

Evaluación de la capacidad de resiliencia de sistemas de producción agroforestales, agricultura bajo riego y ganadería semi intensiva

Evaluation of resilience capacity of agroforestry production systems, agriculture under irrigation and semi-intensive livestock

Torrico-Albino Juan Carlos^{1*}, Peralta-Rivero Carmelo², Pelletier Élise³

¹Instituto Agrario. Calle Presbítero Medina, N° 2597, La Paz – Bolivia. ² Centro de Investigación y Promoción del Campesinado – CIPCA. Calle Claudio Peñaranda N° 2706, La Paz – Bolivia. ³ OXFAM Québec. Calle 16 de Calacoto N° 8232, La Paz Bolivia. * Persona de contacto: torrico@web.de

Resumen

En los últimos cinco años el cambio climático ha impactado fuertemente los sistemas de producción agrícolas y reducido considerablemente la seguridad alimentaria de varias poblaciones damnificadas con inundaciones y sequías en diferentes pisos ecológicos en Bolivia. Para plantear sistemas alternativos, no se conoce el grado de resiliencia de las unidades productivas, razón por la cual este estudio evaluó la resiliencia cualitativa y cuantitativamente, sus capacidades de absorción, adaptación, y transformación de los sistemas agroforestales en la región amazónica; agricultura bajo riego en los valles altos; y ganadería semi-intensiva en el chaco boliviano promovidos por el Centro de Investigación y Promoción del Campesinado. Los resultados muestran que los índices globales de resiliencia obtenidos para cada uno de los sistemas agrícolas revelan que las unidades productivas evaluadas que implementan tecnologías agroecológicas son significativamente más resilientes que los que no integran estas tecnologías: Charagua -Sistemas ganaderos semi-intensivos (0,72), Charagua sistemas ganaderos extensivos (0,48), Anzaldo – Sistemas agricultura bajo riego (0,71), Anzaldo – sistemas agricultura a secano (0,49), Puerto Gonzalo Moreno – Sistemas agroforestales (0,69) y Puerto Gonzalo Moreno sistemas convencionales (0,47).

Palabras Clave: Resiliencia, sistemas agroforestales, ganadería semi-intensiva, agricultura bajo riego.

Abstract

In the last five years, climate change has strongly impacted agricultural production systems and has considerably reduced the food security of several populations affected by floods and droughts in different ecological zones in Bolivia. In order to propose alternative systems, the degree of resilience of the productive units is not known, which is why this study evaluated the qualitative and quantitative resilience, its absorption, adaptation and transformation capacities of the agroforestry systems in the Amazon region; agriculture under irrigation in the high valleys; and semi-intensive livestock in the Bolivian Chaco promoted by the Centro de Investigación y Promoción del Campesinado. The results show that the global resilience indexes obtained for each of the agricultural systems reveal that the evaluated productive units that implement agroecological technologies are significantly more resilient than those that do not integrate these technologies: Charagua - Semi-intensive livestock systems (0.72), Charagua extensive livestock systems (0.48), Anzaldo - Irrigation agriculture systems (0.71), Anzaldo - rainfed agriculture systems (0.49), Puerto Gonzalo Moreno - Agroforestry systems (0.69) and Puerto Gonzalo Moreno conventional systems (0.47).

Key words: Resilience, agroforestry systems, semi-intensive livestock, irrigated agriculture.

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una realidad en todo el mundo y en Bolivia ya se viven sus impactos en todos los sectores, siendo el sector agropecuario el más vulnerable y afectado por su dependencia directa del clima. En Bolivia se prevén modificaciones fuertes en el comportamiento de la temperatura y en los regímenes pluviales, mayor incidencia de heladas, así como también, presencia de sequías prolongadas. Todo este conjunto de cambios en el comportamiento climático afectará especialmente a los pequeños productores, bajando considerablemente los rendimientos agropecuarios y sus ingresos y colocándolos en situación de inseguridad alimentaria (Torrico, 2017).

Entender los sistemas de producción y su resiliencia, su capacidad de adaptación, absorción y transformación se hace fundamental para mejorar la seguridad alimentaria especialmente de familias vulnerables.

La resiliencia es un parámetro de naturaleza multifacética, multidimensional, altamente dinámico, por lo tanto, difícil de parametrizar, cuantificar y valorar (Torrico, 2010, Cumming *et al.*, 2005). La resiliencia además tiene un potencial limitado de interpretaciones de lo que es un concepto abstracto frente a un sistema complejo (Alinovi *et al.*, 2007). Además, la falta de métricas cuantificables para fines de evaluación hace el concepto bastante subjetivo. Simplificar los sistemas, procesos y dinámicas, y cuantificarlo implica correr el peligro de perder información de las interrelaciones de sus subsistemas (Alinova, 2007).

Medir la resiliencia sin un marco conceptual robusto puede llevar a interpretaciones ambiguas y aisladas (Mazvimavi y Rohrbach, 2006; Smith *et al.*, 2016), en el mejor de los casos un marco conceptual debe incluir la dinámica del tiempo y hacer referencia a eventos perturbadores del sistema (Béné, 2013; Janssens y Torrico, 2015). De manera general existen muchos marcos conceptuales sobre la resiliencia que se diferencian y hasta discrepan entre sí, lo que dificulta su comparación, se debe además incluir el contexto y los medios de vida (Béné, 2013).

Existen también dificultades en cuantificar económicamente varios de los procesos de los sistemas de producción basados en el enfoque de la resiliencia. La resiliencia con preferencia debe medirse a nivel de unidad productiva, debido a que la capacidad de respuesta se da desde la familia o unidad productiva (Alinovi *et al.*, 2007, Hoskins, 2014). Las estrategias adaptativas se hacen más complejas a escalas más allá del nivel de la finca (Smith *et al.*, 2016).

Es también complejo determinar y medir la dinámica de los indicadores hacia la resiliencia (Bahadur, 2015), pues es difícil determinar el punto en el cual el sistema agrícola alcanzó un punto de equilibrio o estabilidad, Janssens y Torrico (2015) plantean como *agroclimax* el punto en el cual los sistemas agrícolas están en equilibrio con los sistemas naturales y socio-económicos y son estables a robustos frente a perturbaciones. Otra dimensión importante de los indicadores es el tipo de indicadores que se están recopilando, ya que indicadores pueden medir insumos, procesos, resultados y resultados y su distinción es muy importante.

La clave de los buenos indicadores es la credibilidad en lugar del volumen de datos o la precisión en la medición (Mazvimavi y Rohrbach, 2006). Sandhu-Rojon (2003) sostiene que una observación cuantitativa no es más intrínsecamente objetivo que una observación cualitativa, pero sugiere que grandes volúmenes de datos pueden confundir en lugar de enfocar. En este sentido debe ser importante concentrarse en los indicadores más importantes antes que abundar en una gran variabilidad que dificultan su análisis y seguimiento (Spearman y McGray, 2011; Hinkel, 2011).

Al momento de cuantificar variables subjetivas se corre el peligro del sesgo e interpretación objetiva, tanto en procesos productivos, especialmente en la parte social, el levantamiento de información debe basarse en generalizaciones sobre ciertos grupos de personas basadas en el género, la edad, la etnia (Mazvimavi y Rohrbach, 2006).

Si valoramos el aprendizaje y desarrollo de capacidades como una dimensión de la resiliencia, por ejemplo, podemos querer medir procesos de entrenamiento, intercambio de información y sensibilización. Esto sería, entonces, un indicador de proceso. Al mismo tiempo, este tipo de actividad puede considerarse un resultado si estamos interesados en medir el éxito del proyecto (Mazvimavi y Rohrbach, 2006).

La supervivencia a la escasez prolongada de agua en la agricultura requiere que los agricultores sean resistentes en múltiples dimensiones. Los agricultores pueden aspirar a la resiliencia tanto desde el punto de vista del capital financiero como del capital natural (Ranjan, 2014).

DFID (2011) sostiene que se debe tomar en cuenta un antes y después de eventos adversos y en lo posible medir cuanto las personas, procesos o sistemas han cambiado. La velocidad y las escalas también representan una dificultad de determinar, ¿hasta qué punto se recuperan los sistemas?, ¿cuáles son los umbrales de la resiliencia en un marco conceptual?, ¿cómo aprende el sistema?, ¿cuáles son las

capacidades del sistema para ser más resilientes? (Bene, 2013; DFID, 2011; Torrico, 2010).

La conversión de ecosistemas naturales a sistemas agrícolas, ocurre a tasas altas con impactos significativos en el agua. El aumento de la variabilidad de las precipitaciones expone los sistemas agrícolas a los impactos de las inundaciones y sequías (Basche & Edelson, 2017). Los nuevos sistemas agrícolas requieren atributos acordes a los desafíos del clima cambiante y los eventos extremos; el ajuste de los sistemas deben estar ajustados al contexto local, a su

2. MARCO CONCEPTUAL

Vulnerabilidad, adaptación y resiliencia son conceptos que se usan a menudo en varios campos de investigación, así como en varias líneas políticas relacionados especialmente al cambio climático, estudios de la sostenibilidad, reducción de riesgos de desastre y las intervenciones contra la pobreza y hambre y muy a menudo para la evaluación y optimización de sistemas de producción agropecuarios (Torrice y Janssens, 2010).

Una transición terminológica reciente sobre resiliencia tiende a sobrepasar la estricta recuperación de las estructuras y funciones básicas de los sistemas después de una perturbación (Jones y Tanner, 2015). En este sentido, la resiliencia se definiría más bien como *la capacidad de un individuo, de una familia, de una población o de un sistema a absorber y recuperarse del impacto de los choques y estresores, a adaptarse al cambio y a transformarse potencialmente, sin comprometer, y posiblemente mejorar, sus perspectivas a largo plazo* (LWR, 2015a; Oxfam-Québec). Así, la resistencia no se enfoca únicamente en la capacidad de sobrevivir al impacto

medioambiente y a procesos sociales y socioeconómicos (Smith *et al.*, 2016).

Objetivo

Evaluar la resiliencia cualitativa y cuantitativamente, sus capacidades de absorción, adaptación, y transformación de los sistemas agroforestales en la región amazónica; agricultura bajo riego en los valles altos; y ganadería semi-intensiva en el chaco boliviano promovidos por el Centro de Investigación y Promoción del Campesinado - CIPCA.

de los choques en el corto plazo, pero también en la capacidad de las poblaciones más vulnerables de influir cambios en el largo plazo y de realizar sus plenos potenciales (LWR, 2015b). En el contexto de gestión de programas de desarrollo, la capacidad de resiliencia permitiría el logro de los resultados de desarrollo, tales como los medios de vida sostenibles, el bienestar, la reducción de la pobreza, etc. (LWR, 2015a). De manera más general, la resiliencia constituye *la capacidad de mujeres, hombres y niños para hacer valer sus derechos y mejorar su estado de bienestar a pesar de los choques, las tensiones y la incertidumbre* (Jeans *et al.*, 2016).

La resiliencia está constituida de tres capacidades claves, distintas pero complementarias, 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 también enfrentar los cambios impredecibles en el largo plazo (Jacobi *et al.*, 2014), estas son *la capacidad de absorción, capacidad de adaptación y capacidad de transformación* (Oxfam International, 2017; Oxfam Resilience



Fuente: Oxfam Resilience Knowledge Hub

Figura 1. Las tres capacidades de resiliencia según Oxfam.

3. METODOLOGÍA

Los tres casos de estudio corresponden a actividades que desarrolla el Centro de Investigación y Promoción del Campesinado – CIPCA, a través de la Propuesta Económica Productiva (PEP), (i) sistemas agroforestales en Puerto Gonzalo Moreno, (ii) agricultura sostenible bajo riego en Anzaldo, (iii)

nueva ganadería o ganadería comunitaria semi-intensiva en Charagua (Figura 2). Se construyeron y evaluaron indicadores de resiliencia en términos de absorción, adaptación y transformación a ser ajustados a los tres sistemas evaluados.

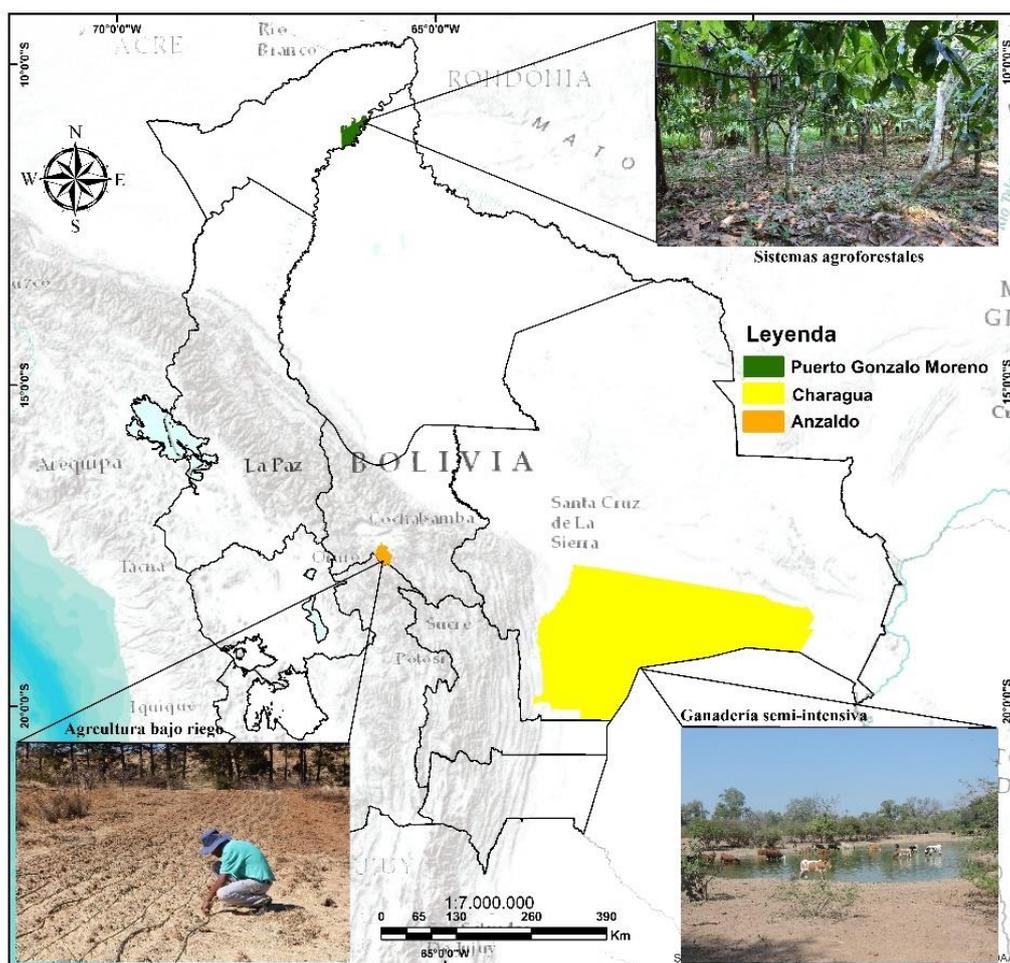


Figura 2. Localización de los municipios y los tres casos de estudio.

3.1 Descripción corta de los tres casos de estudio

La nueva ganadería o ganadería comunitaria semi-intensiva en Charagua

Se basa en un conjunto de prácticas que permiten mitigar los impactos de la sequía, hacer más eficiente el uso del suelo, fortalecer la economía de las familias guaraníes y lograr ingresos para las familias guaraníes que la implementan. En los predios comunales se implementan silvopasturas, manejo del bosque con reservas y alambrados para asegurar la recuperación de forrajes nativos y rotación de potreros y se hace captación de agua de lluvia para época de estiaje. Se implementa infraestructura para captación y manejo del agua que garantizan reservas para el consumo animal (atajados y aljibes). Este conjunto de actividades y permite la crianza semi intensiva de bovinos de cuya venta se generan ingresos para la comunidad y para las familias que participan en los proyectos comunitarios (CIPCA, 2016b). La nueva ganadería o ganadería comunitaria semi intensiva se constituye en un modelo alternativo de producción frente a la ganadería extensiva propia del chaco boliviano. Las áreas evaluadas bajo el sistema de la PEP corresponden a aproximadamente a 2.415

hectáreas bajo ganadería semi-intensiva en las comunidades Itatiki y San Francisco (CIPCA, 2016b).

La agricultura sostenible bajo riego en Anzaldo

Las familias implementan la agricultura sostenible y producción diversificada bajo riego, cultivando una diversidad de tubérculos, hortalizas, frutales y cereales. Se implementa infraestructura productiva que permite minimizar los efectos propios del medio (sequías, granizadas, heladas); transforma su sistema de producción a secano a un sistema de producción bajo riego con la implementación de obras de captación y distribución a nivel comunal y la implementación de riego presurizado (goteo y aspersión) a nivel familiar; se protegen superficies productivas con la implementación de invernaderos o el uso de mallas; y se diversifica la producción familiar (CIPCA, 2016a). Se realiza la siembra y cosecha de aguas, protegiendo los suelos con cobertura vegetal mediante forestación y reforestación arbórea y arbustiva para retener el agua de lluvias y mantener la humedad de los suelos; protección de las vertientes y ojos de agua; manejo de cuencas y microcuencas. La agricultura sostenible y bajo riego se constituye en un modelo alternativo de producción tradicional en los valles. Las áreas de agricultura bajo

riego entorno a la PEP e Anzaldo corresponden aproximadamente a 207 hectáreas (CIPCA, 2016b).

Los Sistemas agroforestales en Puerto Gonzalo Moreno

Los sistemas agroforestales son una alternativa económica productiva que se implementa en tierras bajas con familias campesinas e indígenas, se basa en el manejo sostenible de la tierra y los recursos naturales, utiliza prioritariamente los recursos naturales disponibles en el medio, la mano de obra familiar y conocimientos locales, combinando mediante distintas formas de ordenamiento, en un determinado tiempo y espacio, especies perennes, cultivos anuales y especies forrajeras. Los SAF pretenden ser una réplica del bosque para lo cual su diseño diversifica especies con base a recursos locales, pero se implementa de manera más planificada de tal modo que se tenga producción diversificada que facilite alimentos e ingresos para las familias durante todo el año y por muchos años mientras exista el sistema. Los SAF buscan lograr la sostenibilidad ambiental y social ya que se aplican en las condiciones

naturales de los bosques y en los modos de vida de la población local (CIPCA, 2016b). Los Sistemas Agroforestales se constituyen en un modelo alternativo al modelo extractivista de producción basado en el desbosque, la quema, la ampliación de la frontera agrícola y pecuaria, propios de la Amazonía boliviana. En los más de 15 años de implementación los SAF han demostrado que son una importante opción para afrontar los efectos del cambio climático, como las inundaciones, sequías e incendios. Los sistemas agroforestales que están bajo la PEP en Puerto Gonzalo Moreno son aproximadamente 197 hectáreas (CIPCA, 2016b).

3.2 Variables de estudio e indicadores

Basados en el marco conceptual se evaluó la resiliencia en base a las tres dimensiones (absorción, adaptación, transformación) se han seleccionado los indicadores más representativos y propuesto sus relaciones temporales antes y después del evento climático, así como comparación de sistemas tradicionales con los que implementan las tecnologías a través de la PEP de CIPCA (Tabla 1).

Tabla 1: Indicadores de resiliencia en términos de absorción, adaptación y transformación para a evaluación de sistemas agroforestales, agricultura bajo riego y ganadería semi-intensiva.

Elemento	Nombre indicador	Formulación del indicador	Formulación del indicador	Formulación del indicador
		Estabilidad de la producción	Recuperación de la producción global de la unidad familiar	% Producción producción
		Diversidad del suministro y abastecimiento de las semillas	Diversificación de fuentes	Nr. fuentes semillas
		Percepción de la capacidad de prepararse y de enfrentar los riesgos climáticos	Estrategias contra el cambio climático	Nr. de estrategias
	Capacidad de absorción	Salud general del ganado	Peso	Pérdida de peso
Estabilidad de la seguridad alimentaria	Acceso permanente potable	Capacidad de aprendizaje de los choques anteriores	Nuevas prácticas a consecuencia de eventos pasados	Nr. de prácticas anteriores
Estabilidad de la capacidad a responder a las necesidades básicas de la familia	Acceso permanente a alimentos (físico y económico)	Capacidad de aprovechamiento de las nuevas condiciones climáticas	acciones/prácticas para aprovechar nuevas condiciones	Nr. de prácticas anteriores
Estabilidad del acceso al agua para el consumo animal y las actividades productivas	Cobertura de las necesidades básicas	Prácticas resilientes de manejo silvopastoril	Prácticas adoptadas/adaptadas	Nr. de prácticas tradicionales
Estabilidad del acceso a alimentos para el consumo animal	Disponibilidad de alimentos	Tasa de sequía ganado = días con agua / 365	Cambios en prácticas tradicionales	Nr. de prácticas tradicionales
Pérdidas por eventos climáticos	Productos agrícolas	Prácticas agroforestales resilientes	cambios en prácticas tradicionales	Nr. de prácticas tradicionales
	Animales	Porcentaje de pérdida/rendimiento	Actividades productivas	Nr. de actividades
	Semillas	Nr. cabezas pérdida/tenencia		Nr. promedio
	Superficie silvopastoril	Variedades agrícolas	Agrobiodiversidad y Diversidad funcional	grado de diversidad promedio
	Forrajes	Genética de ganado	Resistencia genética a cambios climáticos	Grado de relación al p...
		Implementación de infraestructuras de defensa contra los riesgos climáticos	Infraestructura (contra riesgos climáticos)	Nr. de infraestructuras promedio
		Integración de nuevas tecnologías con conocimientos tradicionales	Tecnologías tradicionales	Nr. de tecnologías

Capacidad de transformación		Donde:
Organización comunitaria y fortalecimiento de las capacidades locales	Organización comunitaria	Grado de integración de la temática Cambio climático en las organizaciones comunitarias
	Desarrollo de capacidades	Nr. de capacitaciones relacionadas al CC y GR / Nr. total de capacitaciones (últimos 5 años) / Numero de capacidades
		Grado de aplicación de nuevos conocimientos Valor individual del indicador
Control de la tierra y de los medios de vida, hombres y mujeres	Tenencia de la tierra	% de tierra saneada

Para el cálculo del índice de resiliencia, los indicadores se agregaron de acuerdo a cada capacidad, dando el mismo peso a cada una de las tres capacidades, y dentro de las capacidades se dio el mismo peso a cada uno de sus indicadores, como se muestra a continuación:

$$I_{Rec} = \frac{\sum \left(\frac{I_{Cab}(i_1:i_{14})}{n_{Cab}} + \frac{I_{Cad}(i_1:i_{10})}{n_{Cad}} + \frac{I_{Ctr}(i_1:i_3)}{n_{Ctr}} \right)}{n_c}$$

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La resiliencia de los sistemas agroecológicos y convencionales se evaluó en función a los eventos climáticos descritos en la tabla 2.

Tabla 2: Eventos climáticos tomados en cuenta para el estudio según municipio y año.

Municipio	Eventos climáticos tomado en cuenta	Año de ocurrencia	Descripción corta general del evento
Anzaldo	Sequía	2014, 2015-2016	Sequía prolongada, 2014 media, 2015-2016 fuerte. Retraso de precipitaciones. 26 municipios declarados en emergencia y 4 en desastre, 31.325 familias perjudicadas y 21.446 hectáreas de cultivos dañadas (Peredo, 2016; Viceministerio de Defensa Civil de Bolivia, 2016).
Charagua	Sequía	2014	Peor sequía de los últimos 50 años (Redes Chaco, 2014, ATB, 2014) informó que en total serían 86.000 hectáreas de cultivos agrícolas afectados, 226.000 cabezas de ganado en riesgo, 48 mil pérdidas y 16.900 familias aquejadas en todo el Chaco (Viceministerio de Defensa Civil de Bolivia, 2016).
Gonzalo Moreno	Inundación	Fin 2013 primer semestre 2014	Superó los registros históricos de precipitaciones y subida de nivel de los Ríos de la Amazonia, provocando desbordes y alcanzando las áreas de cultivos de las comunidades indígenas riverseñas. Efectos: más de 92 mil ha dañadas, 131 mil cabezas de ganado muertas, y más de 70 mil familias damnificadas (Soliz et al., 2015).

Fuente: Elaboración Propia

4.1 Indicadores de resiliencia de los sistemas ganaderos en Charagua

Los indicadores globales de la resiliencia según capacidad muestran que las Unidades Productivas Agropecuarias (UPA) que participan e integran

tecnologías agroecológicas en sistemas ganaderos semi-intensivos notablemente son superiores a las que no lo hacen, especialmente en las capacidades de absorción y adaptación. Capacidad media a buena para la Absorción (0,61), Adaptación (0,83) y Transformación (0,73). Mientras que para las UPA

que no integran las tecnologías los indicadores globales de las capacidades son bajas: Capacidad

media a buena para la Absorción (0,39), Adaptación (0,43) y Transformación (0,63) (Figura 2).

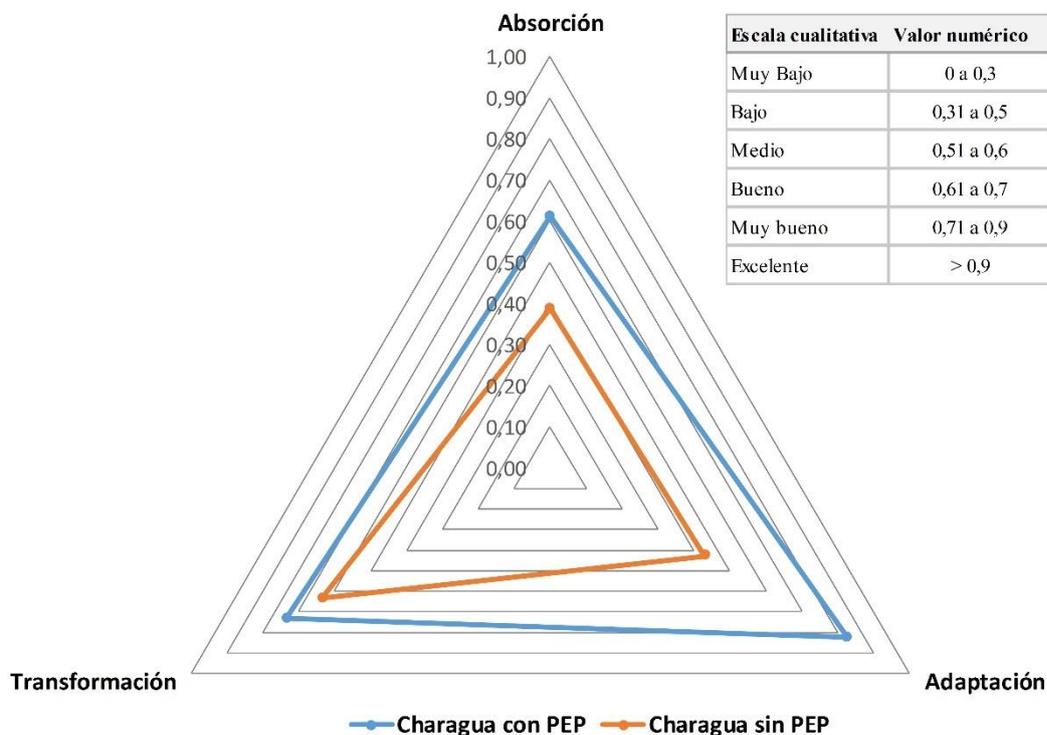


Figura 3. Indicadores de resiliencia agregados para el Municipio de Charagua, con y sin tecnologías agroecológicas sistemas ganaderos semi-intensivos (PEP). Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al grado de absorción del sistema semi-intensivo bajo la PEP, la salud general del ganado es mejor que en la del sistema convencional (ganadería extensiva). Asimismo, existe mejor capacidad de los miembros de la comunidad de prepararse y enfrentar riesgos climáticos gracias a las tecnologías que los productores implementan. Existe mejor estabilidad en la producción y menor pérdida por muerte del ganado por eventos climáticos. La estabilidad de acceso al agua para el consumo animal y las actividades productivas es mayor. En términos generales, este sistema responde mejor en cuanto a las necesidades básicas de las familias y la seguridad alimentaria, tal como se puede confirmar con otras investigaciones sobre los beneficios de la ganadería semi-intensiva en la región Chaco y los beneficios desde el punto de vista agroecológico (AGRECOL Andes, 2006; Ureña y Villagra, 2016; CIPCA 2016b; Céspedes, 2017).

Respecto a la capacidad de adaptación del sistema bajo manejo comunitario, la integración de nuevas tecnologías con conocimiento tradicional y técnico ha mejorado al desarrollo de prácticas más resilientes de manejo silvopastoril, tal como resume Altamirano (2007), además, se ha mejorado la

capacidad de aprovechamiento de condiciones ambientales y la capacidad de aprendizaje de los choques anteriores. Igualmente, el sistema ganadero semi-intensivo comunitario, permite un mejor control de la tierra y de los medios de vida de hombres y mujeres, así como una mejor organización a nivel comunitario y fortalecimiento de las capacidades locales, lo cual ayuda a mejorar y/o lograr una transformación resiliente de sus sistemas, tal como lo destaca también Ureña & Villagra (2006) y Céspedes, (2017).

4.2 Indicadores de resiliencia de los sistemas agrícolas de producción en Anzaldo

Los indicadores globales de la resiliencia según capacidad muestran que las UPA que participan e integran tecnologías agroecológicas en sistemas de producción bajo riego notablemente son superiores a las que no lo hacen, especialmente en las capacidades de absorción y adaptación. Capacidad buena para la Absorción (0,70), Adaptación (0,71) y Transformación (0,72). Mientras que para las UPA que no integran las tecnologías los indicadores globales de las capacidades son bajas: Capacidad media a buena para la Absorción (0,42), Adaptación (0,44) y Transformación (0,60) (Figura 3).

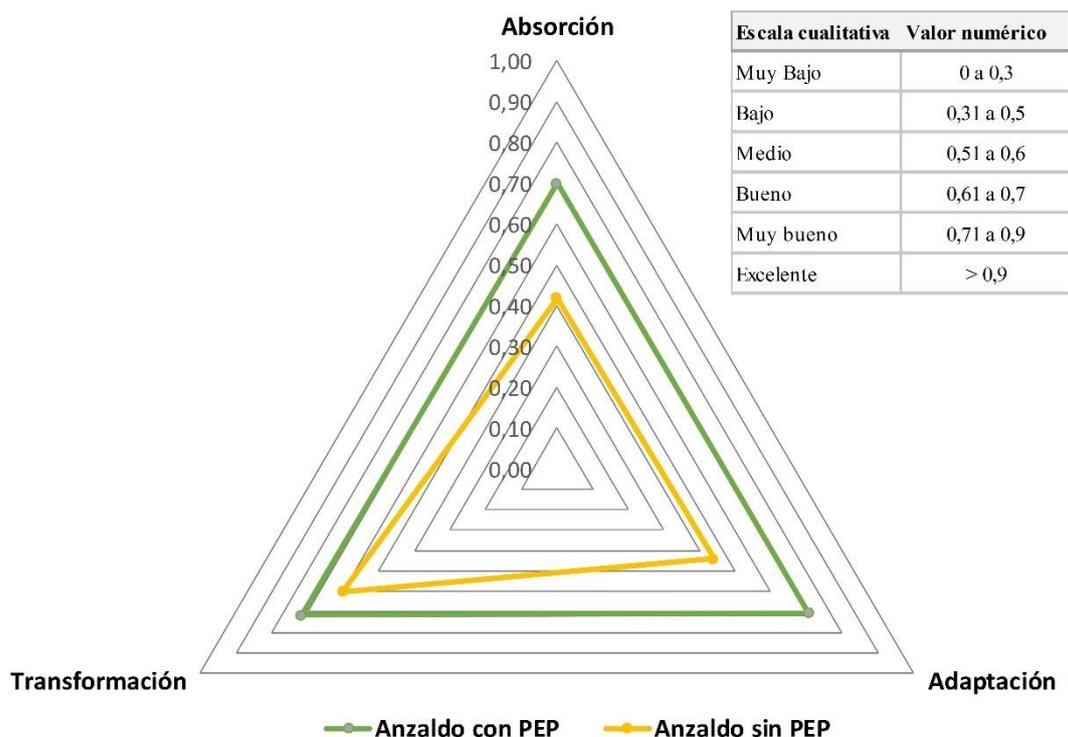


Figura 4. Indicadores de resiliencia agregados para el Municipio de Anzaldo, con y sin tecnologías agroecológicas de sistemas de producción bajo riego (PEP). Fuente: Elaboración propia.

En términos de transformación, los productores con PEP han logrado una mejor organización comunitaria y las capacidades locales se han fortalecido, sobre todo en torno al manejo de la cuenca y gestión del agua. Igualmente, el sistema les permite tener control y acceso a la tierra y a la mejora de los medios de vida de hombres y mujeres, tal como lo destaca Céspedes (2016) y CIPCA (2016a; 2006b).

En relación al grado de adaptación, los productores bajo el sistema de la PEP integran tecnologías e infraestructura (invernadero y aljibes) contra riesgos climáticos al mismo tiempo que les permite desarrollar prácticas agrícolas resilientes. Asimismo, los productores muestran que poseen mejor capacidad para el aprovechamiento de nuevas condiciones climáticas para la producción. En cuanto a la absorción, existe la percepción por parte de los productores de poseer mejor capacidad de prepararse y enfrentar riesgos climáticos de tal forma que se genera una mejor estabilidad en la producción y reducción en las pérdidas agrícolas. De igual manera, las familias tienen mejor acceso al agua dados los atajados familiares y hacen un aprovechamiento más eficiente del agua dado el riego presurizado para desarrollar sus actividades productivas. Asimismo,

existe mejor capacidad de responder a las necesidades básicas de las familias y estabilidad de la seguridad alimentaria, porque además las reservas de agua en atajados y el riego presurizado permite en algunas áreas dos cosechas de papa al año, la de verano que se hace a secano y es para consumo familiar y la de invierno que se hace con riego y es para la venta tal como se puede corroborar en los estudios de ingreso familiar anual para la región (Pellens, 2006; CIPCA, 2015).

4.3 Indicadores de resiliencia de los sistemas agroforestales en Puerto Gonzalo Moreno

Los indicadores globales de la resiliencia según capacidad muestran que las UPA que participan e integran tecnologías agroecológicas en sistemas de producción agroforestales notablemente son superiores a las que no lo hacen, especialmente en las capacidades de absorción y adaptación. Capacidad media a buena para la Absorción (0,59), Adaptación (0,73) y Transformación (0,73). Mientras que para las UPA que no integran las tecnologías los indicadores globales de las capacidades son bajas: Capacidad media a buena para la Absorción (0,34), Adaptación (0,40) y Transformación (0,70) (Figura 4).

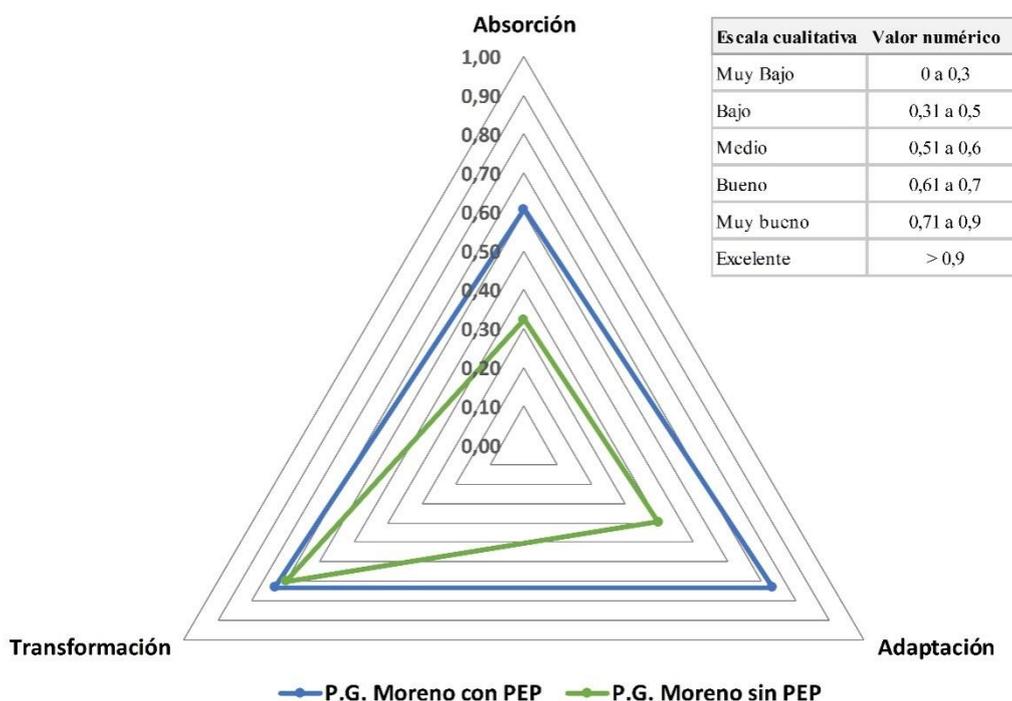


Figura 5. Indicadores de resiliencia agregados para el Municipio Puerto Gonzalo Moreno, con y sin tecnologías agroecológicas de sistemas de producción agroforestales (PEP). Fuente: Elaboración propia.

En términos de transformación, los SAF con PEP se caracterizan por tener una mejor organización comunitaria y fortalecimiento de las capacidades locales, tal como lo demuestra Céspedes (2016) y Vos *et al.* (2015). En cuanto al grado de adaptación, los productores integran tecnologías con conocimiento tradicional e integran infraestructuras para la defensa contra riesgos climáticos, además, estos sistemas presentan una gran variedad de especies agrícolas y mayor diversificación productiva. De igual manera, existe buena capacidad de aprendizaje con respecto a choques anteriores como, por ejemplo, las sequías y sobre todo por las inundaciones del periodo 2013-2014 en donde al menos 817 familias de 21 comunidades de Puerto Gonzalo Moreno fueron afectadas (Soliz *et al.*, 2015).

En esa línea, el grado de transformación es alto puesto que existe mayor capacidad de parte de los productores de prepararse para enfrentar riesgos climáticos. Por otro lado, en los SAF con PEP existe una mayor diversidad del suministro y abastecimiento de las semillas, estabilidad en la producción, menor pérdida por eventos climáticos, mayor estabilidad del acceso a alimentos que responden a las necesidades básicas de las familias, logrando así una estabilidad de

la seguridad alimentaria de las familias. En este sentido, Vos *et al.* (2015) resaltan la importancia de los sistemas agroforestales en la región por los beneficios directos e indirectos en el ámbito socio-económico y ambiental. Asimismo, estos sistemas son un complemento importante para el manejo y recolección de productos forestales no maderables en la zona (Pellens, 2006; Peralta *et al.*, 2009; CIPCA, 2015), ayudando de esta manera a la seguridad alimentaria de las familias, sobre todo en épocas de baja producción por eventos climáticos.

4.4 Índice de resiliencia

Existen diferencias significativas entre las UPA evaluadas y que participan e integran las tecnologías agroecológicas PEP en relación a aquellas que no están bajo esta propuesta. Se observa que todas las UPA que no integran estas tecnologías muestran índices de resiliencia bajos, mientras que los que si integran las tecnologías PEP tienen índices de resiliencia medio a muy buenos: Charagua con PEP (0,72: muy bueno), Charagua sin PEP (0,48: bajo), Anzaldo con PEP (0,71: muy bueno), Anzaldo sin PEP (0,49: bajo), Gonzalo Moreno con PEP (0,69: bueno) y Gonzalo Moreno sin PEP (0,47: bajo) (Figura 5).

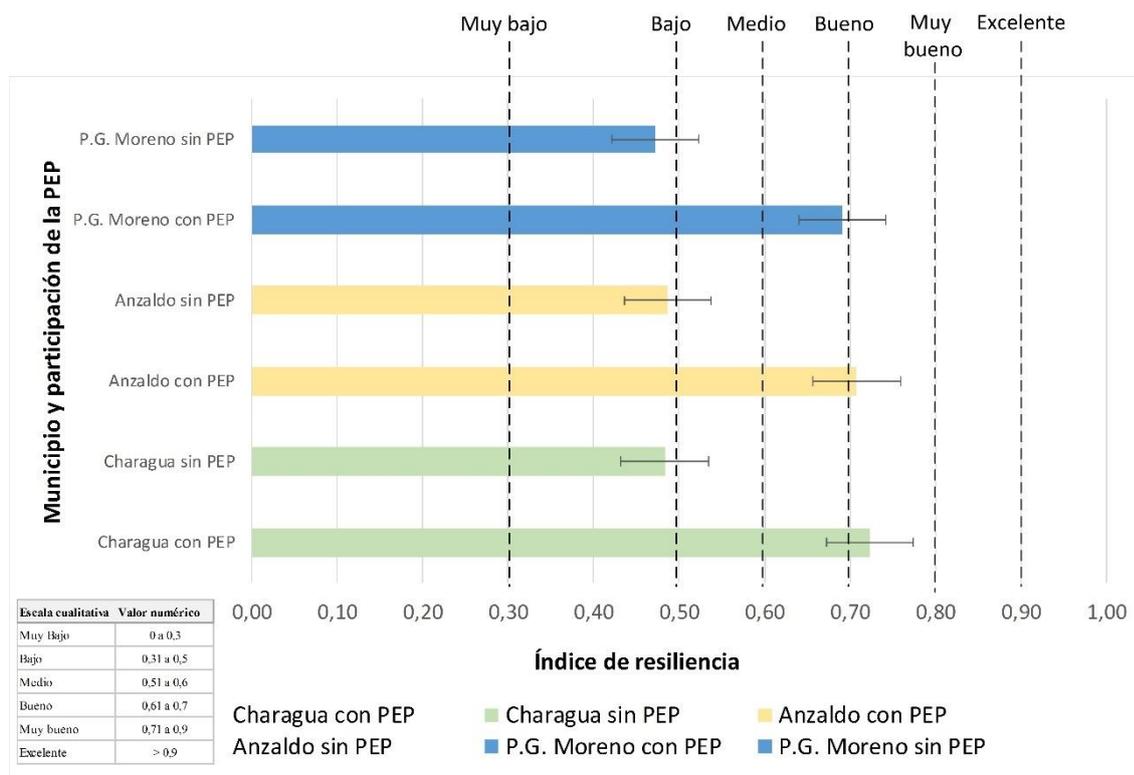


Figura 6. Comparación del Índice de resiliencia a partir de agregación de indicadores de las tres capacidades con y sin PEP para los tres municipios: Charagua, Anzaldo, y Gonzalo Moreno.

5. CONCLUSIONES

La escala determinada para evaluar la resiliencia (Índice de resiliencia) de los sistemas de producción fueron: 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.

Los *índices globales* de resiliencia obtenidos para cada uno de los sistemas agrícolas muestran que las unidades productivas evaluadas que implementan tecnologías agroecológicas son significativamente más resilientes que los que no integran estas tecnologías: Charagua -Sistemas ganaderos semi intensivos (0,72), Charagua sistemas ganaderos extensivos (0,48), Anzaldo – Sistemas agricultura bajo riego (0,71), Anzaldo – sistemas agricultura a secano (0,49), Gonzalo Moreno – Sistemas agroforestales (0,69) y Gonzalo Moreno sistemas convencionales (0,47).

Los *índices globales desagregados* por capacidad muestran que las UPA evaluadas que participan e integran las tecnologías agroecológicas PEP son significativamente más resilientes para cada una de las tres capacidades (absorción, adaptación y transformación) que los que no integran estas tecnologías, respectivamente a cada capacidad: Charagua -Sistemas ganaderos semi intensivos (0,61; 0,83; 0,73), Charagua sistemas ganaderos extensivos (0,39; 0,43; 0,63), Anzaldo – Sistemas agricultura bajo

riego (0,70; 0,71; 0,72), Anzaldo – sistemas agricultura a secano (0,42; 0,44; 0,60), Gonzalo Moreno – Sistemas agroforestales (0,61; 0,73; 0,73), Gonzalo Moreno sistemas convencionales (0,32; 0,40; 0,70).

La comparación de los tres sistemas productivos a través del marco conceptual de la resiliencia, permite comprobar que las actividades agroecológicas de la Propuesta Económica Productiva (PEP) tienen fuerte impacto sobre la resiliencia de los sistemas de producción en cada uno de los tres municipios evaluados, mejorando su capacidad de absorción, adaptación y transformación de eventos climáticos adversos.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Francés para el Medio Ambiente (FFEM) por sus siglas en Francés y a la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD). A las familias campesinas e indígenas quienes accedieron y voluntariamente participaron en esta investigación realizando grandes aportes. También por su valiosa contribución a Pamela Cartagena, María Oblitas, Javier Francisco Rocha, Wilder Moza, Vincent Vos, Rosario Flores y Rudy Caya, de los equipos técnicos de CIPCA Cochabamba, CIPCA Cordillera y CIPCA Norte Amazónico.

REFERENCIAS

- Altamirano, J. C. (2007). Evaluación del rendimiento de biomasa forrajera en monte nativo diferido y sistemas silvopastoriles en comunidades guaraníes del Chaco boliviano. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Facultad Integral del Chaco. 83 p.
- AGRECOL Andes, (2006). Estudio sobre desarrollo agropecuario sostenible en el Chaco Boliviano: problemas, tendencias, potenciales y experiencias. Cochabamba, Bolivia. 146 p.
- Alinovi, L., Hemrich, G. and Russo, L. (2007). Addressing food insecurity in fragile states: case studies from the Democratic Republic of the Congo, Somalia and Sudan (No. 07, p. 21). ESA Working Paper. Bahadur, A. (2015 under review) 'Measuring Resilience – An analytical review', *Climate and Development*.
- Bahadur, A., Ibrahim, M. and Tanner, T. (2013) 'Characterising resilience: unpacking the concept for tackling climate change and development', *Climate and Development* 5(1): 55-65.
- Basche, A. D., & Edelson, O. F. (2017). Improving water resilience with more perennially based agriculture. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41(7), 799-824. doi:0.1080/21683565.2017.1330795
- Béné, C. (2014). Towards a Quantifiable Measure of Resilience. IDS Institute of Development Studies. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2040-0209.2013.00434.x/pdf>.
- Céspedes, L. (2017). Beneficios de la agroecología en Bolivia. Estudios de caso. Centro de investigación y promoción del campesinado. La Paz. 186 p.
- CARE, (2010). Manuel de l'Analyse de la Vulnérabilité et de la Capacité d'adaptation au Changement climatique. Versión francesa de CARE International, 2009. *Climate Vulnerability and Capacity Analyses*. 43 p.
- Christian Aid y Soluciones Prácticas, (2011). Saberes locales de colonos e indígenas mostenes. ITDG.
- CIPCA, (2016a). La Propuesta Económica Productiva en Valles Interandinos. Nuevos elementos. Documento interno. Cochabamba, 41 p.
- CIPCA, (2016b). Sistematización de la Propuesta Económica Productiva de CIPCA. Documento interno. La Paz.
- CIPCA, (2015). Estudio sobre los ingresos familiares anuales 2010-2011. Unidad de Acción Política, Centro de Investigación y promoción del Campesinado, La Paz. 118 p.
- Cumming, G. S., Barnes, G., Perz, S., Schmink, M., Sieving, K. E., Southworth, J., Binford, M., Holt, R. D., Stickler, C. and Van Holt, T. (2005). An exploratory framework for the empirical measurement of resilience. *Ecosystems*, 8(8), 975-987.
- DFID, (2011). Department for International Development Defining disaster resilience: a DFID approach paper. UK Aid. <https://www.gov.uk/government/publications/defining-disaster-resilience-a-dfid-approach-paper>
- Hinkel, J. (2011). "Indicators of vulnerability and adaptive capacity": Towards a clarification of the science-policy interface. *Global Environmental Change*, 21:198-208 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378010000750?via%3Dihub>
- Hoskins, A. (2014). Resilience measurement for food and nutrition security: process and principles. Resilience, Montpellier, France.
- Instituto Internacional de Reconstrucción Rural (IIRR), Organización Católica para la Ayuda de Emergencia y Desarrollo (CORDAID). (2007). Construyendo comunidades resilientes. Manual de capacitación sobre gestión comunitaria de reducción del riesgo de desastre.
- Intergovernmental panel on climate change (IPCC), (2007). *Climate Change 2007: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/annexessglossary-a-d.html.
- Jacobi, J., Schneider, M., Pillco Mariscal, M. I., Huber, S., Weidmann, S., and Rist, S. (2014). La contribución de la producción del cacao orgánico a la resiliencia socio-ecológica en el contexto del cambio climático en el Alto Beni - La Paz. *Acta Nova*, 6, 351-383.
- Janssens, M., Gaese, H., Keutgen, N., Ortega, R., Torrico, J. C. and Pohlen, J. (2015). Integrating agricultural and environmental sustainability across generations: the never-ending quest for the Golden Fleece. *Journal of Natural Resources and Development* 2015; 05: 17 – 28.
- Jeans, H., Thomas, S. y Castillo, G. (2016). El futuro es nuestra elección: Marco y Guía de Oxfam para un desarrollo resiliente. Oxfam International. Versión en inglés disponible en línea: <http://policy-practice.oxfam.org.uk/publications/the-future-is-a-choice-the-oxfam-framework-and-guidance-for-resilient-developme-604990>.
- Jones, Lindsey and Thomas Tanner. (2015). Measuring 'subjective resilience' using people's perceptions to quantify household resilience. Overseas Development Institute (ODI), Working paper 423, julio, 22 p.
- Lutheran World Relief. (2015a). Segunda parte: aplicación de la resiliencia en la práctica del desarrollo. Enfoque de Lutheran World Relief a la resiliencia. <https://lwr.org/wp-content/uploads/Aplicacion-de-la-resiliencia.pdf>
- Lutheran World Relief. (2015b). Strengthening local capacities to achieve development results. Lutheran World Relief's Approach to resilience. https://lwr.org/wp-content/uploads/LWR_APPROACH_TO_RESILIENCE.pdf

- Mazvimavi, M. and David Rohrbach, (2006). Quantifying Vulnerability – Accurately Reaching Those Who Are Most in Need. Briefing Note No. 5. https://betuco.be/voorlichting/Quantifying_Vulnerability.pdf
- Oxfam International. (2017). L’avenir est un choix. Absorption, adaptation et transformation : Les capacités de résilience. 8 p.
- Oxfam Resilience Knowledge Hub. El futuro es nuestra elección. Guideline. 2 p.
- Oxfam-Québec. Manual de elaboración de planes de acción en adaptación al cambio climático y reducción del riesgo de desastres. 109 p.
- Pellens, T. (2006). Composición del Ingreso Familiar y la Diversificación Agrícola. Una aproximación a seis zonas campesinas de Cochabamba y Norte de Potosí. *CIPCA*, Cochabamba, Bolivia. 92 p.
- Peralta, C., Vos, V., Llanque, O., & Zonta, A. (2009). Productos del Bosque; Potencial Social, Natural y Financiero en Hogares de Pequeños Productores de la Amazonía. Proyecto Forlive, Universidad Autonomía del Beni, José Ballivián. Riberalta. Bolivia. 178 p. DOI: 10.13140/RG.2.2.14549.93920
- Peredo, ¿?. (2016). Cochabamba sufre la peor sequía en 20 años. (en línea). Consultado el 14 de Agosto del 2017. Disponible en: <https://lostiemposdigital.atavist.com/untitled-project-wbchq>.
- Ranjan, R. (2014). Multi-dimensional resilience in water-scarce agriculture. *Journal of Natural Resources Policy Research*, 6(2-3), 151-172. doi:10.1080/19390459.2014.898872
- Sandhu-Rojon, R. (2003). Selecting indicators for impact evaluation., UNDP. <http://www.i-three.org/wp-content/uploads/2015/03/Selecting-Indicators-for-Impact-Evaluation.pdf>
- Smith, G., Nandwani, D., and Kankarla, V. (2016). Facilitating resilient rural-to-urban sustainable agriculture and rural communities. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 1-17. doi:10.1080/13504509.2016.1240723
- Soliz, T., Heredia, F., Callau, F., Ruiz, O. y Flores. R. (2015). Lecciones y desafíos que dejaron las inundaciones de 2014 en la Amazonia Boliviana. La Paz, CIPCA: Impacto Producciones.
- Spearman, M. and McGray, H. (2011). 'Making Adaptation Count: Concepts and Options for Monitoring and Evaluation of Climate Change Adaptation', Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Eschborn, Germany
- Torrice, J. C. (2017). Seguridad alimentaria y cambio climático. *Análisis* 2017(1) 34-41.
- Torrice, J. C., & Janssens, M. J. (2010). Rapid assessment methods of resilience for natural and agricultural systems. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 82(4), 1095-1105.
- Ureña, R. y Villagra, R. (2016). Aportes para una ganadería comunitaria sostenible. Experiencias de comunidades Guaranís del Chaco Boliviano. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, Camiri. 134 p.
- Viceministerio de Defensa Civil de Bolivia, (2016). Comunicado de desastres naturales en Bolivia (en línea). Consultado el 14 de agosto de 2017. Disponible en: <http://www.mindef.gob.bo> .
- Vos, V. A., Vaca, O., & Cruz, A. (2015). Sistemas agroforestales en la Amazonía boliviana. Una valoración de sus múltiples funciones. La Paz: Centro de Investigación y Promoción del Campesinado. 196 P.