidad por individuos que mantienen entre sí lazos consanguíneos y comparten tanto las obligaciones laborales como la propiedad de los medios de producción (aunque no siempre de la tierra), así como los conocimientos, valores, prácticas y experiencias (Villavicencio, 2014). Salazar y Jiménez (2018), plantean una definición que va en este mismo sentido: “agricultura familiar se refiere fundamentalmente a que la unidad de organización de la producción es la familia, enfatizando el hecho de que la mano de obra utilizada es fundamentalmente familiar, aunque no exclusivamente”.

Aunque no siempre es reconocido como tal, este sistema es fundamental para la seguridad alimentaria con soberanía y un pilar del desarrollo integral y sostenible del país. Las unidades de producción familiar son generalmente de pequeña a mediana escala, utilizan técnicas intensivas en mano de obra y participan activamente en la comercialización de sus productos. Otra definición teórica señala que se entiende por agricultura familiar a un tipo de producción donde la unidad doméstica y la unidad productiva están físicamente integradas, la familia aporta la fracción predominante de la fuerza de trabajo utilizada en la explotación y la producción se dirige tanto al autoconsumo como al mercado (Biasioni, Pignataro y Recuero, 2016).

Por otro lado, este sistema se caracteriza por el acceso limitado a recursos de tierra y capital, así como uso de múltiples estrategias de supervivencia y de generación de ingresos. Tiene una heterogénea articulación a los mercados de productos y factores, y acceso y uso de diferentes agroecosistemas (Tello, 2011).

2.5. Sistema de producción familiar

El sistema de producción familiar se caracteriza por la disposición de un terreno –ya sea en propiedad, en usufructo o como herencia– en el que se desarrollan subsistemas como el agrícola, ganadero, de transformación y comercialización, y algunas actividades no agropecuarias.

Apollin y Eberhart (1999) afirman que el sistema de producción es un conjunto de actividades agrícolas, pecuarias y no agrícolas. Por lo tanto, puede ser definido como una combinación de diversos subsistemas:

- i. Sistemas de cultivos: definidos al nivel de las parcelas y explotados de manera homogénea con las mismas tecnologías y sucesiones de cultivos. En este sentido, se distinguen varios sistemas de cultivo dentro de un sistema de producción.
- ii. Sistemas de crianzas: definidos al nivel de los hatos o rebaños. De igual forma, existen varios sistemas de crianza al interior de un sistema de producción: ovinos, bovinos, gallinas, conejos, cuyes, etc.
- iii. Sistemas de transformación: dedicados al procesamiento de productos agropecuarios: cereales, lácteos, tubérculos, etc.
- iv. Actividades no agrícolas: pequeños negocios, artesanía, venta de fuerza de trabajo en la ciudad; y otras labores domésticas que contribuyen a la reproducción del sistema de producción.

El concepto de sistema de producción pone énfasis no solo en el trabajo del productor a nivel de su finca o unidad productiva, sino que también analiza y evalúa las actividades fuera del predio, incluyendo las no agropecuarias. Este hecho obliga a los investigadores de las áreas biológicas y sociales a mantener un estrecho contacto con el agricultor de subsistencia, permitiéndoles observar de cerca su realidad y entender sus aspiraciones y metas (Quijandria, 1990).

Según Salazar y Jiménez (2018), para la obtención del valor de producción en el marco de un estudio de ingresos familiares anuales, se considera que el sistema productivo familiar campesino indígena se divide en los siguientes subsistemas:

agrícola (anual y multianual), pecuario, artesanía, transformación, pesca, caza, forestal maderable y recolección (forestal no maderable). Cada subsistema productivo comprende, a su vez, varias actividades para la obtención de productos que son destinados al consumo final de la familia, a la venta/intercambio o al uso como insumo en el propio sistema productivo (semilla, forraje o materia prima de transformación).

2.5.1. El subsistema de cultivos

El término subsistema de cultivo se utiliza para describir las actividades realizadas al interior de un predio y que forman parte de un sistema agrícola. Se trata de sistemas abiertos que reciben insumos del exterior, dando como resultado productos que pueden ingresar en sistemas externos (Prager et al., 2002). Los sistemas agrícolas tienen como base para su accionar una estructura definida por la ecología agrícola como agroecosistema, dado que son ecosistemas manejados por la intervención del ser humano. Mediante esta artificialización se busca una mayor producción neta en relación a un ecosistema natural (Prager et al., 2002).

El subsistema agrícola es el conjunto de procedimientos (diseño y manejo) aplicados a una unidad de terreno implementada de manera diversa, que se caracteriza por la naturaleza de los cultivos y su orden de sucesión (Cerrada, 2014). Se define como sistema de cultivo a la sucesión de rotaciones, a las asociaciones de cultivos en una parcela y al conjunto de técnicas culturales para llegar a la producción (Malpartida y Poupon, 1987). Es el arreglo de los cultivos en el espacio y en el tiempo (rotaciones, alternativas, asociaciones), mediante técnicas apropiadas.

2.5.2. El subsistema ganadero

El potencial económico del altiplano tiene un ala importante en la ganadería altoandina que consta de una crianza mixta, pudiendo ser esta ovino-camélido, camélido-bovino y ovino-camélido-bovino. Estos regímenes encajan en el principio de la diversificación que se complementa con el subsistema de cultivos que les proporciona estiércol, tracción, consumo de pastizales y otros insumos.

Las características de los subsistemas ganaderos están relacionadas con el tipo de agricultura que se practique y dependen sustancialmente de los subproductos que se obtenga de los cultivos. El tipo de tenencia de la tierra y de acceso o no a

variadas zonas agroecológicas determina las condiciones para el tipo y cantidad de ganado. El principal componente del subsistema ganadero es el forraje, su cantidad y calidad determinan la productividad y la adaptación del ganado (Altieri y Nicholls, 2000).

Dentro de las actividades de la finca también están la producción de carne y estiércol. Como en el altiplano se cría únicamente animales menores para consumo familiar, estos son alimentados con insumos producidos dentro de la unidad: restos de cosechas, cebada, avena y alfalfa; en algunos casos se requiere adquirir insumos externos complementarios (Carpio y León, 2015). En las regiones estudiadas la mayoría de las fincas con actividad ganadera cuentan con vacas, ovejas, gallinas y cuyes. Los animales más comunes, entonces, son bovinos, camélidos y ovinos que juegan un papel estabilizador a nivel de ingresos: incrementan el valor de la producción agrícola (forraje o grano), son un capital monetario potencial y actúan como reserva financiera que permite al productor una diversidad de estrategias mucho más amplia que la agricultura sola (Eresue, Gastellu, Malpartida y Poupon, 1990).

El objetivo principal de la crianza de ganado vacuno es la obtención de ingresos mediante la venta diaria de queso o, en caso de emergencia, la venta de ganado en pie; además del abastecimiento de queso o leche para su alimentación e incluso de carne en caso de accidente del animal o fiesta (Eresue et al., 1990). El sistema ganadero es muy extensivo por falta de tiempo para cuidar los pastos y animales (Maignan, 2007).

2.5.3. Los subsistemas de transformación y comercialización

i. Transformación

Este subsistema engloba las actividades de transformación de productos agropecuarios en subproductos con valor agregado como el queso (Cerrada, 2014). Las principales actividades de transformación de la producción agrícola son: desgranado de cebada o trigo, selección de semillas, elaboración de chuño y tunta, etc.

Es importante distinguir a las unidades que se especializan en la transformación de productos –en busca de un retorno económico, pero a costa de un mayor riesgo– de las que simplemente diversifican su producción a través de modos parciales de transformación o venta directa (Sourisseau, 2016).

ii. Comercialización

Esta actividad es aún la menos explorada por los agricultores de la región andina, quienes tradicionalmente llevan sus productos a ferias o mercados solo cuando tienen excedentes o la necesidad urgente de dinero. Lograr excedentes para la venta es también un objetivo común pero no todos lo buscan de la misma manera ni con el mismo éxito (Eresue et al., 1990).

Algunas unidades, generalmente cercanas a las ciudades, se especializan en la comercialización de productos alimentarios básicos, con ayuda de mano de obra asalariada (Sourisseau, 2016). Un caso específico es el de alimentos ecológicos que tradicionalmente se venden a través de intermediarios: tiendas especializadas (Romero, Rivadeneira, De la Torre, Velasteguí, Gallegos, Bayancela, Trujillo, Suquilanda, Olivera y Rodríguez, 2002).

A pesar de sus limitaciones (muchas veces por la falta de apoyo desde las instituciones) las ferias agroecológicas semanales aseguran ingresos estables y predecibles a las familias, sobre todo a las que producen hortalizas. Sin embargo, el volumen que pueden absorber estas ferias es pequeño. Para los productores con mayor capacidad hace falta un sistema adecuado de comercialización que les facilite la venta de sus productos a mejores precios; una alternativa válida podría ser a través de centros de acopio diferenciados para productos agroecológicos (Cerrada, 2014).

En muchas áreas los agricultores de pocos recursos abandonan sus prácticas sostenibles, empujados por la comercialización fácil de la producción agrícola convencional y el dominio de técnicas agrícolas industriales. De esta manera pierden el conocimiento y la base de los recursos que sustentaron la producción agrícola por siglos (Altieri, 1999). Estas dinámicas sociales tienden al equilibrio y equidad entre géneros, clases, profesiones, etc., y en los roles que cada uno de los actores cumplen. En este sentido, el rol de la familia y especialmente el de la mujer tienen fundamental importancia en la gestión y comercialización de la producción (Sarandón y Flores, 2014).

2.5.4. Subsistemas no agropecuarios

Las actividades no agropecuarias iniciadas por alguno o todos los miembros de una familia para garantizar la reproducción de su unidad productiva, son resultado

de la combinación de los medios de producción y la fuerza de trabajo disponibles en un entorno socioeconómico y ecológico (Cerrada, 2014).

Los campesinos que disponen de capital por lo general buscan desarrollar actividades no agropecuarias (compra de un camión, comercio, etc.) que generen ingresos adicionales. Lo que los diferencia del productor capitalista ya definido es su acceso, bastante limitado, a otras oportunidades de inversión (Apollin y Eberhart, 1999).

Una aspiración común y general en el ámbito rural es que la agricultura se complemente con otras actividades no agropecuarias (turismo, manufacturas, artesanías, servicios, procesos de transformación, etc.) que permitan consolidar procesos de desarrollo local. No obstante, son las actividades no agrícolas las que generan procesos de emigración temporal y fenómenos de doble residencia, como es el caso del hijo que trabaja fuera de la finca o en la ciudad (Eyzaguirre, 2015).

En cuanto al desarrollo rural territorial, se destaca como un proceso hacia el bienestar integral del territorio mediante el manejo, aprovechamiento y transformación de los recursos naturales renovables y otras actividades no agropecuarias que generen ingresos familiares (Castillo, 2007 citado por Espinosa, 2011).

2.6. La propuesta económica productiva de CIPCA

2.6.1. La PEP en los 90

El tema económico productivo no va separado de lo organizativo, social y político ya que unilateralmente no se alcanzaría el desarrollo propuesto con solo el fortalecimiento de estas últimas. En este sentido, las propuestas de desarrollo rural no son solo económicas, sino también y, sobre todo, propuestas de cambio político dentro de un planteamiento ideológico de un proyecto alternativo popular (Gianotten, 2006). El CIPCA trabajó inicialmente en el impulso de la parte económica productiva, que en los años 80 era una tendencia a nivel nacional y que priorizaba un desarrollo basado en la producción convencional con elementos de la revolución verde.

Las comunidades de trabajo (CDT), un mecanismo que apuntaba al desarrollo comunitario como paso inicial hacia un desarrollo microrregional, fueron reem-

plazadas por el desarrollo de gestión territorial (GT). Las CDT que estuvieron vigentes hacia fines del siglo pasado se sustentaban en la dotación de maquinaria agrícola, baterías de invernaderos con sistemas de riego presurizado y la implementación de granjas comunales de lechería y cultivos agrícolas comunales. Todo esto mediante sistemas crediticios destinados a consolidar una producción enfocada hacia el mercado para asegurar la generación de ingresos económicos. No obstante, a la larga solo se fomentaba el monocultivo del producto más requerido en el mercado –sobre todo la producción de lechuga en invernaderos– afectando la diversificación productiva y la seguridad alimentaria.

El sueño de la CDT como motor transformador de la sociedad campesina indígena movilizó al CIPCA durante 20 años y en torno a él se impulsaron muchos proyectos productivos y comunitarios, incluso después de la adopción del modelo neoliberal en 1985 (Gianotten, 2006). Es necesario mencionar también que en los años 80 la revolución verde seguía siendo vista por muchos como un buen ejemplo de modernización tecnológica, pese a los estudios que mostraban que había contribuido a la concentración de la riqueza.

En el altiplano y en todo el país la cooperación internacional impulsaba, hasta entrados los años 90, la implementación de sistemas productivos agroalimentarios dirigidos a generar mayor productividad e ingresos económicos y no tanto la seguridad alimentaria. Luego de un análisis socioambiental y de sostenibilidad se cambió el enfoque de modelo de desarrollo agropecuario y se enfatizó en la seguridad y soberanía alimentarias y finalmente –ya en la última década– en la resiliencia de los sistemas productivos familiares.

2.6.2. La PEP con enfoque agroecológico para el altiplano

Después de un largo camino recorrido bajo el desarrollo microrregional, a fines de los 90 CIPCA diseñó su nueva PEP con enfoque territorial y agroecológico cuya esencia es fortalecer los sistemas de producción familiar para estructurarlos diversificados y resilientes a los efectos del cambio climático. Este proceso se acompañó con asistencia técnica e implementación de innovaciones tecnológicas, además de capacitación para un manejo sostenible de los recursos naturales: agua, suelo y biodiversidad.

La PEP enfatiza, además, en la recuperación de los saberes tradicionales para consolidar prácticas esenciales como la conservación de suelos, el uso de abonos or-

gánicos y la diversificación productiva. En 2010 se retomó formalmente el trabajo con carpas solares con el propósito de diversificar la producción y a la vez mejorar la nutrición familiar con el consumo de hortalizas; pero también se incorporó otras innovaciones como la producción de humus de lombriz y el riego tecnificado.

La PEP del CIPCA Altiplano tiene cuatro componentes o subsistemas: i) agricultura sostenible, ii) ganadería altoandina, iii) transformación y iv) comercialización de productos provenientes del sistema de producción familiar.

El subsistema de agricultura sostenible –siempre de acuerdo a la actual PEP– se concentra en fortalecer la base productiva mediante el manejo y la conservación adecuados del suelo, lo que implica la construcción de estructuras como zanjas de infiltración, terrazas de formación lenta y la mejora de la fertilidad a través del uso de abonos orgánicos. Por otro lado, se prioriza en el uso eficiente del agua en los diferentes cultivos diversificados. En el subsistema pecuario, la crianza de animales mayores, menores y de corral debe complementarse con la parte agrícola, proporcionando energía y estiércol para mejorar los suelos. Los subsistemas de transformación y comercialización se enfocan en la agregación de valor a los productos tanto de autoconsumo como excedentarios y en la venta de estos últimos.

Uno de los principios del enfoque agroecológico es la diversificación productiva mediante los cultivos asociados y la rotación de cultivos. Los invernaderos son una innovación que permite diversificar la producción de hortalizas de diferentes especies en ambientes atemperados, lo que a su vez incide en el enriquecimiento de la alimentación y en la generación de ingresos económicos adicionales.

En cuanto a la ganadería, se logró mejorar las fuentes de alimentación con la innovación de forrajes anuales y plurianuales para asegurar la disponibilidad de alimentos y la salud y bienestar de los animales. Esto se complementa con mejoras en la infraestructura ganadera y con el mejoramiento genético a través de la selección de reproductores y la inseminación artificial.



Figura 1: Sistema de producción familiar del altiplano.

Fuente: elaboración propia.

2.7. La sostenibilidad de los sistemas familiares de producción

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la sostenibilidad es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medioambiente y el bienestar social. La sostenibilidad se define, por consiguiente, como el logro de mantener una serie de características o cualidades en el tiempo, en medio de la interacción de factores ambientales, sociales y económicos (Masera, 1999, citado por Garzón y López, 2017).

La evaluación de la sostenibilidad parte de la medición de la habilidad de un sistema de producción para mantenerse a través del tiempo y con equilibrio de las

dimensiones ecológicas, económicas y sociales, más allá y a pesar de las restricciones y presiones externas. Las características de este manejo integral varían con diferentes cultivos, áreas geográficas y entradas de energía y por lo tanto son altamente específicos según el lugar (Castillo, 2002 citado por Quiroz et al., 2014).

Es tiempo de una nueva revolución conceptual y metodológica que propicie formas de producción más sostenibles, nuevos diseños y manejos de agroecosistemas y, por ende, un nuevo tejido social que la respalde a nivel global. Este es el camino emprendido por la agroecología, tanto a través del estudio como mediante la aplicación de métodos agroecológicos y la continua interacción con otras disciplinas científicas (Fontana, 2014).

Para comprender los puntos críticos de sostenibilidad en un agroecosistema, se precisa del uso de indicadores cuyas variables permitan ver una tendencia de aproximación a una realidad específica. Según Sarandón (2009), citado por Quiroz et al. (2014), algunas de las características que deben tener estos indicadores son:

- Estar relacionados con la sostenibilidad: los indicadores deben ser derivados de los atributos de la sostenibilidad.
- Ser adecuados al objetivo perseguido: no existe un conjunto de indicadores aplicados a todos los casos, estos deben ser elegidos de acuerdo al objetivo.
- Tener sensibilidad a los cambios en el tiempo: es importante que los indicadores sean sensibles a un amplio rango de situaciones y que puedan variar en el tiempo.
- Presentar poca variabilidad natural durante el periodo de muestreo.
- Tener habilidad predictiva: esto permite encontrar en el indicador una tendencia hacia el futuro.
- Ser directos: a mayor valor, más sostenibles.
- Ser de fácil recolección.
- Ser sencillos de interpretar: es importante que los indicadores se evalúen en unidades equivalentes.
- Presentar posibilidad de valores o umbrales.
- Tener características universales, pero adaptadas a cada condición particular.

Estos y otros aspectos hacen necesario evaluar y comparar los niveles de sostenibilidad de los sistemas productivos familiares, a través de herramientas como el Marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sostenibilidad (Mesmis). (Quiroz et al., 2014).

2.8. La resiliencia en los sistemas productivos

La resiliencia en agricultura es la capacidad de recuperación de un sistema familiar, un agroecosistema o una región, frente a un evento extremo que lo afecte negativamente. Se la define, además, como el nivel de resistencia, absorción, adaptación y recuperación de un sistema, comunidad o sociedad expuesto a una amenaza; esto incluye además la preservación y la restauración de estructuras y funciones básicas (ONU, 2009, citada por Torrico et al., 2017; 2018).

El concepto fue introducido en los años 70 por el paidopsiquiatra Michael Rutter, inspirado en la definición de la física. En la opinión conductista de Rutter, la resiliencia se reduce a una suerte de “flexibilidad social” adaptativa (Trevizan, 2011). La resiliencia o capacidad de lograr un desarrollo exitoso a pesar de circunstancias muy adversas (muerte de los padres, guerras, graves traumas, etc.), cobró un gran interés en los últimos años y poco a poco se convirtió en un término muy popular (Becoña, 2006).

La palabra proviene de la física, rama en la que refiere a la capacidad de un material para recobrar su forma después de haber estado sometido a altas presiones (López, 1996, citado por Trujillo, 2007); por lo tanto, en las ciencias sociales se puede deducir que una comunidad es resiliente cuando logra sobreponerse a presiones y dificultades para otras insuperables.

La resiliencia está constituida por tres capacidades distintas pero complementarias: absorción, adaptación y transformación que contribuyen al logro de los resultados de desarrollo y permiten a las poblaciones vulnerables prepararse y afrontar las consecuencias de los choques a corto plazo y de los cambios impredecibles en el largo plazo (Jacobi et al., 2014, citado por Torrico et al., 2017 y Peralta y Cuéllar, 2018) (Ver tabla 1).

Tabla 1: *Características de la resiliencia en agricultura*

Capacidades	Característica
Capacidad de absorción	Se refiere a una combinación de fortalezas y recursos físicos, sociales, institucionales y económicos existentes y accesibles que permiten a los individuos, familias o comunidades tomar medidas intencionadas de protección, tanto de manera proactiva como reactiva, para enfrentar, soportar, prepararse, prevenir, mitigar y recuperarse rápidamente de un desastre (Oxfam Resilience Knowledge Hub, 2017; Jeans et al., 2016; IIRR y CORDAID, 2007).
Capacidad de adaptación	Se define como el grado de ajuste intencionado –en anticipación o respuesta– de un sistema para atenuar los impactos y pérdidas potenciales a consecuencia de determinados fenómenos y aprovechar las oportunidades ofrecidas por estos cambios. La adaptación consiste en reducir la vulnerabilidad de un sistema limitando la magnitud de los impactos (sensibilidad) (CARE, 2010 y Oxfam Resilience Knowledge Hub, 2017). La capacidad de adaptación puede ser preventiva o reactiva, recuperada de prácticas ancestrales o adquirida a través del aprendizaje y de la experimentación (Christian Aid y Soluciones prácticas, 2011); estructural, física, social o institucional (Magrin, 2015); de carácter privado o público, autónoma o planificada (IPCC, 2007).
Capacidad de transformación	Se determina como la capacidad de respuesta a un choque mediante un cambio profundo y permanente en el sistema o estructura responsable de los factores de riesgo, vulnerabilidad y desigualdad, y en pos de asegurar un reparto más equitativo de los riesgos, de manera que no recaigan injustamente sobre las personas más pobres y vulnerables o víctimas de discriminación o marginalización (Oxfam Resilience Knowledge Hub; Oxfam International, 2017; Jeans et al., 2016). En este sentido, la capacidad de transformación consiste en la búsqueda de soluciones a los fracasos subyacentes del desarrollo o de las desigualdades de poder que engendran, aumentan y mantienen el riesgo y la pobreza. No consiste en eliminar las causas de riesgo y de vulnerabilidades cercanas o inmediatas, sino más bien las causas estructurales o fundamentales (Oxfam International, 2017).

Fuente: adaptado por Peralta y Cuéllar (2018).



3. Materiales y métodos

Producción de cebolla para la comercialización,
Municipio Calamarca. • Foto: CIPCA Altiplano

3.1. Área de estudio (localización)

3.1.1. Altiplano

El altiplano, región en la que vive más de la cuarta parte de la población rural de Bolivia, se encuentra en la cuenca endorreica de los lagos Titicaca y Poopó, entre las cordilleras occidental (o volcánica) a lo largo de la frontera Bolivia-Chile y la oriental, que se extiende entre La Paz y el extremo sur del país (Van Damme, 2002). Se divide en tres zonas: altiplano norte, centro y sur, entre las cuales las condiciones ambientales difieren marcadamente. El altiplano norte presenta precipitaciones pluviales que van desde los 700 a 800 mm anuales, descendiendo hacia el sur; en el altiplano centro las lluvias acumulan entre 300 a 400 mm y en el altiplano sur, entre 150 a 250 mm al año (García, Miranda y Fajardo, 2013).

La pluviometría decrece (de 800 a 200 mm) y la temperatura promedio baja (de 10 °C a 5 °C) según un gradiente norte-sur, lo que define una aridez creciente hacia el sur que corresponde respectivamente a la puna semi húmeda, semiárida y árida (Ellenberg, 1981, citado por Hervé y Beck, 2006). En la zona también se presentan granizadas, sequías e inundaciones que dificultan el desarrollo de los cultivos, ocasionando cuantiosas pérdidas (Ribera et al., 1996, citado por Acebey et al., 2004). La altura fluctúa entre 3.600 y 4.100 msnm, con varias serranías que se extienden por alrededor de 100.000 km² (figura 2).

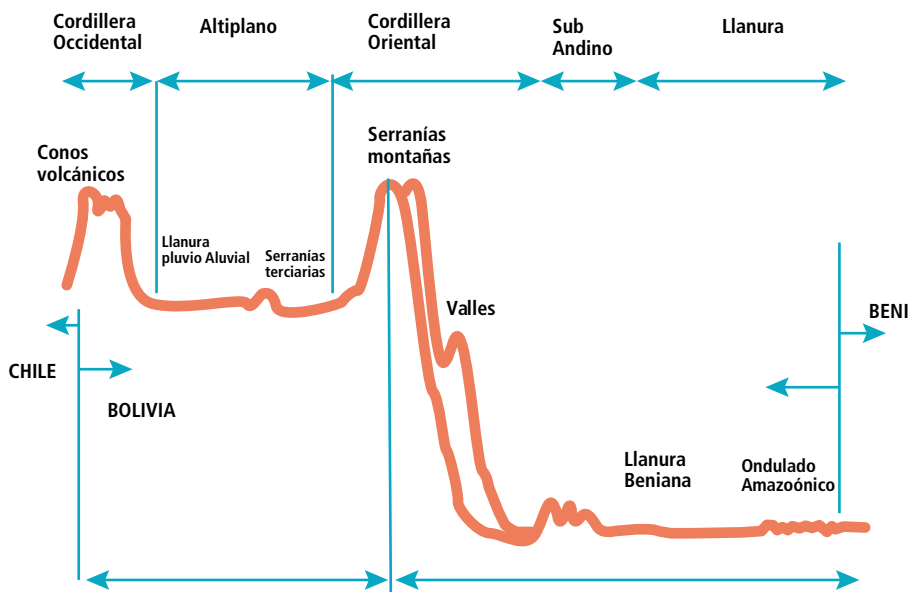


Figura 2: Bolivia, esquema del perfil de la situación de la cuenca del altiplano.

Fuente: Van Damme (2002).

3.1.2. Situación socioeconómica y ambiental del altiplano

El altiplano norte y centro tienen características productivas similares: cría de ganado bovino, ovino y camélido; cultivo de papa, legumbres y algunas hortalizas y desarrollo de actividades de artesanía utilitaria. Entre los principales problemas que afectan a las actividades agropecuarias destacan el significativo fraccionamiento de la propiedad de la tierra –en particular en el altiplano y los valles interandinos–, los elevados niveles de erosión, la falta de servicios de apoyo, la deficiente infraestructura vial, el reducido acceso al crédito, los procesos de comercialización altamente fraccionados y la carencia de servicios básicos como energía eléctrica y telecomunicaciones (Pereira, 2009).

Las visiones sobre el futuro del sector agropecuario en la zona se fueron modificando en las últimas décadas: a una inicial mirada restringida que solo privilegiaba los aspectos productivos, se incorporó luego el concepto de ruralidad que comprende no solo lo agropecuario, sino también todas las otras actividades que se desarrollan en las áreas rurales como servicios, labores de transformación, artesanía y otras.

Debido a la altitud, contiene suelos jóvenes y poco desarrollados, pues las temperaturas ambientales bajas ralentizan la descomposición de materia orgánica. Los suelos están descubiertos y expuestos a la acción de la intensa radiación solar directa que se recibe y a las tormentas convectivas durante la temporada de lluvias. Esta zona alberga a gran parte de la población rural boliviana que lleva adelante actividades agrícolas para cubrir la demanda interna (NDT, 2017).

3.1.3. Altiplano central

La región del altiplano central es pluviestacional, por lo que las estaciones están fuertemente marcadas, presentando un periodo seco y uno de lluvias que comienza en noviembre y termina en abril. La precipitación puede ser de hasta 180 mm/mes en enero, dependiendo del año; el periodo seco, en cambio, empieza en mayo y termina en octubre alcanzando cero mm de precipitación generalmente en julio (Semta, 1998 citado por Acebey et al., 2004). En esta temporada se presenta un descenso de la temperatura muchas veces por debajo de cero grados; aunque el clima es relativamente frío durante todo el año con una gran variación de temperatura entre el día y la noche: la media mínima es de $-2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la máxima de $15,7\text{ }^{\circ}\text{C}$; la temperatura media anual es de $7,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Semta, 1998; Zonisig, 1998). Por sus factores climáticos y su altura, recibe una mayor cantidad de energía solar que una superficie similar ubicada a nivel del mar. En las zonas próximas al lago Titicaca las amplitudes térmicas son bajas debido a la acción moderadora de las aguas del lago que cubre una superficie de 8.100 km^2 (Ribera et al., 1996, citado por Acebey et al., 2004).

Esta investigación se realizó en tres municipios del altiplano central de los que a continuación se describe algunas características y consideraciones.

3.1.3.1. Municipio de Taraco

Se extiende en una península sobre la cuenca del lago Titicaca (lago menor) perteneciente a la región altiplánica. Está ubicado en la provincia Ingavi del departamento de La Paz, a 84 km de la ciudad de La Paz, a una altitud de entre 3.810 a 4.050 msnm, y situado en latitud sur $16^{\circ}27'24.39''$ y $68^{\circ}51'31.39''$ longitud oeste (figura 3).

Taraco se creó como la séptima Sección Municipal de la provincia Ingavi mediante Ley 2488 del 16 de julio de 2003, con una superficie de $115,36\text{ km}^2$. Tiene una

población de 6.603 habitantes y una densidad demográfica de 57,23 habitantes por km², según el censo de 2012 (INE, 2012).

La situación socioeconómica del municipio está determinada por el principal cultivo: la papa, en sus variedades wila imilla, chiara imilla, sani imilla y luk'i (amarga); y en menor medida, por otros productos como haba, oca, quinua, papalisa, cebada y trigo. Las principales actividades agrícolas recaen en las mujeres: selección de papa, elaboración de chuño y corte de forraje; mientras que los hombres se encargan de la preparación del suelo, siembra y cosecha y ocasionalmente colaboran en las otras actividades. Los adolescentes, tanto varones como mujeres, coadyuvan en labores asistenciales de la preparación del suelo (aporque), la cosecha y el corte de forraje.

El manejo del ganado evolucionó en los últimos años, por lo que se hacen necesarios emprendimientos de apoyo técnico para la venta de leche, elaboración de queso y el mejor tratamiento de la carne cuyo rédito económico es mayor (PTDI, 2016). Por otro lado, es común la crianza de gallinas, cuyes y cerdos a nivel doméstico, con relativa importancia económica debido al autoconsumo.

Los productores tienden a utilizar agroquímicos pese a su escaso conocimiento de los peligros para la salud. La mayor exposición ocurre durante el almacenamiento de estos productos o de material semillero en las habitaciones, cocinas y lugares de libre acceso de la familia. Es común observar el uso combinado de agroquímicos de diferente rango de toxicidad (PAR, 2008).

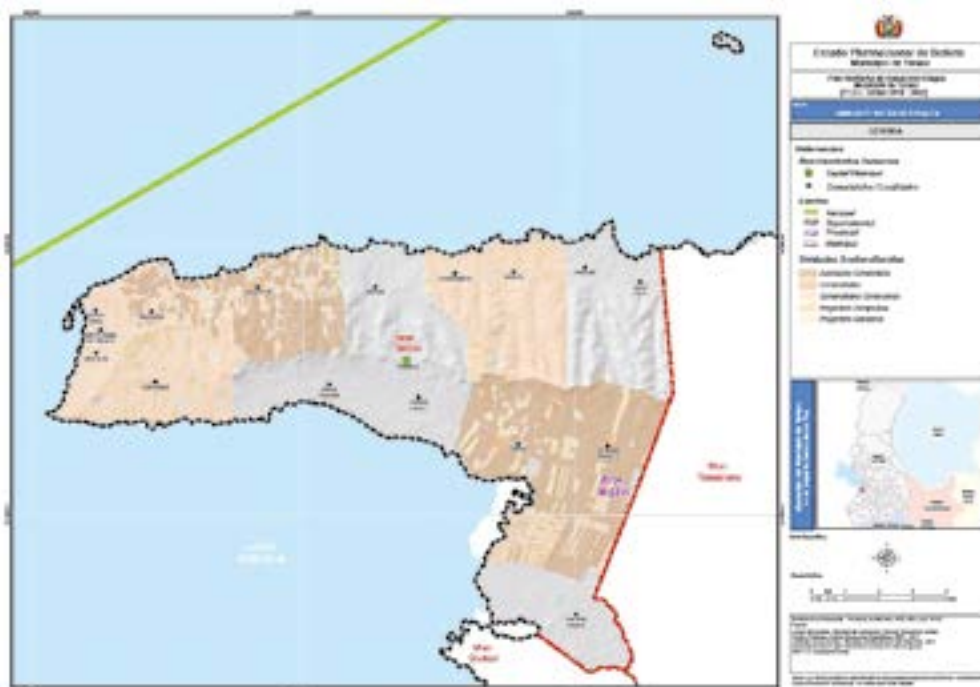


Figura 3: Bolivia, ubicación geográfica del municipio de Taraco.

Fuente: PTDI (2016).

- Características del sistema productivo

En el ámbito municipal de Taraco se identifica la práctica de tres sistemas claramente definidos: i) pecuario, destinado principalmente a la producción lechera, así como también en pequeña escala la crianza de vacunos y ovinos para ganado de engorde; ii) agrícola, caracterizado por la producción de papa, oca, quinua, haba y maíz, básicamente para autoconsumo y, en algunos casos, para comercialización en ferias locales (en los últimos años se introdujo la siembra de algunas hortalizas en carpas solares y campo abierto); iii) pesquero, tradicional caza de especies de peces nativos (karachi, mauri y such'i) e introducidos (pejerrey y trucha) que tiene mayor relevancia para las familias de las comunidades ya que es una fuente de ingreso adicional (PTDI, 2016).

El CIPCA inició su intervención en el municipio de Taraco en 2011 y desde entonces trabaja en la implementación de una propuesta económica productiva con

enfoque agroecológico y de gestión territorial. Inicialmente hubo actividades en ocho comunidades y actualmente ya son 15; aunque el tema organizativo cubre todo el municipio en coordinación con el comité ejecutivo del Consejo de Ayllus Originarios de Tarako Marka (CAOTM).

Los trabajos se enmarcan en el fortalecimiento de las bases productivas con enfoque agroecológico, enfatizando en el manejo de suelos con el uso de abonos orgánicos, la identificación de cultivos estratégicos como la papa, haba y oca. En ganadería, se incide en el manejo forrajero con la implementación del cultivo de alfalfa, la construcción de carpas solares familiares que coadyuvan en la seguridad y la diversificación de la alimentación. La meta trienal inicial (2011-2013) fue propiciar la consolidación de 15 familias, posteriormente en el trienio 2014-2016 se definió consolidar a 18 sistemas familiares y en la última etapa (2017-2019) se contó con 28 familias consolidadas de un total de 155 familias de cobertura (tabla 2).

Tabla 2: Cobertura y acciones de CIPCA en el municipio de Taraco (2011-2019)

	2011-2013	2014-2016	2017-2019
Número de familias de cobertura	107	115	155
Número de familias que consolidan la PEP	15	18	28
Número de comunidades	8	10	15
Número de asociaciones productivas consolidadas	1	1	1

Fuente: elaboración propia a partir de documentos de planificación de CIPCA.

Se entiende por familias consolidadas a las que diversifican los cultivos, generan ingresos económicos por la venta de sus productos, son sujetos que irradian elementos de réplica en las comunidades, muestran sus productos en ferias locales municipales y externas y son consideradas como escuela de campo cuando se realizan intercambios de experiencias.

3.1.3.2. Municipio de Colquencha

Este municipio de la provincia Aroma del departamento de La Paz, está ubicado al suroeste del altiplano, a 75 Km de la ciudad de El Alto (PDM, 2000). De acuerdo al sistema de coordenadas geográficas, su territorio se halla comprendido entre las coordenadas 16°57'50" de latitud sur y 68°16'27" de longitud oeste, a una altura promedio de 4.253 msnm. Colquencha limita al norte con el municipio de Collana, al este con los municipios de Calamarca y Ayo Ayo; al sur con los municipios de Coro Coro y Waldo Ballivián y al oeste con el municipio de Comanche, estos tres últimos de la provincia Pacajes.

El Censo Nacional de Población y Vivienda de 2012 permite observar la distribución espacial de la población de este municipio bajo dos criterios: urbano y rural; un 31,23 % de la población se sitúa en parte urbana y un 68,77 % en la zona rural. La población es de 9.879 habitantes, 5.060 varones (51,22 %) y 4.819 mujeres (48,78 %).

Según información del INE y recogida en el autodiagnóstico, un 50 % de los pobladores mayores a siete años se dedica a la agropecuaria; 13 % a la explotación de canteras; 9 % al transporte de piedra caliza y 7 % al comercio.

Según Iño y Mamani (2019), en el municipio de Colquencha se identifica cuatro sectores productivos:

- Producción agrícola: centrada en cultivos de papa, cebada, quinua, cañahua, papalisa, isaña y hortalizas en invernaderos. Está destinada al autoconsumo de la población, siendo la papa el cultivo de mayor importancia económica.
- Producción pecuaria: destaca el ganado vacuno y ovino; el 75,8 % de las familias se dedica a la crianza de bovinos. La comunidad de Machacamarca se especializa en este sector productivo: alrededor de un 83 % de las familias se dedica a la crianza de ganado lechero. Se organizan en la Asociación Integral de Mujeres Productores de Leche de Machacamarca (Aimprolem) que realiza el acopio de leche y gestiona el procesamiento de derivados lácteos (queso y yogurt), principalmente para el consumo interno.
- Producción minera: predomina la explotación de piedra caliza en los distritos de Colquencha y Marquirivi; mientras que en Micaya se extrae arcilla. En este último se creó el Centro Integral de Formación y Desarrollo Micaya, en busca de consolidar una industria artesanal de cerámica.

- Producción social de saberes y conocimientos locales: en torno a la presencia en los distritos municipales de prácticas socioeducativas ligadas al sistema de vida del ayllu: la propiedad colectiva, el sistema aynuqa, fiestas y rituales agrícolas, estructura de autoridades originarias, uso y práctica de indicadores naturales, cargo de kamana y/o kamani, percepciones orientadas a la humanización y personificación de los fenómenos climatológicos, entre otros.

En cuanto a lo medioambiental, la mayor preocupación es la creciente explotación de piedra caliza que se vende como materia prima a la fábrica de cemento Viacha y que amenaza con contaminar de desechos los suelos agroproductivos (PDM, 2000). Por lo demás, esta actividad gira en torno a una cooperativa que administra la extracción y venta de variedades de piedra tarija, sílice y mármol; además, está la Asociación Minera de Productores de Piedra Caliza (Amiprocal) que representa al cada vez mayor número de familias que dependen de la explotación.

Este sector enfrenta a un contexto general de bajos precios de esta materia prima, la dependencia de un solo comprador, la limitada tecnología para la explotación y transformación, el reducido mercado, la falta de seguridad social para los trabajadores mineros y el mal estado de los caminos.

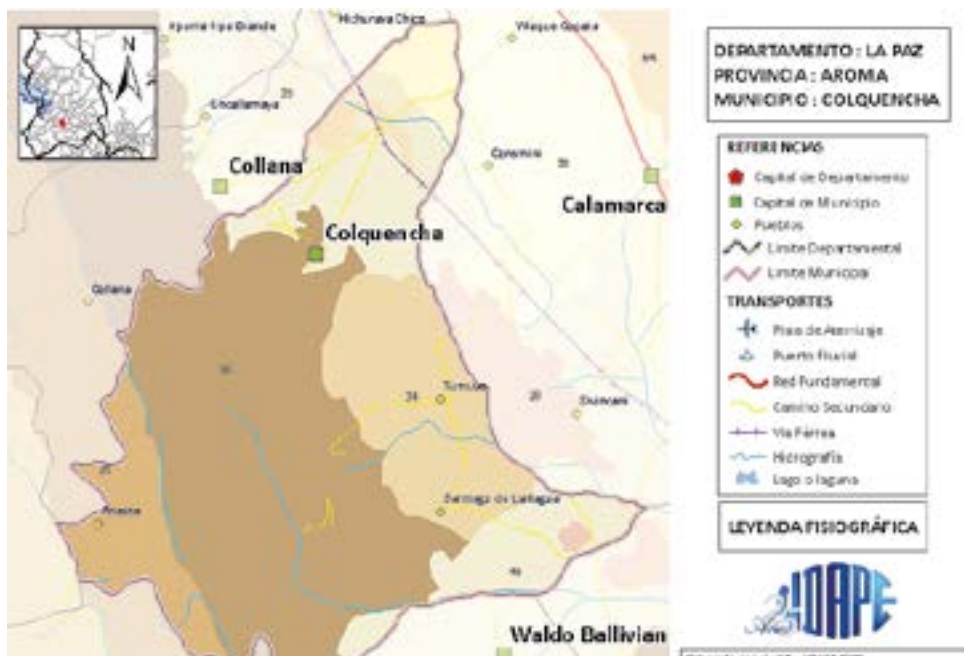


Figura 4: Bolivia, ubicación geográfica del municipio de Colquenchá.

Fuente: PDM (2000).

La implementación de la PEP en este municipio estuvo enfocada inicialmente al manejo adecuado de los recursos naturales: la conservación de suelos y el control de su fertilidad, selección de semillas para los cultivos, manejo adecuado de animales, producción de forraje, infraestructura productiva (apriscos), invernaderos, atajados y pozos con bomba manual.

En el tema social, se fortaleció la organización indígena originario campesina (OIOC), en busca de lograr la autonomía, aunque hasta la fecha no se elaboró la carta orgánica del municipio. Por otro lado, se presentaron algunos problemas internos por el acceso a recursos naturales (suelo y cantera de piedra caliza) y el manejo en aynoqas; ambos involucran a familias de diferentes distritos (antes cantones).

La cobertura del CIPCA en la etapa inicial (2011-2013) alcanzo a 150 familias con la meta de encaminar hacia la consolidación a 15 familias; posteriormente en la segunda etapa (2014-2016) se trabajó con las 150 familias y se identificó a 17

familias adicionales para ponerlas proceso de consolidación; en el periodo 2017-2019 se definió trabajar con 120 familias y se llegó a consolidar 30 sistemas familiares (tabla 3) que ya realizan un manejo agroecológico de sus predios, diversifican los cultivos, usan abonos orgánicos, conformaron asociaciones productivas, avanzan hacia la certificación mediante los sistemas participativos de garantía (SPG) de sus productos, comercializan sus excedentes en ferias importantes y en las ciudades y, por lo tanto, generan ingresos.

Tabla 3: Cobertura y acciones de CIPCA en el municipio de Colquench (2011-2021)

	2011-2013	2014-2016	2017-2018	2019-2021
Número de familias de cobertura	150	150	137	120
Número de familias que consolidan la PEP	15	32	37	30
Número de comunidades	13	21	13	13
Número de Asociaciones productivas	3	4	4	4
Nombre de asociaciones productivas	2	2	4	4

Fuente: elaboración propia a partir de informes de planificación de CIPCA.

Entre varias asociaciones productivas de la región, destacan la Asociación de Productoras “Las Estrellitas”, la Asociación de productoras Agroecológicas de Colquench y la Asociación de productoras de Marquirivi –todas dedicadas a la producción y comercialización de hortalizas orgánicas– y la Asociación Integral de Mujeres Productoras Lecheras de Machacamarcha (Aimprolem) dedicada al acopio y transformación de lácteos y la comercialización de sus derivados.

3.1.3.3. Municipio de Calamarca

Calamarca está en la cuarta sección de la provincia Aroma en el altiplano central del departamento de La Paz. Está ubicada sobre la doble vía interdepartamental La Paz-Oruro, a 59 km de la sede de gobierno y a una altura de 3.954 msnm (PTDI, 2016). Se sitúa en 16°54’00” de latitud sur y 68°07’00” de longitud oeste. Limita al norte con las provincias Ingavi y Murillo; al este con las provincias Murillo y Loayza; al sur con el municipio de Ayo Ayo y al oeste con los municipios de Collana y Colquench de la provincia Aroma. Se extiende sobre 489 km² (PTDI, 2016).

La población de las comunidades de este municipio vive de la agricultura, la ganadería y el comercio. Los cultivos más importantes son: papa dulce en sus variedades waych'a y sani, papa amarga (luqui, phitu, pikura, tumira y ajawiri), cereales como la quinua, cañahua, cebada, avena y alfalfa. También se cultiva forrajes de manera extensiva para la alimentación del ganado. En cuanto a la ganadería, el 98 % del ganado vacuno se vende y el ovino se destina en gran medida al consumo familiar. El 51 % de la población se dedica a otros rubros como artesanía, confección de prendas de vestir, magisterio en educación regular, etc.; el 8 % presta servicios de transporte, el 7 % se dedica a la construcción, el 5 % al comercio, el 2 % a la industria manufacturera y el 27 % no cuenta con ninguna actividad.

El uso de los suelos en el municipio se da de la siguiente manera: 79 % de la superficie está destinada a la producción agrícola, 10 % para la alimentación del ganado, hay un 9 % de tierras no agrícolas y el 2 % es área forestal (PTDI, 2016).

Los factores climáticos que más amenazan a la actividad productiva son las sequías, heladas, granizos, nevadas y ocasionalmente inundaciones. La sequía tiene un periodo de larga duración, lo que ocasiona retrasos en la siembra de los cultivos (Gutiérrez, 2017). Los productores también se enfrentan a la degradación de los recursos naturales, la pérdida de la biodiversidad tanto de flora como en fauna, la sobreutilización de las tierras de pastoreo por encima de su capacidad de carga y la esterilidad de los suelos agrícolas por el uso inadecuado de productos químicos. Por otro lado, el municipio no cuenta con un plan de manejo de residuos sólidos, lo que provoca la contaminación de los suelos, sobre todo en las ferias zonales (PTDI, 2016).

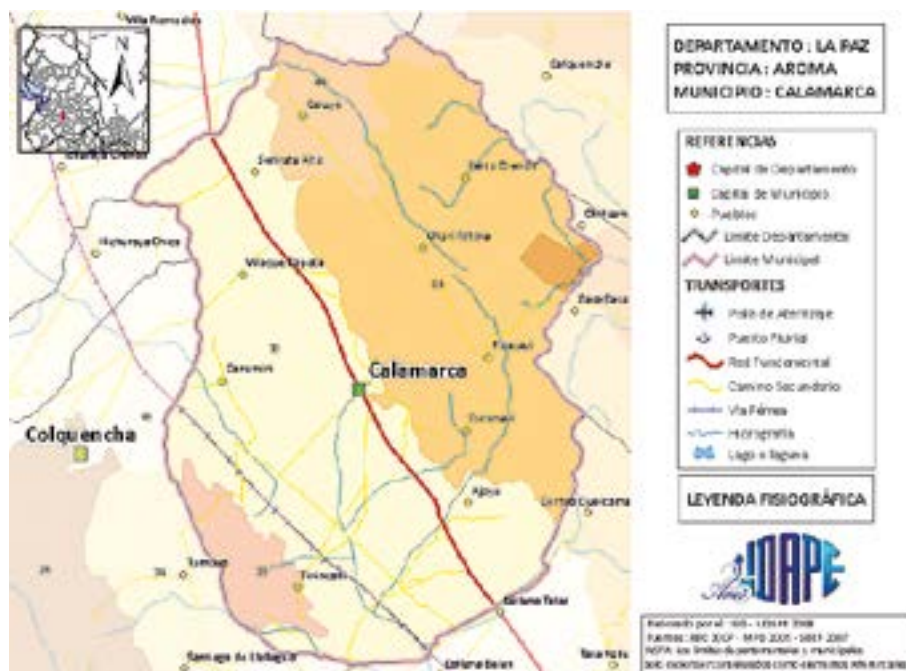


Figura 5: Bolivia, ubicación geográfica del municipio de Calamarca.

Fuente: Instituto Geográfico Militar y Diagnóstico Municipal (2016).

El origen étnico del municipio de Calamarca es netamente aymara: 96,0 % de la población se apeg a las costumbres indígenas heredadas de culturas precolombinas como wancarani, pucara, chiripa, tiahuanacota y otras que durante el imperio incaico fueron sometidas y trasladadas a regiones quechuas, a pesar de lo cual los aymaras mantienen sus raíces (PTDI, 2016).

CIPCA inició sus acciones en este municipio en 2012, en coordinación con las principales entidades de organización campesina como la Central Agraria Túpac Katari y Bartolina Sisa. La implementación de la PEP se efectuó de manera paulatina priorizando las comunidades que demostraron mayor interés en el proceso de identificación de sus potencialidades.

En primera instancia, en el periodo 2012-2013, se trabajó en 16 comunidades con una cobertura de 200 familias, de las que se seleccionó a 15; posteriormente

(2014-2015) se trabajó con las mismas familias y comunidades reduciendo la cobertura general. En el periodo 2016-2017 se alcanzó a 175 familias consolidando 20 sistemas productivos familiares y en el periodo 2018-2019 se asentaron 35 sistemas familiares de un total de 237 (tabla 4).

Tabla 4: Cobertura de CIPCA en el municipio de Calamarca (2012-2019)

Comunidades	2012-2013	2014-2015	2016-2017	2018-2019
Número de familias de cobertura	200	168	175	237
Número de familias consolidadas	15	15	20	35
Número de comunidades	16	11	13	22
Número de asociaciones productivas	-	1	2	2

Fuente: elaboración propia a partir de documentos de planificación de CIPCA.

Las innovaciones implementadas en el marco de la PEP sirvieron para el fortalecimiento de las bases productivas como el manejo de suelos y mejoramiento de su fertilidad con el uso de abonos orgánicos; producción de humus de lombriz; cultivo de hortalizas a campo abierto y en ambientes atemperados con riego tecnificado (por goteo y aspersión); construcción de pozos con bomba manual, a energía solar y eléctrica; mejoras de infraestructura ganadera con la construcción de establos y heniles; mejoramiento genético de ganado bovino lechero a través de la inseminación artificial, elaboración de bloques nutricionales e implantación de cultivares de alfalfa.

Por otra parte, se trabaja en el fortalecimiento de organizaciones económicas como la Asociación de Productores Lecheros “Los Ángeles de Cañuma” de la comunidad de Cañuma (APLLAC), la Asociación de Productores Agropecuarios (Apra) de la comunidad de Caluyo y últimamente con varias asociaciones nuevas de reciente creación, que se dedican a la producción primaria de leche y hortalizas y la comercialización de excedentes en mercados locales y en las ciudades. Se priorizó el trabajo con jóvenes con capacitaciones para el ejercicio de los derechos, en miras a la renovación de nuevos cuadros de liderazgo y la reducción de la migración campo-ciudad.

3.2. Metodología

3.2.1. Diseño de la investigación

El método central de esta investigación es el estudio de caso para abordar la particularidad y complejidad de un caso singular, en busca de comprender su actividad en circunstancias importantes (Stake, 1999), y considerando que equivale al estudio de una situación personal o de grupos, familias, comunidades (Niño Rojas, 2011). Esta metodología combina entrevistas individuales y grupales con análisis y observación de registros (Noreña, 2020). Consiste, además, en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición de una o más variables para observar los resultados (Hernández; Fernández y Baptista, 2014). Lo peculiar de este diseño es el estudio profundizado y exhaustivo de uno o muy pocos objetos de investigación, lo que permite obtener un conocimiento amplio y detallado (Sabino, 1992). Este tipo de investigaciones son apropiadas en situaciones en las que se desea estudiar intensivamente características básicas, la situación actual e interacciones con el medio de una o unas pocas unidades tales como individuos, grupos, instituciones o comunidades (Tamayo, 2004).

El estudio de caso fue aplicado en sistemas productivos familiares con el fin de conocer en profundidad las prácticas y estrategias productivas empleadas para la producción de alimentos en condiciones climáticas adversas. Para elegir las familias se recurrió a un muestreo no probabilístico (Cid, Méndez y Sandoval, 2011), tomando en cuenta los años que estas implementan la PEP del CIPCA –siempre dentro del periodo 2011-2019– y su nivel de consolidación. Por otra parte, para fines de comparación se seleccionó seis sistemas productivos que no implementan la PEP, por lo que en total se analizó 12 sistemas de producción familiar.

Para el recojo de información se recurrió entrevistas en profundidad a través de cuestionarios semiestructurados previamente elaborados, pero también a la observación participante (se compartió con las familias en sus labores cotidianas y se hizo seguimiento a sus sistemas productivos).

3.2.2. Caracterización de los sistemas familiares

Los sistemas de producción familiar que implementan la PEP están en los municipios de Taraco, Colquencha y Calamarca. Los estudios de caso representan a 542 familias en etapas iniciales y en proceso y 93 familias consolidadas (tabla 5).

Tabla 5: Resumen de cobertura de CIPCA en los municipios de Taraco, Colquenchá y Calamarca

	Taraco	Colquenchá	Calamarca	Total
Número de familias de cobertura	155	150	237	542
Número de familias consolidadas	28	30	35	93
Número de comunidades	15	13	22	50

Fuente: elaboración propia.

Como se informó arriba, se consideró a familias que aplican la PEP (por al menos siete a ocho años y están en proceso avanzado de consolidación) y a otras que aún practican una agricultura convencional, en pos de aplicar una comparación de sujetos de análisis (tabla 6).

Tabla 6: Esquema de sistemas familiares incluidos en la investigación

Municipios	Sistemas con PEP	Sistemas sin PEP
Taraco	Familia Cruz-Zárate	Familia Callisaya-Chambilla
	Familia Alejo-Flores	Familia Alejo-Flores
Colquenchá	Familia Ajno-Mamani	Familia Mamani-Fernández
	Familia Huchani-Mamani	Familia Mamani-Ajno
Calamarca	Familia Mamani-Laura	Familia Mamani-Álvarez
	Familia Quispe-Álvarez	Familia Pongo-Laura

Fuente: elaboración propia.

La caracterización de los sistemas productivos se realizó sobre la base de los avances de las familias en sus sistemas productivos, información de la que CIPCA cuenta con registros y una base de datos que califica a familias en proceso y consolidadas. Para la investigación se consideró a dos familias consolidadas por municipio. Por otro lado, también se contempló a dos familias sin PEP por municipio.

Para el recojo de información se elaboró una entrevista modelo (anexo 1) a partir de indicadores de los ámbitos económicos, ambientales y sociales. Posteriormente se visitó cada uno de los sistemas productivos para realizar entrevistas a profundidad en las que los entrevistados tuvieron la opción de expresar con total libertad sus puntos de vista con preguntas elaboradas y validadas con anterioridad. Estas

conversaciones duraron entre 50 minutos y dos horas según la disponibilidad de tiempo y el interés en los temas abordados en cada sistema familiar.

La información fue vaciada en una matriz de Excel, y tras un análisis con herramientas estadísticas se obtuvo índices para cada una de las dimensiones estudiadas. Cada índice cataloga el nivel de sostenibilidad de los sistemas productivos familiares.

3.2.3. Evaluación de sostenibilidad

Para la evaluación de la sostenibilidad se construyó una herramienta de análisis sobre la base de indicadores para cada una de las dimensiones estudiadas (ver anexos 2a y 2b), a partir de lo planteado por Torrico (2019). Esta herramienta contribuyó al análisis e interpretación de los datos recabados desde los sistemas productivos familiares y facilitó la interpretación y la determinación de los beneficios económicos, ambientales y sociales en los sistemas familiares.

3.2.3.1. Definición de indicadores

Para cada dimensión (ambiental, económica y social) se definieron indicadores que fueron valorados y analizados según la evolución de la implementación dentro de los sistemas familiares. Cada indicador contiene subindicadores y un valor que va en el rango de 0 a 1, con el que se realizó los cálculos del índice de sostenibilidad; la dimensión económica tiene siete indicadores; la ambiental, cinco y la social, ocho, como se presenta en la (tabla 7).

Para el recojo de la información se elaboró una boleta de entrevista relacionada con los indicadores y con los criterios desagregados (ver el cuestionario en anexo 1)

Tabla 7: Indicadores de sostenibilidad económica, ambiental y social

Dimensión	Indicadores	Fuente para la obtención de datos	Método de medición
Económica	1. Manejo adecuado de los registros (costos de producción).	Práctica de registro	Encuesta y verificación
	2. Acceso a ferias y mercados (periodos de venta de los productos).	Número de ferias y mercados	Encuesta y visita a ferias
	3. Relación entre insumos provenientes del interior y fuera del predio (semillas, abonos, agroquímicos, insumos externos).	Número de insumos y dependencia	Encuesta
	4. Estabilidad de la economía (conformidad de precios y fuentes de ingreso).	Fuente de ingreso y conformidad	Encuesta
	5. Ingresos económicos por la producción (distribución mensual de ingresos y egresos).	Comparación con el monto de salario mínimo	Ingreso familiar anual (encuestas)
	6. Diversificación productiva (número de especies manejadas en agricultura y ganadería).	Número de especies agrícolas y ganaderas	Encuesta y seguimiento
	7. Rotación y asociación de cultivos en el tiempo y número de cultivos por año.	Número de cultivos, rotación y asociación	Encuesta y verificación en parcela

continúa...

Dimensión	Indicadores	Fuente para la obtención de datos	Método de medición
Ambiental	8. Producción y rendimientos.	Tn/ha, número de parcelas	Encuesta
	9. Cambio de paisaje (diversidad de paisajes, cobertura vegetal y beneficios de la rotación).	Número de obras, rotaciones favorables	Encuesta y seguimiento a parcelas
	10. Mejoramiento de la calidad de suelos (incorporación de abonos orgánicos, por la rotación de cultivos, medición del pH).	Calidad de suelos, estado de la fertilidad	Análisis de laboratorio y encuesta
	11. Agua segura, disponibilidad (sistemas, perforación de pozos), uso eficiente de agua (aspersión o goteo).	Disponibilidad de agua, calidad, uso eficiente	Análisis de laboratorio y encuesta
	12. Uso de materia verde, residuos y desechos (incorporación de materia orgánica al suelo).	Uso de residuos, percepción	Encuesta y verificación de campo
Social	13. Asistencia técnica recibida y frecuencia.	Frecuencia de asistencia técnica al año y percepción	Encuesta y seguimiento a actividades
	14. Fortalecimiento de los aprendizajes.	Valoración, impacto y uso de aprendizajes	Encuesta
	15. Calidad nutricional familiar	Percepción en cambio de hábitos y estado nutricional	Análisis y seguimiento
	16. Participación grupal o asociatividad.	Beneficio y participación	Encuesta y verificación
	17. Remuneración familiar (miembros de la familia que reciben remuneración económica).	Número de miembros con remuneración	Encuesta
	18. Igualdad de género (hombres y mujeres reciben trato igualitario).	Nivel de reconocimiento	Encuesta
	19. Acceso a financiamiento en proyectos.	Percepción de la importancia	Encuesta
	20. Accesos a innovaciones agrícolas (réplica de prácticas agrícolas).	Facilidad de acceso, número de innovaciones	Encuesta y verificación

Fuente: elaboración propia a partir de Begiristain (2018) y Duarte (2013).

3.2.3.2. Índice de sostenibilidad

Para el cálculo de los índices de sostenibilidad de los sistemas familiares, los indicadores se agregaron de acuerdo a cada dimensión y con pesos equivalentes entre ellas y al interior de las mismas, como se muestra en las (tablas 8, 9 y 10).

Para cuantificar los datos en la dimensión económica se utilizó niveles y escalas con valor numérico entre 0 a 1 y divididas no siempre de manera proporcional y equitativa, sino dependiendo de la situación de cada nivel, definida con criterios desde la práctica; estas pueden variar entre 0 o nivel ausente; 0,3; 0,5; 0,7 y 1, que es el nivel óptimo; o en algunos casos entre 0,3, con alguna acción; 0,5 y 1, nivel óptimo. En el indicador 6 se puede ver otra variante en los valores de 0,1, con alguna acción; 0,5; 0,75 y 1; mayor detalle en la (tabla 8).

Tabla 8: Indicadores, preguntas, escala y cuantificación para el cálculo de índices en la dimensión económica

Indicadores	Pregunta del cuestionario	Calidad del indicador	Niveles y escalas	Cuantificación	Observación
1. Manejo de registros	1.1. ¿Ud. maneja algún tipo de registro productivo?	1.1. Calidad de registros	0= no lleva 1= algún 2= básicos 3= frecuentemente 4= completamente	0=0 (no lleva asociación); 1=0,3 (algún) 2=0,5 (básicos); 3=0,7 (frecuentemente); 4=1 (completamente)	Rotación favorable a la fertilidad del suelo y contra plagas
	1.2. ¿Con qué infraestructuras cuenta y cuál es su importancia?	1.2. Calidad de infraestructura y equipamiento	0= ninguna 1= 1 básica 2= 2-3 media 3= >3 buena	0: 0 (ninguna), 1: 0,3 (básica), 2: 0,7 (media), 3: 1 (buena)	Calidad de infraestructura y equipamiento para la producción agropecuaria
2. Acceso a ferias y mercados	2.1. ¿Dónde vende sus productos?	2.1. Número de mercados que acceden	1= 1 mercado 2= 2 a 3 mercados 3= más de 3 mercados	1=0,3; 2-3=0,5; >3=1	Número de mercados a los que accede durante el año
	2.2. ¿En qué época vende más?	2.2. Participación continua en el mercado	0= no vende 1= 3 meses 2= 6 meses al año 3= 9 meses 4= todo el año	0=0 (no vende); 1=0,3 (3 meses) 2=0,5 (6 meses al año); 3=0,7 9 meses); 4=1 (todo el año)	Participación continua en el mercado

continúa...

Indicadores	Pregunta del cuestionario	Calidad del indicador	Niveles y escalas	Cuantificación	Observación
3. Insumos y procedencia	3.1. ¿Qué insumos utiliza que sean del mismo predio?	3.1. Dependencia de insumos externos para agricultura	1= altamente dependiente 2= poco dependiente 3= altamente independiente	1=0,3 (altamente dependiente); 2=0,5 (poco dependiente); 3=1 (altamente independiente)	Dependencia de insumos externos, para la producción
	3.2. ¿Qué productos compra del mercado (fuera del predio)?	3.2 a Dependencia de insumos externos para ganadería	1= muy necesario 2= necesario 3= poco necesario	1=0,3 (poco necesario); 2=0,5 (necesario); 3=1 (muy necesario)	Dependencia de productos externos para crianza de animales (a menor dependencia, más sostenible es el sistema)
		3.2 b Dependencia de materiales	1= altamente dependiente 2= poco dependiente 3= altamente independiente	1=0,3 (altamente dependiente); 2=0,5 (poco dependiente); 3=1 (altamente dependiente)	Materiales para construcción y actividades agropecuarias
		3.2 c Dependencia uso de maquinaria, mano de obra	1= altamente dependiente 2= poco dependiente 3= altamente independiente	1=0,3 (altamente dependiente); 2=0,5 (poco dependiente); 3=1 (altamente dependiente)	Dependencia de uso de maquinaria, mano de obra
4. Estabilidad de la economía	4.1. ¿Dónde prefiere vender?	4.1. Conformidad de precios	1= poco conforme 2= conforme 3= altamente conforme	1=0,3 (poco conforme); 2=0,5 (conforme); 3=1 (altamente conforme)	Conformidad de precios en el mercado
	4.2. Después de la cosecha o en la época libre, ¿a qué se dedica?	4.2. Fuentes de ingreso	1= 1 fuente de ingreso 2= 2 fuentes de ingreso 3= más de 3 fuentes de ingreso	1=0,3; 2=0,5; >3=1	Otras fuentes de ingreso, número de fuentes distintas de ingreso
	4.3. ¿Cómo distribuye sus ingresos?	4.3. Capacidad de ahorro anual	0= no ahorra 1= ahorra 1 salario 2= ahorra 2 salarios 3= ahorra 3 salarios 4= ahorra más de 3 salarios	0=0; 1=0,3; 2=0,5; 3=0,7; 4=1	Capacidad de ahorro en salarios mínimos, ahorro anual.

continúa...

Indicadores	Pregunta del cuestionario	Calidad del indicador	Niveles y escalas	Cuantificación	Observación
5. Ingresos económicos	5.1. ¿Cuáles son los productos estratégicos con los que genera ingresos?	5.1. Diversificación de ingresos de la UP	1= principalmente un producto 2= principalmente 2 productos 3= principalmente 3 productos 4= diversificado - >3	1=0,3 (principalmente un producto); 2=0,5 (principalmente 2 productos); 3=0,7 (principalmente 3 productos); 4=1 (diversificado)	Diversificación de ingresos de la propiedad. Dependencia de pocos productos.
	5.2. Ingresos netos mensuales/anuales	5.2. Ingreso mensual.	0= <1 salario 1= 1 salario 2= 2 salarios 3= 3 salarios 4= más de 3 salarios	0=<1=0; 1=0,3; 2=0,5; 3=0,7; 4=1	Ingreso en salarios mínimos, mensuales.
	5.3. Gastos mensuales	5.3. Balance con ingresos	1= más gasto que ingreso (endeudamiento) 2= gastos igual que ingresos 3= ahorra	1= más gasto que ingreso (endeudamiento) 2= gastos igual que ingresos 3= ahorra	Balance con ingresos
6. Diversificación productiva	6.1. ¿Cuántas especies tiene en cultivos?	6.1. Agrobiodiversidad y diversidad funcional	1= <10 - muy baja 2= 11-20 - media 3= 21-30 -media alta 4= >31 - alta	<10=0,1 (muy baja); 11-20=0,5 (media); 21-30=0,75 media alta; >31=1 (alta)	Agrobiodiversidad y diversidad funcional
	6.2. ¿Cuántas especies de animales tiene?	6.2. Diversificación ganadera	1= muy baja 2= media (2 a 3) 3= media alta (4) 4= alta (>4)	1=0,1 (muy baja); 2-3=0,5 (media); 4=0,75 media alta; 5=1 (alta)	Diversificación ganadera
7. Rotación y asociación de cultivos	7.1. ¿Cómo distribuye los cultivos en el tiempo?	7.1. Rotación favorable en el tiempo	0= no hay rotación 1= poca 2= regular 3= buena 4= óptima rotación	0=0 (no hay rotación); 1=0,3 (poca); 2=0,5 (regular); 3=0,7 (buena); 4=1 óptima rotación)	Rotación favorable a la fertilidad del suelo y contra plagas
	7.2. Asociación de cultivos en la parcela	7.2. Asociación favorable	0= no hay asociación 1= poca 2= regular 3= buena 4= alta	0=0 (no hay asociación); 1=0,3 (poca); 2=0,5 (regular); 3=0,7 (buena); 4=1 (alta)	Rotación favorable a la fertilidad del suelo y contra plagas

Fuente: elaboración propia a partir de Begiristain (2018), Duarte (2013) y Torrico.

Para la dimensión ambiental, se tomó en cuenta los mismos criterios de cuantificación en los niveles y escalas: valor numérico de entre 0 a 1 que pueden variar de 0, nivel ausente; 0,3; 0,5; 0,7 hasta 1, nivel óptimo; o, en algunos casos, entre 0,3, con alguna acción; 0,5; 0,7 y 1, nivel óptimo. En los indicadores 10 y 11 se puede ver otra variante en los valores de 0, sin acción; 0,5; 0,75 y 1; mayor detalle en la (tabla 9).

Tabla 9: Indicadores, preguntas, escala y cuantificación para el cálculo de índices en la dimensión ambiental

Indicadores	Pregunta del cuestionario	Calidad del indicador	Niveles y escalas	Cuantificación	Observación
8. Producción y rendimiento	8.1. ¿Cuántas parcelas tiene?	8.1. Manejo de parcelas	1= 1 parcela 2= 2 a 4 parcelas 3= 5 a 6 parcelas 4= >6 parcelas	1=0,3; 2-4=0,5; 5-6=0,7; >6=1	Número de parcelas
9. Cambio de paisaje	9.1. ¿Cuenta con obras en manejo de recursos naturales?	9.1. Número de obras	0= 0 obras 1= 1 obra 2= 2 obras 3= >3 obras	0=0 (obras); 1=0,5 (obras); 2=0,75 (obras); >3=1 (obras)	Número de obras
	9.2. ¿Cuáles son los beneficios de la diversificación?	9.2. Beneficios de la diversificación	0= no beneficio 1= poco 2= regular 3= mucho 4= completamente	0=0 (no beneficio); 1=0,3 (poca); 2=0,5 (regular); 3=0,7 (mucho); 4=1 (completamente)	Rotación favorable a la fertilidad del suelo y contra plagas
	9.3. ¿Cuáles son los beneficios de la rotación?	9.3. Beneficios de la rotación	0= no beneficio 1= poca 2= regular 3= mucho 4= completamente	0=0 (no beneficio); 1=0,3 (poca); 2=0,5 (regular); 3=0,7 (mucho); 4=1 (completamente)	Rotación favorable a la fertilidad del suelo y contra plagas
	9.4. ¿Por qué es necesario hacer descansar el suelo?	9.4. Beneficios del descanso de suelos	0= no es necesario 1= a veces 2= indiferente 3= importante 4= completamente	0=0 (no es necesario); 1=0,3 (a veces); 2=0,5 (indiferente); 3=0,7 (importante); 4=1 (completamente)	percepción sobre descanso de suelos
10. Mejoramiento de suelos	10.1. ¿Con qué abona sus suelos?	10.1. Calidad de abonamiento	0= no abona 1= poco 2= regular 3= muy bien	0=0 (no abona); 1=0,5 (poco); 2=0,75 (regular); 3=1 (muy bien)	calidad de abonamiento
	10.2. Análisis de suelo en laboratorio	10.2. Estado de la fertilidad de suelos	0= baja fertilidad 1= poca 2= regular 3= muy buena	0=0 (baja fertilidad); 1=0,5 (poca); 2=0,75 (regular); 3=1 (muy buena)	Estado de la fertilidad de suelos

continúa...

Indicadores	Pregunta del cuestionario	Calidad del indicador	Niveles y escalas	Cuantificación	Observación
11. Agua segura	11.1. ¿Cuál es su fuente de agua para consumo y riego?	11.1. Calidad de agua	0= alta escasez de agua 1= a veces falta 2= regular 3= muy buena	0=0 (alta escasez de agua); 1=0,5 (a veces falta); 2=0,75 (regular); 3=1 (muy buena)	Calidad de agua
	11.2. ¿Cuenta con sistema de riego?	11.2. Cobertura de riego	0= no tiene riego 1= abastece menos del 20 % 2= entre el 20-50 % 3= >50 %	0=0 (no tiene riego); 1=0,5 (abastece menos del 20%); 2=0,75 (entre el 20-50%); 3=1 (>59%)	Cobertura de riego
	11.3. ¿Aplica riego tecnificado?	11.3. Eficiencia de riego	0= no tiene riego 1= inundación 2= aspersión 3= goteo	0=0 (no tiene riego); 1=0,5 (inundación); 2=0,75 (aspersión); 3=1 (goteo)	Eficiencia de riego
	11.4. Análisis del agua	11.4. Calidad de agua para riego	0= baja calidad 1= poca 2= regular 3= muy buena	0=0 (baja calidad); 1=0,5 (poca); 2=0,75 (regular); 3=1 (muy buena)	Calidad de agua para riego
12. Uso de materia verde, residuos y desechos	12.1. Reciclado de nutrientes	12.1. Uso de residuos	0= no se usa 1= poco uso 2= regular 3= mucho uso	0=0 (no se usa); 1=0,5 (poco uso); 2=0,75 (regular); 3=1 (mucho uso)	Uso de residuos
	12.2. ¿Por qué es necesario el uso de abonos?	12.2. Percepción sobre uso de abonos	0= no es necesario 1= a veces 2= indiferente 3= importante 4= completamente	0=0 (no es necesario); 1=0,3 (a veces); 2=0,5 (indiferente); 3=0,7 (importante); 4=1 (completamente)	Percepción sobre uso de abonos

Fuente: elaboración propia, a partir de Begiristain (2018), Duarte (2013) y Torrico.

Para la dimensión social, los criterios y valores se mantuvieron: pueden variar entre 0, nivel ausente; 0,3; 0,5; 0,7 hasta 1, que es el nivel óptimo; con una sola variante en el subindicador 15.2., con valores entre 0,3, sin cambios; 0,5; 0,7 hasta 1, que es el nivel óptimo y en el indicador 17, los valores entre 0, nadie; 0,5; 0,75 y 1; los subindicadores 13.2., 13.4., 19.2. y 20.2., tienen respuestas más cualitativas que no se cuantificaron. Mayor detalle en la tabla 10.

Tabla 10: *Indicadores, preguntas, escala y cuantificación para el cálculo de índices en la dimensión social.*

Indicadores	Pregunta del cuestionario	Calidad del indicador	Niveles y escalas	Cuantificación	Observación
13. Asistencia técnica	13.1. ¿Ud. recibe asistencia técnica?	13.1. Frecuencia de la asistencia técnica	0= nada 1= rara vez 2= una vez 3= dos veces 4= frecuentemente	0=0 (nada); 1=0,3 (rara vez); 2=0,5 (una); 3=0,7 (dos); 4=1 (frecuentemente)	Número de veces que recibe asistencia técnica
	13.2. ¿De qué instituciones recibe asistencia técnica?				Instituciones que prestan AT
	13.3. ¿Cuál la importancia de contar con asistencia técnica?	13.3. Percepción sobre importancia de la AT	0= nada 1= poco importante 2= insignificante 3= importante 4= Muy importante	0=0 (nada); 1=0,3 (poco importante); 2=0,5 (insignificante); 3=0,7 (importante); 4=1 (muy importante)	percepción sobre la importancia de la AT
	13.4. ¿En qué le beneficia la AT?				Beneficios de la AT
14. Fortalecimiento de los aprendizajes	14.1. ¿Cómo valora el fortalecimiento a los aprendizajes?	14.1. Valoración de aprendizajes	0= nada 1= poco importante 2= insignificante 3= importante 4= muy importante	0=0 (nada); 1=0,3 (poco importante); 2=0,5 (insignificante); 3=0,7 (importante); 4=1 (muy importante)	Valoración de aprendizajes
	14.2. ¿Qué temas de capacitación recibe?	14.2. Impacto de las capacitaciones	0= nada 1= poco impacto 2= regular impacto 3= alto 4= muy alto	0=0 (nada); 1=0,3 (poco impacto); 2=0,5 (regular impacto); 3=0,7 (alto); 4=1 (muy alto)	Impacto de las capacitaciones
	14.3. ¿Para qué le ha servido la capacitación?	14.3. Uso de las capacitaciones	0= ninguno 1= poco uso 2= regular 3= alto 4= muy alto	0=0 (ningún); 1=0,3 (poco uso); 2=0,5 (regular); 3=0,7 (alto); 4=1 (muy alto)	Uso de las capacitaciones

continúa...

Indicadores	Pregunta del cuestionario	Calidad del indicador	Niveles y escalas	Cuantificación	Observación
15. Calidad nutricional familiar	15.1. ¿Ud. ha notado cambios en el estado nutricional?	15.1. Cambio en el estado nutricional	0= ninguno 1= poco 2= regular 3= mucho 4= completamente	0=0 (ningún); 1=0,3 (poco uso); 2=0,5 (regular); 3=0,7 (mucho); 4=1 (completamente)	
	15.2. ¿Cómo es su alimentación, por qué?	15.2. Cambio en hábitos alimenticios	1= igual 2= regular 3= mejor 4= completamente	1=0,3 (igual); 2=0,5 (regular); 3=0,7 (mejor); 4=1 (completamente)	
	15.3. ¿Hay cambios en la producción y alimentación con el cambio climático?	15.3. Impactos negativos del CC	0= completamente 1= mucho 2= poco 3= casi nada 4= nada	0=0 (completamente); 1=0,3 (mucho); 2=0,5 (poco); 3=0,7 (casi nada); 4=1 (nada)	impactos negativos del CC
16. Participación grupal o asociatividad	16.1. ¿Participa en alguna organización?	16.1. Participación en la organización	0= ninguna 1= en una 2= en dos 3= en tres 4= en más de tres	0=0 (ninguna); 1=0,3 (una); 2=0,5 (en dos); 3=0,7 (en tres); >3=1 (más de 3)	Uso de las capacitaciones
	16.2. ¿Cuál es la importancia y los beneficios de pertenecer a una organización?	16.2. Beneficio de participación	0= ningún 1= poco 2= regular 3= mucho 4= completamente	0=0 (ningún); 1=0,3 (poco); 2=0,5 (regular); 3=0,7 (mucho); 4=1 (completamente)	Nivel de beneficio de pertenencia a organizaciones
17. Remuneración familiar	17.1. ¿Qué miembros tienen remuneración?	17.1. Miembros remunerados	0= nadie 1= un miembro 2= dos miembros 3= Más de 3 miembros	0=0 (nadie); 1=0,5 (1 miembro); 2=0,75 (dos miembros); >3=1 (más de tres miembros)	Miembros remunerados
18. Igualdad de género	18.1. ¿Cuál es el reconocimiento dentro la comunidad?	18.1. Nivel de reconocimiento	0= ninguno 1= poco 2= reconocido 3= habitualmente 4= muy reconocido	0=0 (ningún); 1=0,3 (poco); 2=0,5 (reconocido); 3=0,7 (habitualmente); 4=1 (muy reconocido)	reconocimiento
19. Financiamiento en proyectos	19.1. ¿Cuál es la importancia de financiar?	19.1. Importancia de financiar	0= ninguna 1= poca 2= regular 3= mucha 4= completamente	0=0 (ningún); 1=0,3 (poco); 2=0,5 (regular); 3=0,7 (mucho); 4=1 (completamente)	Importancia de financiar
	19.2. ¿Recibe crédito productivo?				Respuesta cualitativa

continúa...

Indicadores	Pregunta del cuestionario	Calidad del indicador	Niveles y escalas	Cuantificación	Observación
20. Acceso a innovaciones agrícolas	20.1. ¿Cómo accede a proyectos?	20.1. Facilidad de acceso a créditos	0= no accede 1= muy difícilmente 2= regular proceso 3= fácil 4= muy fácil	0=0 (no accede); 1=0,3 (muy difícilmente); 2=0,5 (regular proceso); 3=0,7 (fácil); 4=1 (muy fácil)	facilidad de acceso a créditos
	20.2. ¿Con qué proyecto se ha beneficiado?				Descripción del acceso a proyectos
	20.3. ¿Cómo le benefician las prácticas aprendidas?	20.3. Aplicación de prácticas	0= no funciona 1= igual 2= sí funciona 3= importante 4= muy importante	0=0 (no funciona); 1=0,3 (igual); 2=0,5 (si funciona); 3=0,7 (importante); 4=1 (muy importante)	Importancia de la aplicación de prácticas innovadoras

Fuente: elaboración propia sobre la base de Begiristain (2018), Duarte (2019) y Torrico.

Con el previo vaciado de datos en la herramienta de evaluación de sostenibilidad de sistemas de producción agropecuaria elaborado por Torrico (2019), que determina los índices para subindicadores, indicadores y para las dimensiones (económica, ambiental y social), la ecuación planteada para el cálculo de los índices de sostenibilidad es la siguiente:

$$I_{\text{Sost}} = \frac{\sum \left(\frac{I_{\text{Eco}}(i_1; i_7)}{n_{\text{Eco}}} + \frac{I_{\text{Amb}}(i_1; i_5)}{n_{\text{Amb}}} + \frac{I_{\text{Soc}}(i_1; i_8)}{n_{\text{Soc}}} \right)}{n_d} \quad (\text{Ecuación del modelo 1})$$

Donde:

I_{Sost} : índice de sostenibilidad de sistemas productivos

I_{Eco} : indicadores de la dimensión económica

I_{Amb} : indicadores de la dimensión ambiental

I_{Soc} : indicadores de la dimensión social

n_d : número de dimensiones

i : valor individual del indicador

Para calcular y valorar la sostenibilidad se utilizó la tabla propuesta por Casas-Cázares et al. (2009) que plantea una escala. Los índices encontrados pueden ubicarse en diferentes posiciones, según cada valor, entre muy alto, alto, mediano, bajo y muy bajo; así los que se encuentren por debajo de 0,50, tienen ausencia de sostenibilidad positiva y los índices por encima de 0,50 tienen presencia de sostenibilidad (ver tabla 11). Mediante esta escala se comparó los índices encontrados entre sistemas productivos que implementan la PEP y los que no lo hacen.

Tabla 11: *Escala de valores para medir indicadores agrupados e índice de sostenibilidad*

Característica de la sostenibilidad	Descripción de la calificación de las dimensiones	Rangos de índice de la sostenibilidad
Ausencia	Muy alta	0,00 a 0,10
	Alta	0,11 a 0,20
	Media	0,21 a 0,30
	Baja	0,31 a 0,40
	Muy baja	0,41 a 0,50
Presencia	Muy baja	0,51 a 0,60
	Baja	0,61 a 0,70
	Media	0,71 a 0,80
	Alta	0,81 a 0,90
	Muy alta	0,91 a 1,00

Fuente: elaboración propia con datos de Casas-Cázares et al. (2009).

3.2.4. Capacidad de resiliencia de los sistemas

Para la determinación de la capacidad de resiliencia se aplicó una metodología e instrumentos ya validados que evalúan los aspectos o dimensiones de absorción, adaptación y transformación. La metodología fue planteada por Torrico et al. (2017) y reajustada un par de años después (Torrico, 2019).

Para el análisis de la resiliencia se tomó como fenómeno o perturbación de muestra a la sequía registrada a finales de 2016 que afectó a municipios rurales y a las ciudades de La Paz y El Alto. A consecuencia del fenómeno, los sistemas productivos familiares sufrieron escasez de agua por lo que en muchos casos decidieron vender sus animales; por otro lado, el rebrote de los alfalfares fue tardío; también resultaron afectados los

cultivos a secano, como la papa y los cultivos forrajeros anuales. De esta manera, tres años después del fenómeno climático, fue oportuno evaluar la capacidad de resiliencia.

Torrico et al. (2017) plantearon la metodología para determinar el índice de resiliencia bajo la agregación de indicadores según la capacidad de absorción, adaptación y transformación, a partir del siguiente modelo:

$$I_{\text{Resi}} = \sum \left(\frac{I_{\text{Cab}}(i_1:i_{14})}{n_{\text{Cab}}} + \frac{I_{\text{Cad}}(i_1:i_{10})}{n_{\text{Cad}}} + \frac{I_{\text{Ctr}}(i_1:i_3)}{n_{\text{Ctr}}} \right) \quad (\text{Ecuación del modelo 2})$$

Donde:

I_{Resi} = índice de resiliencia.

I_{Cab} = indicadores de capacidad de absorción.

I_{Cad} = indicadores de capacidad de adaptación.

I_{Ctr} = indicadores de capacidad de transformación.

n_d = número de capacidades.

i = valor individual del indicador.

Los índices encontrados califican a los sistemas familiares según si son o no resilientes a un determinado fenómeno; la escala propuesta se detalla en la (tabla 12), (ver anexo 3b).

Tabla 12: Escala de valores para medir indicadores agrupados e índice de resiliencia

Escala cualitativa	Valor numérico
Muy bajo	0,00 a 0,30
Bajo	0,31 a 0,50
Medio	0,51 a 0,60
Bueno	0,61 a 0,70
Muy bueno	0,71 a 0,90
Excelente	> a 0,90

Fuente: Torrico (2019).



4. Resultados

Producción de humus de lombriz,
Municipio Taraco. • Foto: CIPCA Altiplano

4.1. Sistemas familiares de producción que implementan la PEP

En los municipios de Taraco y Colquencha las actividades de la PEP del CIPCA iniciaron en 2011 y en Calamarca en 2012. Los datos indican que los sistemas consolidados en estos municipios tienen un promedio de 4,3 personas, mientras los sistemas convencionales tienen en promedio 6,8 componentes; por otro lado, los miembros de los sistemas consolidados tienen en promedio 36,5 años, en cambio los convencionales 24,84 años (ver figura 6 y anexo 4).

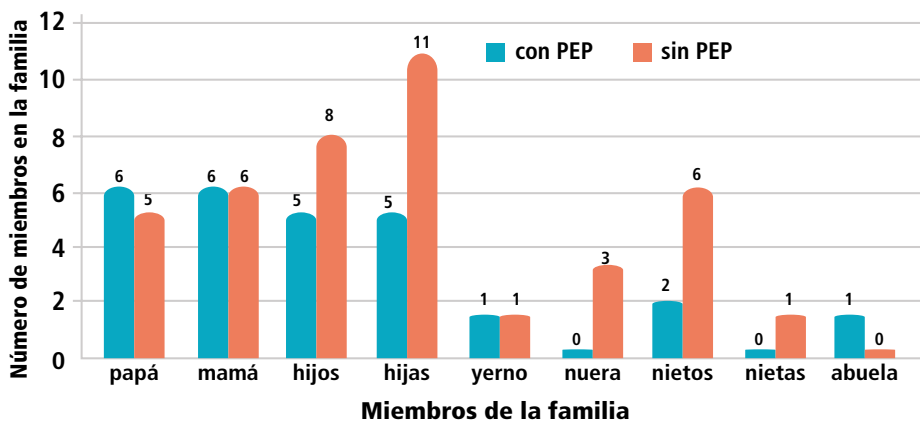


Figura 6: Composición y número de miembros de los sistemas familiares con y sin PEP.

Fuente: elaboración propia.

Los sistemas con y sin PEP representan a un grupo familiar característico compuesto por jefes o jefas de familia, hijos, hijas, yernos, nueras, nietos, nietas, abuelos y abuelas.

En lo que respecta a género, los sistemas están constituidos casi en equilibrio entre hombres y mujeres (cerca de 50-50), sin embargo, en sistemas consolidados existe una leve mayoría de mujeres con 54 %, mientras que en sistemas convencionales las mujeres son un 51 %, como se observa en la figura 7.

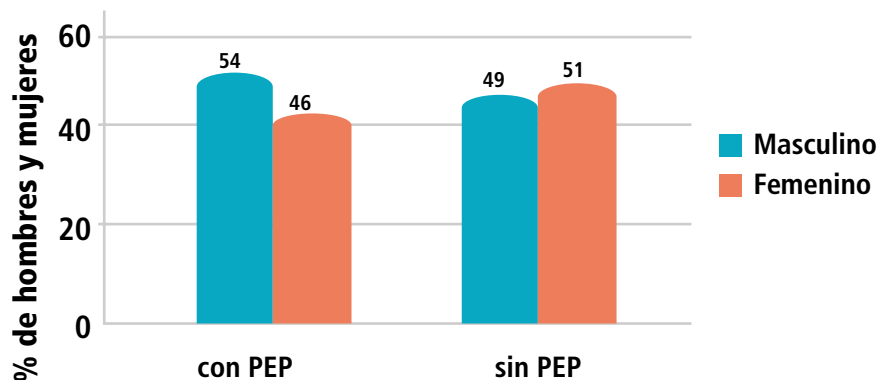


Figura 7: Composición de los sistemas familiares según género.

Fuente: elaboración propia.

Los sistemas con PEP tienden a tener una mayoría de miembros adultos, mientras que los productores de unidades sin PEP son más jóvenes por lo que, según se puede inferir, buscan otras alternativas y complementan sus ingresos con actividades no agropecuarias o son parejas recién constituidas que están dentro de la familia núcleo (ver anexos 4a y 4b).

Las familias consolidadas tienen menor número de miembros, un promedio de 4,3 personas respecto a las convencionales: 6,8. Los sistemas consolidados tienen la capacidad de contratar jornaleros, mientras los convencionales se valen de la mano de obra familiar (figura 8).



Figura 8: Promedio de integrantes de los sistemas familiares.

Fuente: elaboración propia.

4.2. Resultados por indicadores

4.2.1. Indicadores de la dimensión económica

4.2.1.1. Indicador de manejo adecuado de registros

Este indicador se midió a través de dos subindicadores: i) calidad de registros y ii) calidad de infraestructura y equipamiento.

i. Calidad de registros

La mayoría de las familias productoras, tanto las que implementan la PEP como las que no lo hacen, no maneja registros productivos: ingresos y egresos, costos de producción, inversiones, rendimientos de los cultivos, calendarios de siembra y cosecha. El índice encontrado para este subindicador, para sistemas con PEP, es 0,15, equivalente a ausencia de sostenibilidad alta, pues tres sistemas no llevan ningún registro y tres sí lo hacen; mientras que en sistemas sin PEP el índice es solo 0,08, equivalente a ausencia de sostenibilidad muy alta, ya que cinco sistemas no llevan registro alguno y solo uno tiene un registro básico (ver tabla 13 y anexos 2b1, 2c1 y 5c).

Tabla 13: Esquema general de calidad de registros, infraestructura y equipamiento

1.1. Calidad de registros			1.2. Calidad de infraestructura y equipamiento		
Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP
No lleva	3	5	Ninguna	0	1
Algún registro	3		Básica (2)	1	3
Básicos		1	Media (3)	2	2
Frecuentemente			Buena (>3)	3	0
Completamente					
N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6
Índices	0,15	0,08	Índices	0,83	0,38

Fuente: elaboración propia.

Las razones por las que algunas familias productoras no llevan registros pueden atribuirse al bajo nivel de escolaridad o a la falta de costumbre y práctica; sin embargo, la importancia de este método está comprobada y es determinante para conocer los costos de producción. Quienes llevan algún registro reconocen su relevancia para definir los precios de los productos en la comercialización.

[Testimonio]

“Yo pienso llevar registro, pero no tengo mucha práctica; entonces falla. Además, no escribo muy bien; no manejo ningún registro debido a que no escribo, pero ahora mi hija me ayuda porque ella sí escribe y está asistiendo a la escuela...”
(Manuel Ismael Cruz, comunidad Ñacoca, Taraco).

ii. Calidad de infraestructura y equipamiento

La implementación de la infraestructura productiva es un aspecto importante para la producción y el funcionamiento del sistema productivo, pues contribuye a la reducción de riesgos y del tiempo de dedicación o atención, por lo que aporta a la eficiencia de la producción.

En ese sentido, en los sistemas productivos consolidados se registra hasta 10 tipos de infraestructura: tanques de agua, invernaderos, sistemas de microrriego, pozos

artesianos como fuente de agua para consumo y riego, almacenes de tubérculos, bebederos, heniles, comederos, molinos y establos; no obstante, ninguno cuenta con quesería. Mientras en los sistemas productivos sin PEP se registra hasta nueve infraestructuras: invernadero, almacén de papa, pozos, tanques de agua, bebederos, establos, heniles, comederos y molinos para forrajes y cereales. En ambos hay diferencias en cuanto a la calidad de la infraestructura (ver figura 9 y anexos 2b1 y 2c1).

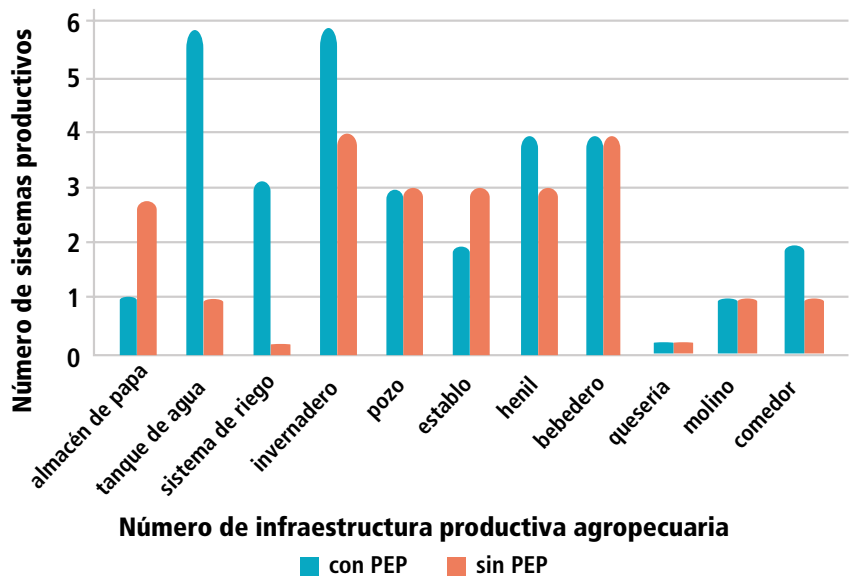


Figura 9: Tipo y números de infraestructuras de los sistemas productivos familiares.
Fuente: elaboración propia.

El índice determinado para la calidad de infraestructura y equipamiento en los sistemas con PEP es de 0,83, sostenibilidad media, ya que al menos tres sistemas cuentan con más de tres infraestructuras; dos sistemas tienen hasta tres infraestructuras y uno tiene equipamiento básico. Queda demostrada la paulatina implementación de infraestructuras, ya sea con el apoyo de instituciones o por cuenta propia. Para los sistemas sin PEP el índice es de 0,38, ausencia de sostenibilidad baja, pues solo dos sistemas tienen hasta tres infraestructuras; tres sistemas cuentan apenas con lo básico y uno carece de infraestructura. Se infiere que los productores convencionales no ven la necesidad de reinvertir en sus sistemas (ver tabla 13 y anexos 2b1, 2c1 y 5c).

En el indicador de manejo de registros, para sistemas con PEP se encontró un índice de 0,49, calificado como ausencia de sostenibilidad muy baja; mientras que en sistemas sin PEP el índice es apenas de 0,23, con ausencia de sostenibilidad media (ver tabla 14 y anexo 5b).

Tabla 14: *Índices para el indicador de manejo de registros en sistemas con y sin PEP*

Indicador económico	Con PEP	Sin PEP
1. Manejo de registros	0,49	0,23

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.2. Indicador de acceso a ferias y mercados

El acceso a mercados y ferias define el calendario comercial, según el ciclo de producción de los cultivos agrícolas y de la ganadería, regidos ambos a sus propios calendarios de producción. Valga señalar que la mayoría de los productos agrícolas comercializados son básicos y los pocos transformados son chuño, tunta y queso.

Al contar con una producción mayor y más diversificada, los productores consolidados tienen mayor presencia y constancia en el mercado, tanto en ferias locales (Villa Remedios, Calamarca y Colquencha, Santa Rosa, Taraco) como en las ciudades (El Alto y La Paz). Los productos ecológicos ganan cada vez más espacio, aunque los sin PEP tienen igual ventas en las ciudades, ya que los compradores no diferencian entre tipos de productos agroecológicos de las convencionales.

[Testimonio]

“Prefiero vender a mis conocidos, porque otros piden rebaja y quieren llevarse harto. Los que ya me conocen saben que mi producto es garantizado, producido sin químicos...” (Silveria Mamani, comunidad Ticuyo, Colquencha).

Con relación al subindicador acceso a número de ferias y mercados, en los sistemas con PEP, hay cuatro sistemas que acceden a más de tres mercados y dos acceden a tres mercados, lo que equivale a un índice de 0,90, sostenibilidad alta; frente a 0,43 de los sistemas sin PEP, ausencia de sostenibilidad muy baja, puesto

que dos sistemas acceden a entre dos y tres mercados y cuatro solo acceden a un mercado (ver tabla 15 y anexos 2b1 y 2c1 y 5c).

Tabla 15: Acceso y participación en mercados

2.1. Número de mercados a los que acceden			2.2. Participación continua en el mercado		
Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP
A un mercado		4	No vende		
De dos a tres mercados	2	2	Tres meses		2
A más de tres mercados	4		Seis meses		1
			Nueve meses	2	1
			Todo el año	4	2
N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6
Índices	0,90	0,43	Índices	0,90	0,63

Fuente: elaboración propia.

En los tres municipios se observó que cuatro de seis sistemas productivos consolidados comercializan sus productos todo el año y dos durante nueve meses, lo que equivale a un índice de 0,90, o sostenibilidad alta. En los sistemas sin PEP, solo dos de seis acceden a mercados todo el año, dos acceden a mercados entre seis y nueve meses, y otros dos sistemas solamente participan durante tres meses al año, lo que equivale a un índice de 0,63, sostenibilidad baja (ver tabla 15 y anexos 2b1, 2c1 y 5c).

Los meses con mayor frecuencia de comercialización en ambos sistemas son abril, mayo y junio, la época de cosecha en la que los productores acuden a estos espacios por lo menos una vez a la semana, aunque los que acceden a más de tres espacios asisten más veces a la semana. Entre octubre y marzo hay una participación baja (figura 10).

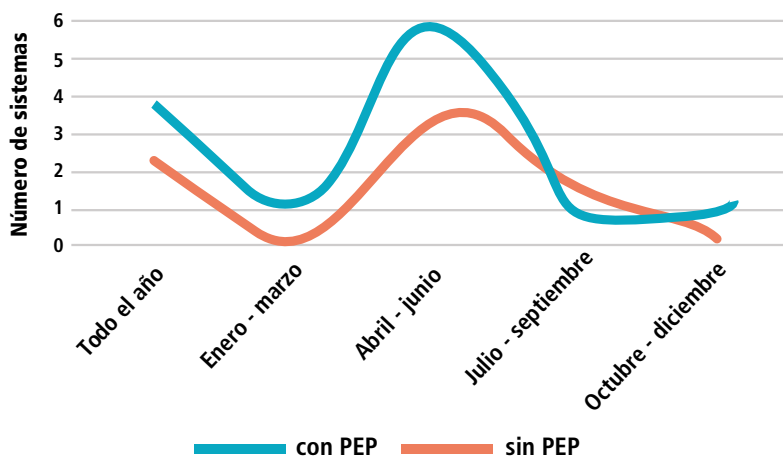


Figura 10: Calendario de comercialización de productos agrícolas.

Fuente: elaboración propia.

Los productos estratégicos comercializados en las ferias y mercados, y que por consiguiente son generadores de ingresos son la papa y sus derivados (chuño y tunta), seguidos de haba, cebolla, oca, papalisa, isaña y diferentes hortalizas producidas en invernaderos o a campo abierto. En la figura 11 se detalla los productos estratégicos generadores de ingresos económicos. En ambos sistemas la papa es la que se vende más, aunque en sistemas con PEP existe una tendencia marcada a incrementar la producción de cebolla y haba.

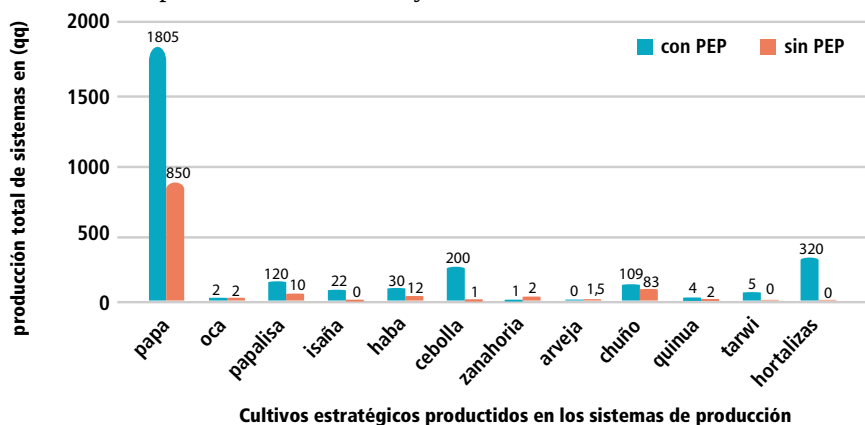


Figura 11: Cultivos estratégicos producidos en sistemas con y sin PEP (2018-2019).

Fuente: elaboración propia.

El índice calculado para el indicador de acceso a ferias y mercados para los sistemas con PEP es de 0,90, sostenibilidad alta; y para sistemas sin PEP es de 0,53, sostenibilidad muy baja (ver tabla 16 y anexos 2b1, 2c1 y 5b).

Tabla 16: *Índices de acceso a ferias y mercados*

Indicador económico	Con PEP	Sin PEP
2. Acceso a ferias y mercados	0,90	0,53

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.3. Indicador de relación entre insumos internos y externos

Un sistema sostenible según los principios agroecológicos, se caracteriza por recurrir a pocos insumos externos, pues a mayor dependencia externa, la sostenibilidad es menor.

i. Insumos para la agricultura

En este subindicador se incluye los materiales, semillas y equipos que provienen de fuera del sistema. Los insumos más requeridos en ambos sistemas son semillas de calidad, principalmente de hortalizas; tanques; motobombas; mangueras; politubos; materiales para microrriego de invernaderos; aspersores; agroquímicos y otros. Seis de los sistemas analizados son poco dependientes ya que utilizan semillas seleccionadas propias, elaboran abonos con insumos locales y accesibles y cuentan con plantas aromáticas utilizadas como repelentes en control de plagas y mates para consumo humano.

Por otro lado, compran semillas de hortalizas, herramientas como rastrillos, palas, picotas, chontillas, regaderas, almacigueras que son imprescindibles y algunos equipos que pueden ser considerados como innovaciones. La compra de fertilizantes sintéticos y semillas proviene principalmente de los sistemas sin PEP.

Los seis sistemas con PEP analizados alcanzaron un índice de 0,70, sostenibilidad baja, ya que aún son relativamente dependientes según la escala determinada; mientras que los sistemas sin PEP tienen un índice de 0,57, sostenibilidad muy baja: cuatro sistemas son poco dependientes y dos altamente dependientes, tanto en insumos como en equipos y maquinarias que provienen de fuera del predio, pues no priorizan la utilización de insumos locales (ver tabla 17 y anexos 2b1, 2c1 y 5c).

Tabla 17: Dependencia de insumos y mano de obra

Escala	3.1. Dependencia de insumos externos para agricultura		3.2b Dependencia de materiales		3.2c Dependencia de uso de maquinaria y mano de obra	
	Con PEP	Sin PEP	Con PEP	Sin PEP	Con PEP	Sin PEP
Altamente dependiente		2	6	6	4	5
Poco dependiente	6	4			2	1
Altamente independiente						
Número de sistemas	6	6	6	6	6	6
Índices	0,70	0,57	0,30	0,30	0,43	0,37

Fuente: elaboración propia.

ii. Materiales para infraestructura agropecuaria

Los materiales de construcción son casi en su totalidad externos. Muy pocos elaboran sus propios adobes pues prefieren la “modernidad” de los ladrillos, fierros de construcción, cemento y calamina con los que edifican almacenes, invernaderos, establos, heniles, etc. Los índices encontrados para el subindicador 3.2b, en ambos sistemas, son de 0,30, ausencia de sostenibilidad media, lo que significa que los seis sistemas con PEP y los seis sin PEP dependen de lo externo en este rubro (ver tabla 17 y anexos 2b1, 2c1 y 5c).

iii. Maquinaria y mano de obra

En cuanto al acceso a maquinaria agrícola, equipos y mano de obra, los sistemas tienen una dependencia variada de lo externo. Muy pocos usan tracción animal ya que la mayoría contrata tractores; además, adquieren herramientas y equipos en las ciudades. El índice encontrado para este subindicador 3.2c en sistemas con PEP es de 0,43, ausencia de sostenibilidad muy baja, ya que cuatro sistemas son altamente dependientes y dos poco dependientes. Para sistemas sin PEP, el índice es de 0,37, ausencia de sostenibilidad baja, porque cinco sistemas son altamente dependientes y uno poco dependiente (ver tabla 17, figura 12 y anexos 2b1, 2c1 y 5c).

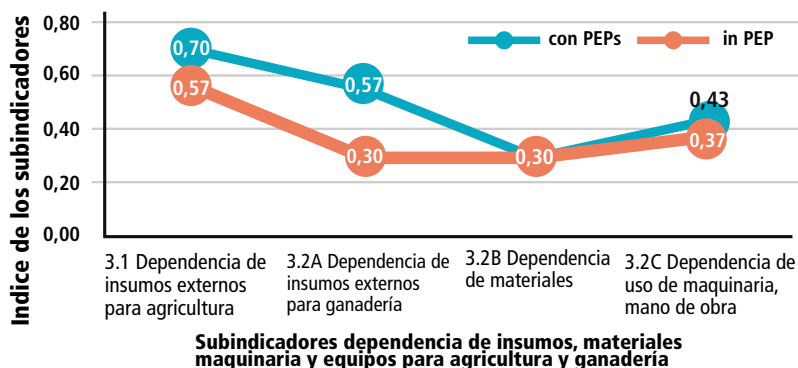


Figura 12: Índices de dependencia de insumos, materiales, maquinarias y equipos.
Fuente: elaboración propia.

iv. Insumos para ganadería

Los insumos para ganadería que se adquieren fuera del predio son animales en pie, antiparasitarios, vitaminas, sales minerales, afrecho, soya y granos para la alimentación y la sanidad. Aunque la crianza de ganado de engorde genera dependencia de todos estos insumos, algunas familias elaboran alimentos suplementarios con restos de cosechas como broza de haba y también incursionan en atenciones básicas de sanidad, como desparasitación y aplicación de vitaminas.

Este subindicador 3.2a tiene un índice de 0,57, sostenibilidad muy baja, en sistemas consolidados, pues cuatro ven necesaria la compra de insumos y dos indican que es muy necesaria. En sistemas sin PEP, el índice es de 0,30, ausencia de sostenibilidad media, pues los seis sistemas ven muy necesario adquirir insumos en mercados externos (ver tabla 18 y anexos 2b1, 2c1 y 5c).

Tabla 18: Dependencia de insumos externos para ganadería

3.2a Dependencia de insumos externos para ganadería		
Escala	Con PEP	Sin PEP
Muy necesario	2	6
Necesario	4	
Poco necesario		
Número de sistemas	6	6
Índices	0,57	0,30

Fuente: elaboración propia.

Las familias de ambos sistemas productivos apuestan por la modernidad, por lo que ven indispensable el uso de materiales externos, por otro lado, es evidente que el uso de tractores y otras maquinarias acorta el tiempo de trabajo y ahorra la mano de obra. No obstante, en este último, mientras los sistemas sin PEP prefieren utilizar fumigadoras y contratar jornaleros, los con PEP adecúan sus fumigaciones para poder efectuarlas de manera interna.

El índice del indicador dependencia de insumos para sistemas con PEP es 0,50, ausencia muy baja de sostenibilidad y para sistemas sin PEP de 0,38, ausencia baja de sostenibilidad (ver tabla 19 y anexos 2b1, 2c1 y 5b).

Tabla 19: *Indicador de insumos y procedencia*

Indicadores económicos	Con PEP	Sin PEP
3. Insumos y procedencia	0,50	0,38

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.4. Indicador de estabilidad de la economía familiar

Este indicador se midió con parámetros como los precios de venta de los productos estratégicos agropecuarios; las fuentes de ingresos, incluyendo actividades no agropecuarias como artesanía, turismo y comercio; y la capacidad de ahorro de la familia. También se consideró actividades fuera de la parcela, como albañilería, jornalero-peón, mecánica, trabajo en la cantera de piedras (en el caso de Colquenchá) y el comercio.

i. Conformidad de precios

Los productores y productoras que implementan la PEP indican que por lo general el precio en el que venden sus productos es satisfactorio. Los consumidores valoran la producción ecológica, reconocen su calidad e incluso acuden hasta los predios para adquirirlos. Mientras que los productores sin PEP prefieren vender en las ciudades, pues de esta forma sus productos se mezclan con los provenientes de otras regiones.

El índice para el subindicador conformidad de precios para sistemas con PEP es de 0,90, alta presencia de sostenibilidad, ya que en cuatro sistemas están altamente conformes y en dos sistemas están conformes con los precios de sus productos. En sistemas sin PEP, el índice es de 0,75, sostenibilidad media porque en un sistema están altamente conformes y en cinco solo conformes con los precios (ver tabla 20 y anexos 2b1, 2c1 y 5c).

Tabla 20: Conformidad con los precios de los productos

4.1. Conformidad de precios			4.2. Fuentes de ingreso			4.3. Capacidad de ahorro anual		
Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP
Poco conforme			1 fuente de ingreso		1	No ahorra		1
Conforme	2	5	2 fuentes de ingreso		5	Ahorra un salario	4	4
Altamente conforme	4	1	más de 3 fuentes de ingreso	6		Ahorra dos salarios	1	1
						Ahorra tres salarios	1	
						Ahorra más de tres salarios		
N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6
Índices	0,90	0,75	Índices	1,00	0,63	Índices	0,40	0,28

Fuente: elaboración propia.

ii. Fuentes de ingreso

Las fuentes de ingreso en sistemas con PEP provienen casi exclusivamente de la finca, aunque ocasionalmente hay miembros que trabajan temporalmente de jornaleros bajo los mecanismos del *ayni* o colaboración, o como obreros en la cantera de piedra caliza. En los sistemas sin PEP hay miembros que realizan actividades fuera del predio como empleados en mecánica automotriz, jornaleros, albañiles o comerciantes, pero sin salir de su comunidad.

Se evidencia que en los sistemas con PEP tienen más de tres fuentes de ingreso como la venta de productos agrícolas: tubérculos (papa, oca, isaña, papalisa), hortalizas y ganado en pie. El índice para este subindicador es de 1,00, sostenibilidad muy alta, mientras en sistemas sin PEP el índice es de 0,63, sostenibilidad baja, pues cinco sistemas generan ingresos de dos fuentes y uno tiene solo una fuente: la venta de papa (ver tabla 20 y anexos 2b1, 2c1 y 5c).

iii. Capacidad de ahorro

La capacidad de ahorro en los sistemas consolidados, proviene generalmente de la venta de tubérculos (papa, oca, isaña, papalisa), hortalizas y ganado en pie (vacunos y ovinos, principalmente) y los faculta para acceder a créditos y reinvertir en la construcción de infraestructura (invernaderos, establos) y en la compra de maquinaria y equipos (segadoras, sistemas de microrriego). Mientras que, en los sistemas sin PEP, los ingresos son invertidos en otras actividades como la compra de lotes en las ciudades o de vehículos (tractores, volquetas o minibuses) con los que también se genera ingresos.

El índice de este subindicador para sistemas con PEP es de 0,40, ausencia de sostenibilidad baja, pues productores de cuatro sistemas alcanzan a ahorrar hasta un salario, en un sistema ahorran dos salarios y en otro ahorran tres salarios al año. Los sistemas sin PEP tienen un índice de 0,28, ausencia de sostenibilidad media, dado que un sistema no ahorra ni un salario mínimo, cuatro sistemas ahorran hasta un salario y un sistema alcanza a ahorrar hasta dos salarios básicos al año (ver tabla 20 y anexos 2b1, 2c1 y 5c).

El índice para el indicador estabilidad económica para sistemas con PEP es de 0,77, sostenibilidad media; mientras que en sistema productivos familiares sin PEP, llega a 0,56, sostenibilidad muy baja; estos sistemas dependen de actividades no agropecuarias (ver tabla 21 y anexos 2b1, 2c1 y 5b).

Tabla 21: *Índices para el indicador de estabilidad económica*

Indicador económico	Con PEP	Sin PEP
4. Estabilidad de la economía	0,77	0,56

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.5. Indicador ingresos económicos

i. Diversificación de ingresos

Las familias tienen mecanismos tanto para producir alimentos estratégicos y diversificados como para encontrar espacios de comercialización; en esa línea, cinco sistemas familiares con PEP diversifican sus fuentes de ingresos con más de tres

productos (papa, oca, isaña, papalisa, haba, cebolla) considerados estratégicos y uno genera ingresos con tres productos (papa, chuño y hortalizas), con lo que el índice llega a 0,95, sostenibilidad muy alta. Todo lo contrario, ocurre en los sistemas sin PEP: dos obtienen ingresos de un solo producto (papa) y cuatro de dos fuentes (papa-haba, papa-arveja, papa-cebolla y papa-oca), con lo que el índice es de 0,43, ausencia de sostenibilidad muy baja; de esta manera, para generar mayores ingresos están obligados a dedicarse a otras actividades como albañilería, mecánica, comercio, transporte o empleos temporales (ver tabla 22 y anexos 2b1, 2c1 y 5c).

Tabla 22: *Diversificación de ingresos en sistemas productivos*

5.1 Diversificación de ingresos de la UP			5.2 Ingreso mensual			5.3 Balance con ingresos		
Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP
Principalmente un producto		2	<1 salario		1	Más gasto que ingreso (endeudamiento)		1
Principalmente dos productos		4	Un salario		2	Gastos igual que ingresos		4
Principalmente tres productos	1		Dos salarios	2	3	Ahorra	6	1
Diversificado - >3	5		Tres salarios	2				
			Más de tres salarios	2				
N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6
Índices	0,95	0,43	Índices	0,73	0,35	Índices	1,00	0,68

Fuente: elaboración propia.

ii. Ingresos mensuales

Los ingresos mensuales se calcularon considerando solo la venta de productos agropecuarios y en comparación con el salario básico mensual que para 2020 era de Bs 2.122. El resumen de los datos obtenidos se detalla en la tabla 23 y en el anexo 6.

Tabla 23: Ingresos por la venta de productos estratégicos (2019)

Sistemas productivos con PEP			Sistemas productivos sin PEP					
Taraco			Colquenchá		Calamarca		Taraco	
	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Sistema 4	Sistema 5	Sistema 6	Sistema 1	Sistema 2
	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Sistema 4	Sistema 5	Sistema 6	Sistema 3	Sistema 4
	Sistema 5	Sistema 6	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3	Sistema 4	Sistema 5	Sistema 6
Agrícola	67.200	26.200	36.160	19.920	55.000	36.960	2.930	6.240
Ganadera	16.500	14.000	17.000	7.000	14.500	15.000	9.000	11.500
Otros ingresos	3.000	6.000	15.000	12.000	7.500	10.000	3.000	24.000
Ingreso anual bruto	86.700	46.200	68.160	38.920	77.000	61.960	14.930	41.740
Ingreso mensual	7.225	3.850	5.680	3.243	6.417	5.163	1.244	3.478
Comparación con salario mínimo	3,40	1,81	2,68	1,53	3,02	2,43	0,59	1,64
							1,31	1,17
							1,79	1,80
							3808	3825
							45700	45900

Fuente: elaboración propia.

El ingreso bruto anual varía según sistema productivo y locación. El mayor ingreso en sistemas con PEP corresponde a Taraco con Bs. 86.700 y el menor fue de Bs 38.920 en Colquencha. En sistemas sin PEP, el mayor ingreso llegó a Bs 45.900, en Calamarca y el menor fue de Bs 14.930 en el municipio de Taraco.

El índice encontrado para este subindicador en sistemas con PEP es 0,73, sostenibilidad media, pues dos sistemas generaron más de tres salarios básicos; otros dos lograron tres salarios y los restantes dos obtuvieron dos salarios básicos; en contrapartida, para sistemas sin PEP el índice es de 0,35, ausencia de sostenibilidad baja, ya que un sistema alcanzó tres salarios mínimos, dos lograron a dos salarios, otros dos sistemas a un salario y el restante no alcanzó a generar ni el equivalente a un salario mínimo (ver tabla 22 y anexos 2b1, 2c1 y 5c).

iii. Balance de ingresos

Según las percepciones de los miembros de los sistemas productivos familiares, los ingresos les permiten garantizar la educación de sus hijos, tener una buena alimentación y mejores servicios básicos. Coinciden, en especial los de sistemas sin PEP, en que los mayores gastos son la alimentación, la vestimenta de los hijos en edad escolar y el servicio de agua. En los sistemas con PEP, llama la atención que los entrevistados admiten que no acuden con frecuencia a servicios de salud, asumiendo que tienen mejor alimentación, por lo que cuando tienen alguna enfermedad, generalmente la atienden con medicina tradicional y remedios caseros.

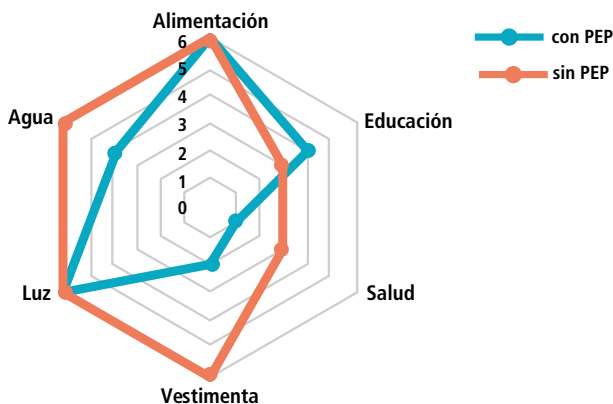


Figura 13: Gastos en bienes y servicios básicos.

Fuente: elaboración propia.

En sistemas consolidados se percibe la tendencia de que los productores quieren garantizar a sus hijos el acceso a estudios superiores. En cuatro sistemas productivos hay jóvenes que estudian carreras como agronomía o medicina (familias Mamani-Laura, Quispe-Álvarez, Huchani-Mamani y Ajno-Mamani), mientras que, en los sistemas sin PEP, la mayoría de los niños aún está en la escuela o el colegio.

En general, los sistemas con PEP tienen un balance positivo con índices de hasta 1,00, sostenibilidad muy alta, en cuanto a capacidad de ahorro; en los sistemas sin PEP el índice es de 0,68, sostenibilidad baja: un sistema tiene capacidad de ahorro, cuatro tienen los gastos y los ingresos a la par y otro no tiene capacidad de ahorro.

Para el indicador de ingresos económicos familiares, se tomó en cuenta los índices de diversificación de ingresos de la unidad de producción, ingreso mensual y balance de los ingresos; así, para sistemas con PEP el índice es de 0,89, sostenibilidad alta y capacidad de ahorro; y para sistemas sin PEP, llega a 0,50, ausencia de sostenibilidad muy baja, pues solamente un sistema tiene capacidad de ahorro (ver tabla 24 y anexos 2b1, 2c1 y 5b).

Tabla 24: *Índices de ingresos económicos*

Indicador económico	Con PEP	Sin PEP
5. Ingresos económicos	0,89	0,49

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.6. La diversificación productiva

i. Diversidad de cultivos

En los sistemas familiares con PEP hay una amplia diversidad de cultivos; encabeza este índice el municipio de Taraco, seguido por Calamarca y Colquencha. La familia Cruz-Zárate de Taraco sobresale con 77 especies cultivadas, en contraste con la familia Huchani-Mamani de Colquencha, que solo tiene 25. Mientras que, en los sistemas sin PEP, el más diversificado es el de la familia Pongo-Laura de Calamarca, con 20 especies y el menos diverso está en Taraco, con nueve especies cultivadas (anexo 6).

Los sistemas consolidados tienen en promedio 25 variedades de papa, 15 de hortalizas, seis de oca, cinco de papalisa, quinua y haba, tres de trigo, cebada, avena, maíz y arveja, dos de isaña y una variedad de qañawa y tarwi. Mientras que los sistemas sin PEP manejan en promedio 10 variedades de papa, cinco de hortalizas, dos de papalisa y quinua, una variedad de oca, isaña, trigo, cebada, avena, tarwi, arveja y haba (ver figura 14 y anexo 6).

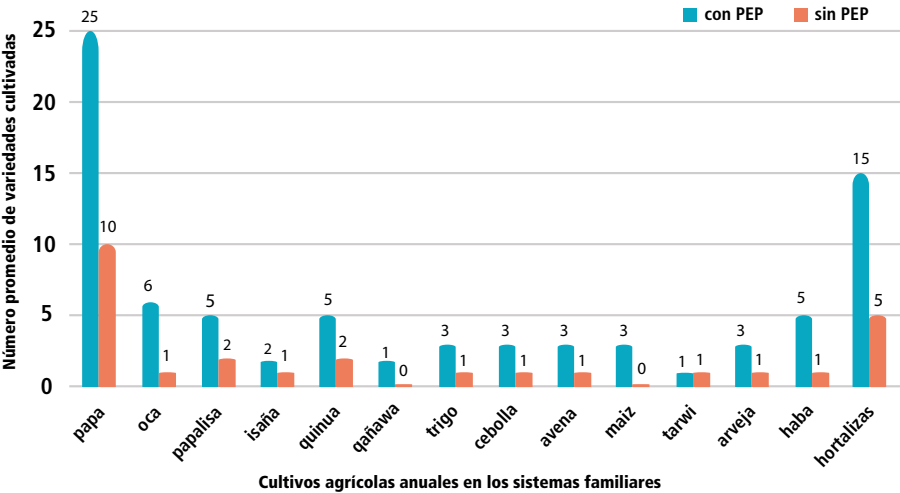


Figura 14: Diversidad de cultivos agrícolas en los tres municipios estudiados.
Fuente: elaboración propia.

El índice para sistemas con PEP es de 0,90, sostenibilidad alta, ya que cuatro sistemas tienen alta diversificación (más de 31 especies) y dos tienen de media a alta diversificación (entre 21 a 30 especies). Los sistemas sin PEP alcanzaron un índice de 0,40, ausencia de sostenibilidad baja, ya que tres sistemas tienen una diversificación media (entre 11 a 20 especies) y otros tres cuentan con menos de 10 especies (ver tabla 25 y anexos 2b1, 2c1 y 5c).

Tabla 25: Agrobiodiversidad, diversidad funcional y diversificación ganadera

6.1. Agrobiodiversidad y diversidad funcional			6.2. Diversificación ganadera		
Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP
<10 - muy baja		3	Muy baja		
11-20 - media		3	Media (2 a 3)	2	5
21-30 -media alta	2		Media alta (4)	2	
>31 - alta	4		Alta (>4)	2	1
N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6
Índices	0,90	0,40	Índices	0,73	0,58

Fuente: elaboración propia.

ii. Diversidad ganadera

En cuanto a tenencia de animales, en los sistemas con PEP tienen en promedio seis vacas, ocho ovejas, un cerdo, cuatro gallinas, un burro y 10 cuyes; y en los sistemas sin PEP, cinco vacas, 11 ovejas, una llama, dos cerdos, siete gallinas y nueve cuyes (figura 15). El mayor número de especies es seis y el menor, uno; las crianzas más comunes son vacas, ovejas y gallinas (ver anexo 7).

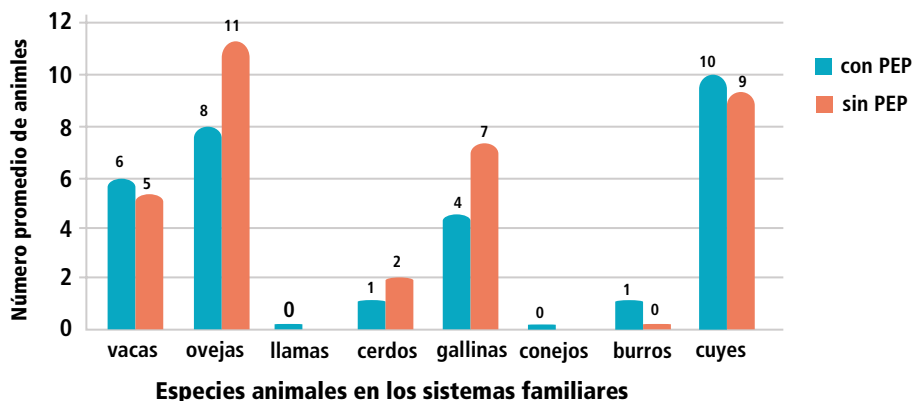


Figura 15: Diversidad de animales.

Fuente: elaboración propia.

El ganado bovino es el que mayores ingresos genera, al punto que muchos lo consideran como una caja de ahorro; mientras que los ovinos, porcinos y otros animales menores son como la caja chica: se acude a ellos cuando se necesita dinero inmediato. Las gallinas y cuyes son básicamente para el autoconsumo y conforman una parte importante de la dieta en la región. El subindicador de diversificación ganadera para sistemas con PEP es de 0,73, sostenibilidad media, porque dos sistemas tienen diversificación alta (más de cuatro especies), dos tienen diversificación media alta (cuatro especies) y los otros dos, diversificación media (entre dos a tres especies). En contraste, los sistemas sin PEP tienen un índice de 0,58, sostenibilidad muy baja: solo un sistema tiene más de cuatro especies ganaderas y cinco cuentan con entre dos a tres especies (ver tabla 25 a anexos 2b1, 2c1 y 5c).

La diversificación productiva (que contempla lo agrícola y ganadero) es uno de los principios fundamentales del enfoque agroecológico, ya que favorece a la generación de ingresos económicos. En este indicador los sistemas con PEP obtuvieron un índice de 0,82, sostenibilidad alta y los sin PEP, 0,58, sostenibilidad muy baja. La diversificación es una estrategia que los habitantes andinos practican históricamente en mayor o menor medida, porque solo de esta manera pueden contrastar los riesgos climáticos (ver tabla 26 y anexos 2b1, 2c1 y 5b).

Tabla 26: *Diversificación productiva*

Indicador económico	Con PEP	Sin PEP
6. Diversificación	0,82	0,49

Fuente: elaboración propia.

4.2.1.7. Indicador rotación de cultivos

i. Rotación favorable en el tiempo

La rotación de las parcelas es otra práctica ancestral en el altiplano. El primer año del ciclo, generalmente se las destina al cultivo de papa, que puede estar asociado con oca, papalisa o isaña; el segundo año se siembra cebada, avena, quinua, haba o qañawa; el tercer año cebada, haba, quinua, avena; a veces el cuarto año se vuelve a cultivar cebada, avena y trigo; algunos que se dedican a la ganadería siguen cultivando cebada y avena, pero la mayoría hace descansar sus parcelas durante cinco a seis años, para luego volver a iniciar el ciclo con la papa (figura 16).

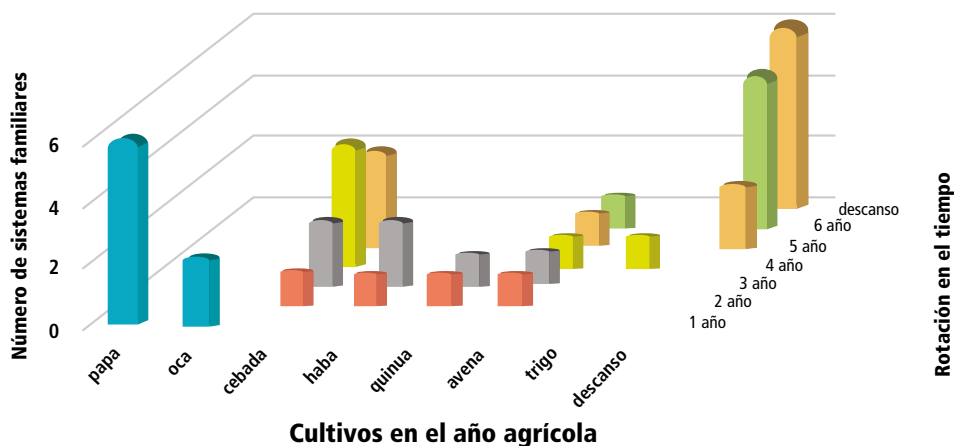


Figura 16: Rotación de cultivos agrícolas en el año y en el tiempo.

Fuente: elaboración propia.

Hay una tendencia reciente a reducir el periodo de descanso de tierras, sobre todo en los municipios con mayor parcelación como Taraco. Colquencha y Calamarca cuentan con mayores extensiones de tierra (entre 10 a 20 ha por sistema), incluso con terrenos destinados al pastoreo.

El índice de rotación favorable en el tiempo, para sistemas con PEP es de 0,95, sostenibilidad muy alta, pues cinco sistemas tienen rotación óptima y uno rotación buena; para los sistemas sin PEP el índice es de 0,72, sostenibilidad media: un solo sistema tiene óptima rotación, cuatro, rotaciones buenas y uno una rotación regular (ver tabla 27 y anexos 2b1, 2c1 y 5c).

Tabla 27: Rotación y asociación favorables

7.1. Rotación favorable en el tiempo			7.2. Asociación favorable		
Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP
No hay rotación			No hay asociación		
Poca			Poca		3
Regular		1	Regular	1	2
Buena	1	4	Buena	5	1
Óptima	5	1	Alta		
N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6
Índices	0,95	0,72	Índices	0,67	0,43

Fuente: elaboración propia.

ii. Asociación de cultivos

Las asociaciones entre especies son específicas. Una de las más comunes es la de papa-oca-isaña y también se suele observar parcelas con bordes de gramíneas o leguminosas, que sirven como rompevientos de protección y repelentes de plagas y enfermedades. Otra práctica común es la siembra de tarwi en los bordes de las parcelas de papa, para repeler el ataque del gorgojo de los andes.

El calendario agrícola andino, calibrado según los conocimientos y saberes ancestrales, tiene como punto de partida el momento favorable de siembra según los pronósticos del clima (Condori, 1989). El calendario agrícola general está determinado por las diferentes condiciones climáticas que definen las actividades agrícolas de siembra y cosecha; esto además depende del tipo de cultivos (Trebejo, Alarcón, Cruzado y Quevedo, 2013).

En la tabla 28 se presenta un calendario modelo que tiene pocas variaciones: la época de siembra inicia a mediados de octubre y dura hasta fines de diciembre; luego los comunarios se concentran en labores culturales hasta la época de cosecha que dura desde fines de febrero hasta mayo. Los principales cultivos son de papa, oca, papalisa, isaña, quinua, qañawa, trigo, maíz, tarwi, arveja, haba, arveja, diferentes especies de hortalizas (sobre todo cebolla y zanahoria), y para la ganadería: cebada, avena y alfalfa.

Tabla 28: Calendario agrícola del altiplano central

Cultivos	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Roturado de suelo			R	R					R	R	R		
Papa					S	S	LC	LC	LC	C	C		
Oca					S	S	LC	LC	LC	C	C		
Papalisa					S	S	LC	LC	LC		C	C	
Isaña					S	S		LC	LC		C	C	
Quinua				S	S		LC	LC	LC	C	C		
Qañawa					S	S		LC		C	C		
Trigo							S		LC			C	
Maíz					S	S		LC	LC	LC	C	C	
Cebada							S				C	C	
Avena							S				C	C	
Tarwi				S								C	C
Arveja					S	S		LC	C	C	C	C	
Haba					S	S			C	C	C	C	
Alfalfa				R	R	RC	RC	S	S	RC	C	C	
Hortalizas	S C	S C	S C	S C	S C	S C	S C	S C	S C	S C	S C	S C	S C
Cebolla			S	S		LC	LC	LC		C	C	C	
Zanahoria					S	S		LC	LC	LC		C	C

R= Roturado del suelo S = Siembra LC= Labores culturales C = Cosecha R = Rebrote

Fuente: elaboración propia.

En este subindicador, correspondiente a la asociación favorable de cultivos, los sistemas con PEP tienen un índice de 0,67, sostenibilidad baja, al contar cinco sistemas con buena asociación y uno con asociación regular; por su parte, los sistemas sin PEP tienen un índice de 0,43, ausencia de sostenibilidad muy baja, debido a que solo un sistema tiene buena asociación, dos la tienen regular y tres sistemas presentan poca asociación (ver tabla 27 y anexos 2b1, 2c1 y 5c).

La rotación de cultivos es una práctica con múltiples propósitos, como la conservación del suelo y la reducción de riesgos frente a los efectos de los fenómenos naturales. Los índices encontrados para este indicador son 0,81, sostenibilidad alta, para familias con PEP; y 0,58, sostenibilidad muy baja para las sin PEP (tabla 29 y anexos 2b1, 2c1 y 5b).

Tabla 29: *Índices de rotación de cultivos*

Indicador económico	Con PEP	Sin PEP
7. Rotación de cultivos	0,81	0,58

Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Indicadores de la dimensión ambiental

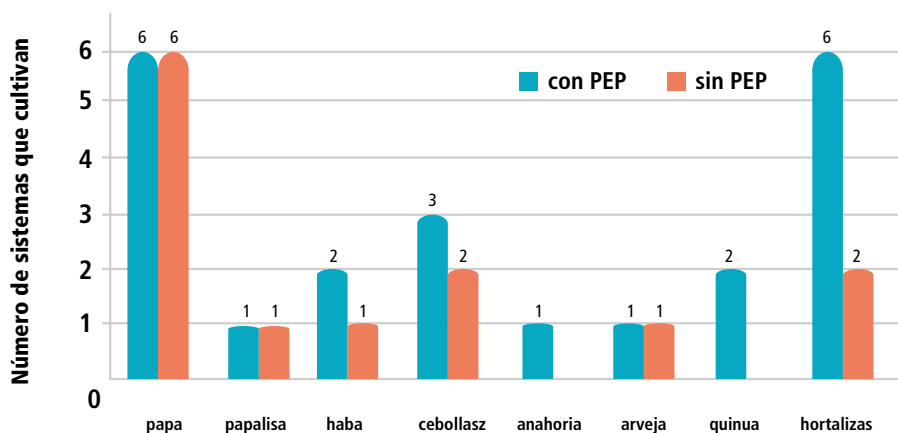
4.2.2.1. Indicador de producción y rendimientos

El nivel de incremento de la productividad es un indicador que mide el proceso de mejoramiento de los sistemas productivos familiares, por lo que está reflejado en los rendimientos de los cultivos y de la crianza de animales.

i. Manejo de parcelas

Los cultivos estratégicos son aquellos que generan ingresos económicos mediante la venta. Dentro de esta categoría la papa tiene vital importancia, principalmente en los municipios de Colquench y Calamarca; sin embargo, también se comercia en buena cantidad las hortalizas como lechuga, tomate, acelga, zapallo, apio, locoto y repollo. Otro cultivo que crece sostenidamente es el de cebolla que tiene superficies promedio de siembra desde 100 m² hasta de una hectárea; algo similar sucede con el haba en Taraco, muy cotizada en el Perú.

La papalisa, quinua, arveja y zanahoria también generan ingresos, aunque no se siembran grandes extensiones. La papa y la cebolla son las prioridades de los sistemas sin PEP, y muchas familias consolidadas replican estos cultivos, dado el éxito en las diferentes ferias organizadas por los gobiernos locales y por la alta demanda de los consumidores (ver figura 17 y anexo 6).



Cultivos estratégicos que generan ingresos

Figura 17: Número de cultivos estratégicos que generan ingresos económicos.

Fuente: elaboración propia.

El índice de producción y rendimientos para sistemas con PEP es de 0,75, sostenibilidad media, al contar con un sistema con más de seis parcelas y cinco sistemas con entre cinco y seis parcelas; sin embargo, los sistemas sin PEP tienen un índice de 0,60, sostenibilidad muy baja, al contar con tres sistemas familiares con entre cinco a seis parcelas y tres sistemas que tienen entre dos a cuatro parcelas (tabla 30 y anexos 2b2, 2c2 y 5c).

Tabla 30: Producción, rendimiento y manejo de parcelas

8. Producción y rendimiento		
8.1. Manejo de parcelas		
Escala	Con PEP	Sin PEP
1 parcela		
2 a 4 parcelas		3
5 a 6 parcelas	5	3
>6 parcelas	1	
N° de sistemas	6	6
Índices	0,75	0,60

Fuente: elaboración propia.

4.2.2.2. Indicador de cambio de paisaje y recursos naturales

El paisaje es un indicador de cambio en un determinado ecosistema. Las familias afirman que realizan obras de conservación de suelos, forestación y control de cárcavas, además de labores de protección de las fuentes de agua.

i. Número de obras.

Los sistemas consolidados realizan actividades de mejora de su entorno y manejo del suelo a modo de aportar al cuidado del medioambiente. Inciden sobre todo en la forestación y reforestación con especies nativas como kiswara y keñwa, y con la introducción de especies amigables con el entorno, como álamo, olmo, sauce llorón, pino ciprés y pino radiata. Respecto al eucalipto que en años anteriores fue sembrado en grandes cantidades, los productores aprendieron que como es un árbol que requiere mucha agua y exhala una resina que afecta a otras plantas, es mejor frenar su proliferación. Por otro lado, se prioriza la conservación de suelos con estructuras como terrazas de formación lenta, zanjias de infiltración y se realizan obras de protección de las fuentes de agua. Si bien cuentan con servicio de agua por cañería, los productores consolidados implementaron sistemas de agua específicos para cultivos con riego (figura 18).

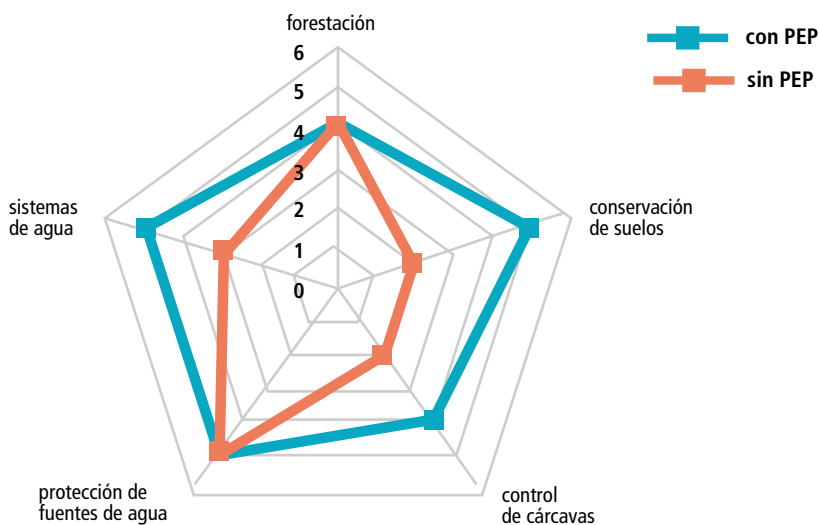


Figura 18: Número de obras y manejo de recursos naturales.

Fuente: elaboración propia.

El índice para el subindicador número de obras para sistemas con PEP es de 1,00, sostenibilidad muy alta, ya que los seis sistemas cuentan con más de tres obras como conservación de suelos, control de cárcavas, protección de fuentes de agua, sistemas de agua y forestación; por otro lado, los sistemas sin PEP tienen un índice 0,90, sostenibilidad alta, debido a que cuatro sistemas tienen más de tres obras y dos sistemas cuenta con dos obras (ver tabla 31 y anexos 2b2, 2c2 y 5c).

Tabla 31: *Número de obras*

9.1. Número de obras		
Escala	Con PEP	Sin PEP
0 obras		
1 obra		
2 obras		2
>3 obras	6	4
N° de sistemas	6	6
Índices	1,00	0,90

Fuente: elaboración propia.

Aunque los productores de los sistemas sin PEP se preocupan por la protección de fuentes de agua, aún no mejoraron sus modos de manejo propio y dependen de la dotación comunal que no es para riego sino para consumo humano

ii. Beneficios de la diversificación, rotación y descanso de suelos

Los beneficios de la diversificación se centran en su alta incidencia en la reducción de riesgos frente al cambio climático. El índice para sistemas con PEP es de 0,80, sostenibilidad media, ya que cuatro sistemas diversifican mucho y dos completamente; en sistemas sin PEP llega a 0,47, ausencia de sostenibilidad muy baja, pues un sistema diversifica mucho, tres regular y dos sistemas poco (ver tabla 32 y anexos 2b2, 2c2 y 5c).

En cuanto a los beneficios de la rotación, el índice alcanzado por quienes implementan la PEP es de 0,78, sostenibilidad media: tres sistemas hacen rotación de suelos siempre, un sistema mucho y dos regularmente; en los sistemas sin PEP el índice es de 0,47, ausencia de sostenibilidad muy baja, debido a que un sistema rota mucho, tres regular y dos tienen poca rotación (tabla 32).

Para el subindicador beneficios del descanso de suelos –práctica que consiste en que luego de la sembrar por uno, dos o tres años, se hace descansar el terreno por entre tres a cinco años–, el índice es de 0,80, sostenibilidad media, para sistema con PEP, puesto que en dos indican que este método beneficia completamente y en cuatro que beneficia mucho; en los sistemas sin PEP el índice es de 0,63, sostenibilidad baja: en cuatro sistemas mencionan que el descanso beneficia mucho y en dos que beneficia regularmente (ver tabla 32 y anexos 2b2, 2c2 y 5c).

Tabla 32: *Beneficios de la diversificación, rotación y descanso de suelos*

Escalas	9.2. Beneficios de la diversificación		9.3. Beneficios de la rotación		9.4. Beneficios del descanso de suelos	
	Con PEP	Sin PEP	Con PEP	Sin PEP	Con PEP	Sin PEP
No beneficio						
Poco		2		2		
Regular		3	2	3		2
Mucho	4	1	1	1	4	4
Completamente	2		3		2	
Número de sistemas	6	6	6	6	6	6
Índice	0,80	0,47	0,78	0,47	0,80	0,63

Fuente: elaboración propia.

En consecuencia, el índice para el indicador cambio de paisaje en sistemas con PEP es de 0,85, sostenibilidad alta, al contar con un buen número de obras y por la valoración de los beneficios de diversificación, rotación y descanso de suelos; por otro lado, para los sistemas sin PEP el índice es de 0,62, sostenibilidad baja, debido a que las obras de conservación de suelos son menores en comparación a la forestación (ver tabla 33 y anexos 2b2, 2c2 y 5b).

Tabla 33: *Índices de cambio de paisaje*

Indicador ambiental	Con PEP	Sin PEP
9. Cambio de paisaje	0,85	0,62

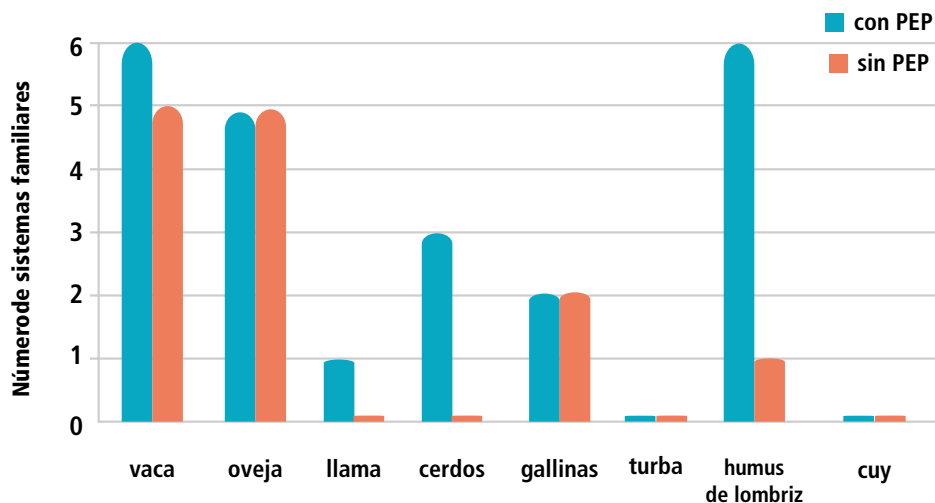
Fuente: elaboración propia.

4.2.2.3. Indicador de mejoramiento en la condición de los suelos

La base productiva de un sistema familiar depende del manejo y conservación de los suelos. En esa línea se realizan diferentes acciones como la rotación de cultivos y la incorporación de enmiendas y abonos elaborados (bocashi o estiércol fermentado); pero las familias que implementan la PEP adoptaron además otras prácticas como la elaboración propia de bocashi, el uso de humus de lombriz y abonos líquidos como biol, caldo de ceniza, té de estiércol, té de humus y otros extractos de plantas aromáticas empleados para el control de plagas y enfermedades.

i. Calidad de abonamiento

Los estiércoles más utilizados son de vacunos y ovinos, dada su disponibilidad. Casi todos los sistemas con PEP utilizan además humus de lombriz que poco a poco va reemplazando al estiércol ya que su acción es equivalente en una relación 1:10. En el afán de no depender de lo externo también se utilizan estiércoles de otras especies como porcinos, gallinas y cuyes, pero en menor proporción (figura 19).



Especies animales que proveen estiércol

Figura 19: Uso de abonos orgánicos y naturales.

Fuente: elaboración propia.

La implementación de los módulos de crianza de lombriz roja californiana en el altiplano no fue un proceso largo que inició en los años 90. Actualmente hay un interés generalizado en el manejo de este recurso dado que el efecto del humus en el incremento de los rendimientos de los cultivos de papa y hortalizas es cada vez más evidente.

En este sentido, el uso del estiércol animal en el altiplano podría quedar en segundo plano ya que generalmente se utiliza solo para el cultivo de la papa, no atraviesa por ningún tratamiento y se almacena a la intemperie, condiciones a todas luces desfavorables. Sin embargo, el CIPCA no deja de impartir capacitaciones para mejorar el manejo y aprovechamiento de este importante abono natural que incide positivamente en la fertilidad y textura del suelo. En general, el uso de los abonos naturales está más asentado en los sistemas que implementan la PEP.

[Testimonio]

“Los más utilizados son los estiércoles de vaca y de oveja. En los últimos años estamos usando el humus de lombriz, con eso mezclamos la papa rebosando con humus y da bien. También lo usamos para la lechuga [producida] en carpa. También producimos biol que sirve para acelerar el desarrollo y recuperación cuando es afectado por la helada y granizada...”. (Franklin Quispe, comunidad Cuno Cuno, Calamarca).

ii. El biol como fertilizante

El biol es un fertilizante orgánico líquido que cada vez es más requerido por los agricultores del altiplano. Para constatar sus propiedades y aporte de micro y macronutrientes a las plantas, se encargó un análisis de composición química a un laboratorio de Agencia Boliviana de Energía Nuclear (ABEN). Los resultados evidencian que contiene microelementos esenciales como hierro, manganeso, cobre y zinc; no obstante, su calidad depende de los insumos utilizados en su elaboración y de la edad del abono orgánico. El biol relativamente fresco tiende a ser ácido y con el tiempo su pH cambia a neutro y luego se hace alcalino. De la misma manera, los niveles de hierro y manganeso dependen de la utilización de ceniza, cáscara de huevos y plantas aromáticas como eucalipto, ortiga y *q'uwa* (muña).

Los ingredientes básicos para la elaboración de biol son: estiércol fresco de bovinos, ovinos, camélidos; leche o suero; chancaca y agua; algunos de estos insumos pueden variar según la disponibilidad y a veces se incluye alfalfa verde molida y ortiga. Los resultados de laboratorio evidencian, por otro lado, que el biol no tiene cantidades suficientes de tres elementos esenciales como son nitrógeno, fósforo y potasio y que por otro lado tiene pequeñas cantidades de zinc y cobre, esenciales para el desarrollo de las plantas (ver tabla 34 y anexos 8 y 8a).

Tabla 34: Resumen de los resultados del análisis de laboratorio del biol

N° Lab.	Parámetro	Unidad	Promedio	Parámetro	Valoración
0-01	pH en agua 1:5	-	5,898	*6,910	similar
0-02	Carbono orgánico	%	0,226		sd
0-03	Nitrógeno total	%	0,031	*0,250	similar
0-04	Calcio	%	0,035	**0,510	similar
0-05	Magnesio	%	0,009	*0,032	similar
0-06	Sodio	%	0,070		sd
0-07	Potasio	%	0,065	*0,600	similar
0-08	Fósforo	%	0,005	*0,170	similar
0-09	Cobre	ppm	0,220	***0,82	similar
0-10	Hierro	ppm	14,318	***101,000	diferente
0-11	Manganeso	ppm	4,932	***10,700	similar
0-12	Zinc	ppm	0,405	***3,920	diferente

Fuente: elaboración propia a partir de resultados de laboratorio (ABEN, 2019).

Nota: sd= sin datos.

Parámetros sobre la base de: *Biobolsa (2015), **Aliaga (2007) y ***Carhuanchu (2012).

iii. El humus de lombriz

Debido al incremento del uso de humus de lombriz, también se encargó un análisis de composición en el Laboratorio de la Facultad de Agronomía en suelos y Agua (Lafasa) de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA). Los resultados muestran que contiene importantes cantidades de carbonatos, calcio, magnesio, sodio y potasio. El pH del humus es neutro y sus niveles de materia orgánica (ver tabla 35 y anexos 9 y 9a).

Tabla 35: Resumen de los resultados del análisis de humus de lombriz

Parámetro	Unidad	Promedio	Parámetro*
Densidad real	g/cm ³	1,39	sd
Densidad aparente	g/cm ³	0,56	1,2 a 1,4
Porosidad	%	58,00	sd
pH en H ₂ O relación 1:5	-	6,83	6,5 a 7
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	3,30	5,4
Presencia de carbonatos	-	no calcáreo	sd
Calcio intercambiable	meq/100g S	43,89	25,01
Magnesio intercambiable	meq/100g S	9,98	21,35
Sodio intercambiable	meq/100g S	3,22	sd
Potasio intercambiable	meq/100g S	30,24	21 a 39
Materia orgánica	%	37,39	12 a 20
Carbono orgánico	%	21,69	20 a 35
Capacidad de intercambio catiónico	meq/100g S	89,58	150 a 300
Nitrógeno total	%	1,77	1,5 a 2,5
Fosforo disponible	ppm	253,40	1075

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de laboratorio Lafasa / UMSA (2019).

Nota: sd= sin datos.

*Parámetro según reportado por Girón (2005).

Para el subindicador calidad de abonamiento, el índice de sistemas con PEP es de 1,00, sostenibilidad muy alta, ya que los seis sistemas utilizan abonos; mientras que en los sistemas sin PEP el índice es de 0,63, sostenibilidad baja, pues cinco sistemas utilizan abonos regularmente y uno abona poco (ver tabla 36 y anexos 2b2, 2c2 y 5c).

Tabla 36: Calidad de abonamiento y el estado de fertilidad de suelos

10.1. Calidad de abonamiento			10.2. Estado de fertilidad de suelos		
Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP
No abona			Baja fertilidad		
Poco		1	Poca		
Regular		5	Regular	1	6
Muy bien	6		Muy buena	5	
N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6
Índices	1,00	0,63	Índices	0,95	0,70

Fuente: elaboración propia.

iv. Estado de la fertilidad de suelos

En la mayoría de los sistemas analizados se hace un manejo de suelo parcelado, aunque en Colquencha aún persisten cultivos con el sistema de *aynuqas*, una práctica ancestral de rotación periódica de parcelas. En general una parcela tiene la siguiente secuencia de siembra: el primer año se siembra papa, el segundo una gramínea: cebada o avena, el tercer año las mismas gramíneas o quinua, haba y qañawa y luego entra en etapa de descanso por entre tres y siete años.

v. Análisis de suelos en laboratorio

Un análisis físico-químico realizado en laboratorio de muestras de suelos con manejo agroecológico (sistemas con PEP) y suelos con uso de fertilizantes sintéticos (sistemas sin PEP), muestra que la mayoría son suelos francos, con densidad aparente y densidad real baja. En suelos con manejo agroecológico los resultados de capacidad de campo (CC), contenido de materia orgánica (MO) y el total de bases intercambiables (TBI) salieron normales; el pH es neutro, son suelos no salinos con porosidad buena, contiene calcio, magnesio, sodio, capacidad de intercambio catiónico (CIC) baja, bajo nivel de nitrógeno y muy alto de potasio y fósforo; mientras que en suelos con manejo convencional o sin PEP, la CC, el P y la porosidad son altos, los niveles de Ca, K, Mg, Na intercambiables, CIC y TBI bajos, nitrógeno muy bajo; son suelos ligeramente ácidos con conductividad eléctrica (CE) y no salinos.

El análisis fue realizado en el laboratorio Lafasa. El resumen de resultados se aprecia en la tabla 37 (más detalle en anexos 10, 10a y 10b).

Tabla 37: Resumen de resultados del análisis físico químico de suelos

Parámetro		Unidad	Agroecológico	Calificación	Convencio- nal	Calificación
Textura	Arena	%	49,33		35,67	
	Limo	%	28,33		41,00	
	Arcilla	%	22,33	Franco arenoso	23,33	Franco
	Clase Textural	-	FA		F	
Densidad real		g/cm ³	2,00	bajo	2,25	bajo
Densidad aparente		g/cm ³	1,26	bajo	1,16	bajo
Humedad CC		%	18,90	normal	20,59	alto
Humedad PMP		%	9,33	normal	8,71	ideal
Infiltración			18,11		10,46	
Porosidad			36,33	bajo	57,67	alto
pH en agua relación 1:5		-	6,79	neutro	6,14	ligeramente ácido
Conductividad eléctrica en agua 1:5		mmho/cm	0,16	no salino	0,09	no salino
Calcio intercambiable		meq/100g S	4,43	bajo	3,89	bajo
Magnesio intercambiable		meq/100g S	1,14	bajo	0,67	bajo
Sodio intercambiable		meq/100g S	0,19	bajo	0,30	bajo
Potasio intercambiable		meq/100g S	1,57	muy alto	0,45	bajo
Materia orgánica		%	2,52	normal	1,79	bajo
Capacidad de intercambio catiónico		meq/100g S	7,89	bajo	5,62	bajo
Nitrógeno total		%	0,16	muy bajo	0,15	muy bajo
Fósforo disponible		ppm	73,53	muy alto	27,77	alto
Total de bases de intercambio		meq/100g S	7,45	normal	5,31	bajo

Fuente: Lafasa / UMSA (2019).

El índice de estado de la fertilidad de suelos en los sistemas con PEP es de 0,95, sostenibilidad muy alta, ya que en cinco sistemas los suelos tienen muy buena fertilidad y en uno, regular; en contraste, en los sistemas sin PEP el índice es de 0,70, sostenibilidad baja, porque los seis sistemas tienen suelos con regular fertilidad (ver tabla 36 y anexos 2b2, 2c2 y 5c).

En consecuencia, los índices para el indicador de mejoramiento de suelos en sistemas con PEP es de 0,98, sostenibilidad muy alta, por la calidad de abonamiento; mientras que en los sistemas sin PEP es de 0,70, sostenibilidad baja (ver tabla 38 y anexos 2b2, 2c2 y 5b).

Tabla 38: *Índices de mejoramiento de suelos*

Indicador ambiental	Con PEP	Sin PEP
10. Mejoramiento de suelos	0,98	0,67

Fuente: elaboración propia.

4.2.2.4. Indicador de acceso a agua segura

i. Calidad del agua

El agua se obtiene generalmente a través de pozos, aunque en época de lluvia se recoge de los ríos. En los últimos años en varios municipios se implementó el servicio de agua potable (por cañería), aunque la cobertura no llega a muchas comunidades. El acceso al agua es una de las prioridades de los diferentes niveles de gobierno y en los últimos años el proyecto Mi Agua logró importantes avances en el área rural.

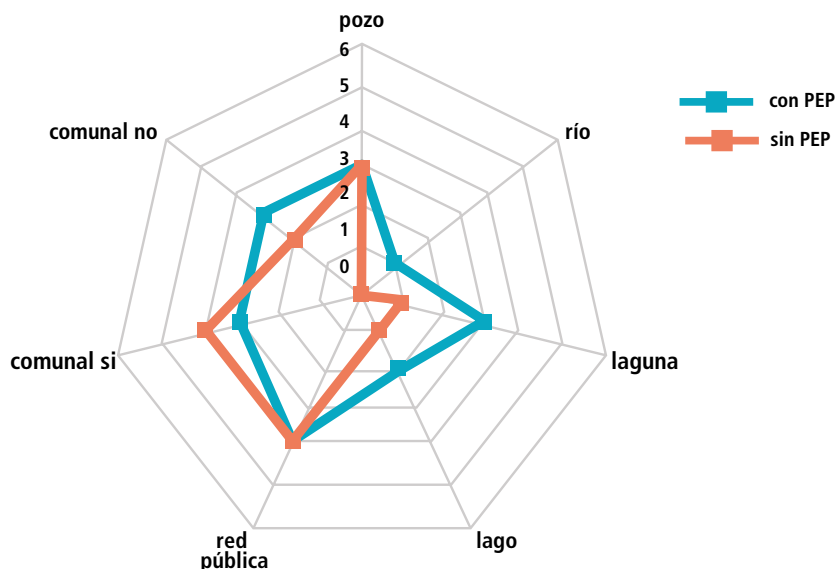


Figura 20: Fuentes de agua para consumo humano, animal y microrriego.

Fuente: elaboración propia.

El índice de calidad de agua se determinó según el nivel de acceso; en sistemas con PEP es de 0,95, sostenibilidad muy alta, ya que en cinco sistemas cuentan con fuentes de agua segura y propias (pozos, lagunas, ríos y red de agua comunal) y un sistema tiene acceso regular; mientras que en los sistemas sin PEP el índice es de 0,55, sostenibilidad muy baja, debido a que solo un sistema tiene muy buen acceso, dos tienen regular acceso y tres sistemas no cuentan permanentemente con disponibilidad de agua (ver tabla 39 y anexos 2b2, 2c2 y 5c).

Tabla 39: Calidad de agua y estado de fertilidad de suelos

11.1. Calidad de agua			11.1. Calidad de agua 102. Estado de la fertilidad de suelos		
Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP
Alta escasez de agua			No tiene riego		4
A veces falta		3	Abastece menos del 20%	4	2
Regular	1	2	Entre el 20-50%	2	
Muy buena	5	1	>50%		
N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6
Índices	0,95	0,55	Índices	0,43	0,10

Fuente: elaboración propia.

ii. Cobertura de riego

Por la mayor demanda y consecuente escasez de agua, últimamente se perforaron pozos profundos de entre 40 a 80 metros, en su mayoría para el consumo humano y animal; en muy pocos casos para riego de cultivos. Otras fuentes de agua son lagunas de diferentes formas y tamaños, algunas naturales y otras artificiales a las que se denomina *qhutaña*. El agua que se distribuye por cañería generalmente es comunal y se debe a proyectos financiados por los gobiernos municipales, departamental y central.

El índice de cobertura de riego para sistemas con PEP es de 0,43, ausencia de sostenibilidad muy baja, debido a que dos sistemas familiares cuentan con cobertura de riego de entre 20 % a 50 % y cuatro sistemas tienen una cobertura menor al 20 %. Por su parte, en sistemas sin PEP, el índice es de 0,10, ausencia de sostenibilidad muy alta, ya que cuatro sistemas familiares no tienen riego y dos tienen menos del 20 % de cobertura (ver tabla 39 y anexos 2b2, 2c2 y 5c).

iii. Eficiencia de riego

Debido a la escasez de agua los sistemas familiares optaron por implementar el microrriego tecnificado, con técnicas de aspersión y goteo, según la disponibilidad de agua. De esta manera, el índice de eficiencia de riego para sistemas con PEP es de 0,83, sostenibilidad alta, pues cuatro sistemas familiares tienen riego por goteo y uno por aspersión; en contrapartida, para los sistemas sin PEP el índice

ce es de 0,27, ausencia de sostenibilidad media, debido a que dos sistemas no tienen riego, tres riegan por inundación ya que tienen lagunas, pozos y red comunal, y un sistema lo hace por aspersión (ver tabla 40 y anexos 2b2, 2c2 y 5c).

Tabla 40: *Eficiencia de riego y calidad de agua para riego*

11.3. Eficiencia de riego			11.4. Calidad de agua para riego		
Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP
No tiene riego		2	Baja calidad		
Inundación	1	3	Poca		
Aspersión	1	1	Regular	6	6
Goteo	4		Muy buena		
N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6
Índices	0,83	0,27	Índices	0,70	0,70

Fuente: elaboración propia.

iv. Calidad de agua para riego

La calidad de agua se determina según el afloramiento de sales, por lo que el índice encontrado para los dos sistemas con y sin PEP es de 0,70, sostenibilidad baja, ya que los productores consideran que el agua es de regular calidad (ver tabla 40 y anexos 2b2, 2c2 y 5c).

Los cuatro subindicadores recién detallados determinan el indicador agua segura que en los sistemas con PEP tiene un índice de 0,73, sostenibilidad media y en los sin PEP es de 0,40, ausencia de sostenibilidad baja, debido a que algunos sistemas no cuentan con disponibilidad de agua ni tienen sistemas de riego (ver tabla 41 y anexos 2b2, 2c2 y 5b).

Tabla 41: *Índices para el indicador agua segura*

Indicador ambiental	Con PEP	Sin PEP
11. Agua segura	0,73	0,40

Fuente: elaboración propia.

4.2.2.5. Indicador de reciclaje de residuos y desechos orgánicos

i. Uso de residuos

Actualmente es común el reciclaje de nutrientes a través del uso de restos de cosecha y desperdicios de forrajes. Los sistemas consolidados o con PEP son los que más utilizan estos elementos para la elaboración de abono bocashi, la alimentación de animales y otras formas de incorporación de materia orgánica al suelo: abonos verdes y elaboración de compost; mientras tanto, en los sistemas sin PEP prefieren dar estos residuos a los animales o directamente los consideran como basura (figura 21).

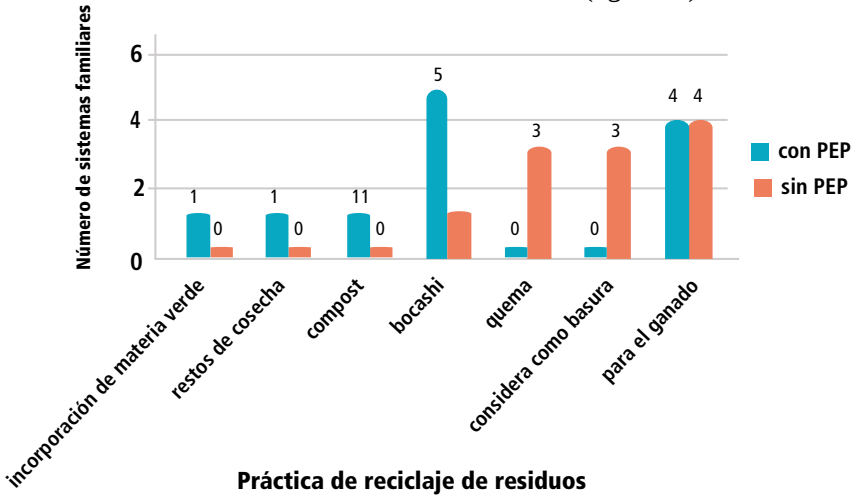


Figura 21: Importancia del reciclado de residuos.

Fuente: elaboración propia.

[Testimonio]

“Cada año elaboro mi abono bocashi, a veces tres camionadas. El año que había sequía no me ha afectado, he cosechado casi la misma cantidad de cada año. Agradezco a las instituciones que me han enseñado a elaborar este tipo de abono” (Severo Mamani, comunidad Caluyo, Calamarca).

Para el uso de residuos en sistemas con PEP, el índice es de 0,95, sostenibilidad muy alta, porque en cinco sistemas estos son muy usados y otro los aprovecha de manera regular; para los sistemas sin PEP, el índice es de 0,15 con

ausencia de sostenibilidad alta, debido a que tres sistemas no usan ninguno de los residuos y tres los usan muy poco (ver tabla 42 y anexos 2b2, 2c2 y 5c).

Tabla 42: *Uso de residuos y percepción sobre uso de abonos*

12.1. Uso de residuos			12.2. Percepción sobre uso de abonos		
Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP
No se usa		3	No es necesario		
Poco uso		3	A veces		2
Regular	1		Indiferente		1
Mucho uso	5		Importante	1	3
			Completamente	5	
N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6
Índices	0,95	0,15	Índices	0,95	0,53

Fuente: elaboración propia.

ii. Percepción sobre uso de abonos

Los abonos naturales aportan nutrientes al suelo, por eso cada vez más productores y productoras elaboran abonos orgánicos como el bocashi, producen humus de lombriz (que se usa conjuntamente con la semilla o como abono foliar, conocido como té de humus) e incorporan el uso de restos de cosechas o abono verde. La rotación con cultivos de leguminosas es otra práctica muy común ya que estas (haba, arveja, tarwi y alfalfa) fijan el nitrógeno atmosférico al suelo; es una práctica común, entonces, que en una parcela que estuvo con haba, al año siguiente se siembra la papa.

El índice para este subindicador en los sistemas con PEP es de 0,95, sostenibilidad muy alta, ya que en cinco sistemas catalogan su uso como completamente satisfactorio y en uno como importante; en contraste, en los sistemas sin PEP el índice es de 0,53, sostenibilidad muy baja, pues en tres sistemas lo consideran importante, en uno les es indiferente y en dos sistemas consideran a los residuos como basura o alimento de animales (ver tabla 42 y anexos 2b2, 2c2 y 5c).

iii. Vertidos por uso de agroquímicos

Los vertidos generalmente están relacionados al uso de pesticidas de origen sintético, que llegan a los ríos y pueden afectar a las familias que se encuentran aguas abajo. Esta contaminación es consecuencia común del uso de fertilizantes como urea, fosfatos o nitratos además de insecticidas como karate, folidol, curapapa, kurater, papa power, temix y baygón entre otros. Aunque no hay estudios específicos, los análisis de suelos en laboratorio pueden dar una pista de la toxicidad por la presencia en alta cantidad de sales como el sodio, por la mayor humedad y porosidad del suelo lo que se da sobre todo en suelos con manejo convencional en sistemas sin PEP (ver anexos 10, 10a y 10b).

Para el indicador uso de materia verde, residuos y desechos el índice en sistemas con PEP es de 0,95, sostenibilidad alta, por las cualidades que se valoran de los diferentes tipos de abonos orgánicos; para los sistemas sin PEP, el índice es 0,34, ausencia de sostenibilidad baja, porque los residuos o desechos son considerados como basura o alimento de ganado (ver tabla 43 y anexos 2b2, 2c2 y 5b).

Tabla 43: *Índices de uso de materia verde, residuos y desechos*

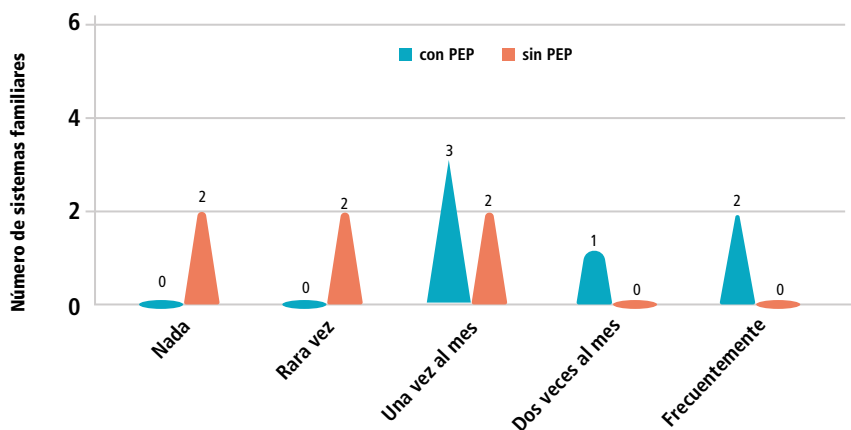
Indicador ambiental	Con PEP	Sin PEP
12. Materia verde, residuos y desechos	0,95	0,34

Fuente: elaboración propia.

4.2.3. Indicadores de la dimensión social

4.2.3.1. Indicador de asistencia técnica

La asistencia técnica son los servicios que reciben los miembros de los sistemas productivos por parte de personal especializado. Es un instrumento de mucha importancia utilizado por diferentes instituciones públicas o privadas para generar cambios sociales en un determinado territorio. En este sentido, los miembros de los sistemas familiares valoran de gran manera la capacitación y admiten la necesidad de contar con este servicio (figura 22).



Frecuencia de asistencia técnica a sistemas familiares

Figura 22: Esquema de asistencia técnica en sistemas productivos familiares.

Fuente: elaboración propia.

En sistemas con PEP, se determinó un índice de frecuencia de asistencia técnica de 0,70, sostenibilidad baja, pues dos sistemas reciben frecuentemente este servicio, uno por lo menos dos veces al mes y tres sistemas solo una vez al mes; en los sistemas sin PEP el índice es de 0,27, ausencia de sostenibilidad media (ver tabla 44 y anexos 2b3, 2c3 y 5c).

Tabla 44: Frecuencia de asistencia técnica y percepción sobre su importancia

13.1. Frecuencia de la asistencia técnica			13.3. Percepción sobre importancia de la AT		
Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP
Nada		2	Nada		
Rara vez		2	Poco importante		
Una vez	3	2	Insignificante		
Dos veces	1		Importante	2	3
Frecuentemente	2		Muy importante	4	3
N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6
Índices	0,70	0,27	Índices	0,90	0,85

Fuente: elaboración propia.

En los tres municipios de estudio, el servicio lo brindan técnicos de los gobiernos municipales; del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT), a través de los programas de Accesos y Alianzas Rurales; del Ministerio de Medio Ambiente y Aguas (MMAyA), a través del proyecto Mi Agua; y organizaciones no gubernamentales como CIPCA, Fundación Tierra, Fundación Sartawi, Soluciones Prácticas, Fundación Altagro, Ayni, Intervida y Cuna.

i. Percepción sobre la importancia de la asistencia técnica

En los sistemas que implementan la PEP, el índice de percepción sobre la importancia de la AT es de 0,90, sostenibilidad alta, ya que cuatro sistemas la califican de muy importante y dos de importante; mientras en los sistemas sin PEP, el índice es de 0,85, también sostenibilidad alta, pues en tres sistemas la califican de muy importante y en otros tres como importante (ver tabla 44 y anexos 2b3, 2c3 y 5c).

[Testimonio]

“(..) entiendo que son muy importantes las recomendaciones e indicaciones de los técnicos, por ello dejo que visiten mi casa y me indiquen cómo puedo mejorar más mis cultivos, las construcciones... Además, estoy dispuesto a compartir mi experiencia con otras familias de mi comunidad o de otras comunidades” (Rufino Lecoña, comunidad Zapana, Taraco).

Para el indicador de asistencia técnica en sistemas con PEP el índice es de 0,80, sostenibilidad media, ya que los sistemas productivos dependen de la presencia de instituciones gubernamentales y privadas; mientras que en los sistemas sin PEP el índice es de 0,56, sostenibilidad muy baja, porque, aunque conciben la importancia de la asistencia técnica, aún no capitalizan las ofertas (ver tabla 45 y anexos 2b, 2c3 y 5b).

Tabla 45: Índices de asistencia técnica

Indicador social	Con PEP	Sin PEP
13. Asistencia técnica	0,80	0,56

Fuente: elaboración propia.

4.2.3.2. Indicador de fortalecimiento de aprendizajes e interaprendizajes

i. Valoración de aprendizajes

El fortalecimiento de los aprendizajes o capacitación no formal es facilitado por las mencionadas entidades estatales o no gubernamentales, a través de diferentes metodologías como reuniones informativas informales, cursos-talleres sobre diferentes temáticas, programas modulares, capacitaciones especializadas, etc.

Los índices de valoración de aprendizajes llegan a 1,00, sostenibilidad muy alta, para sistemas con PEP, pues en los seis califican como muy importantes a la capacitación; por otro lado, en sistemas sin PEP el índice es de 0,83, sostenibilidad alta, ya que en cuatro sistemas la consideran muy importante, en uno importante y en otro poco importante (ver tabla 46 y anexos 2b3, 2c3 y 5c).

Tabla 46: Valoración de aprendizajes, impacto y uso de las capacitaciones

14.1. Valoración de aprendizajes			14.2. Impacto de las capacitaciones			14.3. Uso de las capacitaciones		
Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP
Nada			Nada			Nada		
Poco importante		1	Poco impacto		1	Poco impacto		
Insignificante			Regular impacto		2	Regular impacto		3
Importante		1	Alto		1	Alto		1
Muy importante	6	4	Muy alto	6	2	Muy alto	6	2
N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6
Índices	1,00	0,83	Índices	1,00	0,67	Índices	1,00	0,70

Fuente: elaboración propia.

ii. Impacto de las capacitaciones

Una de las metodologías más relevantes en capacitación y adquisición de conocimientos, es el intercambio de experiencias. En los sistemas con PEP valoran bastante este proceso de capacitación y ya que efectuaron visitas a diferentes lugares, generalmente ámbitos de similares condiciones, que a muchos les sirvieron de ejemplo para replicar varias innovaciones y adaptar algunos cultivos que nunca antes habían producido como uva, aricoma, durazno, guinda y ciruelo, además de maíces menudos que no son cultivos tradicionales en la región del altiplano.

Otra metodología de capacitación es la visita predial cuyo fin es observar y recibir explicaciones prácticas de otros productores y productoras. Alguna vez se organizó también demostraciones técnicas en los municipios de Taraco y Colquenchá, donde las denominaron “escuelas de campo”, cuyo fin fue también mostrar los avances de manera visual y práctica.

Para el indicador impacto de las capacitaciones se obtuvo un índice de 1,00, sostenibilidad alta, en sistemas con PEP ya que los seis les dan muy alta importancia a estas experiencias; mientras que para sistemas sin PEP el índice es de 0,67, sostenibilidad baja, porque en dos sistemas la califican como de muy alta importancia, en uno como alta, en dos de regular importancia y en el restante como poco importante (ver tabla 46 y anexos 2b3, 2c3 y 5c).

iii. Uso de las capacitaciones

Los miembros de los sistemas familiares con PEP señalan que con las capacitaciones no solo adquieren conocimientos para mejorar la producción y productividad, sino que también aprenden a tener liderazgo, exigir sus derechos individuales y grupales, practicar la equidad de género y, en general, a mejorar su calidad de vida. Mientras que, en los sistemas sin PEP, reconocen que les ayuda a mejorar su liderazgo, sus conocimientos, el ejercicio de sus derechos y las posibilidades de mejorar su calidad de vida, pero en cuanto al mejoramiento de la producción, creen que la incidencia es nula (figura 23).

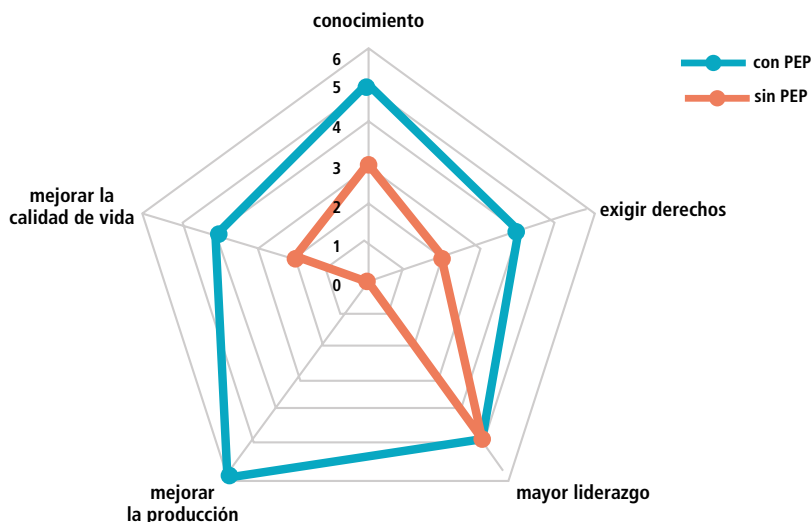


Figura 23: Valoración de la capacitación y su aplicación.

Fuente: elaboración propia.

Los jóvenes formados en instancias superiores tienen otra visión de desarrollo, en la que prima la innovación tecnológica; es el caso de dos egresados de la universidad que incursionan en la producción de hortalizas exóticas demandadas en el mercado (tomate cherry, lechuga morada, arándano y fresa) o papas gourmet que aún tienen un mercado segmentado.

El índice de uso de las capacitaciones para sistemas con PEP es de 1,00, sostenibilidad alta, ya en los seis sistemas la consideran como de muy alto impacto; en sistemas sin PEP el índice es de 0,70, sostenibilidad baja, porque dos sistemas califican el impacto de muy alto, uno de alto y tres de regular impacto (ver tabla 46 y anexos 2b3, 2c3 y 5c).

El índice de fortalecimiento de aprendizajes para sistemas con PEP es de 1,00, sostenibilidad alta; y en los sistemas sin PEP es de 0,73, sostenibilidad media, pues los miembros no le ven mucho impacto a los intercambios de experiencias y no replican lo aprendido (ver tabla 47 y anexos 2b3, 2c3 y 5b).

Tabla 47: Índices de fortalecimiento de aprendizajes

Indicador social	Con PEP	Sin PEP
14. Fortalecimiento de los aprendizajes	1,00	0,73

Fuente: elaboración propia.

4.2.3.3. Indicador calidad nutricional familiar

i. Cambio en el estado nutricional

La diversificación de cultivos permite la diversificación y enriquecimiento de la dieta de las familias. En ese sentido, una de las principales actividades fue la implementación de invernaderos o carpas solares enfocados a la producción para el autoconsumo y no como en años pasados, cuando su fin era generar ingresos económicos.

[Testimonio]

“Se nota el cambio en mis hijos. Antes cuando llevaba a mis hijos al centro de salud para el control, la doctorita me decía que les faltaba peso y estatura. Pasó como medio año y la doctora me dijo que habían mejorado. Me preguntó que había hecho y dije que les doy más verduras. Desde entonces no dejo de cultivar diferentes hortalizas” (Aurelia Mamani, comunidad Flor Belén, Colquenchá).

El índice de cambio en el estado nutricional para sistemas con PEP es de 0,85, altamente sostenible, debido a que tres sistemas muestran cambios totales y otros tres muchos cambios; mientras que en los sistemas sin PEP es de 0,50, ausencia de sostenibilidad muy baja: un sistema ve muchos cambios, cuatro sistemas, cambios regulares y uno pocos cambios (ver tabla 48 y anexos 2b3, 2c3 y 5c).

Tabla 48: Cambios en el estado nutricional, en los hábitos alimenticios e impactos negativos del cambio climático

15.1. Cambio en el estado nutricional			15.2. Cambio en hábitos alimenticios			15.3. Impactos negativos del cambio climático		
Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP
Ningún			Igual			Completamente		
Poco uso		1	Regular		1	Mucho		2
Regular		4	Mejor	2	4	Poco		3
Mucho	3	1	Completamente	4	1	Casi nada	4	1
Completamente	3					Nada	2	
N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6
Índices	0,85	0,50	Índices	0,90	0,72	Índices	0,80	0,58

Fuente: elaboración propia.

ii. Cambios en los hábitos alimenticios

Los hábitos alimenticios variaron muy rápidamente cuando las familias tuvieron acceso a alimentos más procesados provenientes de la producción agroindustrial, como enlatados, y comida rápida elaborada con pollos alimentados con soya transgénica. Al diversificar la producción los miembros de los sistemas con PEP cambiaron estos hábitos y empezaron a rescatar productos locales y nativos como son los granos andinos: quinua, qañawa y tarwi, además de diferentes hortalizas.

El índice de cambio de hábitos alimenticios para sistemas con PEP es de 0,92, sostenibilidad muy alta, pues en cuatro sistemas cambiaron completamente y en dos percibieron mejoras; en los sistemas sin PEP el índice es de 0,72, sostenibilidad media, ya que un sistema evidencia un cambio completo, cuatro un mejor cambio y uno, cambio regular en sus hábitos alimenticios (ver tabla 48 y anexos 2b3, 2c3 y 5c).

iii. Impactos negativos del cambio climático

En la disponibilidad y acceso a los alimentos tienen mucho que ver los efectos e impactos del cambio climático, pues este fenómeno condiciona la producción de determinados cultivos otrora muy consumidos, tanto granos como diversas especies de tubérculos andinos. El índice de impactos negativos del cambio climático en sistemas con PEP es de 0,80, sostenibilidad media, ya que dos sistemas consideran que no hubo nada de impacto y cuatro, casi nada; mientras que para sistemas sin PEP el índice es de 0,58, sostenibilidad muy baja, ya que miembros de un sistema sienten casi nada de impacto, en tres sistemas poco impacto y en otros dos mucho impacto (ver tabla 48 y anexos 2b3, 2c3 y 5c).

En cuanto a la calidad nutricional, en sistemas con PEP el índice es de 0,85, sostenibilidad alta, al contar la mayoría de las familias con disponibilidad de alimentos diversificados, lo que les permitió cambiar los hábitos alimenticios; en los sistemas sin PEP, el índice es de 0,60, sostenibilidad muy baja, ya que admiten que es difícil cambiar los hábitos adquiridos y, por lo tanto, cuesta mucho mejorar el estado nutricional (ver tabla 49 y anexos 2b3, 2c3 y 5b).

Tabla 49: *Índices de calidad nutricional familiar*

Indicador social	Con PEP	Sin PEP
15. Calidad nutricional familiar	0,85	0,60

Fuente: elaboración propia.

4.2.3.4. Indicador de participación grupal o asociatividad

i. Participación en la organización

Los miembros de sistemas familiares con PEP participan casi en su totalidad al menos en dos organizaciones ya sean sindicales, deportivas u Oecas, esta última de mucha importancia ya que permite a las familias conseguir beneficios económicos y sociales que van desde insumos agrícolas hasta proyectos productivos como la implementación de infraestructuras (establos, heniles, invernaderos, etc.); pero además, facilita el acceso a mercados para la comercialización de sus productos primarios y transformados.

El índice para este subindicador muestra un valor de 0,67, sostenibilidad baja, para sistemas con PEP, pues dos participan en más de tres organizaciones, dos en tres entidades y dos en una sola; mientras que en los sistemas sin PEP el índice es de 0,47, ausencia de sostenibilidad muy baja, ya que solo un sistema participa en tres organizaciones, tres son parte de dos entidades y dos sistemas solo pertenecen a una organización (ver tabla 50 y anexos 2b3, 2c3 y 5c).

Tabla 50: *Participación en organizaciones y beneficios*

16.1. Participación en organizaciones			16.2. Beneficios de la participación		
Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP
Ninguna			Ningún		
Una	2	2	Poco		
En dos		3	Regular		1
En tres	2	1	Mucho	4	3
más de 3	2		Completamente	2	2
N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6
Índices	0,67	0,47	Índices	0,80	0,77

Fuente: elaboración propia.

ii. Beneficio de la participación

Los miembros de la Asociación “Las Estrellitas” de Colquencha participaron en diferentes versiones de ferias de precio justo en las que comercializaron hortalizas, además se organizaron en turnos para llevar productos a otros mercados. La mayoría de sus miembros son mujeres, lo que ayudó al reconocimiento del rol económico y social de las mujeres en el sistema familiar, la organización y en las instancias de gobierno local y departamental.

Los miembros de los sistemas sin PEP generalmente quedan relegados, pues, aunque tengan aptitudes de liderazgo y capacidad, muchas veces no tienen la oportunidad de mostrar esas cualidades y carecen de suficiente respaldo y reconocimiento.

El índice de beneficio de participación para sistemas con PEP es de 0,80, sostenibilidad media, pues en dos sistemas señalan que el beneficio es completo y en

cuatro que se benefician mucho; en sistemas sin PEP el índice alcanza a 0,77, sostenibilidad media, ya que dos de sus miembros califican a la participación como completamente beneficiosa, tres dicen que se benefician mucho y uno que el beneficio es regular (ver tabla 50 y anexos 2b3, 2c3 y 5c).

El índice para el indicador de participación grupal o en las asociaciones, para sistemas con PEP es de 0,73, sostenibilidad media, pues poco a poco se animan a participar más; y para sistemas sin PEP es de 0,62, sostenibilidad baja (ver tabla 51 y anexos 2b3, 2c3 y 5b).

Tabla 51: *Participación grupal y asociatividad*

Indicador social	Con PEP	Sin PEP
16. Participación grupal o asociatividad	0,73	0,62

Fuente: elaboración propia.

4.2.3.5. Indicador de remuneración familiar

i. Número de miembros remunerados

La ocupación de los miembros en las actividades agropecuarias dentro de sus propios sistemas, garantiza la generación de ingresos y se puede catalogar como autoempleo; si bien no tienen un salario fijo mensual, pueden ahorrar, efectuar compras, pagar los estudios de los niños y jóvenes, reinvertir en su propio sistema o acceder a créditos pagando cuotas oportunamente.

El índice de remuneración familiar para sistemas con PEP es de 0,30, ausencia de sostenibilidad media, ya que su actividad no tiene remuneración fija, aunque algunos productores son además profesores, mecánicos, obreros o albañiles; al menos un miembro de los seis sistemas recibe remuneración externa. En los sistemas sin PEP el índice es de 0,20, ausencia alta de sostenibilidad, pues miembros de dos sistemas indican que no reciben remuneración y en los otros cuatro hay al menos un asalariado (ver tabla 52 y anexos 2b3, 2c3, 5b y 5c).

Tabla 52: Remuneración familiar y miembros remunerados

17. Remuneración familiar		
17.1. Miembros remunerados		
Escala	Con PEP	Sin PEP
Nadie		2
Un miembro	6	4
Dos miembros		
Más de tres miembros		
N° de sistemas	6	6
Índices	0,30	0,20

Fuente: elaboración propia.

4.2.3.6. Indicador de igualdad y equidad de género

Dentro de los sistemas hay por lo general una participación y distribución equitativa de roles; en ese sentido las actividades se comparten entre todos los miembros de la familia, según la división social del trabajo, género y edad. Por ejemplo, en épocas de siembra y cosecha es común que los hijos e hijas que migraron a las ciudades vuelven y ayudan; por lo demás, cuando hay miembros que salen fuera del sistema, la mayor responsabilidad queda a cargo de la mujer, salvo en las labores pesadas como la construcción de infraestructuras que las realizan los hombres (figura 24).

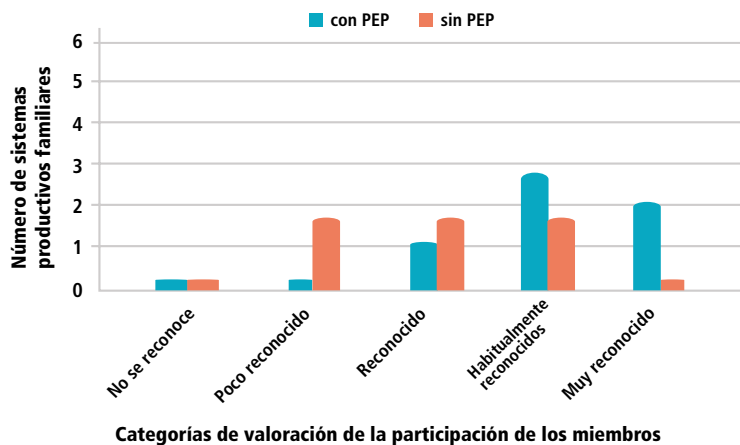


Figura 24: Reconocimiento de los miembros en su organización y comunidad.

Fuente: elaboración propia.

El índice de este indicador en sistemas con PEP es 0,77, sostenibilidad media, pues en dos sistemas todos los miembros son muy reconocidos, en tres sistemas, habitualmente reconocidos y en uno moderadamente reconocidos; mientras que en sistemas sin PEP el índice es de 0,50, ausencia de sostenibilidad muy baja, ya que en dos sistemas los miembros son habitualmente reconocidos; en otros dos, reconocidos y en los restantes dos, poco reconocidos (ver tabla 53 y anexos 2b3, 2c3, 5b y 5c).

Tabla 53: *Igualdad de género y nivel de reconocimiento*

18. Igualdad de género		
18.1. Nivel de reconocimiento		
Escala	Con PEP	Sin PEP
Ningún		
Poco		2
Reconocido	1	2
Habitualmente	3	2
Muy reconocido	2	
N° de sistemas	6	6
Índices	0,77	0,50

Fuente: elaboración propia.

4.2.3.7. Indicador de financiamiento en proyectos

Las familias que lograron generar ingresos y apuestan por la buena producción suelen acceder a créditos en entidades financieras, para poder invertir en sus sistemas productivos. En los sistemas con PEP las inversiones más comunes son en la construcción de nuevos invernaderos, la compra de bombas de agua para sistemas de riego, de segadoras para la cosecha de forraje, o de un tractor agrícola. Mientras que, en los sistemas sin PEP, se decantan por comprar volquetas para prestar servicio de carga, minibuses para entrar al transporte sindicalizado, o lotes en El Alto o La Paz.

El índice encontrado para este indicador en sistemas con PEP es de 0,75, sostenibilidad media, ya que miembros de tres sistemas lo ven como de importancia completa y de los otros tres, de regular importancia; para los sistemas sin PEP el índice es de 0,68, sostenibilidad baja: miembros de un

sistema ven de importancia completa al financiamiento, en cuatro sistemas le dan mucha importancia y en uno poca importancia (ver tabla 54 y anexos 2b3, 2c3, 5b y 5c).

Tabla 54: *Financiamiento e importancia de financiamiento*

19. Financiamiento en proyectos		
19.1. Importancia de financiar		
Escala	Con PEP	Sin PEP
Ningún		
Poco		1
Regular	3	
Mucho		4
Completamente	3	1
N° de sistemas	6	6
Índices	0,75	0,68

Fuente: elaboración propia.

4.2.3.8. Indicador de acceso a innovaciones agrícolas

i. Facilidad de acceso a créditos

Otro indicador importante en la dimensión social es el acceso a créditos en relación al uso de innovaciones tecnológicas que ayudan a reducir la carga laboral, principalmente de las mujeres que en el tiempo que ahorran pueden realizar otras actividades; por ejemplo: el sistema de microrriego por goteo, una vez instalado requiere solo que se abra la llave de paso y controlar el tiempo de riego. Por otro lado, estas innovaciones aumentan la eficiencia productiva, por lo que las familias ven de vital importancia el acceso a financiamientos.

Los sistemas con PEP alcanzaron un índice de 0,67, sostenibilidad baja, ya que miembros de cinco sistemas indican que el acceso a créditos es relativamente fácil y en un sistema creen que es un proceso regular; en los sistemas sin PEP se alcanzó un índice de 0,38, ausencia de sostenibilidad baja, pues en cuatro sistemas creen que el proceso para conseguir financiamiento es regular, en un sistema que es muy difícil y en otro, directamente no acceden a créditos (ver tabla 55 y anexos 2b3, 2c3 y 5c).

Tabla 55: *Facilidad de acceso a créditos y aplicación de prácticas viables*

20.1. Facilidad de acceso a créditos			20.3. Aplicación de prácticas		
Escala	Con PEP	Sin PEP	Escala	Con PEP	Sin PEP
No accede		1	No funciona		
Muy difícilmente		1	Igual		1
Regular proceso	1	4	Sí funciona		2
Fácil	5		Importante	4	2
Muy fácil			Muy importante	2	1
N° de sistemas	6	6	N° de sistemas	6	6
Índices	0,67	0,38	Índices	0,80	0,62

Fuente: elaboración propia.

ii. Aplicación de prácticas viables

Los miembros de sistemas con PEP siempre están preocupados por adoptar innovaciones y prácticas viables, por lo tanto, están dispuestos a invertir en equipos y maquinarias o en nuevas construcciones para incrementar su productividad. El índice en aplicación de prácticas para este sector es de 0,80, sostenibilidad media: en dos sistemas ven la aplicación como muy importante y en cuatro como importante; para sistemas familiares sin PEP, el índice es de 0,62, sostenibilidad baja, pues en un sistema ven como muy importante la aplicación de prácticas, en dos como importante, en otras dos creen que funciona y en una les da igual tener o no innovaciones (ver tabla 55 y anexos 2b3, 2c3 y 5c).

El índice global del indicador acceso a innovaciones agrícolas para sistemas con PEP es de 0,73, sostenibilidad media, pues por lo general ven necesario acceder a créditos para implementar nuevas prácticas; en sistemas sin PEP, el índice es de 0,62, sostenibilidad baja, pues la mayoría de los miembros creen que acceder a créditos es regular o difícil y no ven como determinante la implementación de innovaciones tecnológicas (ver tabla 56 y anexos 2b3, 2c3 y 5b).

Tabla 56: Acceso a innovaciones agrícolas

Indicador social	Con PEP	Sin PEP
20. Acceso a innovaciones agrícolas	0,73	0,50

Fuente: elaboración propia.

4.3. Sostenibilidad de los sistemas productivos

Una vez expuestos y detallados los diferentes resultados de sostenibilidad de los sistemas productivos, evaluados según las dimensiones económica, ambiental y social y de acuerdo a si la unidad de producción accede o no a la propuesta económica productiva del CIPCA, los índices generales en los sistemas con PEP son de 0,74; 0,85 y 0,74, sostenibilidad media, alta y media en las respectivas dimensiones; y en los sistemas sin PEP, los índices llegan a 0,46, 0,53 y 0,55, ausencia de sostenibilidad muy baja en el económico, y sostenibilidad muy baja en las dimensiones ambiental y social (ver figura 25 y anexo 5).

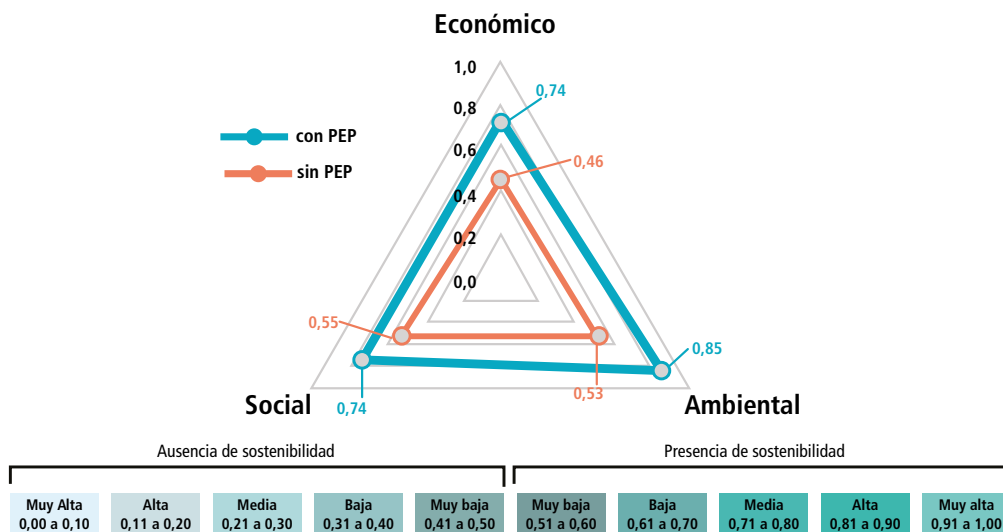


Figura 25: Sostenibilidad de sistemas según las dimensiones económica, ambiental y social.

Fuente: elaboración propia.

A modo de síntesis global de los resultados de los 20 indicadores de sostenibilidad de los sistemas productivos familiares, en la figura 26 se observa que aquellos índices que se alejan de 0 (centro) y se acercan a 1 (exterior) son los más sostenibles (índices superiores a 0,50); los índices menores a 0,50, entonces, los más cercanos al centro, tienen ausencia de sostenibilidad. En ambos casos van con sus diferentes variantes muy baja, baja, media, alta y muy alta.

En la dimensión ambiental urge mejorar el manejo de registros y la dependencia de insumos externos, pues estos indicadores alcanzaron un menor índice en ambos sistemas. En la dimensión ambiental, el indicador agua segura muestra bajos índices en ambos casos, lo que se puede atribuir a que cada vez este elemento escasea más en el altiplano y que su gestión es un tema crucial en lo futuro. Y en la dimensión social, el indicador remuneración familiar tiene el menor índice en ambos sistemas, pues si bien generan ingresos económicos, los miembros no reciben un salario mensual individual, sino que toda la ganancia es parte de un fondo familiar de uso común.

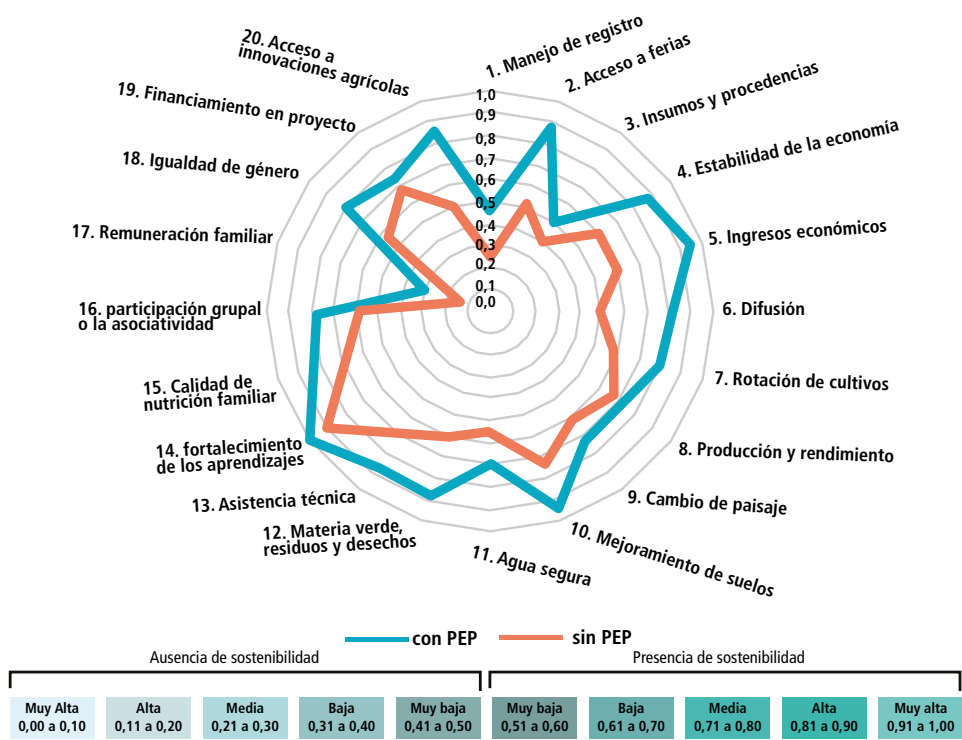


Figura 26: Sostenibilidad de sistemas familiares en las dimensiones económica, ambiental y social.
Fuente: elaboración propia.

4.4. Capacidad de resiliencia de los sistemas familiares

En la determinación de la capacidad de resiliencia de los sistemas productivos familiares, se tomó como un evento extremo la intensa sequía de 2016 que afectó a casi todo el altiplano –en especial al subsistema pecuario–, al extremo que muchas familias se vieron obligadas a reducir el número de hatos y rebaños por falta de agua y escasez de forraje. También se sufrió retrasos en el rebrote de los alfalfares y en la siembra de forrajes anuales. Aunque no hubo pérdidas significativas de animales, sí descendieron con las ventas. Los cultivos agrícolas solo rindieron entre 10 % y 40 % de su capacidad productiva, lo que impactó entre un 5 % y un 20 % en la disponibilidad de alimentos de las familias.

4.4.1. Determinación de la capacidad de resiliencia

Para calcular los índices de la capacidad de resiliencia de los sistemas productivos, se tomó en cuenta las capacidades de absorción, adaptación y transformación y se empleó la metodología ya consolidada en otros ámbitos y estudios mencionados en la tabla 1 y en el anexo 3b.

i. Capacidad de absorción

La capacidad de absorción se refiere a la combinación de fortalezas y recursos físicos, sociales, institucionales y económicos existentes y accesibles y que permitan a los individuos, familias o comunidades tomar medidas intencionadas de protección, tanto de manera proactiva como reactiva, para enfrentar, soportar, prepararse, prevenir, mitigar y recuperarse rápidamente de un desastre.

En el análisis de esta capacidad en sistemas con PEP, llama la atención que uno de los indicadores alcanzó el índice de excelente y el resto de muy bueno, lo que significa que estos sistemas tienen bastante capacidad de absorción y pueden garantizar una respuesta a las necesidades básicas de la familia, la estabilidad de la producción, el acceso al agua para el consumo animal y las actividades productivas, una menor pérdida por eventos climáticos, el abastecimiento de semillas, y el acceso a mercados para generar ingresos económicos. Mientras que en los sistemas sin PEP los indicadores que destacan como muy bueno son cinco, dos llegan a bueno y el resto

entre medio y bajo, por tanto, se infiere que estos aún requieren mejorar sus ingresos mediante el acceso a mercados, deben prepararse para nuevos eventos, diversificar los cultivos, reducir las pérdidas y mejorar la salud de sus animales (ver figura 27).

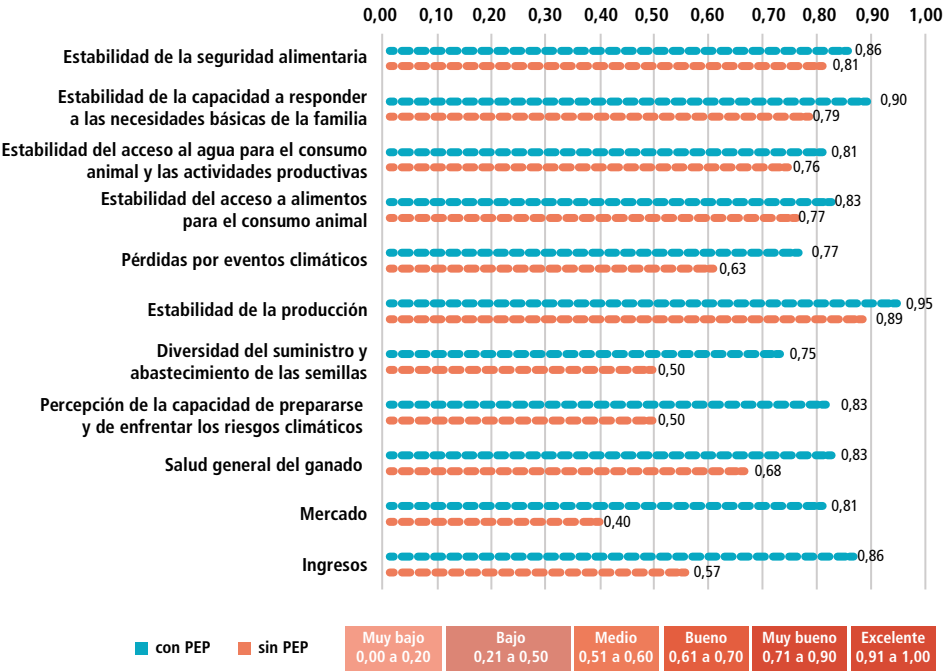


Figura 27: Indicadores e índices de capacidad de absorción de resiliencia.
Fuente: elaboración propia.

De manera global, el índice para sistemas con PEP es de 0,82, capacidad de absorción muy buena, debido a las condiciones de estabilidad arriba mencionadas; mientras que en los sistemas sin PEP el índice es de 0,65, capacidad de absorción buena, porque, aunque lograron avances, aún deben mejorar el acceso al mercado y prepararse mejor para eventos climáticos (ver tabla 57 y anexo 3b).

Tabla 57: *Índices de absorción, adaptación y transformación*

Dimensiones	Con PEP	Sin PEP
Absorción	0,82	0,65
Adaptación	0,82	0,41
Transformación	0,87	0,64

Fuente: elaboración propia.

ii. Capacidad de adaptación

La capacidad de adaptación se define como el grado de ajuste intencionado en anticipación o respuesta de un sistema a los fenómenos para atenuar los impactos, enfrentar los daños y pérdidas potenciales y más bien aprovechar las oportunidades ofrecidas por esos cambios. La adaptación consiste en reducir la vulnerabilidad de un sistema limitando la magnitud de los impactos.

En el análisis de esta variable destacan los indicadores de sistemas familiares con PEP que califican desde muy buenos a excelentes, al contar con prácticas agrícolas resilientes como el uso de abonos orgánicos, uso eficiente del agua, rotación de cultivos, diversificación productiva, uso de variedades agrícolas locales o adaptadas, implementación de infraestructuras de defensa contra fenómenos climáticos (heniles, establos, sistemas de agua, invernaderos, pozos con bomba, conservación de suelos), integración de nuevas tecnologías con conocimientos tradicionales (abonos orgánicos, invernaderos), genética de ganado (raza holstein y pardo suizo), prácticas resilientes de manejo silvopastoril (forestación, siembra de forrajes perennes) y capacidad de aprendizaje de errores anteriores. Mientras que, en los sistemas sin PEP, la mayoría de los indicadores tienen índices por debajo de 0,6, capacidad de resiliencia media, por lo que se advierte la necesidad de enfatizar en el uso de variedades locales y la diversificación productiva; el resto de los indicadores califica con capacidad de adaptación baja y el indicador de prácticas agroforestales resilientes tiene capacidad muy baja de adaptación (figura 28). En general, estos sistemas no muestran acciones concretas para mejorar la capacidad de adaptación, por tanto, son muy vulnerables.

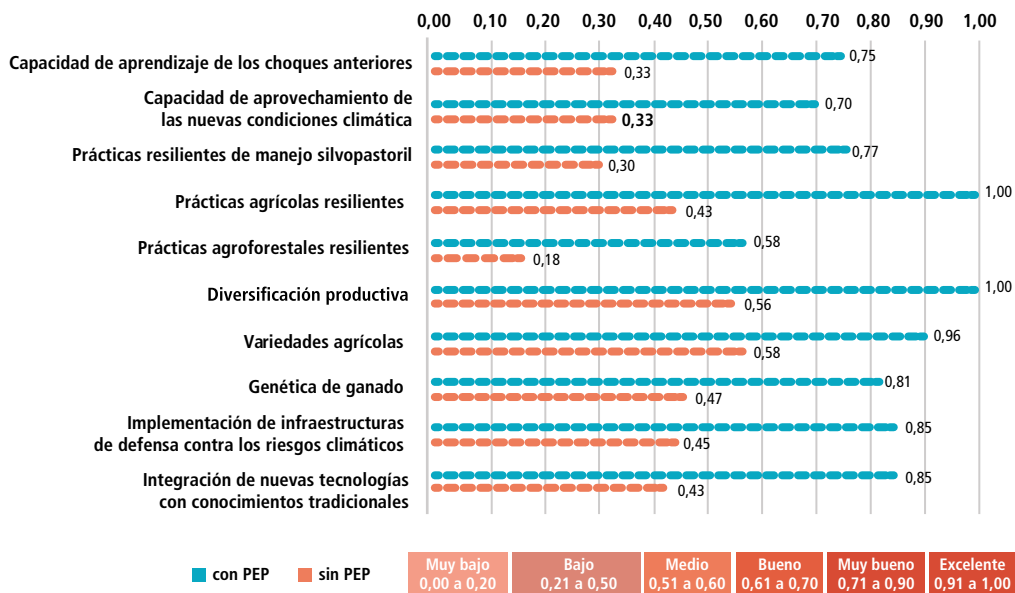


Figura 28: Indicadores e índices de la capacidad de adaptación de resiliencia.

Fuente: elaboración propia.

El índice global de la capacidad de adaptación para sistemas con PEP es de 0,82, muy bueno; por el contrario, en los sistemas sin PEP el índice es de 0,41, baja capacidad de adaptación (ver tabla 57).

iii. Capacidad de transformación

La capacidad de transformación se determina como la posibilidad de reacción y respuesta ante un choque y la predisposición de realizar un cambio profundo y permanente en el sistema o estructura responsable de los factores de riesgo, vulnerabilidad y desigualdad. Las reformas deben tender a un reparto más equitativo de riesgos, de manera que no recaigan injustamente sobre las personas más pobres y vulnerables o víctimas de discriminación y marginalización.

La respuesta institucional de los actores locales y de la organización campesina del lugar, deben contemplar el adecuado uso de recursos naturales y la voluntad de cambiar hacia un desarrollo sostenible. Es así que en sistemas con PEP hay una excelente participación en el control y acceso a la tierra, con manejo sostenible de recursos naturales,

organización comunitaria fortalecida, lo que amerita que la capacidad de transformación sea calificada como muy buena; mientras que, en los sistemas sin PEP, el indicador de control de la tierra y medios de vida, también está calificado como muy bueno, pero la participación en la organización comunitaria es media (figura 30).

El índice general de capacidad de transformación para sistemas con PEP es de 0,87, calificado como muy bueno; en sistemas sin PEP es de 0,64, calificado como bueno (ver figura 29 y tabla 57).

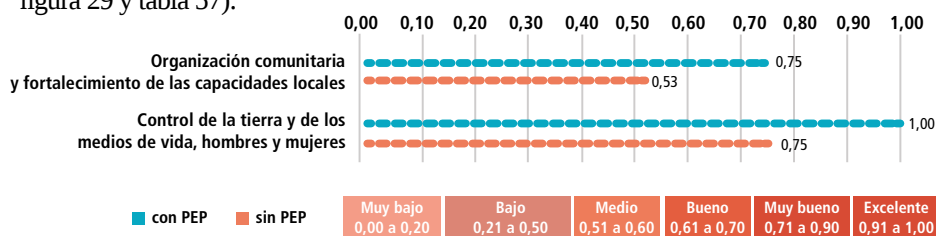


Figura 29: Indicadores e índices de la capacidad de transformación de resiliencia.

Fuente: elaboración propia.

La figura 30 intenta graficar el balance de la capacidad de resiliencia con los índices encontrados para las dimensiones de absorción, adaptación y transformación.

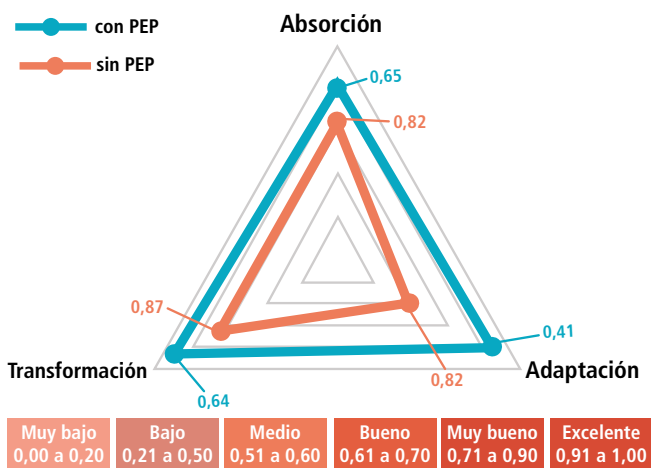


Figura 30: Capacidad de resiliencia de los sistemas productivos familiares.

Fuente: elaboración propia.

El índice general de capacidad de resiliencia para sistemas con PEP es de 0,84, calificado como muy bueno; y en sistemas sin PEP es de 0,57, calificado como medio (figura 31).

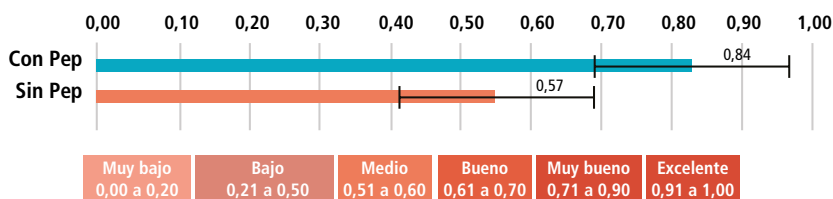


Figura 31: Índice de resiliencia de los sistemas productivos familiares.

Fuente: elaboración propia.

4.4.2. Planes municipales de gestión de riesgos

Las organizaciones comunitarias de los municipios de Calamarca y Taraco elaboraron concertadamente sus propias políticas de gestión de riesgos y las presentaron a sus alcaldías que, a su vez, las promulgaron como leyes municipales. En Calamarca fue promulgada la Ley Municipal 88 del 5 de abril de 2018 y actualmente se elabora la reglamentación. En el marco de esa ley se gestionó el proyecto macro de tratamiento de residuos sólidos que ya fue aprobado. Taraco también cuenta con la Ley Municipal 068 de Gestión de Riesgos, que fue aprobada el 14 de julio de 2019.

En Colquencha, para incentivar la seguridad alimentaria y una producción sostenible, el 16 de mayo de 2015 se promulgó la Ley Municipal 005 de Promoción de la Producción Agroecológica que benefició a varias asociaciones productivas del municipio que ahora participan en las ferias de precio justo propiciadas por el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, mediante el programa Accesos y el Concejo Nacional de Producción Ecológica (Cnape). Este último, además, inició un proceso de establecimiento de sistemas participativos de garantía (SPG) que aún está pendiente.

4.4.3. Fondos para reducción de riesgos

Los gobiernos municipales de Taraco y Calamarca tienen la posibilidad, mediante las referidas leyes municipales, de destinar recursos para mitigar daños agropecuarios en caso de desastres. Estos recursos también pueden utilizarse en otro tipo de casos, como el desborde de ríos que afectó a varias comunidades de Taraco en 2019, cuando también se contó con el apoyo de Defensa Civil y del Gobierno Departamental de La Paz.



5. Discusión

Diversidad de variedades de la papa en sistemas familiares consolidados. • Foto: CIPCA Altiplano

5.1. Sistemas productivos

Los sistemas productivos familiares consolidados y convencionales analizados en esta investigación, presentan en sus características diferencias significativas con relación a la diversificación de la producción de alimentos, uso de los recursos naturales, implementación de innovaciones tecnológicas, acceso a la capacitación y asistencia técnica. Los datos muestran que los sistemas consolidados tienen mayores capacidades de generación de recursos económicos, de garantizar la seguridad alimentaria, de resiliencia ante los efectos del cambio climático y de cuidado del medioambiente. Los productores de estos sistemas implementan y validan innovaciones tecnológicas, tienen acceso a estrategias de capacitación, participan en organizaciones económicas y son sujetos referentes en su comunidad y municipio.

En síntesis, se demuestra que una conversión desde un sistema de monocultivo manejado con insumos agroquímicos a un sistema más diversificado, permite lograr una producción de calidad y estable, poco dependiente de insumos externos, proclive a disminuir los costos de producción y a la vez conservar recursos naturales de la finca tales como suelo, agua y agrobiodiversidad (Altieri y Nicholls, 2007; Altieri, 1995).

Este estudio pone en evidencia que en el área rural del altiplano boliviano hay sistemas productivos familiares diferenciados con distintas lógicas o racionalidades: unos están orientados a la producción agroecológica, la gestión sostenible de los recursos naturales y la implementación de innovaciones tecnológicas, y apuestan por la agropecuaria como forma de vida; los productores con esta orientación invierten mayor tiempo en sus labores y reinvierten los ingresos en sus mismas necesidades productivas. Del otro lado están los sistemas productivos convencionales (poco amigables con el medioambiente,

cerrados a innovaciones y asistencia técnica) que no apuestan por la transformación de sus modos de producción o lo hacen de manera muy lenta.

Datos coincidentes fueron reportados por Chalán (2019) que en su estudio concluye que la producción agroecológica apunta hacia la conservación de recursos naturales, incremento de materia orgánica, seguridad alimentaria, conservación del medioambiente, mejoramiento de suelos e incremento de agrobiodiversidad, un factor muy positivo para la adaptación, mitigación y resiliencia al cambio climático.

5.2. Beneficios económicos, ambientales y sociales

5.2.1. Beneficio y sostenibilidad económica

Los beneficios económicos que lograron los sistemas productivos familiares que implementan la PEP del CIPCA, van desde garantizar la seguridad alimentaria hasta generar ingresos desde el predio familiar, pasando por establecer la demanda y aceptación de sus productos, acceder a ferias y mercados, lograr la estabilidad económica de la familia mediante la diversificación productiva tanto para el autoconsumo como para la venta y la diversificación y rotación de cultivos como estrategia de reducción de riesgos. El índice general alcanzado es de 0,74, con sostenibilidad media.

Mientras tanto, los sistemas sin PEP tienen un índice de 0,46, con ausencia de sostenibilidad muy baja, ya que dependen de ingresos ajenos a la parcela, emplean insumos y tecnologías externas y no logran consolidar la oferta de sus productos y su participación en las ferias y mercados, es más allá de la época de cosecha.

Similares conclusiones obtuvo Araujo (2019), que afirma que los sistemas de transición agroecológica tienen mayor grado de sostenibilidad frente a las familias productoras convencionales, ya que son más viables económicamente debido a la amplia oferta de productos para el mercado y a la calidad de los mismos, lo que incide en que los precios sean más altos (Giraldo y Valencia, 2010). También se debe destacar la permanente reducción de pérdidas que tiene como consecuencia un aumento en los ingresos, sobre todo en los cultivos de papa y hortalizas (Torrico-Albino, Peralta-Rivero y Aragón-Oraquine, 2020).

En los sistemas con PEP, la generación de ingresos económicos a través de productos estratégicos provenientes de subsistemas está encabezada por productos

agrícolas con el 62 %, seguido por pecuarios, 22 % y hay 16 % de otros ingresos; mientras que en sistemas sin PEP los ingresos que provienen del subsistema agrícola llegan apenas al 24 %, los pecuarios al 33 % y hay un alto 42 % de otros ingresos, lo que demuestra que los miembros de estos sistemas recurren cada vez más a actividades no agropecuarias (fuera del sistema). Estos datos se aproximan, en algunos subsistemas, a los reportados por Salazar y Jiménez (2018), que en su estudio de ingresos familiares anuales (IFA) determinaron que el 45 % proviene del subsistema agrícola, 41 % del subsistema pecuario y 14 % de otros ingresos.

Los sistemas productivos con PEP acceden todo el año a ferias y mercados (no siempre agroecológicos), ya sea por la disponibilidad de sus productos diversificados como por la cercanía. Los viernes y domingos hay ferias en Taraco y en la comunidad de Santa Rosa del mismo municipio; en Colquencha hay mercado los sábados y en Calamarca los miércoles, (aunque se trata de la feria de Villa Remedios del colindante municipio de Viacha). Por otro lado, tienen acceso a las ferias de El Alto (en la extranca, en la calle 4 y en el mercado campesino de El Carmen) y de La Paz. Este aspecto es concordante con el reportado por Barrionuevo (2018), para quien la agricultura familiar está en ferias o mercados tradicionales y campesinos de venta directa, además de centrales de abasto y no necesariamente en ferias agroecológicas o supermercados. De todas maneras, los productores agroecológicos logran mejores ingresos si se articulan en canales de comercialización campesinos que les permitan un mejor precio por la valoración de la calidad ecológica de sus productos (Tello, 2011).

En los sistemas con PEP, destaca además la diversificación y rotación de cultivos que permite la siembra de hasta más de 30 entre especies y variedades y la crianza de hasta cuatro tipos (especies) de ganado. Mientras que los sistemas sin PEP tienen apenas entre 10 a 20 especies agrícolas y poco más de cuatro tipos de ganado, en promedio. Además de los beneficios económicos, la diversificación y rotación de cultivos es una estrategia para reducir los impactos del cambio climático. Araujo (2019) concluye que los sistemas de orientación agroecológica diversifican su producción en el predio familiar, mientras que los convencionales asignan los factores de producción a cultivos comerciales y tienen mayor dependencia de insumos externos. Los insumos externos casi imprescindibles son los materiales de construcción: cemento, fierro, calamina y ladrillos además de algunos equipos como fumigadoras, tractores, bombas para riego; en ganadería, afrecho, granos, insumos veterinarios y sales minerales.

Las actividades no agropecuarias son cada vez más importantes en la generación de ingresos. En este estudio de caso se detectó solo a un miembro de un sistema con PEP que se dedica a otras actividades: trabaja en una asociación que explota piedra caliza. Sin embargo, en todos los sistemas sin PEP estudiados hay productores que buscan ingresos en actividades como albañilería, mecánica, venta de comida y trabajo en cantera. En esto coincide Eyzaguirre (2015), que afirma que la agricultura familiar se complementa con otras actividades no agropecuarias (turismo, manufacturas, artesanías, servicios, procesos de agregación de valor, etc.) que permitan orientar procesos de desarrollo local. También Salazar y Jiménez (2018) señalan que las fuentes de los ingresos rurales familiares abarcan varias actividades, incluyendo los ingresos laborales que resultan de la frecuente participación como mano de obra en trabajos asalariados y del desarrollo de actividades independientes o por cuenta propia (negocios o tiendas familiares, por ejemplo).

5.2.2. Beneficio y sostenibilidad ambiental

Los beneficios ambientales que se visibilizaron en los sistemas productivos familiares —en especial en los consolidados— son la mejora de la producción, mediante el incremento de los rendimientos; el cambio de paisaje, con obras de conservación de suelos y prestación de servicios; el mejoramiento del manejo de suelos; y el uso de materia verde, residuos de cosechas y desechos. Así, en este indicador, los sistemas que implementan la PEP tienen un índice de 0,85, sostenibilidad alta; y los sistemas sin PEP llegan a un índice de 0,53, sostenibilidad muy baja, pues no tienen acceso a agua segura, dependen de la red comunal y no reciclan los restos de cosecha.

El medioambiente, en las actividades agropecuarias, debe ser reconocido como base de la vida y, por lo tanto, como fundamento del desarrollo. Desde la perspectiva ambiental, otros autores concluyen que el sistema productivo de tendencia agroecológica goza de mayor sustentabilidad respecto del sistema convencional (Araujo, 2019). Los beneficios ambientales del primero son el manejo y conservación de suelos, gestión del recurso agua, mayor diversificación de los sistemas de producción, según afirman Torrico-Albino, Peralta-Rivero, y Aragón-Oraquine (2020), en coincidencia con los resultados de esta investigación.

Sepúlveda (2008) sostiene que se debe reconocer al ser humano como parte integral del ambiente y valorar, con especial atención, los efectos positivos y nega-

tivos de su accionar en la naturaleza; pero también la forma en que la naturaleza afecta a los seres humanos. Otra alternativa en pos de respetar el medioambiente es el desarrollo de tecnologías de uso eficiente de energía de bajo impacto ambiental y de conservación de los recursos naturales mediante la sustitución de insumos sintéticos, así como la integración del conocimiento tradicional con el conocimiento moderno (Brunett, García, González, de León y Climent, 2006).

El uso de abonos orgánicos, además de ser amigable con los ecosistemas, tiene altos beneficios como el aumento de la productividad de los cultivos estratégicos de papa, haba de vaina verde, arveja, oca, papalisa e isaña. Los registros de seguimiento que se realiza a los cultivos corroboran este incremento: entre los periodos agrícolas 2017-2018 y 2018-2019 la producción de papa en el altiplano creció en 17 tn/ha; la de haba verde de vaina, en 44 tn/ha y la de cebolla, en 53 tn/ha (CIPCA, 2019).

Por otro lado, los suelos con manejo agroecológico muestran mejoras en las características físicoquímicas con relación a los suelos con manejo convencional, según evidencia el análisis de laboratorio de suelos. Este mejoramiento se debe en buena medida a los abonos orgánicos como bocashi y compost, además de humus de lombriz que reemplaza al estiércol animal en una relación 1:10 (Pérez, 2017).

Los sistemas productivos con enfoque agroecológico gozan de mayor sustentabilidad respecto de los convencionales, según una evaluación realizada por Araujo (2019), con información de índice de calidad de suelos (ICS), indicador de eficiencia energética (IEE) e indicador de manejo y conservación de suelos (IMCS).

Los sistemas consolidados tienen la certeza de que el agua es fundamental para asegurar los cultivos, por ello mejoran paulatinamente las fuentes a través de la perforación de pozos artesianos revestidos con anillas de concreto o cosechando en lagunas para luego distribuir el agua a través de sistemas de microrriego por aspersión o goteo. En los sistemas sin PEP, la mayoría depende de la red comunal de agua potable.

Varias investigaciones coinciden en que es fundamental asegurar la disponibilidad de agua –sobre todo para la estación seca o periodos de sequía–, debido a que la producción de biomasa depende del suelo para alimentar los animales y generar cobertura (Sabourin, Patrouilleau, Le-Coq, Vásquez y Niederle, 2017).

Salazar y Jiménez (2018) destacan las pequeñas obras de toma y captación, pozos someros, sistemas de conducción y riego parcelario tecnificado (incluyendo riego por aspersión y riego por goteo), la protección y rehabilitación de acuíferos, los reservorios y la cosecha de agua.

5.2.3. Beneficio y sostenibilidad social

En cuanto a la dimensión social, los miembros de los sistemas productivos resaltan el fortalecimiento de las capacidades y la asistencia técnica, la implementación de las innovaciones tecnológicas, y la participación en organizaciones que les permiten generar ingresos económicos, diversificar su dieta y tener una mejor salud general. En los sistemas con PEP el índice es de 0,74, sostenibilidad media, pues los miembros permanecen la mayor parte del tiempo en sus predios, no dependen de ingresos externos, avanzan en pos de la autosuficiencia alimentaria y la participación equitativa entre hombres y mujeres; mientras que en los sistemas sin PEP, aún hay dependencia de ingresos externos a la parcela por trabajos temporales, no acceden a innovaciones tecnológicas y la asistencia técnica es esporádica, por lo que su índice es de 0,55, sostenibilidad muy baja, lo que repercute en un escaso liderazgo comunal.

Estudios similares señalan que en la dimensión social se debe destacar el empoderamiento de las mujeres en temas productivos, el acrecentamiento del conocimiento de los productores en gestión integral de agua y riego y el fortalecimiento de liderazgos (Torrico-Albino, Peralta-Rivero y Aragón-Oraquine, 2020). Por otro lado, este enfoque muestra que el sistema de orientación agroecológica es más sostenible respecto del convencional, pues pone en marcha dinámicas sociales y culturales como la conservación de semillas; cohesión social y un mayor grado de felicidad de sus habitantes (Araujo, 2019). Sierra y Jiménez (2015), consideran que el 77 % de las familias de este sector pertenece a alguna organización y que por tanto es evidente una división social del trabajo.

Por otro lado, un estudio comparativo realizado por CIPCA entre 2018 y 2019, revela mejoras en el estado nutricional de las familias de los tres municipios de referencia de los cuatro de cobertura del CIPCA: se redujo en 3,2 % la obesidad, el 67,7 % de la población cuenta con un estado nutricional normal, la desnutrición aguda descendió en 3,3 % de un año al otro (Rodríguez, 2019). En este sentido, Villavicencio (2014) afirma que los propietarios de las fincas poseen buenas con-

diciones de vida y satisfacción personal y familiar reflejada en el acceso al mercado local, uso de conocimientos y habilidades y acceso a innovaciones agrícolas.

Loaiza, Carvajal y Ávila (2014) señalan que el bienestar social viene de la mano de la racionalización y optimización del consumo de recursos naturales renovables, la generación de empleos e ingresos por el uso sustentable de la biodiversidad, la reducción de daños en la salud asociados a problemas ambientales y la disminución de la población en riesgo asociada a fenómenos naturales. Las variables sociales que deben enfatizarse son la generación de empleo sostenible, el empleo femenino que genere ingresos y un mayor empoderamiento de las mujeres en puestos públicos comunitarios, debido a la relevancia que adquieren las mujeres ante la migración de los varones y la necesidad de que desarrollen roce institucional para gestionar apoyos (Casas-Cázares, González-Cossío, Martínez-Saldaña, García-Moya y Peña-Olvera, 2009).

Los miembros de sistemas consolidados son los que más valoran y se involucran en procesos de capacitación y asistencia técnica, como los intercambios de experiencias, los días de campo, las demostraciones prácticas de campesino a campesino y otras técnicas implementadas en el marco de la PEP y a iniciativa de entidades del Estado y privadas. El índice en esta variable es de 1,0, en sistemas con PEP y de 0,9 en sistemas sin PEP. Lo que se asemeja a los reportes de Jiménez y Sierra (2015) quienes indican que el 83 % de los campesinos contaron con asistencia técnica en algún momento y que mejoraron notoriamente sus condiciones de producción respecto a los que no accedieron a esta ayuda.

Por otro lado, se reliva que los productores abiertos a estas experiencias suelen ayudar a sus hijos a acceder a instituciones superiores en las que estudian ramas afines a la actividad agropecuaria. Los jóvenes formados en instancias superiores que retornaron al área rural tienen otra visión de desarrollo y buscan innovar tecnologías adecuadas al contexto productivo para acceder a nuevos segmentos de mercado con ofertas específicas como tomates cherry o papas gourmet. No obstante, dedicarse a la agricultura familiar a tiempo completo sigue siendo una actividad de altísimo riesgo y muy poco atractiva; es más, es considerada casi como una fatalidad de la que muchos, especialmente los jóvenes, intentan escapar (Colque, Urioste y Eyzaguirre, 2015).

También se valora la participación en las organizaciones económicas y sociales (asociatividad) en las que, además de manifestar o ejercer derechos, se planifica estrategias, se discute proyectos productivos y se coordina cronogramas para el

envío al mercado de los productos con el fin de mantener una oferta sostenida en el tiempo. La participación y el ejercicio de derechos individuales y colectivos repercuten en los sistemas productivos con la división social del trabajo; así, las tareas más exigentes son asumidas por los hombres y en época de mayor demanda de mano de obra, se contrata trabajadores eventuales o se acude a la ayuda de hijos y parientes. Al respecto, Jiménez y Contreras (2011) mencionan que el uso de instituciones como la reciprocidad andina, sin duda va más allá de la comunidad y se reproduce en otras organizaciones económicas, sociales y políticas como las asociaciones de comercializadores, los sindicatos y los movimientos sociales.

5.3. La sostenibilidad

Evaluando de manera integral los resultados detallados en estas páginas, se puede distinguir claramente que los sistemas familiares que implementan la propuesta económica productiva del CIPCA muestran en general una sostenibilidad media con un índice de 0,78; mientras que los sistemas sin PEP tienen una sostenibilidad muy baja con un índice global de 0,58 en la escala propuesta por Casas-Cázares *et al.* (2009). Ver anexo 5a.

Estos resultados son bastante cercanos a los reportados por Araujo (2019) quien detectó diferencias claras en las prácticas y tecnologías implementadas en los sistemas con orientación agroecológica respecto de los convencionales. En su trabajo en los municipios de Torotoro (Potosí) y Pojo (Cochabamba), el autor determinó que en cuanto a índices de sostenibilidad para sistemas con orientación agroecológica o en transición, en Torotoro se llega a 0,73 y en Pojo a 0,63; en ambos casos más sostenibles que los índices en los sistemas convencionales: Torotoro, 0,49 y Pojo, 0,59.

5.4. La capacidad de resiliencia

Históricamente las familias campesinas desarrollaron estrategias productivas para enfrentar o adecuarse a las condiciones adversas del altiplano, en especial a las variaciones del clima que son cada vez más frecuentes e intensas. Los mecanismos más recurrentes son la rotación de cultivos, la diversificación productiva, el descanso de los suelos y la siembra en distintos microclimas. En las últimas décadas los sistemas productivos familiares del altiplano implementaron, además, otras estrategias gracias al apoyo estatal y de instancias privadas.

La intensa sequía que afectó al altiplano en 2016, es un buen parámetro para evaluar la capacidad de resiliencia. Los sistemas con PEP obtuvieron un índice de 0,84, capacidad de resiliencia muy buena y los sin PEP, 0,57, capacidad de resiliencia media. Dos investigaciones recientes arrojaron índices muy parecidos: el estudio sobre la ganadería en el Chaco, realizado por Peralta y Cuéllar (2018) muestra un índice de 0,79 para sistemas con manejo semi intensivo y 0,52 para los con manejo extensivo. Del mismo modo Torrico, Peralta-Rivero, Cartagena y Pelletier (2017) encontraron –en una investigación de sistemas de producción bajo riego en Anzaldo, en los valles altos interandinos– que los sistemas con PEP tienen un índice de recuperación muy bueno, 0,71, y los sin PEP un índice de 0,49, recuperación baja.

La recuperación rápida ante desastres naturales requiere de la capacidad de absorción a la que contribuyen las siguientes acciones o indicadores: la disponibilidad de alimentos; la satisfacción o acceso a las necesidades básicas; el acceso permanente al agua para consumo humano, animal y para cultivos; la disponibilidad de alimentos para el ganado y la posibilidad de garantizar su sanidad; la capacidad de mejora de la infraestructura productiva; el acceso a mercados y la generación de ingresos económicos. En los sistemas sin PEP, la mayor dificultad radica en la prevención o adecuación de innovaciones como la infraestructura (heniles) que permita el almacenamiento de forraje en épocas de estiaje.

Según estudios de resiliencia, los parámetros agrarios que muestran los mejores valores (5/5) son: la alimentación de los animales, que es abastecida principalmente por lo que se produce en el predio y la disponibilidad de fuentes de agua (Carpio y Carpio, 2014). Los conocimientos locales, así como las semillas y biodiversidad local, debido a los largos procesos históricos de adaptación a un determinado contexto, son fundamentales para trabajar la resiliencia. La recuperación de saberes tanto de hombres como de mujeres y el rescate de semillas nativas y criollas deben ser componentes importantes de las estrategias de adaptación al cambio climático (AECID, 2018).

La capacidad de adaptación de los sistemas con PEP se vio fortalecida una vez que los productores aprendieron lecciones y medidas de precaución de eventos similares pasados; en este sentido son fundamentales estrategias como el uso de semillas de ciclo corto, la diversificación productiva, la rotación de cultivos, el uso de abonos orgánicos, la mejora de la genética del ganado, la implementación

de infraestructuras contra los riesgos climáticos (establos, heniles, apriscos, almacenes) y la adopción de innovaciones tecnológicas en conjunción con las prácticas tradicionales.

La agroecología se presenta como la disciplina o enfoque más adecuado que permite generar capacidad de adaptación y mitigación del cambio climático en los sistemas productivos agropecuarios (CERAI, 2017). Al respecto, la FAO llamó a valorizar los conocimientos ancestrales como parte de las alternativas para lograr un mayor impacto en el fortalecimiento de la agricultura familiar, así como en la adaptación al cambio climático y su mitigación (FAO, 2015).

Finalmente, para afianzar la capacidad de transformación, fue importante la participación y el fortalecimiento de las organizaciones que incidieron en la construcción de estrategias de reducción de riesgos. En este sentido, los municipios de Taraco y Calamarca cuentan con leyes municipales sobre gestión de riesgos, mientras que en Colquenchá rige una ley que incentiva a la producción agroecológica. El CERAI (2017), concluyó que el componente socio organizativo es muy importante, ya que la gestión de los recursos naturales frente al cambio climático requiere de una organización colectiva en base a capacidades consolidadas de los productores y productoras, aspecto que contempla el enfoque agroecológico.



6. Conclusiones

El rol de los ovinos en sistemas familiares,
comunidad Ñacoca, Taraco. • Foto: CIPCA Altiplano

En esta investigación se realizó un análisis comparativo basado en estudios de caso de dos sistemas productivos familiares que conviven en el área rural: los que se implementan según la PEP del CIPCA y los que prescinden de esta. A simple vista estos sistemas parecen similares, pero en las visitas y entrevistas en profundidad a los productores se constató que desarrollan prácticas y estrategias productivas, sociales y ambientales muy distintas. Los sistemas productivos consolidados (con PEP), como se ha visto a lo largo de este documento, tienen índices que se acercan más a la sostenibilidad y una mayor capacidad de resiliencia a los efectos del cambio climático.

El análisis comparativo permitió constatar, no obstante, que ambos sistemas tienen características y racionalidades muy similares: comparten condiciones productivas y ambientales, pero emplean prácticas distintas. Las familias consolidadas tienden a manejar racionalmente los recursos naturales, implementan innovaciones y reinvierten en sus sistemas productivos lo que, a su vez, les permite generar mayor producción y mejorar sus ingresos. En cambio, los productores de los sistemas sin PEP no apuestan plenamente por sus predios, hacen apenas mejoras mínimas, producen esencialmente para la subsistencia familiar, comercializan en pequeñas cantidades y dependen más de los ingresos por la venta de su fuerza de trabajo en los centros urbanos.

6.1. Beneficios económicos

Los beneficios económicos en los sistemas productivos familiares consolidados provienen en su mayoría del sistema predial: tienen buenos rendimientos de cultivos y acceden a ferias y mercados la mayor parte del año; en contrapartida, los sistemas sin PEP tienen bajos niveles de producción, dependen de insumos externos, están en las ferias y mercados solo en épocas de cosecha. En la dimensión económica, los sistemas familiares que implementan la PEP muestran una

sostenibilidad media de 0,74, mientras que los sin PEP tienen una ausencia de sostenibilidad muy baja de 0,46, según la escala planteada.

Los productos estratégicos de las familias del altiplano y en especial de los tres municipios estudiados son papa, haba, papalisa, oca, isaña, cebolla y diferentes hortalizas; a lo que se debe agregar las ganaderías de leche, de engorde y el comercio. La diversificación productiva garantiza el acceso a productos de diferente calidad nutricional y amplía los mecanismos de generación de ingresos. La facilidad de acceso a las ferias locales posibilita el desarrollo de circuitos cortos de comercialización (CCC); de esta manera se fortalece la atención directa a los consumidores con productos frescos y de calidad cada vez más demandados.

El ingreso anual bruto por la venta de productos tiene un promedio de entre dos a cuatro salarios básicos en sistemas con PEP; y entre uno a tres salarios básicos en sistemas sin PEP, incluyendo los recursos generados fuera de la parcela.

6.2. Beneficios ambientales

Los beneficios ambientales resultantes de la producción agroecológica son, como se detalló a lo largo de este documento, el cambio de paisaje, el acceso a agua segura, el incremento de los rendimientos por el uso de materia orgánica reciclada, además de la diversificación y rotación de cultivos como estrategia para reducir los impactos del cambio climático y de los fenómenos naturales. El índice general en esta dimensión es de 0,85, sostenibilidad alta, para sistemas consolidados y de 0,53, sostenibilidad muy baja, para sistemas sin PEP.

Los sistemas familiares mostraron un mejoramiento sostenido en los rendimientos de los cultivos en general y en especial en los cultivos estratégicos de papa (hasta 16,99 t/ha), haba (34,79 t/ha), cebolla (52,93 t/ha) y alfalfa (21, 47 t/ha).

Los análisis de laboratorio muestran características sobresalientes en suelos con manejo agroecológico, catalogados como ideales o normales en MO, CC, PMP y TBI, aunque bajos en porosidad y contenido de Ca, Mg, Na, CIC; muy alto en K y P y muy bajo en N total; son suelos neutros, no salinos de texturas francas. En cambio, los suelos con manejo convencional tienen humedad alta, son ligeramente ácidos, no salinos, bajos en Ca, Mg, K, MO, CIC y TBI, altos en P y muy bajos en N total.

También se demostró el beneficio del uso de humus de lombriz que contiene importantes cantidades de carbonatos Ca, Mg, Na, K intercambiable N total y P disponible; el pH del humus es neutro, incide en una mayor MO, por tanto, las familias cuentan con mayor conciencia en el reciclado de desechos y restos de cosecha. Otro abono orgánico favorable es el biol, ideal para recuperar cultivos atacados por heladas y granizos, además de que no contamina el medioambiente. Los resultados de laboratorio destacan el contenido tanto de micro como de macrominerales que son necesarios para las plantas, tales como C orgánico, N, Ca, Mg, Na, K, P, Cu, Fe, Mn, Zn.

En los últimos años los comunarios adquirieron conciencia ambiental, de manera que en los municipios de Calamarca y Taraco se aprobaron leyes municipales sobre gestión de riesgos y se institucionalizó una campaña de recojo de basura (Taraco); además, en Calamarca se gestiona un proyecto para el tratamiento de residuos sólidos. También los productores inciden cada vez más en actividades de forestación y reforestación, mejoramiento y conservación de suelos.

6.3. Beneficios sociales

Los beneficios sociales más visibles son que los productores cuentan con un trabajo digno que genera autoempleo familiar y que gracias a la diversificación de productos se logró un cambio de hábitos de consumo que mejoró su nivel nutricional. El índice de esta dimensión para sistemas con PEP es de 0,74, sostenibilidad media; y en sistemas sin PEP es de 0,55, sostenibilidad muy baja.

Los servicios de asistencia técnica y capacitación son muy valorados por los miembros de las familias, por lo que en los sistemas consolidados reciben al menos una vez al mes a especialistas de varias instituciones como CIPCA, Sartawi, Soluciones Prácticas, Tierra, Cuna, Care, Accesos, PAR, Mi Agua y de diferentes niveles de gobierno; mientras que los sistemas sin PEP no son muy adeptos a este tipo de asistencia.

En cuanto al mejoramiento de la calidad de alimentación de las familias, en un seguimiento realizado en 2018 y 2019 a 84 personas de cuatro municipios que implementan la PEP, se constató que se redujo en 3,2 % la obesidad y que el nivel de nutrición mejoró de manera notable, ya que 67,7 % de la población cuenta con un estado nutricional normal.

Los sistemas con PEP se favorecen tanto individual como colectivamente de la participación en organizaciones económicas y sociales. Los productores activos en estas entidades son bastante reconocidos en la comunidad o el municipio y mejoran su capacidad de liderazgo. Mientras que, en sistemas sin PEP, se observa una tendencia recurrente: los productores buscan justificativos y culpan a los fenómenos naturales por los malos resultados de sus cultivos.

6.4. Capacidad de resiliencia

Las acciones en torno a la capacidad de absorción de los sistemas productivos son asumidas en su totalidad por los miembros de las familias; se trata de garantizar el acceso a agua segura, la seguridad alimentaria, la diversificación productiva, la construcción de infraestructura que mitigue los impactos del cambio climático, la reducción de las pérdidas por eventos climáticos. En cuanto a la capacidad de adaptación, destaca el afán por fortalecer los conocimientos tradicionales y compatibilizar los saberes locales como el uso de semillas seleccionadas y adaptadas al medio, con la implementación de infraestructura: pozos, invernaderos, establos, entre otras técnicas y recursos de la modernidad. Finalmente, respecto a la capacidad de transformación, destaca la organización de talleres, seminarios y foros relacionados al cambio climático, calentamiento global y gestión de riesgos.

La organización campesina de la marka Taraku y sus cuatro ayllus, en coordinación con el Gobierno Municipal de Taraco, realiza cada año una campaña de limpieza y recolección de basura, principalmente de envases de plástico; en Calamarca se gestiona la construcción de una planta de procesamiento de residuos sólidos; en Colquenchá, la organización campesina está abocada sobre todo a los problemas de saneamiento de tierras, pese a que está muy a la vista la afectación del arrastre del polvo como resultado de la explotación de la piedra caliza.

Los sistemas que implementan la PEP tienen la mayor capacidad de resiliencia, alcanzando un índice de 0,84, resiliencia muy buena; y en sistemas sin PEP el índice es de 0,57, resiliencia media.

6.5. Instrumento de medición aplicado

El instrumento de medición de sostenibilidad planteado en esta investigación, se validó mediante un modelo matemático compuesto de 20 indicadores: siete en la dimensión económica, cinco en la social y ocho en la ambiental. Los indicadores se agregaron de acuerdo a cada dimensión, cada dimensión tuvo el mismo peso asignado y dentro de estas se dio el mismo peso a cada uno de sus subindicadores, bajo la ecuación planteada. Todo este proceso está estructurado en un archivo de Microsoft Excel, en el que se puede apreciar que los resultados arrojan índices con valores de 0 a 1 según los datos recogidos de los sistemas productivos familiares.

Referencias bibliográficas

- Acebey, S., Alanoca, L., Copeticona, R., García, K., Ibáñez, D., Meneses, R. I. y Zenteno, R. (2004). Flora y vegetación, Cuerpos de agua, Peces y aves. Usos y percepción de plantas y animales por los pobladores. Diagnóstico preliminar de recursos naturales en la Cuenca del Río Suches (Prov. Camacho – Bolivia). Universidad Mayor de San Andrés, Instituto de Ecología, V Curso de Postgrado en Ecología y Conservación, Especialidad en Conservación y Manejo de la Biodiversidad.
- AECID. (2018). Lecciones aprendidas sobre agricultura resiliente al cambio climático para contribuir a la seguridad alimentaria y al derecho a la alimentación en América Latina y el Caribe. Madrid: AECID.
- Aliaga, N. (2007). Producción de Biol Supermagro. Trujillo: CEDEPAS - Centro Ecuaménico de Promocion y Acción Social Norte.
- Altieri, M. A. (1999). Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo: Editorial Nordan–Comunidad.
- Altieri, M. A. (2002). Agroecología: principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y asegura la soberanía alimentaria. En S.J Sarandón (Ed.), Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable. La Plata: Ediciones Científicas Sudamericanas.
- Altieri, M. A., y Nicholls, I. C. (enero de 2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. Ecosistemas Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente, 16(1), 3-12.
- Altieri, M., y Nicholls, C. (2000). Agroecología, Teoría y práctica para una agricultura sustentable (1ra ed.). México D.F., México: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe.
- Apollin, F., y Eberhart, C. (1999). Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural. Guía metodológica (1ra ed.). Quito: Camaren, CARE, CESA, CICDA y RURALTER.

- Araujo, C. H. (2019). Sustentabilidad de sistemas agrícolas convencionales en los valles interandinos de Cochabamba y Potosí. Cuaderno de investigación 87, CIPCA.
- Barrionuevo, N. (2018). Identificación y caracterización de mecanismos de articulación de la oferta de la agricultura familiar a mercados. Serie documento de trabajo N° 231. Rimisp, 45. Quito: Rimisp-Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.
- Becoña, E. (2006). Resiliencia: definición, características y utilidad del concepto. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, 11(3), 125-146.
- Begiristain, M. (15 de mayo de 2018). Comercialización agroecológica: un sistema de indicadores para transitar hacia la soberanía alimentaria. Cuadernos de Trabajo / Lan-Koadernoak • Hegoa, n° 75, 2018. Instituto de Estudios sobre Desarrollo y Cooperación Internacional. Bilbao, España: Marra, S.L. .
- Begiristain, M., y López, D. (2016). Una propuesta agroecológica para la comercialización de la producción ecológica familiar. Viabilidad económica y viabilidad social. España: Grafikoa.
- Biasioni, A., Pignataro, N., y Recuero, D. (2016). Diseño agroecológico de un sistema productivo ubicado en el cinturón verde la ciudad de Córdoba. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- Brunett, P. L., García, L. A., González, C. E., de León, F. y Climent, B. J. (2006). La agroecología como paradigma para el diseño de la agricultura sustentable y metodologías para su evaluación. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 6(12), 83-109.
- Carhuancha, F. M. (2012). Aprovechamiento del estiércol de gallina para la elaboración de biol en biodigestores tipo Batch como propuesta al manejo de residuo avícola (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Carpio, R., y León, M. (2015). Evaluación de la sustentabilidad del sistema de producción agrícola de la organización UCAG del cantón Gualaceo provincia del Azuay (Tesis de maestría) Universidad Politécnica Salesiana.

- Carpio, S. J., y Carpio, S. L. (2014). Determinación de estrategias sociales y ecológicas de adaptación al cambio climático implementadas por los agricultores en las cuatro zonas agroecológicas de la parroquia San Joaquín. Maestría en agroecología tropical andina. Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca.
- Casas-Cázares, R., González-Cossío, F. V., Martínez-Saldaña, T., García-Moya, E. y Peña-Olvera, B. V. (1 de 4 de 2009). Sostenibilidad y estrategia en agroecosistemas campesinos de los valles centrales de Oaxaca. *AGROCIENCIA*, 43(3), 319-331.
- CERAI. (2017). Apoyo a los pequeños productores y productoras de las Cooperativas CCS CPA para la mejora de la seguridad alimentaria en los municipios costeros de Manzanillo y Amancio. En *Experiencias de agricultura resiliente al cambio climático* (págs. 138-148). La Habana: Centro de Estudios Rurales y de Agricultura Internacional.
- CERAI. (2017). Fortalecer el desarrollo económico, social y ambiental con la participación de pequeños agricultores/as con enfoque agroecológico en municipios de Suchitoto, Tenancingo, Cinquera, Tejutepeque y Jutiapa. En *Experiencias de Agricultura Resiliente al Cambio Climático* (págs. 149-159). El Salvador: Centro de Estudios Rurales y de Agricultura Internacional.
- Cerrada, S. P. (2014). Análisis de sistemas de producción agroecológica y sus implicaciones económicas en explotaciones campesinas de la región Sierra de Ecuador (Trabajo de maestría). Universidad Politecnica de Valencia.
- Chalán, C. J. (2019). Agricultura convencional y agroecología frente al cambio climático, Elementos para el análisis a partir de las experiencias en 2 comunidades indígenas de la cuenca de lago San Pablo, Cantón Otavalo, Provincia de Imbabura (Tesis de maestría). Universidad Andina Simón Bolívar.
- CIPCA. (2019). Informe sobre rendimientos de cultivos estrageicos en el altiplano. La Paz: CIPCA.
- Colque, G., Urioste, M., y Eyzaguirre, J. L. (2015). Marginalización de la agricultura campesina e indígenacampesina e indígena. Dinámicas locales, seguridad y soberanía alimentaria. La Paz: Creativa Producciones. Fundación Tierra.

- Condori, C. D. (1989). Aymaranakana yapu yapuchaña pachataki wakiyaña: La previsión del tiempo agrícola en Maquercota-Pilcuyo, Puno. Cuadernos de Investigación en Cultura y tecnología andina, N° 8, 34.
- Duarte, A. F. (2013). Desarrollo de un índice general de sostenibilidad para la valoración del aporte de diferentes agrupaciones de productores de cafés especiales del departamento del Huila-Colombia a la sostenibilidad de sus asociados. Manizales, Colombia (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia.
- Eresue, M., Gastellu, J.-M., Malpartida, E., y Poupon, H. (1990). Agricultura Andina: Unidad y Sistema de Producción Diálogo entre Ciencias Agrarias y Ciencias Sociales. Lima: Editorial Horizonte.
- Espinosa, H. (2011). Caracterización de la funcionalidad ambiental de los sistemas de producción rural de la vereda Arracachal municipio de San Antonio del Tequendama (Tesis de grado). Pontificia Universidad Javeriana.
- Eyzaguirre, J. L. (2015). Importancia socioeconómica de la agricultura familiar en Bolivia. Investigación realizada bajo el convenio marco de la “Alianza por el Derecho Humano a la Alimentación Adecuada y la Seguridad Alimentaria Nutricional Sostenible (Alianza DHAA/SANS) financiada por Welthungerhilfe, Proyecto SAM 1016. La Paz: Claros.
- FAO. (2015). Año Internacional de la Agricultura Familiar 2014. Memoria del Comité Nacional de la República Dominicana. Santo Domingo: Imprenta La Unión.
- FAO (19 de mayo de 2019). Comienza el Decenio de las Naciones Unidas de la Agricultura Familiar para aprovechar todo el potencial de los agricultores familiares. Recuperado de <http://www.fao.org/news/story/es/item/1195938/icode/>
- Fontana, M. G. (2014). Aportes para la evaluación de la sustentabilidad, a partir de la comparación de dos sistemas agrícolas de San Carlos, Mendoza (Tesis de grado). Universidad Nacional de Cuyo.
- García, C. M., Miranda, C. H. y Fajardo, D. R. (2013). Manual de manejo de la fertilidad de suelo bajo riego deficitario para el cultivo de la quinua en el altiplano boliviano. La Paz: Unesco-CAZALAC-LAC.

- Garzón, D. C. y López, A. D. (2017). Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción implementados por la Asociación Agropecuaria de Timbio (CAUCA). (Trabajo de grado). Universidad de Manizales.
- Gianotten, V. (2006). CIPCA y Poder Campesino Indígena, 35 años de historia. La Paz: Plural Editores.
- Giraldo, D. R. y 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, 7-17.
- Girón, A. (2005). Estudio de factibilidad de la producción y comercialización del abono humus orgánico producido por la lombriz roja. Guatemala (Trabajo de graduación). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Gutiérrez, R. G. (2017). Evaluación ex post del proyecto, mejoramiento del centro de acopio y transformación de leche para bajar la incidencia de la desnutrición del municipio de Calamarca (Tesis de maestría). Universidad Mayor de San Andrés.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6ta McGraw-Hill ed.). México D. F.: Interamericana Editores S. A. Recuperado de <http://upla.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2017/01/Hern%C3%A1ndez-R.-2014-Metodologia-de-la-Investigacion.pdf>
- Hervé, D., & Beck, S. (diciembre de 2006). Balance de investigaciones sobre la reconstitución de la fertilidad del suelo en el Altiplano central Boliviano (Tropandes–Bolivia). Ecología en Bolivia, 41(3), 1-18.
- INDAP. (2018). La agricultura familiar campesina en Chile y los usuarios de INDAP. El Instituto de Desarrollo Agropecuario. Recuperado de <https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/afc-en-chile-y-los-usuarios-de-indap.pdf?sfvrsn=0>
- INE. (2012). Ficha Resumen Censo Población y Vivienda. La Paz, Bolivia.
- INE. (2015). Censo Agropecuario 2013 Bolivia. La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia.

- Iño, W. G. y Mamani, I. I. (2019). Saberes y conocimientos locales en el manejo de riesgos climáticos: el sistema aynua en comunidades aymaras del altiplano boliviano. Desarrollo sustentable y desafíos ambientales, pensando alternativas para el abordaje ambiental. La Paz: Centro Boliviano de Estudios Multidisciplinarios.
- Jiménez, E. Z. y Contreras, A. (Abril de 2011). La economía del cuidado en comunidades del Altiplano de La Paz, Serie: Cuaderno de Trabajo No. 16. Vol II. (G. R. López, Ed.) Red boliviana de Mujeres Transformando la Economía REMTE - CIPCA.
- Loaiza, C. W., Carvajal, E. Y. y Ávila, D. J. (3 de julio de 2014). Evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas en la microcuenca centella (Dagua, Colombia). Colombia Forestal Vol. 17(2), 161-179.
- Maignan, S. (2007). En el archipiélago de Colon: Sostener el sector agropecuario para garantizar la conservación de un patrimonio natural único. En Vaillant, Michel; Cepeda, Darío; Gondard, Pierre; Zapatta, Alex; Meunier, Alexis (Eds.), Mosaico Agrario: Diversidades y antagonismos socio-económicos en el campo ecuatoriano. Quito: SIPAE / IRD / IFEA.
- Malpartida, E. y Poupon, H. (1987). Sistemas agrarios en el Perú. Lima: UNALM / ORSTOM.
- MDRyT. (2012). Compendio agropecuario. Observatorio agroambiental y productivo. La Paz: MDRyT-VDRA.
- Morales, H. J. (2009). La agroecología en la construcción de alternativas hacia la sustentabilidad rural. Madrid: Iteso.
- NDT. (2017). Estrategia nacional: Neutralidad en la degradación de las tierras hacia el 2030. La Paz: Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- Niño Rojas, V. M. (2011). Metodología de la investigación, diseño y ejecución. Bogotá: Ediciones de la U.
- Noreña, D. A. (2020). Diccionario de investigación. Lima: Investigación Estratégica. Centro de Estudios Estratégicos del Ejército.

- Ormachea, S. E. y Ramírez, F. N. (2013). Propiedad colectiva de la tierra y producción agrícola capitalista : el caso de la quinua en el Altiplano Sur de Bolivia. La Paz: CEDLA. Recuperado de http://biblioteca.clacso.edu.ar/Bolivia/cedla/20171020044605/pdf_244.pdf
- PAR. (2008). Proyecto de alianzas rurales, evaluacion ambiental complementario. La Paz: Ministerio de Desarrollo Rural Agropecuario y Medio Ambiente.
- PDM. (2000). Plan de Desarrollo Municipal de Colquencha 2000-2004. Municipio de Colquencha, provincia Aroma.
- Peralta, C. y Cuéllar, N. (2018). La ganaderia en la región del Chaco de Bolivia. Una evaluacion de la sustentabilidad de los sistemas de manejo de ganadería semi intensiva y extensiva. La Paz: Print Artes Gráficas.
- Peralta-Rivero, C. (Septiembre de 2020). Impactos y tendencias del modelo agroindustrial en las tierras bajas de Bolivia. En: Impactos del modelo productivo agroindustrial en Bolivia, Revista Mundos Rurales N° 15. La Paz.
- Pereira, R. (junio de 2009). Estructura económica del departamento de La Paz y ejes del desarrollo. Tinkazos, 12(26), 103-135.
- Pérez, V. (2017). Efecto del humus de lombriz californiana en la producción cultivos de tres municipios del altiplano de Bolivia. La Paz: CIPCA.
- Prager, M., Restrepo, J. M., Ángel, D. I., Malagon, R. y Zamorano, A. (2002). Agroecología, Una disciplina para el estudio y desarrollo de sistemas sostenibles de producción agropecuaria. (A. M. Olaya, Ed.) Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- PTDI. (2016). Plan Territorial de Desarrollo Integral Calamarca 2016-2020. Gobierno Autonómo Municipal de Calamarca, provincia Aroma.
- PTDI. (2016). Plan Territorial de Desarrollo Integral Taraco 2016-2020. Gobierno Autonómo Municipal de Taraco, provincia Ingavi.
- Quijandria, B. (1990). Aspectos técnicos y metodológicos del sistema y de la unidad de producción. En Agricultura Andina: Unidad y Sistema de Produccion Diálogo entre Ciencias Agrarias y Ciencias Sociales. Lima: Editorial Horizonte.

- Quiroz, E. M., Tibatá, A. R. y Villamil, C. M. (2014). Evaluación de la sostenibilidad de unidades productivas agropecuarias en los municipios de Chivatá, Soracá y Tinjacá departamento de Boyacá (Trabajo de grado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.
- Rodríguez, D. (2019). Nivel del estado nutricional y su relación con la ingesta de alimentos en cuatro municipios de altiplano. La Paz: CIPCA.
- Romero, J. C., Rivadeneira, J., de la Torre, J., Nieto, C., Velasteguí, R., Gallegos, P. y Rodríguez, J. (2002). Producción agroecológica, Módulo transversal. 216. Quito, Ecuador: Camaren, CEA, RAFE, CARE.
- Sabino, C. (1992). El proceso de investigación. Caracas: Panapo.
- Sabourin, E., Patrouilleau, M. M., Le-Coq, J. F., Vásquez, L., y Niederle, P. (2017). Políticas públicas a favor de la agroecología en América Latina y El Caribe. Porto Alegre: Red PP-AL-FAO .
- Salazar, C. y Jimenez, E. (2018). Ingresos familiares anuales de campesinos e indígenas rurales en Bolivia. Cuaderno de Investigación 86. CIPCA.
- Sarandón, S. J. y Flores, C. C. (2014). Agroecología, bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. La Plata: EDULP.
- SEMTA. (1998). Plan de Desarrollo Municipal del Municipio de Puerto Acosta. 111. La Paz, Bolivia.
- Sepúlveda, S. (2008). Biograma: metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios. San José: IICA.
- Sepúlveda, S., Chavarría, H. y Rojas, P. (31 de 1 de 2005). Metodología para Estimar el Nivel de Desarrollo Sostenible de los Territorios Rurales (Biograma) Versión 2005. Coronado: IICA.
- Sierra, M. A., y Jiménez, M. d. (2015). Aproximación de la evaluación participativa de la sustentabilidad de sistemas productivos campesinos de la región de Sumapaz. (Proyecto de grado). Universidad de Cundinamarca.
- Sistema Biobolsa. (2015). Manual del Biol. Mexico, Estado de Mexico: Sistema Biobolsa, no hay desechos, solo recursos. Recuperado de www.sistema-biobolsa.com.

- Sourisseau, J.-M. (2016). Las agriculturas familiares y los mundos del futuro. San José: IICA/AFD.
- Stake, R. E. (1999). Investigación con estudio de casos. Madrid: Morata.
- Tamayo, M. (2004). El proceso de la investigación científica, incluye evaluación y administración de proyectos de investigación. Mexico: Limusa.
- Tello, J. (2011). Agricultura familiar agroecológica campesina en la comunidad andina. Una opción para mejorar la seguridad alimentaria y conservar la biodiversidad. Lima: Pull Creativo S.R.L.
- Torrico, J. C. (2019). Evaluación de la capacidad de resiliencia de los sistemas productivos. Instrumento version ajustada en Microsoft Excel: Herramienta cuantificación de la resiliencia.xlsx. La Paz, Bolivia: Instituto Agrario Bolivia y CIPCA.
- Torrico, J. C. y Pérez, V. (2019). Herramienta de evaluación de la sostenibilidad de sistemas de producción agropecuarios. Archivo en Microsoft Excel: vfinal_Indicadores_sostenibilidad_basico.xlsx. La Paz, Bolivia: CIPCA Altiplano.
- Torrico, J. C., Peralta-Rivero, C., Cartagena, P. y Pelletier, É. (2017). Capacidad de resiliencia de sistemas agroforestales, ganadería semi-intensiva y agricultura bajo riego: beneficios alcanzados por la PEP del CIPCA. La Paz: Editora Presencia.
- Torrico-Albino, J. C., Peralta-Rivero, C. y Aragón-Oraquine, O. (2020). Contribución de sistemas de producción a la mitigación y adaptación al cambio climático en seis regiones de Bolivia: beneficios socio ambientales alcanzados mediante la Propuesta Económica Productiva del CIPCA. (P. Montesinos, Ed.) La Paz, Bolivia: Prodigy Impresores.
- Trebejo, V. I., Alarcón, V. C., Cruzado, C. L., & Quevedo, C. K. (2013). Caracterización y aptitud agroclimática de los cultivos de papa y maíz amiláceo en la subcuenca del río Shullcas, Junín. 108. Lima,: SENAMHI. Ministerio del Ambiente – MINAM, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI.
- Trevizan, E. (2011). Resiliencia: Revisión Bibliográfica. Buenos Aires, Argentina: Curso virtual interdisciplinario a distancia. salud mental, psicología y psicopatología del niño, el adolescente y su familia.

- Trujillo, M. A. (2007). La resiliencia en la psicología social. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Recuperado de <https://www.ugr.es/~javera/pdf/2-3-AF.pdf>
- Van Damme, P. (10 de noviembre de 2002). Disponibilidad, Uso y Calidad de los Recursos Hídricos en Bolivia. El manejo del recurso agua es el primer paso para aliviar la pobreza, 90.
- Villavicencio, F. A. (2014). Evaluación de la sustentabilidad del sistema de producción en la zona de autosuficiencia de la parroquia San Joaquín (Tesis de maestría). Universidad Politécnica Salesiana.
- Vos, V. A., Gallegos, S. C., Czaplicki-Cabezas, S. y Peralta-Rivero, C. (Septiembre de 2020). Biodiversidad en Bolivia: Impactos e implicaciones de la apuesta por el agronegocio. En: Impactos del modelo productivo agroindustrial en Bolivia, Revista Mundos Rurales N° 15.
- Zeballos, H., Balderrama, F., Condori, B. y Blajos, J. (2009). Economía de la papa en Bolivia 1997-2007. Cochabamba, Bolivia: Imprenta Live Graphics. Fundacion PROINPA.
- ZONISIG. (1998). Zonificación agroecológica y socioeconómica de la cuenca del altiplano del departamento de La Paz. 213. DHV Consultores-ITC. Sierpe Publicaciones.



Anexos

Cultivo de la papa un producto estratégico del altiplano,
municipio Taraco. • Foto: CIPCA Altiplano

GUÍA DE CUESTIONARIO PARA INDICADORES ECONÓMICOS

Manejo adecuado de los registros rentabilidad (costos de producción)

1. Ud. maneja algún tipo de registro productivo?

1. No lleva ningún registro

2. Realiza algún registro

3. Realiza registros básicos

4. Registros con frecuencia

5. Maneja registros completamente

Comentarios:

2. ¿Con qué infraestructuras cuenta? y su importancia

en lo agrícola

1. almacén de papa

2. tanque de agua

3. sistema de riego

4. invernadero

5. Pozo

6.

en lo ganadero

1. establo

2. henil

3. bebedero

4. quesería

5. molino

6.

Acceso a ferias importantes, periodos de ventas de los productos

1. ¿Dónde vende sus productos?

No vende

Feria local

Nombrar las ferias

Feria

Feria

Feria

semanal

anual

Ciudad

Nombrar las ciudades

Feria

Feria

Feria

2. En qué época vende mas

Todo el año

Enero-marzo

Abril-junio

Julio-septiembre

Octubre-diciembre

continúa...

Existe relación entre insumos provenientes del interior y fuera del predio (semillas, abonos, agroquímicos, insumos ext

1. ¿Qué insumo utiliza que son del mismo predio?

Para la producción agrícola

semilla

abonos

tracción animal

plantas aromáticas

material local para la construcción

arena

piedra

paja

adobe

2. ¿Qué productos compra del mercado (fuera del predio)?

Cultivos

semillas

fertilizantes

equipos

herramientas

Crianza de animales

animales en pie

antiparasitarios

vitaminas

sales minerales

afrecho

soya

granos

Materiales para infraestructura agropecuaria

calamina

ladrillo

cemento

hierro

Alquiler de maquinaria y mano de obra

maquinaria (tractor)

fumigadoras

jornalero

continúa...

Economía estable, mercado seguro dentro y fuera de la comunidad y otras actividades complementarias

1. Dónde prefiere vender

feria local

ciudad

porque?

2. Después de la cosecha o época libre a que se dedica?

Qué actividad desarrolla?

Sale fuera de la comunidad?

Dónde

En que trabaja

3. Cómo distribuye sus ingresos?

vende cuando se necesita

guarda los ingresos

cuanto es su gasto mensual

Ingresos netos por producción (distribución mensual de ingresos y egresos)

1. Cuáles son los productos estratégicos que genera ingresos

productos agrícolas	total anual	Cuanto vendió	a que precio	notas
papa				
haba				
cebolla				
zanahoria				
arveja				
diferentes hortalizas				
chuflo				
tunta				
quinua				
qañawa				

2. Ingresos netos mensuales/anuales

Ingreso anual	Ingreso mensual
VNP	
VFT	
OI	
Obs.	

3. Gastos mensuales

Alimentación	
Educación	
Salud	
Vestimenta	
Luz	
Agua	
Obs.	

continúa...

Número de especies manejadas en producción (diversidad)

1. Cuántas especies tiene en cultivos:

	Número	Cual se adapta a los cambios del tiempo	Que especies se pierden	Que acciones ha para guardar la cosecha	
papa					
oca					
papaína					
maíz					
quinua					
cañawa					
trigo					
cebada					
tarwi					
arveja					
haba					
hortalizas					

2. Cuántas especies tiene en animales:

	número de animales	raza o tipo	valor económico	precios/ cabeza	
vacas					
ovejas					
llamas					
cerdos					
gallinas					
conejos					
burros					
cuyes					
otros					

La rotación de cultivos en el tiempo y el número de cultivos por año

1. Cómo distribuye los cultivos en el tiempo

Primer año	papa	papa	papa
Segundo año	cebada	quinua	papa
tercer año	haba	cebada	haba
cuarto año	papa	descanso	cebada

2. Asociación de cultivos en la parcela

papa-oca	_____
papa-_____	_____
papa-_____	_____
cebada con	_____
quinua con	_____
_____	_____
_____	_____

continúa...

GUÍA DE CUESTIONARIO PARA INDICADORES AMBIENTALES

Producción en secuencia, incremento de rendimientos

1. Cuántas parcelas tiene de:

	N°	Rendimiento Tn/ha	tamaño de parcela	total producción
papa				
haba				
cebolla				
zanahoria				
arveja				
diferentes hortalizas				
alfalfa				
cebada				
avena				
pastos perennes				
pastoreo				
otros				

Diversidad productiva y diversidad de paisajes, por las rotaciones continuas y asociaciones de cultivos

1. cuenta con obras en manejo de recursos naturales

- forestación _____
- conservación de suelos _____
- control de cárcavas _____
- protección de fuentes de agua _____
- sistemas de agua _____

2. Cuales son los beneficios de la diversificación?

- 1. Nada _____
acceso a mas productos
- 2. Poco _____
Menos dependencia del mercado
- 3. Regular _____
- 4. Mucho _____
- 5. Completamente _____

3. ¿Cuáles los beneficios de la rotación?

- 1. Nada _____
Recuperación de suelos
- 2. Poco _____
Menos propagación de enfermedades
- 3. Regular _____
- 4. Mucho _____
- 5. Completamente _____

4. Porque necesario hacer descansar el suelo

- 1. no es necesario _____
- 2. a veces es necesario _____
- 3. Indiferente la practica _____
- 4. importante el descanso _____
- 5. Completamente necesario _____

continúa...

Mejoramiento de la calidad de suelos mediante la incorporación de estiércol y humus de lombriz, la rotación de cultivos, medición del pH, incorporación de M.O.

1. Con que abona sus suelos

estiércol de:

vaca	oveja	llama	cerdos	gallinas	turba	humus de lombriz	otros
------	-------	-------	--------	----------	-------	------------------	-------

que cultivos se abona

papa
haba
oca
papaalisa
hortalizas

2. Análisis de suelo en laboratorio

pH
contenido de M.O.
NPK
Micronutrientes
CIC
CE

Agua segura a través de sistemas mejorados como la red de riego (entubado, perforación de pozos), en los cultivos se aplica riego tecnificado (aspersión o goteo)

1. Cual es su fuente de agua para consumo y riego?

pozo	rio	laguna	lago	red publica
------	-----	--------	------	-------------

Es comunal o individual? si no

Notas:

2. Cuenta con sistema de riego

canal
entubado
bombeo directo

Cuántas has riega?

Que cultivos riega?

3. Aplica riego tecnificado

por inundación
por aspersión
por goteo

Ventajas de la aplicación de riego

Tiene mayor producción y alimentos con el sistema de riego?

La producción se garantiza con el riego?

4. Análisis del agua

contenido de sales
calidad de agua
apto para riego
no apto para riego

continúa...

La materia verde y desechos se descomponen, es incorporada al suelo, y los residuos de agroquímicos se envían al recolector de basura

1. Reciclado de nutrientes

incorporación de materia verde

restos de cosecha

compost

bocashi

quema

considera como basura

2. Porque es necesario el uso de abonos

1. no es necesario

2. Poco importante su uso

3. Regular ayuda al cultivo

4. ayuda bastante

5. Completamente su uso

continúa...

GUÍA DE CUESTIONARIO PARA INDICADORES SOCIALES

Frecuencia de asistencia a actividades no formales e informales de capacitación	
1. Ud. recibe asistencia técnica	
1. Nada	_____
2. Rara vez	_____
3. Una vez al mes	_____
4. Dos veces al mes	_____
5. Frecuentemente	_____
2. De qué instituciones recibe asistencia técnica	
Municipio	_____
Gobernación	_____
Ministerios	_____
ONGFundación	_____
Otros	_____
3. Cuál la importancia de contar con asistencia técnica	
1. No importante	_____
2. Poco importante	_____
3. Insignificante	_____
4. Importante	_____
5. Muy importante	_____
4. En qué te beneficia la AT	
mejor la producción	_____
utilizar mejor los recursos productivos	_____
uso óptimo de recursos naturales	_____
ahorrar tiempo	_____
combatir la plagas	_____
Fortalecimiento de los aprendizajes	
1. Cómo valora el fortalecimiento a los aprendizajes	
1. No importante	_____
2. Poco importante	_____
3. Insignificante	_____
4. Importante	_____
5. Muy importante	_____
2. Qué temas capacitación recibe	
organizativos	_____
políticos	_____
derechos individuales y colectivos	_____
productivos agropecuarios	_____
medio ambiente	_____

continúa...

3. Para qué le ha servido la capacitación

conocimiento	_____
exigir derechos	_____
mayor liderazgo	_____
mejora la producción	_____
mejora la calidad de vida	_____

Mejora en la calidad nutricional de los componentes de la familias

1. Ud. ha notado el cambio del estado nutricional

1. Nada	_____
2. Poco	_____
3. Regular	_____
4. Mucho	_____
5. Completamente	_____

2. Cómo es su alimentación, por qué?

1. Igual	_____
2. Regular	_____
3. Mejor	_____
4. Mucho mejor	_____

3. Hay cambios en la producción, alimentación con el cambio climático?

escases de alimentos	_____
pérdida de especies	_____
aparece o se adapta nuevas especies	_____
priorización las que mejor rinde	_____

Participación grupal o en asociatividad

1. Participa en alguna organización

ninguna	_____
asociación de productores	_____
sindicato	_____
organización deportiva	_____
organización de mujeres	_____

2. Cuál la importancia y los beneficios de pertenecer a una organización

1. Nada	_____
2. Poco	_____
3. Regular	_____
4. Mucho	_____
5. Completamente	_____

continúa...

Miembros de las familias reciben remuneración económica

1. Quiénes de los miembros tienen remuneración

Esposo

Esposa

Hijo/a mayor

Hijos/as

Hijos/as

Hombres y mujeres reciben trato igualitario

1. Cuál el reconocimiento dentro la comunidad

1. No se reconoce

2. Poco reconocido

3. Reconocido

4. Habitualmente reconocido

5. Muy reconocido

Financiamiento en proyectos

1. Cuál la importancia de financiar

1. Nada

2. Poco

3. Regular

4. Mucho

5. Completamente

2. Recibe crédito productivo

Si

NO

En qué invierte?

preparado de terreno

semillas, fertilizantes

compra de tecnología

compra de ganado

riego

continúa...

Accesos a innovaciones agrícolas	
1. Cómo accede a proyectos	
1. No accede	_____
2. Alguna Vez	_____
3. A través de proyectos	_____
4. Apoyo de instituciones	_____
5. Crédito Bancario	_____
2. Con qué proyecto se ha beneficiado?	
riego	_____
invernadero	_____
semillas	_____
sanidad animal	_____
ganadería	_____
3. Cómo lo hace las prácticas aprendidas	
1. No funciona	_____
2. Si me resulta	_____
3. Es igual nomas	_____
4. Es importante	_____
5. Muy importante	_____

Anexo 2. Herramienta de análisis de la sostenibilidad de sistemas

Anexo 2a. Carátula del instrumento

HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIOS	
Link	Contenido
Con	Introducir datos de encuesta a unidades "Con proyecto"
Sin	Introducir datos de encuesta a unidades "Sin proyecto"
Resultados	Muestra los indicadores individuales y agregados
Figuras	Muestra gráficamente los resultados
Hoja base	Información sobre niveles y pesos de cada indicador
Encuesta	Encuesta original CIPCA
Créditos	Desarrolladores de la herramienta
La herramienta ha sido construida con base en la encuesta sobre sostenibilidad desarrollada por CIPCA	

Créditos del instrumento

HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIOS	
Créditos	
Juan Carlos Torrico, Ph.D. (Agrario)	
Valetín Perez, Ing, M.Sc. (CIPCA)	
Fredy Villagomez, Lic. (CIPCA)	
La Paz - Bolivia 2019	

Anexo 2b. Resultados de índices calculados sobre la base de datos introducidos según los indicadores, subindicadores y escalas con PEP

Anexo 2b1. Indicadores para la dimensión económica sistemas con PEP

Económico 0,74						
INDICADOR	1. Manejo de registros	0,49	2. Acceso a ferias	0,90	3. Insumos y procedencia	0,50
SUBINDICADOR	1.1 Calidad de registros	0,15	2.1 Número de mercados que accesa	0,83	3.1 Dependencia de insumos externos para agricultura	0,70
ESCALAS	1.2 Calidad de infraestructura y equipamiento	0,15	2.2 Participación continua en el mercado	0,90	3.2 Dependencia de insumos externos para ganadería	0,57
	"0= No lleva 1= Algun 2= Básicos 3= Frecuentemente 4= Completamente"	"0= Ninguna 1= Básica 2= Media 3= Buena (>3) "	"0= No vende 1= 3 meses 2= 6 meses al año 3= 9 meses 4= Todo el año"	"1= Altamente dependiente 2= Poco dependiente 3= Altamente independiente"	"1= Muy necesario 2= Necesario 3= Poco necesario"	2
Cruz-Zarate	0	3	3	4	2	2
León-A-Mamani	1	3	2	3	2	2
Ajro-Mamani	0	2	3	4	2	2
Huachani-Mamani	0	1	2	3	2	1
Mamani-Laura	1	3	3	4	2	1
Quispe-Alvarez	1	3	3	4	2	2
Económico 0,74						
INDICADOR	3.2b Dependencia de materiales	0,30	4. Estabilidad de la economía	0,77	5. Ingresos económicos	0,89
SUBINDICADOR	3.2c Dependencia de uso de maquinaria, mano de obra	0,43	4.1 Conformidad de precios	0,90	5.1 Diversificación de ingresos de la UP	0,95
ESCALAS	"1= Altamente dependiente 2= Poco dependiente 3= Altamente independiente"	"1= Altamente dependiente 2= Poco dependiente 3= Altamente independiente"	"1= Poco conforme 2= Conforme 3= Altamente conforme"	"1= 1 fuente de ingreso 2= 2 fuentes de ingreso 3= más de 3 fuentes de ingreso"	"0= No ahorra 1= Ahorra 1 salario 2= Ahorra 2 salarios 3= Ahorra 3 salarios 4= Ahorra más de 3 salarios"	
Cruz-Zarate	1	2	3	3	2	4
León-A-Mamani	1	1	3	3	1	4
Ajro-Mamani	1	1	3	3	1	4
Huachani-Mamani	1	2	2	3	1	3
Mamani-Laura	1	1	2	3	3	4
Quispe-Alvarez	1	1	3	3	1	4

continúa...

Económico		0,74		0,82		0,81	
INDICADOR		6. Diversificación		7. Rotación de cultivos		7.2 Asociación favorable	
SUBINDICADOR		6.1 Agrobiodiversidad y Diversidad funcional		6.2 Diversificación ganadera		7.1 Rotación favorable en el tiempo	
ESCALAS		5.3 Balance con ingresos		5.2 Ingreso mensual		5.1 Ingreso mensual	
		0,73		1,00		0,73	
		"1= Más gasto que ingreso (endeudamiento) 2= Gastos igual que ingresos 3= Ahorra"		"1= <10 - muy baja 2= 11-20 - media 3= 21-30 - media alta 4= >31 - alta"		"1= Muy baja 2= Media (2 a 3) 3= Media alta (4) 4= Alta (>4)"	
		"0= <1 salario 1= 1 salario 2= 2 salarios 3= 3 salarios 4= más de 3 salarios"				"0= No hay rotación 1= Poca 2= Regular 3= Buena 4= Óptima rotación"	
Cruz Zarate		4		4		4	
Lecón-Mamani		2		4		4	
Alpo-Mamani		3		4		4	
Huachani-Mamani		2		3		4	
Mamani-Laura		4		4		3	
Quispe-Alvarez		3		3		4	

Anexo 2b2. Indicadores para la dimensión ambiental en sistemas con PEP

Ambiental 0,85												
INDICADOR	8. Producción y rendimiento	0,75	9. Cambio de paisaje	0,85				10. Mejoramiento de suelos	0,98			
SUBINDICADOR	8.1 Manejo de parcelas	0,75	9.1 Número de obras	1,00	9.2 Beneficios de la diversificación	0,80	9.3 Beneficios de la rotación	0,78	9.4 Beneficios del descanso de suelos	0,80	10.1 Calidad de abonamiento	1,00
ESCALAS	"1= 1 parcela 2= 2 a 4 parcelas 3= 5 a 6 parcelas 4= >6 parcelas"		"0= 0 obras 1= 1 obra 2= 2 obras 3= >3 obras"		"0= No beneficio 1= Poca 2= Regular 3= Mucho 4= Completamente"		"0= No beneficio 1= Poca 2= Regular 3= Mucho 4= Completamente"		"0= No es necesario 1= A veces 2= Indiferente 3= Importante 4= Completamente"		"0= No abona 1= Poco 2= Regular 3= Muy bien"	
Cruz-Zarate	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Lecóña-Mamani	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3		
Ajpo-Mamani	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3		
Huachani-Mamani	3	3	3	4	2	3	3	3	3	3		
Mamani-Laura	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3		
Quispe-Alvarez	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3		

Ambiental 0,85										
INDICADOR		11. Agua segura 0,73								
SUBINDICADOR	10.2 Estado de la fertilidad de suelos	0,95	11.1 Calidad de agua	0,95	11.2 Cobertura de riego	0,43	11.3 Eficiencia de riego	0,83	11.4 Calidad de agua para riego	0,70
ESCALAS	"0= Baja fertilidad 1= Poca 2= Regular 3= Muy buena"		"0= Alta escasez de agua 1= A veces falta 2= Regular 3= Muy buena"		"0= No tiene riego 1= Abastece menos del 20% 2= Entre el 20-50% 3= >50%"		"0= No tiene riego 1= Inundación 2= Aspersión 3= Goteo"		"0= Baja calidad 1= Poca 2= Regular 3= Muy buena"	
Cruz Zarate	3	3	3	2	2	3	3	2	2	
Lecón-Mamani	3	3	3	1	1	3	3	2	2	
Ajpo-Mamani	3	2	2	1	1	3	3	2	2	
Huachani-Mamani	3	3	3	1	1	3	3	2	2	
Mamani-Laura	2	3	3	1	1	1	1	2	2	
Quispe-Alvarez	3	3	3	2	2	2	2	2	2	

continúa...

Ambiental 0,85				
INDICADOR	12. Materia verde, residuos y desechos	0,95		
SUBINDICADOR	12.1 Uso de residuos	0,95	12.2 Percepción sobre uso de abonos	0,95
ESCALAS	"0= No se usa 1= Poco uso 2= Regular 3= Muy uso "		"0= No es necesario 1= A veces 2= Indiferente 3= Importante 4= Completamente "	
Cruz Zarate	3		4	
Lecónia-Mamani	3		4	
Ajro-Mamani	2		4	
Huachani-Mamani	3		3	
Mamani-Laura	3		4	
Quispe-Alvarez	3		4	

Anexo 2b3. Indicadores para la dimensión social en sistemas con PEP

Social 0,74							
INDICADOR	13. Asistencia técnica	0,80	14. Fortalecimiento de los aprendizajes	1,00	15. Calidad nutricional familiar	0,85	
SUBINDICADOR	13.1 Frecuencia de la asistencia técnica	0,70	14.1 Valoración de aprendizajes	1,00	14.2 Impacto de las capacitaciones	1,00	15.1 Cambio en el estado nutricional
ESCALAS	13.3 Percepción sobre importancia de la AT	0,90	14.1 Valoración de aprendizajes	1,00	14.2 Impacto de las capacitaciones	1,00	15.1 Cambio en el estado nutricional
	"0= Nada 1= Poco importante 2= Insignificante 3= Importante 4= Muy importante"	"0= Nada 1= Poco importante 2= Insignificante 3= Importante 4= Muy importante"	"0= Nada 1= Poco impacto 2= Regular 3= Alto 4= Muy alto"	"0= Ningún 1= Poco uso 2= Regular 3= Alto 4= Muy alto"	"0= Ningún 1= Poco uso 2= Regular 3= Alto 4= Muy alto"	"0= Ningún 1= Poco uso 2= Regular 3= Alto 4= Muy alto"	"0= Ningún 1= Poco uso 2= Regular 3= Alto 4= Muy alto"
Cruz-Zarate	4	4	4	4	4	4	4
Lecón-Mamani	3	4	4	4	4	4	4
Ajpo-Mamani	2	3	4	4	4	4	4
Huachani-Mamani	2	3	4	4	4	4	3
Mamani-Laura	2	4	4	4	4	4	3
Quispe-Alvarez	4	4	4	4	4	4	3

Social 0,74							
INDICADOR	16. Participación grupal o la asociatividad	0,73	17. Remuneración familiar	0,30	18. Igualdad de género	0,77	
SUBINDICADOR	16.1 Participación en la organización	0,80	16.2 Beneficio de participación	0,67	17.1 Miembros remunerados	0,80	18.1 Nivel de reconocimiento
ESCALAS	16.3 Impactos negativos CC	0,90	16.4 Impactos positivos CC	0,80	17.2 Nivel de reconocimiento	0,80	18.2 Nivel de reconocimiento
	"1= Igual 2= Regular 3= Mejor 4= Completamente"	"0= Completamente 1= Mucho 2= Poco 3= Casi nada 4= Nada"	"0= Ninguna 1= Una 2= En dos 3= En tres 4= más de 3"	"0= Ningún 1= Poco 2= Regular 3= Mucho 4= Completamente"	"0= Nadie 1= 1 miembro 2= 2 miembros 3= más de 3 miembros"	"0= Ningún 1= Poco 2= Reconocido 3= Habitualmente 4= Muy reconocido"	"0= Ningún 1= Poco 2= Reconocido 3= Habitualmente 4= Muy reconocido"
Cruz-Zarate	3	4	1	3	1	4	4
Lecón-Mamani	4	3	1	4	1	3	3
Ajpo-Mamani	4	3	3	3	1	3	3
Huachani-Mamani	4	3	4	3	1	2	2
Mamani-Laura	3	4	4	4	1	3	3
Quispe-Alvarez	4	3	3	3	1	4	4

continúa...

Social		0,74			
INDICADOR	19. Financiamiento en proyectos	0,75	20. Acceso a innovaciones agrícolas	0,73	
SUBINDICADOR	19.1 Importancia de financiar	0,75	20.1 Facilidad de acceso a créditos	0,67	20.3 Aplicación de prácticas
ESCALAS	"0= Ningún 1= Poco 2= Regular 3= Mucho 4= Completamente"		"0= No accede 1= Muy difícilmente 2= Regular proceso 3= Fácil 4= Muy fácil"		"0= No funciona 1= Igual 2= Si funciona 3= Importante 4= Muy importante"
Cruz Zarate	4		3		4
Leónia-Mamani	2		3		3
Aljo-Mamani	2		3		3
Huachani-Mamani	2		2		3
Mamani-Laura	4		3		3
Quispe-Alvarez	4		3		4

Anexo 2c1. Indicadores para la dimensión económica en sistemas sin PEP

continúa...

Anexo 2c2. Indicadores para la dimensión ambiental en sistemas sin PEP

Ambiental 0,85						
INDICADOR	8. Producción y rendimiento	0,60	9. Cambio de paisaje	0,62	10. Mejoramiento de suelos	0,67
INDICADOR	8.1 Manejo de parcelas	0,60	9.1 Número de obras	0,90	9.2 Beneficios de la diversificación	0,63
ESCALAS	"1= 1 parcela 2= 2 a 4 parcelas 3= 5 a 6 parcelas 4= >6 parcelas"		"0= 0 obras 1= 1 obra 2= 2 obras 3= >3 obras"		"0= No beneficio 1= Poca 2= Regular 3= Mucho 4= Completamente"	"0= No abona 1= Poco 2= Regular 3= Muy bien"
Callisaya-Chambilla	3	2	2	1	1	2
Alejo-Flores	2	3	3	3	3	1
Mamani-Fernández	2	2	1	1	2	2
Mamani-Ajipo	2	3	2	2	2	2
Mamani-Alvarez	3	3	2	2	3	2
Pongo-Laura	3	3	2	2	3	2

Ambiental 0,85						
INDICADOR	10.2 Estado de la fertilidad de suelos	0,70	11.1 Calidad de agua	0,55	11.2 Cobertura de riego	0,40
ESCALAS	"0= Baja fertilidad 1= Poca 2= Regular 3= Muy buena"		"0= Alta escasez de agua 1= A veces falta 2= Regular 3= Muy buena"		"0= No tiene riego 1= Inundación 2= Aspersión 3= Goteo"	"0= No tiene riego 1= Poca 2= Regular 3= Muy buena"
Callisaya-Chambilla	2	1	1	1	1	2
Alejo-Flores	2	2	0	0	0	2
Mamani-Fernández	2	1	0	1	1	2
Mamani-Ajipo	2	1	0	0	0	2
Mamani-Alvarez	2	2	0	1	1	2
Pongo-Laura	2	3	1	2	2	2

continúa...

Ambiental 0,85				
INDICADOR	12. Materia verde, residuos y desechos	0,34		
INDICADOR	12.1 Uso de residuos	0,15	12.2 Percepción sobre uso de abonos	0,95
ESCALAS	"0= No se usa 1= Poco uso 2= Regular 3= Muy uso "		"0= No es necesario 1= A veces 2= Indiferente 3= Importante 4= Completamente "	
Callisaya-Cham-billa	0	1		
Alejo Flores	1	1		
Mamani-Fernandez	0	3		
Mamani-Ajpo	1	3		
Mamani-Alvarez	0	2		
Porgo-Laura	1	3		

Anexo 2c3. Indicadores para la dimensión social en sistemas sin PEP

Social 0,74						
INDICADOR	13. Asistencia técnica	0,56	14. Fortalecimiento de los aprendizajes	0,73	15. Calidad nutricional familiar	0,60
INDICADOR	13.1 Frecuencia de la asistencia técnica	0,27	13.3 Percepción sobre importancia de la AT	0,85	14.1 Valoración de aprendizajes	0,83
ESCALAS	"0= Nada 1= Rara vez 2= Una vez 3= Dos veces 4= Frecuentemente"		"0= Nada 1= Poco importante 2= Insuficiente 3= Importante 4= Muy importante"		"0= Nada 1= Poco impacto 2= Regular 3= Alto 4= Muy alto"	
Calisaya-Chambilla	1	4	1	1	3	2
Alejo Flores	0	3	4	4	2	2
Mamani-Fernandez	2	3	4	2	2	2
Mamani-Ajipo	0	4	3	2	2	3
Mamani-Alvarez	1	4	4	4	4	1
Pongo-Laura	2	3	4	3	4	2
Social 0,74						
INDICADOR	15.2 Cambio en hábitos alimenticios	0,72	15.3 Impactos negativos CC	0,58	16. Participación grupal o la asociatividad	0,62
INDICADOR	15.1 Frecuencia de la asistencia técnica	0,27	13.3 Percepción sobre importancia de la AT	0,85	14.1 Valoración de aprendizajes	0,83
ESCALAS	"1= Igual 2= Regular 3= Mejor 4= Completamente"		"0= Completamente 1= Mucho 2= Poco 3= Casi nada 4= Nada"		"0= Ninguna 1= Una 2= En dos 3= En tres 4= más de 3"	
Calisaya-Chambilla	3	1	1	3	0	1
Alejo Flores	2	2	1	3	1	3
Mamani-Fernandez	3	3	2	4	1	2
Mamani-Ajipo	3	1	2	3	1	2
Mamani-Alvarez	3	2	2	2	0	1
Pongo-Laura	4	2	3	4	1	3

continúa...

Social		0,74			
INDICADOR	19. Financiamiento en proyectos	0,68	20. Acceso a innovaciones agrícolas	0,50	
INDICADOR	19.1 Importancia de financiar	0,68	20.1 Facilidad de acceso a créditos	0,38	20.3 Aplicación de prácticas
ESCALAS	"0= Ningún 1= Poco 2= Regular 3= Mucho 4= Completamente"		"0= No accede 1= Muy difícilmente 2= Regular proceso 3= Fácil 4= Muy fácil"		"0= No funciona 1= Igual 2= Si funciona 3= Importante 4= Muy importante"
Callisaya-Chambilla	1		1		3
Alejo Flores	3		2		3
Mamani-Fernandez	3		2		2
Mamani-Ajino	3		0		2
Mamani-Alvarez	3		2		1
Pongo-Laura	4		2		4

Anexo 3. Instrumento de análisis de resiliencia

Anexo 3a. Encuesta para el recojo de información para análisis de resiliencia

				HOJA DE EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE RESILIENCIA DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS	
1. DATOS UNIDAD PRODUCTIVA / PERSONA					
Apellido Paterno		Apellido Materno		Nombres	
Dirección/Ubicación completa			Comunidad		
Teléfonos			Otros datos de ubicación		
2. ACTIVIDAD PRODUCTIVA					
Actividades productivas					
Actividad	%	Descripción			

continúa...

3. EVENTOS CLIMÁTICOS

Eventos climáticos que recuerda

Evento	Año	Descripción

4. CAPACIDADES DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y UNIDADES PRODUCTIVAS

Capacidad de absorción

1. ¿Cuál es/son su(s) fuente(s) de abastecimiento de agua?

--

2. ¿Tiene agua potable todo el año?

Si, no: meses/días/estación

--

continúa...

3.En relación a antes del evento su dieta o alimentación actual:

1: Mejoró

2: Sigue igual

3: Disminuyo poco

4: Disminuyó bastante

5: No tenemos que comer

(Investigar estructura de gastos familiares)

4.¿Le alcanza el dinero para comprar los alimentos necesarios para consumo de su familia?

Si

No: escala 1-5

5.¿Le alcanza el dinero para comprar la ropa de todos los miembros?

Si

No: escala 1-5

6.¿Le alcanza el dinero para cubrir los gastos de salud?

Si

No: escala 1-5

7.¿se enferman con más frecuencia?

8.¿Le alcanza el dinero para los gastos de educación?

Si

No: escala 1-5

9.¿Cuál es/son su(s) fuente(s) de abastecimiento de agua para animales?

10.¿Tiene agua para el ganado todo el año? Si, no:meses/días/estación

11.¿Todo el año tiene buena cantidad/disponibilidad de alimentos?

Si

No

1. Ninguna disponibilidad

2. Baja

3. Regular

4. Buena

5. Excelente

12.¿Compra alimentos/forraje para el ganado?

continúa...

13. ¿Cuál fue su pérdida agrícola a consecuencia del evento climático?	
1. Nada	
2. Menos de la mitad	
3. La mitad	
4. Mucho, más de la mitad	
5. Pérdida total	
14. ¿Cuál fue su pérdida en cabezas consecuencia del evento climático?	
1. Nada	
2. Menos de la mitad	
3. La mitad	
4. Mucho, más de la mitad	
5. Pérdida total	
15. ¿Cuál fue su pérdida semillas/agrícola a consecuencia del evento climático?	
Cantidad, ó:	
1. Nada	
2. Menos de la mitad	
3. La mitad	
4. Mucho, más de la mitad	
5. Pérdida total	
16. ¿Cuál fue su pérdida superficie silvopastoril a consecuencia del evento climático?	
Cantidad, ó:	
1. Nada	
2. Menos de la mitad	
3. La mitad	
4. Mucho, más de la mitad	
5. Pérdida total	
17. ¿Cuál fue su pérdida superficie forrajera / producción de forrajes a consecuencia del evento?	
Cantidad, ó:	
1. Nada	
2. Menos de la mitad	
3. La mitad	
4. Mucho, más de la mitad	
5. Pérdida total	

continúa...

8.¿Después del evento climático su producción se recuperó?
¿Cuánto tardó en recuperarse?

1. No se recuperó
2. Se recuperó lento y poco
3. Se recuperó la mitad
4. Se recuperó rápido, casi todo
5. Se recuperó todo y rápidamente

19.¿Qué productos se recuperaron más rápido? Y por qué cree Ud.?

20.¿Cómo le fue a sus vecinos con sistemas convencionales?

21.¿De dónde se provisiona de semilla? ¿Cuáles son sus fuentes?

22.¿Qué hace para prepararse contra los eventos climáticos extremos?

23.¿Cuáles son sus estrategias?

24.¿Cómo le está yendo con la producción?

25.¿Qué es lo que más le afecta a su producción?

Determinar: Si percibe que el clima o eventos climáticos le afectan

No

Si:

1.Nada

2.Poco

3.Regular

4.Mucho

5.Completamente

continúa...

26. ¿Cuántos animales están enfermos o débiles?											
1. Muy débil											
2. Débil											
3. Regular, un poquito											
4. Saludable											
5. Muy saludable											
27. ¿Cuántos animales ha perdido durante y después del evento climático?											
28. Su ganado se enfermó durante el evento climático? Cuantos animales?											
29. ¿Cuántos y en que mercados vende sus productos?											
30. ¿Cómo es su facilidad de acceso al mercado?											
		1. bajo				2. Regular				3. Bueno	
										4. Muy bueno	
31. ¿Valor agregado del producto?											
		1. bajo				2. Medio				3. Alto	
32. ¿Cuántas fuentes de ingreso tiene su familia?											
		1				2 a 3				>4	
33. ¿Cuánto ahorra al año?											
		1 Salario				2 Salario				3 Salario	
										4 Salario	
34. ¿Cómo considera la estabilidad económica de su familia?											
		1. Baja				2. Media				3. Alta	
Capacidad de adaptación											
35. ¿Qué cosas ha aprendido en los últimos años en relación al clima y la forma de producción?											
36. ¿Qué nuevas prácticas ha empezado a hacer para enfrentar las adversidades climáticas?											
37. ¿Quién le ha indicado que y cómo hacer?											
38. ¿Qué cosas ha aprendido en los últimos años en relación al clima y la forma de producción?											

continúa...

39. ¿Qué nuevas prácticas ha empezado a hacer para enfrentar las adversidades climáticas?

40. ¿Quién le ha indicado que y cómo hacer?

41. ¿Qué nuevas prácticas ha implementado en relación a:

Técnicas manejo suelo

Gestión agua

Almacenamiento forraje semilla

Infraestructura nueva

Manejo bosque

42. ¿Qué nuevas prácticas ha implementado en su producción agrícola?

43. ¿Qué nuevas prácticas ha implementado en su producción agroforestal?

44. Observación:

1. predominantemente monocultivo

2. hasta 2 cultivos

3. hasta 5 cultivos

4. más de 5 cultivos más vegetación nativa

5. sistemas altamente diversificados entre especies productivas y naturales.

45. Usted ha implementado infraestructuras para protegerse de los cambios del clima?

continúa...

46. ¿Cuáles de sus construcciones y/o infraestructura funciona mejor contra los cambios del clima?

47. ¿Cuáles de sus construcciones y/o infraestructura integra conocimientos tradicionales?
Alternativa

48. ¿Qué prácticas realizaban sus abuelos y que usted utiliza actualmente?

Capacidad de transformación

49. ¿En qué tipo de organizaciones participa su familia?

50. ¿El último año a cuantas capacitaciones ha asistido?

+Temáticas de las capacitaciones

+Temáticas de las capacitaciones

51. Aplica usted estos nuevos conocimientos en su vida diaria?

52. ¿Con qué frecuencia se usan los estatutos orgánicos en su comunidad/asociación/...?

	1. Pocas veces		2. Regularmente		3. Siempre
--	----------------	--	-----------------	--	------------

53. ¿En cuantas asociaciones está Ud. Activo/a?

		1			2			3 Salarios			4 o más
--	--	---	--	--	---	--	--	------------	--	--	---------

54. ¿Su tierra esta saneada? En que porcentaje (ejemplo solo la mitad; o todo)

55. ¿Tienen capital comunal? ¿Cual es la frecuencia de rotación?

		0. Nunca			1. Pocas veces				3. Regularmente			4. Siempre
--	--	----------	--	--	----------------	--	--	--	-----------------	--	--	------------

continúa...

[illegible]

Anexo 3b. Instrumento de análisis de resiliencia de sistemas familiares con PEP (solo ejemplo).

INDICE GLOBAL DE RESILIENCIA	Capacidad de la resiliencia	Elemento	Nombre indicador	Fórmula indicador		"Valor (introducir)"		Indicador	Observación/ aclaración
SAF con PEP	Capacidad de absorción								
0,83	0,78	Estabilidad de la seguridad alimentaria	Acceso permanente al agua potable	Días con agua / 365	Antes	365	1,00	1,00	"Relación de días o meses con agua durante el año (antes y después del evento)"
0-0,3= muy bajo; 0,31-0,5 bajo; 0,51-0,6 medio; 0,61-0,7 bueno; 0,71-0,9 muy bueno; >0,9 excelente.	0,95				Después	365	1,00		
			Acceso permanente a alimentos (físico y económico)	Tasa de cambio en la cantidad de alimentación	Antes	1	0,01	0,90	En relación a antes del evento su dieta o alimentación actual (1=igual/ mejoró; 0=no tiene que comer)
					Después	0,9	0,01		
		Estabilidad de la capacidad a responder a las necesidades básicas de la familia	Cobertura de las necesidades básicas	Tasa de cobertura	Antes	1	0,01	0,95	Completamente: 100%; Casi completamente: 90-99%; Satisfactorio: 70-89%; Deficiente: 50-69%; Insatisfactoria: menor de 50%
	0,95				Después	0,95	0,01		
		Estabilidad del acceso al agua para el consumo animal y las actividades productivas	Disponibilidad de agua	Tasa de sequía ganado= Días con agua / 365	Antes	365	1,00	1,00	"Relación de días o meses con agua durante el año (antes y después del evento)"
	1,00				Después	365	1,00		

continúa...

INDICE GLOBAL DE RESILIENCIA	Capacidad de la resiliencia	Elemento	Nombre indicador	Fórmula indicador		"Valor (introducir)"		Indicador	Observación/ aclaración
		Estabilidad del acceso a alimentos para el consumo animal	Disponibilidad de Alimentos	Tasa de disponibilidad de alimentos = % en relación / 100%	Antes	100	1,00	0,85	Completamente: 100%; Casi completamente: 90-99%; Satisfactorio: 70-89%; Deficiente: 50-69%; Insatisfactoria: menor de 50%
	0,85				Después	85	0,85		
		Pérdidas por eventos climáticos	Productos agrícolas	Porcentaje de pérdida / media de rendimiento	Antes	10	0,10	0,90	Completamente: 100%; Casi completamente: 90-99%; Satisfactorio: 70-89%; Deficiente: 50-69%; Insatisfactoria: menor de 50%
	0,63				Después	20	0,20		
			Animales	Nr cabezas de pérdida / media de tenencia	tenencia promedio	31		0,94	Completamente: 100%; Casi completamente: 90-99%; Satisfactorio: 70-89%; Deficiente: 50-69%; Insatisfactoria: menor de 50%
					antes	0	0,00		
					Muertos	2	0,06		
			Semillas	Porcentaje de pérdida / media de rendimiento	Antes	0	0,00	0,80	Completamente: 100%; Casi completamente: 90-99%; Satisfactorio: 70-89%; Deficiente: 50-69%; Insatisfactoria: menor de 50%
					Después	20	0,20		
			Superficie silvopastoril	Porcentaje de pérdida / media de rendimiento	Antes	5	0,05	0,15	Completamente: 100%; Casi completamente: 90-99%; Satisfactorio: 70-89%; Deficiente: 50-69%; Insatisfactoria: menor de 50%
					Después	90	0,90		

continúa...

INDICE GLOBAL DE RESILIENCIA	Capacidad de la resiliencia	Elemento	Nombre indicador	Fórmula indicador		"Valor (introducir)"	Indicador	Observación/ aclaración	
			Forrajes	Porcentaje de pérdida / media de rendimiento	Antes	5	0,05	0,35	Completamente: 100%; Casi completamente: 90-99%; Satisfactorio: 70-89%; Deficiente: 50-69%; Insatisfactoria: menor de 50%
					Después	70	0,70		
		Estabilidad de la producción	Recuperación de la producción global de la unidad familiar	% Producción actual / % producción promedio	Actual	95	0,95	0,95	1=recuperación total despues de un año, 0 no se recuperó(agrícola, ganadería, forestal, etc.) y de los ingresos económicos (seguridad de los medios de vida)
		0,95			Promedio	100	1,00		
		Diversidad del suministro y abastecimiento de las semillas	Diversificación de fuentes	Nr. fuentes de suministro de semillas	Nr	2		0,5	1=0,3; 2-3=0,5; >4=1
		0,5							
		Percepción de la capacidad de prepararse y de enfrentar los riesgos climáticos	Estrategias contra el cambio climático	Nr. de estrategias	Nr	3		0,5	1=0,3; 2-3=0,5; >4=1
		0,5							
		Salud general del ganado	Peso	Pérdida de peso %	Antes	5	0,05	0,85	Tasa de pérdida en relación antes del evento
		0,85			Después	20	0,20		
		Mercado	Diversificación de mercados	Nr. de mercados	Nr	4		1	1=0,3; 2-3=0,5; >4=1
		0,83	Facilidad de acceso al mercado	grado de acceso / grado promedio de acceso	Grado	5	1	1	Bajo=1 (0,1); Regular=2-3 (0,5); Bueno=4 (0,75); Muy Bueno=5 (1)
					Promedio	4	0,75		
			Valor agregado	Grado del valor agregado	Grado	2		0,5	Bajo=1 (0,3); Medio=2 (0,5); Alto=3 (1)

continúa...

INDICE GLOBAL DE RESILIENCIA	Capacidad de la resiliencia	Elemento	Nombre indicador	Fórmula indicador	"Valor (introducir)"		Indicador	Observación/ aclaración	
		Ingresos	Diversificación de fuentes de ingresos	Nr. de fuentes	Nr. Fuentes	3	1	1=0,3; 2=0,5; >3=1	
	0,83	Capacidad de ahorro	Salarios mínimos por año	Nr salarios	2		0,5	0=0; 1=0,3; 2=0,5; 3=0,7; >4=1	
		Estabilidad económica	Grado del estabilidad	Grado	3		1	Baja=1 (0,3); Media=2 (0,5); Alta=3 (1)	
	Capacidad de adaptación								
	0,81	Capacidad de aprendizaje de los choques anteriores	Nuevas prácticas a consecuencia de eventos pasados	Nr. de prácticas nuevas / prácticas anteriores	Nuevas	4	1	1=0,3; 2-3=0,5; >4=1	
	0,75			Anteriores	3	0,5	0,5	Incremento: considerando 1=0,3; 2-3=0,5; >4=1	
		Capacidad de aprovechamiento de las nuevas condiciones climáticas	acciones/ prácticas para aprovechar nuevas condiciones	Nr. de prácticas nuevas / prácticas anteriores	Nuevas	3	0,5	0,5	1=0,3; 2-3=0,5; >4=1
	0,25			Anteriores	2	0,5	0	Incremento: considerando 1=0,3; 2-3=0,5; >4=1	
		Prácticas resilientes de manejo silvopastoril	Prácticas adoptadas/ adaptadas	Nr de prácticas nuevas / Nr. prácticas tradicionales	Nuevas	4	1	1	1=0,3; 2-3=0,5; >4=1
	0,85			Anteriores	1	0,3	0,7	Incremento: considerando 1=0,3; 2-3=0,5; >4=1	
		Prácticas agrícolas resilientes	Cambios en prácticas tradicionales	Nr de prácticas nuevas / Nr. prácticas tradicionales	Nuevas	4	1	1	1=0,3; 2-3=0,5; >4=1

continúa...

INDICE GLOBAL DE RESILIENCIA	Capacidad de la resiliencia	Elemento	Nombre indicador	Fórmula indicador	"Valor (introducir)"	Indicador	Observación/ aclaración	
		1		Anteriores	2	0,5	Incremento: considerando 1=0,3; 2-3=0,5; >4=1	
		Prácticas agroforestales resilientes	cambios en prácticas tradicionales	Nr de prácticas nuevas / Nr. prácticas tradicionales	Nuevas	3	0,5	0=0; 1=0,3; 2-3=0,5; >4=1
		0,5		Anteriores	2	0,5	Incremento: considerando 1=0,3; 2-3=0,5; >4=1	
		Diversificación productiva	Actividades productivas	Nr. de actividades productivas / nr promedio	SAFPEP	5	1	1=0,1 (muy baja); 2-3=0,5 (media); 4=0,75 media alta; 5=1 (alta)
		1		Promedio	5	1		
		Variedades agrícolas	Agrobiodiversidad y Diversidad funcional	grado de diversificación / grado promedio diversificación	SAFPEP	5	1	1=0,1 (muy baja); 2-3=0,5 (media); 4=0,75 media alta; 5=1 (alta)
		1		Promedio	4	0,75		
		Genética de ganado	Resistencia genética a cambios climaticos	Grado de resistencia y salud en relación al promedio	SAFPEP	5	1	resistencia observada y salud durante y despues del evento 1=0,1 (muy baja); 2-3=0,5 (media); 4=0,75 media alta; 5=1 (alta)
		1		Promedio	3	0,5		
		Implementación de infraestructuras de defensa contra los riesgos climáticos	Infraestructura (contra riesgos climáticos)	Nr. de infraestructuras / nr promedio	SAFPEP	5	1	1=0,1 (muy baja); 2-3=0,5 (media); 4=0,75 media alta; >5=1 (alta)
		1		Promedio	4	1		

continúa...

INDICE GLOBAL DE RESILIENCIA	Capacidad de la resiliencia	Elemento	Nombre indicador	Fórmula indicador		"Valor (introducir)"		Indicador	Observación/ aclaración
		Integración de nuevas tecnologías con conocimientos tradicionales	Tecnologías tradicionales	Nr. de tecnologías / nr promedio	SAFPEP	3	0,5	0,75	1=0,1 (muy baja); 2-3=0,5 (media); 4=0,75 media alta; >5=1 (alta)
	0,75				Promedio	4	1		
	Capacidad de trans-formación								
	0,89	Organización comunitaria y fortalecimiento de las capacidades locales	Organización comunitaria	Grado de integración de la temática Cambio climático en las organizaciones comunitarias	para CC	5		1	1=0,1 (muy baja); 2-3=0,5 (media); 4=0,75 media alta; >5=1 (alta)
	0,78	Desarrollo de capacidades	Desarrollo de capacidades	Nr de capacitaciones relacionadas al CCyGR / nr total de capacitaciones (últimos 5 años)	nr CC	4		0,666666667	"en %/100: 0-0,1=bajo; 0,11-0,2=medio; >0,21 alto 0=malo; 1=regular; 2=bueno; >2=muy bueno; >3=excelente"
					Total	6			
				Grado de aplicación de nuevos conocimientos	para CC	4		0,75	1=0,1 (muy baja); 2-3=0,5 (media); 4=0,75 media alta; >5=1 (alta)
		Uso de estatutos orgánicos	Frecuencia de uso	Frecuencia		3		1	Pocas veces=1 (0,3); Regularmente=2 (0,5); siempre=3 (1)
		Asociatividad	Nr. De asociaciones en la s que participa activamente	Nr asociaciones		2		0,5	0=0; 1=0,3; 2=0,5; 3=0,7; >4=1
		Control de la tierra y de los medios de vida, hombres y mujeres	Tenencia de la tierra	% de tierra saneada	%	100		1	
	1	Rotación de capital	Frecuencia de uso	Frecuencia		3		1	Nunca=0 (0); Pocas veces=1 (0,3); Regularmente=2 (0,5); siempre=3 (1)

Anexo 4. Detalle de composición de los sistemas familiares

Anexo 4a. Composición de los sistemas familiares con PEP

Sistema familiar N° 1					
Municipio	Categoría	Nombres y apellidos	Sexo	Edad	Parentesco
Taraco	con PEP	Manuel Ismael Cruz Mamani	M	45	esposo
Taraco	con PEP	Margarita Zárate de Cruz	F	49	esposa
Taraco	con PEP	Anastasia Callisaya	F	72	abuela
Taraco	con PEP	Mariluz Cruz Zárate	F	8	hija
Sistema familiar N° 2					
Municipio	Categoría	Nombres y apellidos	Sexo	Edad	Parentesco
Taraco	con PEP	Rufino Lecoña Mena	M	66	esposo
Taraco	con PEP	Julia Mamani	F	74	esposa
Sistema familiar N° 3					
Municipio	Categoría	Nombres y apellidos	Sexo	Edad	Parentesco
Colquencha	con PEP	Fermín Ajno Fernández	M	60	esposo
Colquencha	con PEP	Silveria Mamani Fernández	F	58	esposa
Colquencha	con PEP	Silvia Ajno Mamani	F	18	hija
Colquencha	con PEP	Reynaldo Ajno Mamani	M	16	hijo
Sistema familiar N° 4					
Municipio	Categoría	Nombres y apellidos	Sexo	Edad	Parentesco
Colquencha	con PEP	Wily Huchani Fernández	M	45	esposo
Colquencha	con PEP	Aurelia Mamani	F	45	esposa
Colquencha	con PEP	Milenka Huchani Mamani	F	20	hija
Colquencha	con PEP	Jhonatan Huchani Mamani	M	17	hijo
Colquencha	con PEP	Dennys Huchani Mamani	H	8	hijo
Sistema familiar N° 5					
Municipio	Categoría	Nombres y apellidos	Sexo	Edad	Parentesco
Calamarca	con PEP	Severo Mamani Mamani	M	52	esposo
Calamarca	con PEP	Felipa Laura de Mamani	F	50	esposa
Calamarca	con PEP	Wilma Esther Mamani Laura	F	26	hija
Calamarca	con PEP	N Huacota	M	26	yerno
Calamarca	con PEP	Danner Mamani Huacota	M	3	nieto
Calamarca	con PEP	David Mamani Laura	M	24	hijo
Calamarca	con PEP	María Luz Mamani Laura	F	22	hija

continúa...

Sistema familiar N° 6					
Municipio	Categoría	Nombres y apellidos	Sexo	Edad	Parentesco
Calamarca	con PEP	Franklin Ivan Quispe Álvarez	M	56	esposo
Calamarca	con PEP	Lidia Álvarez	F	55	esposa
Calamarca	con PEP	German Quispe Álvarez	M	32	hijo
Calamarca	con PEP	Neitan Gutiérrez	M	3	nieto

continúa...

Anexo 4b. Composición de los sistemas familiares sin PEP

Sistema familiar N° 1					
Municipio	Categoría	Nombres y apellidos	Sexo	Edad	Parentesco
Taraco	sin PEP	Valentín Callisaya	M	40	esposos
Taraco	sin PEP	María Mercedes Chambilla Choque	F	78	esposa
Taraco	sin PEP	Pedro Cortez	M	22	hijo
Taraco	sin PEP	Flora Cortez	F	20	hija
Sistema familiar N° 2					
Municipio	Categoría	Nombres y apellidos	Sexo	Edad	Parentesco
Taraco	sin PEP	Eulogio Alejo Acarapi	M	57	esposos
Taraco	sin PEP	Damiana Flores Calle	F	57	esposa
Taraco	sin PEP	Nancy Alejo Flores	F	24	hija
Taraco	sin PEP	Mario Choque	M	26	yerno
Taraco	sin PEP	Diego Choque Alejo	M	4	nieto
Taraco	sin PEP	Juan Agustín Alejo	M	48	nieto
Taraco	sin PEP	Fabio Alejo Flores	M	28	hijo
Taraco	sin PEP	Ana María Rodríguez	F	26	nuera
Taraco	sin PEP	NN	M	7	nieto
Taraco	sin PEP	NN	M	4	nieto
Taraco	sin PEP	NN	M	0,8	nieto
Sistema familiar N° 3					
Municipio	Categoría	Nombres y apellidos	Sexo	Edad	Parentesco
Colquenchá	sin PEP	Edwin Mamani Huanca	M	34	esposos
Colquenchá	sin PEP	Rita Fernández Ortiz	F	29	Esposa
Colquenchá	sin PEP	Hivanna Mamani Fernández	F	10	hija
Colquenchá	sin PEP	Damaris Mamani Fernández	F	8	hija
Colquenchá	sin PEP	Israel Mamani Fernández	M	6	hijo
Colquenchá	sin PEP	Belén Mamani Fernández	M	5	hija
Sistema familiar N° 4					
Municipio	Categoría	Nombres y apellidos	Sexo	Edad	Parentesco
Colquenchá	sin PEP	Nelson Mamani Huanca	M	40	esposos
Colquenchá	sin PEP	Esperanza Ajno Mamani	F	35	esposa
Colquenchá	sin PEP	Lis Neysa Mamani Ajno	F	12	hija
Colquenchá	sin PEP	Carleni Mamani Ajno	F	7	hija

continúa...

Sistema familiar N° 5					
Municipio	Categoría	Nombres y apellidos	Sexo	Edad	Parentesco
Calamarca	sin PEP	Natalia Álvarez Vda. de Mamani	F	65	mama
Calamarca	sin PEP	Salvador Mamani Álvarez	M	35	hijo
Calamarca	sin PEP	Clotilde Mamani Álvarez	F	32	hija
Calamarca	sin PEP	Francisco Mamani Álvarez	M	25	hijo
Calamarca	sin PEP	Noemí Quispe	F	22	nuera
Calamarca	sin PEP	Arsenio Mamani Álvarez	M	30	hijo
Calamarca	sin PEP	Sonia Arteaga	F	21	nuera
Calamarca	sin PEP	Lizeth Mamani Arteaga	F	3	nieta
Calamarca	sin PEP	Elvis Mamani Arteaga	M	0,6	nieto
Sistema familiar N° 3					
Municipio	Categoría	Nombres y apellidos	Sexo	Edad	Parentesco
Calamarca	sin PEP	Valerio Pongo Rojas	M	50	esposo
Calamarca	sin PEP	Magdalena Laura	F	45	esposa
Calamarca	sin PEP	Cristian Pongo Laura	M	19	hijo
Calamarca	sin PEP	Karen Pongo Laura	F	15	hija
Calamarca	sin PEP	Danny Pongo Laura	M	13	hijo
Calamarca	sin PEP	Lucy Pongo Laura	F	10	hija
Calamarca	sin PEP	Mary Pongo Laura	F	5	hija

Anexo 5. Índices e indicadores de sostenibilidad

Anexo 5a. Índices de sostenibilidad

Dimensión de la sostenibilidad	Índice sostenibilidad	
	Con PEP	Sin PEP
Económico	0,74	0,46
Ambiental	0,85	0,53
Social	0,74	0,55
Índice global	0,78	0,51

Nota: Indicadores agregados e índice contruidos con base en la encuesta de sostenibilidad CIPCA

Anexo 5b. Índices e indicadores para las 3 dimensiones.

	Con PEP	Sin PEP
Indicadores económicos		
1. Manejo de registros	0,49	0,23
2. Acceso a ferias	0,90	0,53
3. Insumos y procedencia	0,50	0,38
4. Estabilidad de la economía	0,77	0,56
5. Ingresos económicos	0,89	0,50
6. Diversificación	0,82	0,49
7. Rotación de cultivos	0,81	0,58
Indicadores ambientales		
8. Producción y rendimiento	0,75	0,60
9. Cambio de paisaje	0,85	0,62
10. Mejoramiento de suelos	0,98	0,67
11. Agua segura	0,73	0,40
12. Materia verde, residuos y desechos	0,95	0,34
Indicadores sociales		
13. Asistencia técnica	0,80	0,56
14. Fortalecimiento de los aprendizajes	1,00	0,73
15. Calidad nutricional familiar	0,85	0,60
16. Participación grupal o la asociatividad	0,73	0,62
17. Remuneración familiar	0,30	0,20
18. Igualdad de género	0,77	0,50
19. Financiamiento en proyectos	0,75	0,68
20. Acceso a innovaciones agrícolas	0,73	0,50

Nota: Indicadores agregados e índice contruidos con base en la encuesta de sostenibilidad CIPCA

Anexo 5c. Subindicadores e índices de las dimensiones

Indicadores económicos	Con PEP	Sin PEP
1.1 Calidad de registros	0,15	0,08
1.2 Calidad de infraestructura y equipamiento	0,83	0,38
2.1 Número de mercados que acceden	0,90	0,43
2.2 Participación continua en el mercado	0,90	0,63
3.1 Dependencia de insumos externos para agricultura	0,70	0,57
3.2a Dependencia de insumos externos para ganadería	0,57	0,30
3.2b Dependencia de materiales	0,30	0,30
3.2c Dependencia uso de maquinaria, mano de obra	0,43	0,37
4.1 Conformidad de precios	0,90	0,75
4.2 Fuentes de ingreso	1,00	0,63
4.3 Capacidad de ahorro anual	0,40	0,28
5.1 Diversificación de ingresos de la UP	0,95	0,43
5.2 Ingreso mensual	0,73	0,38
5.3 Balance con ingresos	1,00	0,68
6.1 Agrobiodiversidad y Diversidad funcional	0,90	0,40
6.2 Diversificación ganadera	0,73	0,58
7.1 Rotación favorable en el tiempo	0,95	0,72
7.2 Asociación favorable	0,67	0,43
Indicadores ambientales	Con PEP	Sin PEP
8.1 Manejo de parcelas	0,75	0,60
9.1 Número de obras	1,00	0,90
9.2 Beneficios de la diversificación	0,80	0,47
9.3 Beneficios de la rotación	0,78	0,47
9.4 Beneficios del descanso de suelos	0,80	0,63
10.1 Calidad de abonamiento	1,00	0,63
10.2 Estado de la fertilidad de suelos	0,95	0,70
11.1 Calidad de agua	0,95	0,55
11.2 Cobertura de riego	0,43	0,10
11.3 Eficiencia de riego	0,83	0,27
11.4 Calidad de agua para riego	0,70	0,70
12.1 Uso de residuos	0,95	0,15
12.2 Percepción sobre uso de abonos	0,95	0,53

continúa...

Indicadores sociales	Con PEP	Sin PEP
13.1 Frecuencia de la asistencia técnica	0,70	0,27
13.3 Percepción sobre importancia de la AT	0,90	0,85
14.1 Valoración de aprendizajes	1,00	0,83
14.2 Impacto de las capacitaciones	1,00	0,67
14.3 Uso de las capacitaciones	1,00	0,70
15.1 Cambio en el estado nutricional	0,85	0,50
15.2 Cambio en hábitos alimenticios	0,90	0,72
15.3 Impactos negativos CC	0,80	0,58
16.1 Participación en la organización	0,67	0,47
16.2 Beneficio de participación	0,80	0,77
17.1 Miembros remunerados	0,30	0,20
18.1 Nivel de reconocimiento	0,77	0,50
19.1 Importancia de financiar	0,75	0,68
20.1 Facilidad de acceso a créditos	0,67	0,38
20.3 Aplicación de prácticas	0,80	0,62

Nota: Indicadores agregados e índice contruidos con base en la encuesta de sostenibilidad CIPCA

Anexo 6. Especies estratégicas que generan ingresos económicos

Productos estratégicos	Taraco		Colquencha		Calamarca		Taraco		Colquencha		Calamarca	
	Sist 1	Sist 2	Sist 3	Sist 4	Sist 5	Sist 6	Sist 7	Sist 8	Sist 9	Sist 10	Sist 11	Sist 12
Productos agrícolas												
papa total (qq)	320	150	200	155	600	300	20	30	70	80	250	150
venta (qq)	200	120	160	125	240	190	5	20	10	10	150	100
precio (qq)	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
INGRESO	24000	14400	19200	15000	28800	22800	600	2400	1200	1200	18000	12000
oca total (qq)	2						2					
venta (qq)	1,5						1					
precio (qq)	320						300					
INGRESO	0	480	0	0	0	0	300					
papalisa total (qq)					80						10	
venta (qq)					60						8	
precio (qq)					200						400	
INGRESO	0	0	0	0	12000	0	0	0	0	0	0	3200
isaña total (qq)					22							
venta (qq)					20							
precio (qq)					200							
INGRESO	0	0	0	0	4000	0	0	0	0	0	0	0
haba total (qq)	20				10		2	10				
venta (qq)	18				8		1	5				
precio (qq)	480				480		480	480				
INGRESO	0	8640	0	0	0	3840	480	2400	0	0	0	0
cebolla total (qq)	150		50				1					
venta (qq)	100		16				0,75					
precio (qq)	360		360				360					
INGRESO	36000	0	5760	0	0	0	270	0	0	0	0	0

continúa...

Productos estratégicos	Taraco		Colquenchá		Calamarca		Taraco		Colquenchá		Calamarca	
	Sist 1	Sist 2	Sist 3	Sist 4	Sist 5	Sist 6	Sist 7	Sist 8	Sist 9	Sist 10	Sist 11	Sist 12
zanahoria total (qq)					1				2			
venta (qq)					0,75				1			
precio (qq)					160				160			
INGRESO	0	0	0	0	0	120	0	0	160	0	0	0
arveja total (qq)							1,5					
INGRESO	0	0	0	0	0	0	480	0	0	0	0	0
chufi total (qq)	20	4	20	10	25	30	8		5		40	30
venta (qq)	10	3	10	7	20	25	4		2		20	20
precio (qq)	360	360	360	360	360	360	360		360	360	360	360
INGRESO	3600	1080	3600	2520	7200	9000	0	1440	0	720	7200	7200
tunta total (qq)												
venta (qq)			5		5							
precio (qq)			600		600							
INGRESO	0	0	3000	0	3000	0	0	0	0	0	0	0
quinua total (qq)			4				2					
venta (qq)			2				1					
precio (qq)			800				800					
INGRESO	0	0	1600	0	0	0	800	0	0	0	0	0
tarwi total (qq)		5										
venta (qq)		4										
precio (qq)		400										
INGRESO	0	1600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
diferentes hortalizas	lechuga		locoto	locoto acelga	nabo							
venta (qq)	30		25	20	10							
precio (qq)	120		120	120	120							
INGRESO	3600	0	3000	2400	0	1200	0	0	0	0	0	0
TOTAL INGRESOS AGRICOL	67200	26200	36160	19920	55000	36960	2930	6240	1360	1920	25200	22400

continúa...

Productos estratégicos	Taraco		Colquenchá		Calamarca		Taraco		Colquenchá		Calamarca	
	Sist 1	Sist 2	Sist 3	Sist 4	Sist 5	Sist 6	Sist 7	Sist 8	Sist 9	Sist 10	Sist 11	Sist 12
Ganadería												
venta de vacas	14000	12000	14000	5000	12000	12000	7000	9000	5000	8000	8500	12000
venta de ovejas	2500	2000	3000	2000	2500	3000	2000	2500	3000	2000	3000	2500
TOTAL INGRESOS GANAD	16500	14000	17000	7000	14500	15000	9000	11500	8000	10000	11500	14500
Renta dignidad	3000	6000					3000				3000	
ingreso no agropecuario			15000	12000	7500	10000		24000	24000	18000	9000	9000
otros ingresos	3000	6000	15000	12000	7500	10000	3000	24000	24000	18000	9000	9000
TOTAL INGRESO BRUTO ANUAL	86700	46200	68160	38920	77000	61960	14930	41740	33360	29920	45700	45900

Fuente: elaboración propia.

Anexo 7. Diversificación de la producción ganadera

	Sistemas productivos con PEP						Sistemas productivos sin PEP					
	Taraco		Colquenchá		Calamarca		Taraco		Colquenchá		Calamarca	
	Sist 1	Sist 2	sist 3	sist 4	sist 5	sist 6	sist 7	sist 8	sist 9	sist 10	sist 11	sist 12
vacas	12	3	9		8	3	3	7	6	6	6	4
ovejas	15	5	9	2	15	5		30	10	3	14	10
llamas									7			
cerdos	4				3	1		5	1			3
gallinas	2	3	2	4	6	5	6	9		4	20	
conejos												
burros		1			3			1				
cuyes	45	10	4				2	50				
otros												
Número de especies	5	5	4	2	5	4	3	6	4	3	3	3

Anexo 8. Resumen de resultados de laboratorio (análisis químico del biol)

N° Lab	Parámetro	Unidad	Cuno Cuno German R1	Cuno Cuno German R2	Finaya Delia Q	Zapana Rufino L	Ñacoca Ismael C	Chiwirapi INSTA	Marquirivi Escuela	Sora Sora Chuquichambi	PROM
			AO-001	AO-002	AO-003	AO-004	AO-005	AO-006	AO-007	AO-008	
0-01	pH en agua 1:5	-	8,760	7,060	7,070	3,500	3,770	5,750	5,840	5,430	5,898
0-02	Carbono orgánico	%	0,020	0,050	0,060	0,480	0,440	0,250	0,270	0,240	0,226
0-03	Nitrógeno total	%	0,010	0,020	0,030	0,080	0,060	0,010	0,020	0,020	0,031
0-04	Calcio	%	0,004	0,008	0,012	0,051	0,048	0,058	0,082	0,018	0,035
0-05	Magnesio	%	0,004	0,005	0,007	0,008	0,012	0,013	0,015	0,008	0,009
0-06	Sodio	%	0,200	0,030	0,051	0,195	0,025	0,011	0,018	0,028	0,070
0-07	Potasio	%	0,020	0,020	0,021	0,057	0,045	0,086	0,115	0,155	0,065
0-08	Fósforo	%	0,001	0,004	0,004	0,010	0,010	0,003	0,003	0,004	0,005
0-09	Cobre	ppm	0,160	0,270	0,190	0,220	0,120	0,244	0,271	0,283	0,220
0-10	Hierro	ppm	3,770	8,560	8,680	11,730	11,560	36,960	20,810	12,470	14,318
0-11	Manganeso	ppm	0,020	1,210	1,180	3,320	5,430	15,600	7,723	4,973	4,932
0-12	Zinc	ppm	0,460	0,110	0,030	0,610	0,570	0,530	0,350	0,580	0,405

Fuente: Resultados de análisis de laboratorio ABEN (Agencia Boliviana de Energía Nuclear) 2019

Anexo 8a. Resultado de análisis en laboratorio (análisis químico del biol)



ANÁLISIS QUÍMICO DE ABONOS ORGÁNICOS

INTERESADO : FREDY VILLAGOMEZ G

PROCEDENCIA : Departamento : LA PAZ

Provincia : INGAVI

Municipio : TARIACO

NO SOLICITUD: 044/2019

FECHA DE RECEPCIÓN : 01 Octubre / 2019

FECHA DE ENTREGA : 14/Noviembre/2019

DESCRIPCIÓN : MUESTRA DE BIOL : Comunidad Zapana - Rayfina Lecona

N° Lab	PARÁMETRO	Resultado	Unidades	Método
AQ-004-01/2019	pH en agua 1:5	3.50	-	Potenciometría
AQ-004-02/2019	Carbono orgánico	6.48	%	Walkley Black
AQ-004-03/2019	Nitrógeno total	0.080	%	Kjeldahl
AQ-004-04/2019	Calcio	0.081	%	Absorción atómica
AQ-004-05/2019	Magnesio	0.006	%	Absorción atómica
AQ-004-06/2019	Sodio	0.198	%	Emisión atómica
AQ-004-07/2019	Potasio	0.001	%	Emisión atómica
AQ-004-08/2019	Fósforo	0.01	%	Espectrofotometría UV-Visible
AQ-004-09/2019	Cobre	0.22	ppm	Absorción atómica
AQ-004-10/2019	Hierro	11.73	ppm	Absorción atómica
AQ-004-11/2019	Manganeso	3.32	ppm	Absorción atómica
AQ-004-12/2019	Zinc	0.81	ppm	Absorción atómica

OBSERVACIONES:-

Ing. FREDY VILLAGOMEZ G.
 Ing. en APLICACIONES DE LA
 ENERGÍA NUCLEAR

Anexo 9. Resumen de resultados de laboratorio (análisis físico-químico del humus de lombriz)

Parámetro	Unidad	Taraco		Colquenchá	Calamarca			Promedio
		Zapana	Ñacoca		Cuno Cuno	Julio Cy	Juana Cz	
Densidad real	g/cm3	1,00	0,95	1,43	1,68	1,51	1,78	1,39
Densidad aparente	g/cm3	0,50	0,52	0,45	0,68	0,51	0,70	0,56
Porosidad	%	50,00	45,00	68,00	59,00	66,00	60,00	58,00
pH en H2O relación 1:5	-	7,57	7,81	5,81	7,02	7,19	5,60	6,83
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	5,87	1,51	5,76	2,76	1,53	2,36	3,30
Presencia de carbonatos	-	no calcáreo	no calcáreo	no calcáreo	no calcáreo	no calcáreo	no calcáreo	no calcáreo
Calcio intercambiable	meq/100g S	85,06	69,20	23,35	43,47	22,00	20,27	43,89
Magnesio intercambiable	meq/100g S	21,82	13,25	10,88	4,56	4,58	4,81	9,98
Sodio intercambiable	meq/100g S	2,62	2,38	5,18	1,78	0,99	6,35	3,22
Potasio intercambiable	meq/100g S	58,03	25,50	33,92	22,73	10,52	30,72	30,24
Materia orgánica	%	50,38	34,26	19,48	29,55	52,39	38,29	37,39
Carbono orgánico	%	29,22	19,87	11,30	17,14	30,39	22,21	21,69
Capacidad de intercambio catiónico	meq/100g S	169,48	113,46	75,31	74,51	39,79	64,91	89,58
Nitrógeno total	%	2,27	1,91	1,70	1,76	1,76	1,19	1,77
Fosforo disponible	ppm	168,80	294,30	294,30	234,30	234,30	294,40	253,40

Anexo 9a. Resultados de laboratorio (análisis físico-químico del humusde lombriz)



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA EN SUELOS Y AGUAS
(LAFASA)



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE ABOÑO

INTERESADO: ONG CIPCA
PROCEDENCIA: Departamento La Paz
Municipio Colquechaca
Siveria Mamani Fernández

SOLICITUD: LAF 411
FECHA DE ENTREGA: 02/12/2019

DESCRIPCION HUMUS DE LOMBRIZ

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
Densidad Real	g/cm ³	1.432	Picnómetro
Densidad Aparente	g/cm ³	0.453	Probeta
Porosidad	%	68	Cálculo
pH en H ₂ O relación 1:5	-	5.81	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	5.76	Potenciometría
Presencia de Carbonatos	-	No calcáreo	Efervescencia Ácida
Calcio intercambiable	mg/100g S.	23.35	Acentado de amonio IN (Espectrofotómetro de absorción atómica)
Magnesio intercambiable	mg/100g S.	10.88	Acentado de amonio IN (Espectrofotómetro de absorción atómica)
Sodio intercambiable	mg/100g S.	5.18	Acentado de amonio IN (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Potasio intercambiable	mg/100g S.	33.92	Acentado de amonio IN (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Materia orgánica	%	19.68	Walkley y Black
Carbono Orgánico	%	11.90	Cálculo
Capacidad de Intercambio Catiónico	mg/100g S.	75.11	Acentado de amonio IN(Espectrofotómetro de emisión y absorción atómica) Volumetría
Nitrógeno total	%	1.70	Kjeldahl
Fósforo disponible	ppm	294.30	Espectrofotometría UV-Visible



[Firma]
Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

Av. Landarte s/n, Miraflores del Acero N.º 1850 Facultad de Agronomía
Tel.: 04424 48447-74016164-72071326

Anexo 10. Resumen de resultados del laboratorio (análisis físico-químico de suelo en laboratorio)

Parámetro	Unidad	Agroecológico						Convencional			
		Taraco		Colquenchá		Calamarca		Taraco		Colquenchá	
		Nacoca	Ticuyo	Ticuyo	Colquenchá	Cuno Cuno	Promedio	Zapana	Ticuyo	Cuno Cuno	Promedio
TEXTURA	Arena	57	42	42	49	49,33	49,33	29	43	35	35,67
	Limo	29	33	33	23	28,33	28,33	45	37	41	41,00
	Arcilla	14	25	25	28	22,33	22,33	26	20	24	23,33
	Clase textural	FA	F	F	FAA	FA	FA	F	F	F	F
Densidad real	g/cm3	1,73	2,24	2,24	2,03	2,00	2,00	2,24	2,42	2,09	2,25
Densidad aparente	g/cm3	1,22	1,21	1,21	1,33	1,26	1,26	1,21	1,13	1,14	1,16
Humedad CC	%	16,25	19,79	19,79	20,66	18,90	18,90	22,21	17,93	21,63	20,59
Humedad PMP	%	7,56	9,57	9,57	10,86	9,33	9,33	9,33	7,88	8,92	8,71
Infiltración		37,1	10,54	10,54	6,70	18,11	18,11	8,39	13,13	9,85	10,46
Porosidad		29	46	46	34	36,33	36,33	46	82	45	57,67
pH en agua relación 1:5	-	7,43	6,28	6,28	6,65	6,79	6,79	6,12	6,47	5,84	6,14
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	0,29	0,07	0,07	0,11	0,16	0,16	0,16	0,05	0,05	0,09
Calcio intercambiable	meq/100g S	5,09	5,16	5,16	3,04	4,43	4,43	2,13	7,06	2,47	3,89
Magnesio intercambiable	meq/100g S	1,2	0,85	0,85	1,37	1,14	1,14	0,37	1,27	0,37	0,67
Sodio intercambiable	meq/100g S	0,24	0,25	0,25	0,08	0,19	0,19	0,64	0,13	0,12	0,30
Potasio intercambiable	meq/100g S	2,88	0,17	0,17	1,66	1,57	1,57	0,52	0,28	0,55	0,45

continúa...

Parámetro	Unidad	Agroecológico					Convencional				
		Taraco		Colquenchia		Calamarca	Promedio	Taraco		Colquenchia	Calamarca
		Ñacoca		Ticuyo		Cuno Cuno		Zapana	Ticuyo	Cuno Cuno	Promedio
Materia orgánica	%	3,66		2,21		1,7	2,52	1,33	1,76	2,27	1,79
Capacidad de intercambio catiónico	meq/100g S	10,11		6,66		6,89	7,89	4,00	8,98	3,89	5,62
Nitrógeno total	%	0,2		0,13		0,16	0,16	0,16	0,12	0,16	0,15
Fósforo disponible	ppm	125,2		12,1		83,3	73,53	41,6	20,1	21,6	27,77
Total de bases de intercambio	meq/100g S	9,41		6,43		6,51	7,45	3,66	8,74	3,52	5,31

Anexo 10a. Resultado de laboratorio (análisis físico-químico del suelo agroecológico)



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA EN SUELOS Y AGUAS
(LAFASA)



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: ONG CIPCA

PROCEDENCIA: Departamento La Paz

Municipio Taraco

Comunidad Naoca

Agroecológico

DESCRIPCIÓN: MUESTRA DE SUELO

SOLICITUD: LAF 417

FECHA DE ENTREGA: 02/12/2019

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	57
	Limo	%	29
	Arcilla	%	14
	Clase Textural	-	Franco Arcilloso
Densidad Real	g/cm ³	1.733	Picnometro
Densidad Aparente	g/cm ³	1.224	Probeta
Humedad CC	%	16.25	Ollas a presión de Richards
Humedad PMP	%	7.56	Ollas a presión de Richards
Infiltración		17.1	Cálculo
Porosidad		29	Cálculo
pH en H ₂ O relación 1:5		7.43	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmho/cm	0.29	Potenciometría
Calcio intercambiable	meq/100g S.	5.09	Acorato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
Magnesio intercambiable	meq/100g S.	1.2	Acorato de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
Sodio intercambiable	meq/100g S.	0.24	Acorato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Potasio intercambiable	meq/100g S.	2.88	Acorato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Materia orgánica	%	3.66	Walkley y Black
Capacidad de Intercambio Catiónica	meq/100g S.	10.11	Acorato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión y absorción atómica) Volumetría
Nitrógeno total	%	0.20	Kjeldahl
Fósforo disponible	ppm	125.20	Espectrofotometría UV-Visible
Total de bases de intercambio	meq/100g S.	8.42	Cálculo



Ph.D. Roberto Méndez Céspedes
LABORATORIO DE SUELOS

Av. Sanjaquí s/n, P.O. Box 161 Acro N° 1850 Facultad de Agronomía
Fono: 8400 248447-74016358-73075326

Anexo 10b. Resultado de laboratorio (análisis físico-químico del suelo convencional)



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA (EN SUELOS Y AGUAS)
(LAFASA)



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO: ONG CIPCA

PROCEDENCIA: Departamento La Paz

Municipio Colquescha

Comunidad Ticoyo

Convencional

SOLICITUD: LAIF 429

FECHA DE ENTREGA: 02/12/2019

DESCRIPCIÓN: MUESTRA DE SUELO

TEXTURA	PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
	Areia	%	43	Boisjean
	Limo	%	37	
	Argila	%	20	
	Clase Textural	-	Franco	
	Densidad Real	g/cm ³	2.438	Picnometría
	Densidad Aparente	g/cm ³	1.177	Prueba
	Humedad CC	%	17.83	Ollas a presión de Richards
	Humedad PMP	%	7.88	Ollas a presión de Richards
	Infiltración		13.33	Cálculo
	Porosidad		82	Cálculo
	pH en H ₂ O relación 1:5	-	8.47	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en agua 1:5	microhm/cm	0.05	Potenciometría
	Calcio intercambiable	meq/100g S.	7.06	Acento de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
	Magnesio intercambiable	meq/100g S.	1.27	Acento de amonio 1N (Espectrofotómetro de absorción atómica)
	Sodio intercambiable	meq/100g S.	0.13	Acento de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
	Potasio intercambiable	meq/100g S.	0.28	Acento de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
	Materia orgánica	%	1.76	Walkley y Black
	Capacidad de intercambio Catiónico	meq/100g S.	8.98	Acento de amonio 1N(Espectrofotómetro de emisión y absorción atómica) Volumétrica
	Nitrógeno total	%	0.12	Kjeldahl
	Fósforo disponible	ppm	29.32	Espectrofotometría UV-Visible
	Total de bases de Intercambio	meq/100g S.		Cálculo



Ph.D. Roberto Miranda Casas
LABORATORIO DE SUELOS

Av. La Paz s/n, edificios del Acre N° 1850 Facultad de Agronomía
Tel: 2486467-7401626-73015126



Con el apoyo de:



Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA)

Casilla 5484

Teléfono: (591-2)2910797 – Fax (591-2) 2910796
Calle Claudio Peñaranda N° 2706, esquina Vincenti, Sopocachi

Correo electrónico: cipca@cipca.org.bo

Página web: www.cipca.org.bo

La Paz, Bolivia

