

## EL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE QUINUA EN EL ALTIPLANO BOLIVIANO Y LA CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN DE LOS AGRICULTORES

### Climate change, quinoa production and farmers adaptation capacity in the bolivian altiplan

Minttu Liuhto<sup>1</sup>, Geovana Mercado<sup>2</sup>, Rosmery Aruquipa<sup>3</sup>

#### RESUMEN

El Altiplano Boliviano es un sitio de producción clave para la quinoa. La quinoa es el único cultivo que puede crecer en estas duras y áridas condiciones climáticas, debido a la mayor tolerancia del cultivo a los suelos secos y salados. Sin embargo, el Altiplano es altamente susceptible al cambio climático y las crecientes condiciones de sequía proyectadas en la región amenazan la resistencia de este cultivo excepcionalmente tolerante. La quinoa proporciona la mayor parte de los medios de subsistencia para los pequeños agricultores rurales en el Altiplano. La pérdida de su producción, ha probado tener un profundo efecto sobre el ingreso y el bienestar de los agricultores. Veintiuna comunidades fueron visitadas para la investigación. La mayoría de los agricultores reportaron sufrir los impactos del cambio climático. El incremento de la demanda en el mercado mundial y la presión hacia una producción extensiva también han contribuido a la introducción de métodos de producción insostenibles. Estos incrementan la erosión en el suelo, aumentando la vulnerabilidad de la producción a la sequía, el viento y las heladas. La pérdida de producción de quinoa a causa de la sequía es cada vez más común en el Altiplano, y para asegurar la producción sostenible de quinoa en el futuro, los recursos apropiados deben ser aprovechados a nivel comunitario. Esto requiere una fuerte dedicación política en favor de los asuntos climáticos en Bolivia, y una distribución de los recursos a nivel local, con énfasis en estrategias de anticipación y estrategias de adaptación de abajo hacia arriba. Se presenta a continuación una recomendación de políticas en seis pasos para tratar de mejorar la capacidad de adaptación de los productores de quinoa del Altiplano.

**Palabras clave:** Cambio climático, quinoa, Bolivia, Altiplano, adaptación, capacidad adaptativa.

#### ABSTRACT

The Bolivian Altiplano, is a key production site for quinoa. Quinoa is the only crop that can grow in these harsh arid climatic conditions due to the higher tolerance of the crop for dry and salty soils. This arid highland is, however, highly susceptible to climate change, and the increasing drought conditions projected in the region are threatening the resilience of even this exceptionally tolerant crop. 21 communities were visited for research purposes, and in most farmers reported of already suffering from the impacts of climate change. Quinoa provides most of the livelihoods for the rural small-holder farmers in Altiplano. Losing the production, therefore, have reported to have a profound effect on the income and well-being of the farmers. Increasing global market demand of the crop and pressure for extensive production have also introduced unsustainable production methods. These are causing further soil erosion, increasing the vulnerability of the production to drought, wind and frost. Due to the slow political progress of the mitigation efforts globally, the need for adaptation is becoming unavoidable in Bolivia, and in Altiplano particular. The quinoa producing communities in southern Altiplano are equipped with limited resources and low adaptive capacity. Loss of quinoa production to drought is becoming increasingly common in Altiplano, and to ensure sustainable quinoa production in the area in the future, appropriate resources need to be leveraged at a community level. This requires strong political dedication in Bolivia for climate action, and a distribution of resources locally, with a focus on anticipatory and bottom-up adaptation strategies. A 6-step Policy Recommendation is presented in aim to address and improve the adaptive capacity of the quinoa producers in Altiplano.

**Key words:** Climate change, quinoa, Bolivia, Altiplano, adaptation, adaptive capacity.

<sup>1</sup> Tesista de maestría de la Universidad de Copenhagen. flk844@alumni.ku.dk

<sup>2</sup> Consultora de Investigación Proyecto LATINCROP.

<sup>3</sup> Asistente de Investigación Proyecto LATINCROP.

## INTRODUCCIÓN

El Altiplano se extiende a lo largo de la parte occidental de Bolivia, es conocido por sus condiciones climáticas áridas y semiáridas extremadamente duras (Valdivia, Thibeault, Gilles, García y Seth, 2013). Con una altitud de aproximadamente 4000 metros sobre el nivel del mar, una precipitación anual de 200 mm, un rango de temperatura de -11 a 30 °C, 200 días de heladas anuales y condiciones de suelo muy pobres y saladas, el Altiplano es ambientalmente muy desafiante (Jacobsen, 2011). Con el cambio climático se espera que estas condiciones áridas se profundicen aún más, con un riesgo creciente de sequía y heladas, y el aumento de las temperaturas en la región (Boulanger, Buckeridge, Castellanos, Poveda, Scarano y Vicuna, 2014). Se ha reportado que la escasez de agua y las condiciones de sequía aumentan globalmente con el cambio climático, incluso en el Altiplano boliviano (Boulanger *et al.*, 2014). Para el Altiplano, las proyecciones regionales prevén un aumento de la temperatura de por lo menos 3 °C para el 2100, y una reducción del 10-30% de la precipitación, hacia fines de este siglo (Boulanger *et al.*, 2014). La reducción de la humedad del suelo y la probabilidad de sequías más largas, más frecuentes y más intensas se proyectan para la región con futuros cambios climáticos (Valdivia *et al.*, 2013). Estas condiciones climáticas cambiantes parecen haber aumentado ya el nivel de vulnerabilidad de la producción de quinua, enfatizando la creciente necesidad de adaptación de los agricultores marginados (McDowell y Hess, 2012; Boulanger *et al.*, 2014).

Las comunidades productoras de quinua en el Altiplano son extremadamente rurales con baja densidad de población, un bajo nivel de servicios y un bajo acceso a los mercados. La demanda mundial de “súper alimentos” sanos y nutritivos ha aumentado rápidamente, y la quinua ha sido promovida como un súper alimento debido a sus características de cultivo único. El año 2013 fue reconocido oficialmente como el Año Internacional de la Quinua por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (Ruiz, Biondi, Oses, Acuña-Ridriquez, Antogoni, Martínez-Mosquera, Coulibaly, Canahua-Murillo, Pinto, Zurita-Silva, Bazile, Jacobsen y Molina-Montenegro, 2014). Este “boom” global para el cultivo, desafortunadamente, también ha introducido prácticas agrícolas más intensificadas e insostenibles con la producción extensiva. Esto ha reducido aún más la tolerancia de la producción frente a la sequía para este cultivo principalmente de secano. La introducción de tractores, el cambio del

cultivo de las laderas a las llanuras planas propensas a la erosión, el uso reducido de estiércol animal y fertilizantes orgánicos, así como la falta de períodos de descanso del suelo han hecho que la producción de quinua sea menos sostenible, y menos tolerante al cambio climático (Jacobsen, 2011). Aunque el boom de la quinua ha creado un impulso socio-económico para el país, el consumo nacional del cultivo no ha aumentado con la producción. Más del 90% de la quinua boliviana se exporta a otros lugares, dejando a los lugareños consumiendo alimentos menos nutritivos, como arroz y fideos (Ruiz *et al.*, 2014). El poder del mercado es el motor más efectivo para la producción de quinua, el cual está definido en gran medida los hábitos de consumo locales de la cosecha.

El nivel de adaptación requerido en Bolivia en el futuro dependerá en gran medida del éxito y la eficiencia de los planes mundiales de mitigación y reducción de emisiones. Las desigualdades mundiales existentes son muy visibles con el cambio climático, ya que los países más vulnerables al cambio climático son a menudo los que menos contribuyen a la causa, y a menudo los menos preparados para manejar los riesgos. Bolivia es un ejemplo de esto, aportando sólo el 0,04% de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>, pero estando en la primera fila frente a los impactos del cambio climático (McDowell y Hess, 2014). En Bolivia, las condiciones de sequía probablemente afectarán a los campesinos pobres y marginados que viven en las regiones áridas del Altiplano (Twomlow, Mugabe, Mwale, Delve, Nanja, Carberry y Howden, 2008). Un alto grado de dependencia de los recursos que son vulnerables al cambio climático disminuye la resiliencia social y económica de las comunidades marginadas (Adger, Huq, Brown, Conway y Hulme, 2003). Promover la producción agrícola sostenible, así como asegurar el manejo de los recursos naturales es crucial para prevenir vulnerabilidades adicionales para los productores de quinua (Adger *et al.*, 2003). En Bolivia se debe dar más énfasis a las medidas adaptativas anticipatorias, que pueden aumentar la preparación de un sistema para enfrentar una crisis climática, en lugar de reaccionar después del evento (Morton, 2007). Además, se debe enfatizar en estrategias de adaptación de abajo hacia arriba, para asegurar la asignación equitativa de recursos a nivel comunitario y para mejorar la capacidad de adaptación de los agricultores rurales de quinua en el Altiplano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo pretende investigar los impactos del cambio climático localizado en el Altiplano boliviano con un estudio empírico realizado en 21 comunidades productoras de quinua en los municipios de Salinas de Garci-Mendoza, Llica y Colcha K. Se realizaron entrevistas con 68 productores de quinua de los yacimientos de sal en torno al Salar de Uyuni en el Altiplano meridional. A través de las entrevistas se evaluaron las perspectivas de los agricultores de quinua sobre los riesgos del cambio climático y el nivel de capacidad de adaptación. El análisis de datos climáticos para el Altiplano se realizó posteriormente para la temperatura y precipitación de 2000 a 2015. Las tendencias visibles del análisis correlacionaron los resultados de los datos cualitativos del aumento del riesgo de cambio climático en la región con el aumento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la parte cualitativa del estudio se basaron en las entrevistas semi estructuradas realizadas a los productores de quinua del Sur del Altiplano. El estudio fue acompañado por un traductor para la investigación de campo y las entrevistas fueron grabadas y luego de transcritas, traducidas al inglés, para ser analizadas usando el programa Nvivo.

## El cambio climático en el Altiplano

Del total de 68 productores de quinua entrevistados para el estudio, todos plantearon una preocupación por el cambio climático que amenaza su producción. El riesgo percibido sobre la producción por el cambio climático fue reportado como un 'nivel extremo' por el 58% de los agricultores (Figura 1). El 25% de los agricultores indicaron que el cambio climático era de un alto riesgo, un 11% de un riesgo de nivel medio, un 4% lo consideraba de un riesgo bajo y sólo el 1% de los encuestados declaraban el cambio climático como de un nivel de riesgo muy bajo. Muchos agricultores destacaron que el riesgo climático había existido también en el pasado, pero no en el nivel de magnitud que prevalece hoy en día. Para muchos de los agricultores, el nivel extremo de riesgo correspondía a una gran pérdida agrícola debido al choque climático experimentado en el pasado; o a percibir el cambio climático como altamente amenazador para ellos y su producción en el futuro. De los entrevistados, el 84% indicó que la sequía es el mayor problema de su producción debido al cambio climático (Figura 2). Los impactos de las condiciones de la sequía fueron, si no enfatizados, al menos mencionados por todos los entrevistados. En particular, las irregularidades y los retrasos en la estación de lluvias se habían vuelto más comunes, haciendo muy vulnerable la producción de quinua regada por lluvia, en la región. Según los agricultores, la temporada de lluvias se había retrasado drásticamente en el Altiplano en el año de investigación (2016), y en algunos lugares no había llovido en absoluto. En el momento en que la investigación se llevó a cabo en marzo de 2016, la temporada de lluvias estaba a punto de terminar, y las precipitaciones adicionales se estaban volviendo cada vez más improbables.

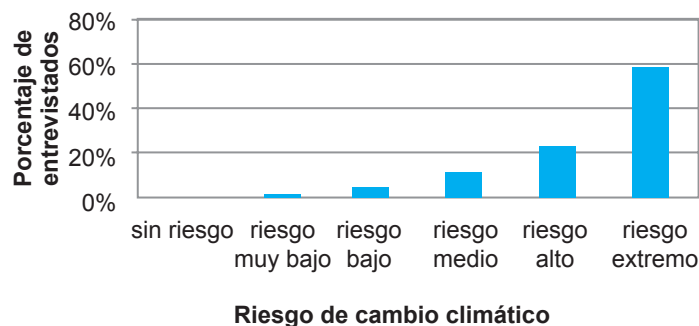


Figura 1. Riesgo de cambio climático a juicio de los entrevistados. El nivel de riesgo se ha categorizado desde "sin riesgo" hasta "riesgo extremo". El nivel de respuestas está indicado en porcentajes de un total de 68 entrevistados.

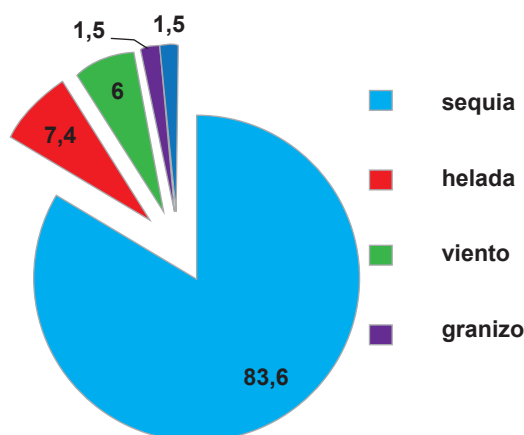


Figura 2. Los problemas más importantes de la producción de quinua con respecto al cambio climático según los entrevistados. Todos los impactos se indican en porcentaje del total de entrevistas (68) con productores de quinua en el Altiplano Sur.

Muchos agricultores informaron que los acortamientos de las estaciones lluviosas se hacían comunes, desde un período regular de dos meses hasta sólo dos semanas en el 2016, por ejemplo. La escasez de agua en las comunidades fue un tema muy reportado, no sólo en términos de producción de quinua, sino que también afectó a los animales de pastura. La falta de agua ha llevado a una disminución drástica de los recursos alimenticios y de pastos para los animales, dejando a muchos de los agricultores obligados a ejecutar a sus animales. La falta de lluvia ha dado como resultado que algunos agricultores del Sur del Altiplano no puedan sembrar sus semillas durante la temporada de cosecha, lo que significa una pérdida total de la cosecha para la actual temporada agrícola. Hallazgos similares también han sido reportados en otras partes del Altiplano.

En el municipio de Palca, a mediados del 2012, por ejemplo, las condiciones de sequía tuvieron un fuerte efecto negativo en la producción agrícola y en el sustento de los agricultores (McDowell y Hess, 2012). De los 68 productores de quinua entrevistados, el 7% indicó que la helada era el principal problema con el cambio climático y el 6% consideraba que el viento era el mayor riesgo para la producción de quinua (Figura 2). Según los agricultores, ambos factores tuvieron un impacto profundo en su producción, sin embargo, el riesgo de viento y heladas parece haberse vuelto más claro con las crecientes condiciones de sequía. Por ejemplo, el riesgo de heladas se ha ampliado aún más por el nivel de vulnerabilidad de los sistemas productores de quinua, por el retraso en la temporada de lluvias. El retraso en la temporada de lluvias ha dado lugar a un retraso en el desarrollo de los cultivos, que luego no han madurado a tiempo

antes de que la helada llegue. Los suelos pobres y secos, debido a las condiciones de sequía, también están más expuestos a la erosión eólica, creando un suelo más suelto que luego cubre los cultivos e impide que las semillas salgan y se desarrollen adecuadamente. A pesar de que la sequía no es un fenómeno imprevisto en un clima árido como el del Altiplano, según la percepción de los agricultores, las condiciones de sequía se han intensificado y extendido en la región.

### Limitada capacidad de adaptación en las comunidades

De los choques climáticos que se han producido en la región, particularmente la sequía, ha dado por resultado que muchos agricultores pierdan la totalidad o una gran proporción de su producción en el pasado, 46% de los 35 agricultores que participaron en el estudio habían perdido toda su producción al menos una vez en el pasado o esperaban una cosecha “cero” en el año de la investigación (2016), ya que la siembra había sido imposible debido a la falta de lluvia. La mayoría de estos agricultores han experimentado una pérdida de producción después del año 2010, lo que indica un creciente riesgo de choques climáticos. Otro 29% de los encuestados (del 46%) había sufrido una pérdida de más del 50% de su producción en el pasado. Además, de los 35 agricultores que discutían este tema en las entrevistas, el 69% afirmó no haber recibido apoyo en un caso de pérdida de producción. Al analizar la falta de apoyo a nivel comunitario, el 54% de los agricultores reportaron “extrema falta de apoyo” en las comunidades del Altiplano (Figura 3).

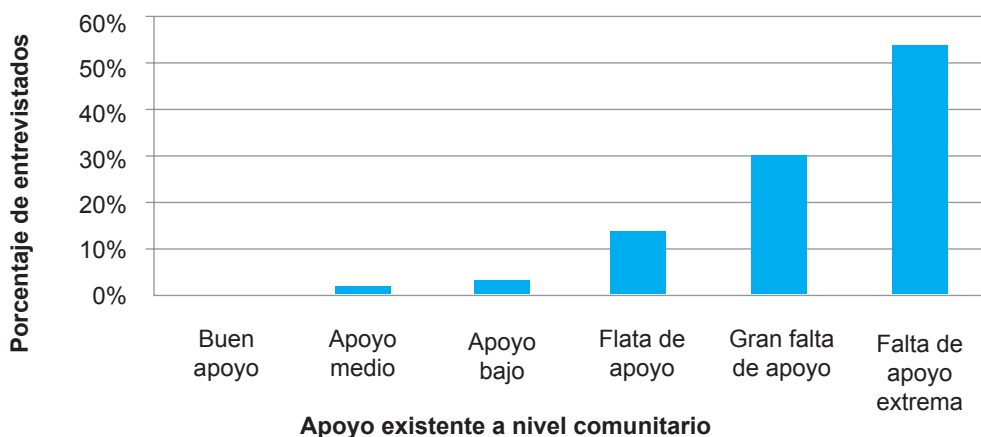


Figura 3. Estado del apoyo a nivel comunitario según los entrevistados. El nivel de apoyo se ha dividido en seis categorías, desde “buen apoyo” hasta “falta de apoyo extrema”, y se ha identificado el porcentaje de encuestados para cada categoría.

El 30% informó de “alta falta de apoyo”, el 14% de “falta de apoyo”, y sólo el 2% del total de entrevistados (68) indicó haber recibido un bajo nivel de apoyo. Nadie en las comunidades declaró un apoyo bueno o mediano en el caso de la pérdida de la producción agrícola que amenaza sus medios de subsistencia (Figura 3). Además de la falta de ayuda financiera o tecnológica a nivel comunitario para recuperarse de las pérdidas agrícolas, la falta de comunicación y conocimiento sobre las causas y los impactos del cambio climático también era frecuente entre los agricultores del Altiplano. Estos factores limitaban en gran medida la capacidad de adaptación de los agricultores de quinua en las comunidades rurales. La mayoría de los agricultores entrevistados para el estudio carecían de suficiente información sobre las causas de los impactos climáticos, lo que también resultó en recursos insuficientes para responder a tal choque. Muchos de los entrevistados aún esperan que el clima se estabilice si llevan a cabo antiguos rituales de sacrificio y respeto a la Madre Tierra.

El creer que los rituales antiguos pueden revertir la dirección del drástico cambio climático, o prevenir los choques climáticos, como la sequía, aumenta grandemente la vulnerabilidad de estas comunidades contra futuros cambios climáticos. La preparación para futuros choques climáticos requiere fuertes medidas de anticipación, debido a la imprevisibilidad y a las incertidumbres existentes en relación a estos impactos. El conocimiento tradicional es crucial para desarrollar medidas de adaptación exitosas contra los choques climáticos, pero la integración con la ciencia moderna es importante cuando se habla de vulnerabilidad en relación a futuros cambios climáticos. Los conocimientos tradicionales deben integrarse en los proyectos de adaptación anticipada

y en las políticas oficiales, complementándose con la ciencia moderna, sin sustituirla (Morton, 2007). En conjunto, estas dos fuentes de conocimiento podrían aumentar colectivamente el conocimiento general de la respuesta societal a los impactos climáticos y ayudar a reducir el nivel de riesgo (Niles y Mueller, 2016).

La probabilidad de que se produzcan eventos climáticos y choques drásticos y extremos aumenta con el prolongado y fracasado proceso de mitigación global. Por lo tanto, es importante asegurarse de que los grupos marginados vulnerables al cambio climático, como en el caso del Altiplano, estén siendo adecuadamente equipados frente a este creciente riesgo. En particular, los países vulnerables en desarrollo deberían centrarse más en el fomento de la capacidad y mejorar la resiliencia antes del evento, en lugar de responder únicamente después de que se produjeran los choques (Mirza, 2003). Es probable que este enfoque anticipatorio también posibilite el desarrollo sostenible de manera más eficiente que las medidas de adaptación reactiva. El éxito de la adaptación depende de la capacidad de adaptación y de la distribución de esta capacidad (Adger, Arnell y Tompkins, 2005). Parece existir una gran falta de apoyo, servicios e información a nivel de la comunidad, proporcionada por los gobiernos locales en el Altiplano. Para asegurar una adaptación a nivel local exitosa es importante proveer recursos apropiados a nivel comunitario, la asistencia financiera y técnica se ha reportado como necesaria particularmente en el Altiplano. Especialmente en el caso de la sequía, se encontró que la mayoría de los agricultores carecían de medidas adecuadas de riego o manejo del agua, lo que en muchos casos resultó en una pérdida de producción.



## Problemas con la producción insostenible

Además de las condiciones de sequía en el Altiplano, los aumentos rápidos de la producción de quinua en Bolivia y la introducción de los métodos de producción extensivos han hecho la producción insostenible en muchas comunidades del Sur del Altiplano, acelerando aún más las degradantes condiciones del suelo. Para investigar esto, este estudio incluyó una evaluación del estado de sostenibilidad de la producción de quinua de cada entrevista conducida. El nivel de sostenibilidad de la producción de cada agricultor se evaluó según la escala y el área de producción, el uso de tractores, el estiércol orgánico, el uso de períodos de barbecho y si el agricultor aplicó pesticidas o fertilizantes no orgánicos en sus cultivos. Del total de 32 entrevistados que proporcionaron respuestas suficientes sobre el tema, se evaluó que el 47% tenía producción sostenible (15), y se evaluó que el 53% (17) tenía una producción insostenible. La mayoría de los que tenían una producción insostenible habían extendido sus campos desde la producción en pequeña escala desde las laderas de las colinas hasta un cultivo a gran escala en las llanuras. El acceso y la disponibilidad de maquinaria agrícola, como un tractor, resultaron rápidamente en una extensión de la zona de producción. La expansión de la producción a las llanuras con una producción intensificada también redujo drásticamente la fertilidad del suelo. Las condiciones degradantes del suelo aumentan la exposición de la producción al viento y la sequía, aumentando aún más el riesgo de cambio climático en la producción.

Mejorar el estado de sostenibilidad de la producción de quinua podría reducir la probabilidad de erosión y degradación del suelo y, por lo tanto, disminuir aún más la vulnerabilidad de los sistemas actuales contra la sequía. La certificación de la producción de quinua orgánica se ha implementado en el Altiplano en ciertas áreas, sin embargo muchos de los agricultores entrevistados informaron de disconformidad con el sistema y falta de implementación o monitoreo apropiado del sistema. Asegurar un sistema de certificación orgánica eficiente para el Altiplano, es crucial para una participación de abajo hacia arriba a nivel local, así como un monitoreo constante para asegurar que el sistema sea responsable. Si la certificación garantiza una implementación transparente y de gran escala, el sistema probablemente mejorará el estatus orgánico y, por tanto, el valor de la quinua boliviana.

## Estado de la seguridad alimentaria local

La importancia de la quinua como parte del consumo diario fue enfatizada por muchos agricultores,

estableciendo la quinua como una fuente de alimento primaria en muchos de los hogares. Sin embargo, de acuerdo con muchos de ellos la misma no se está consumiendo tanto como en el pasado por las generaciones mayores. Según los agricultores entrevistados para el estudio, el 52% de los encuestados consumieron quinua diariamente, 27% semanal, 14% a veces y 7% en raras ocasiones.

El actual precio bajo de mercado, causado por la actual situación insostenible de la quinua boliviana y la creciente oferta mundial de la cosecha, ha dado lugar a que muchos agricultores mantengan los cultivos para su propio consumo, en lugar de vender la cosecha a un precio muy bajo. Esto parece haber incrementado momentáneamente el consumo local. Un descenso en las ventas y exportaciones de quinua ha resultado directamente en un menor ingreso familiar para los agricultores. La venta de quinua proporciona seguridad financiera para muchos, pero debido a la pequeña cosecha actual causada por los choques climáticos y el bajo precio actual, muchos entrevistados aumentaron su nivel de consumo porque no podían o no estaban dispuestos a vender. Muchos agricultores también comenzaron a almacenar su cosecha en caso de que su producción se pierda en el futuro debido a un choque climático. La mayor parte de entrevistados enfatizaron la preocupación en relación al aumento de la vulnerabilidad de su producción bajo el impacto del cambio climático. Sin embargo, la observación crucial es que a pesar de la relativamente común pérdida de producción debido a un choque climático ocurrido en la región, la mayoría de los agricultores tenían suficiente cosecha para asegurar su consumo primario. Para mejorar la resistencia en la producción y, por lo tanto, la seguridad financiera de los agricultores, los desafíos futuros incluyen la promoción de la producción sostenible de quinua, a la vez que el garantizar la adaptación al cambio climático.

## Análisis de datos climáticos

Debido al énfasis en las cuestiones relacionadas con la sequía, en las entrevistas, se realizó un nuevo análisis cuantitativo de los datos climáticos para el estudio. Se analizaron datos mensuales de precipitación y temperatura de siete estaciones en el Altiplano de los años 2000 a 2015.

Se puede detectar a través de los datos recogidos (Figura 4) una tendencia gradual decreciente de la precipitación en el Altiplano, un cambio en los eventos extremos de precipitación y un cambio de estaciones.

Los meses de verano en Bolivia (diciembre-febrero) son comúnmente los meses más húmedos del año, una tendencia que es bastante clara desde la anomalía hasta el año 2006, y especialmente clara para los años 2004, 2005 y 2006. Sin embargo, las estaciones lluviosas parecen ser más irregulares y retrasadas durante el período de colecta de datos, sobre todo después de 2011 (Figura 4). Además, la anomalía muestra una disminución en el pico de los eventos de precipitación extrema y las cantidades mensuales de lluvia. Los resultados de este análisis, a pesar de conducirse durante un corto período de tiempo, se correlacionan positivamente con la percepción de los agricultores en el estudio cualitativo, de la disminución de los niveles de precipitación, el retraso de las estaciones lluviosas y la disminución de períodos de lluvia extrema.

Los datos de temperatura del Altiplano muestran una tendencia relativamente significativa considerando el

corto período de 15 años disponible para el análisis. Hay grandes variaciones mensuales en los datos, pero la tendencia lineal indica una tendencia distinta de aumento de las temperaturas para la región entre los años 2000 y 2015 (Figura 5). Este análisis climático de ambas variables se correlaciona con los efectos proyectados de la disminución de la precipitación y el aumento de la temperatura para la región reportada por el IPCC (Boulanger *et al.*, 2014). A pesar de que no se pueden detectar tendencias concretas debido a las limitaciones de datos de este estudio, las tendencias en el Altiplano parecen alarmantes para un período de tiempo tan corto. Además, los resultados obtenidos del análisis de datos climáticos se correlacionan con los resultados cualitativos del estudio, y ambos enfoques de investigación indican un riesgo creciente por el cambio climático para la región.

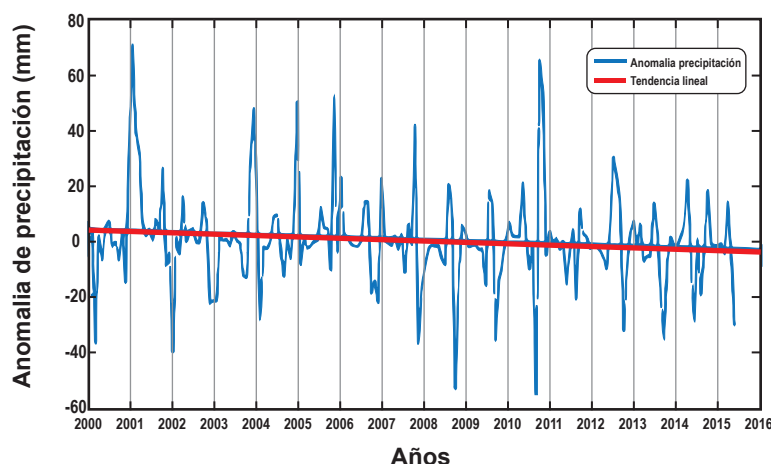


Figura 4. Una anomalía mensual de la precipitación en el altiplano de 2000 a 2015. La anomalía indica valores en relación a las medidas mensuales durante los 15 años. La línea azul muestra la anomalía mensual y la línea roja muestra una tendencia lineal para los datos. Los valores se promedian en base a 7 estaciones meteorológicas en el altiplano.

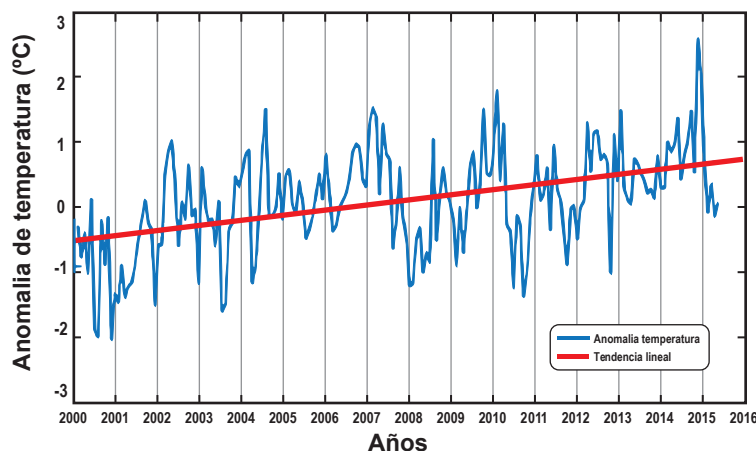


Figura 5. Anomalía mensual de la temperatura en el altiplano de 2000 a 2015. La anomalía indica valores mensuales en relación al promedio mensual de los 15 años. La línea azul muestra la anomalía mensual y la línea roja muestra una tendencia lineal para los datos. Los valores se promedian en base a 7 estaciones meteorológicas en el altiplano.

El efecto del fenómeno El Niño 2015/2016 en el año de investigación también debe considerarse en los datos recolectados y analizados, ya que es posible que el fenómeno haya intensificado los impactos percibidos en este estudio como causa del cambio climático. El papel preciso del fenómeno en el impacto del aumento de la temperatura global y la precipitación, o en el aumento más regional de la temperatura y la variabilidad de la precipitación en el Altiplano, aún no es posible de detectar.

Los expertos deben realizar un análisis completo de los datos climáticos para los años 2015 y 2016, antes de que se pueda detectar un papel más preciso del fenómeno en el clima global y regional. Sin embargo, las estimaciones iniciales muestran que es probable que El Niño sólo sea un acelerador de los impactos climáticos que ya están ocurriendo en el Altiplano.

Además, los datos climáticos de este estudio indican una tendencia a 15 años de disminución de las precipitaciones y el aumento de las temperaturas, lo que sugiere que es poco probable que el fenómeno de El Niño cambie radicalmente la tendencia del cambio climático a largo plazo. En términos de clima cambiante que resulta en la pérdida de la producción de quinua en el Altiplano, es importante señalar que en la mayoría de los casos los agricultores entrevistados tenían suficiente cosecha para su consumo y el de su familia. Por lo tanto, aunque la pérdida de producción tuvo un efecto negativo directo sobre el ingreso del hogar y por lo tanto sobre el bienestar general de los agricultores, en la mayoría de los casos la pérdida no puso en peligro el nivel primario de desnutrición o seguridad alimentaria de los hogares. Esto sugiere que el cultivo podría proporcionar más seguridad que otros cultivos básicos, como el trigo o el maíz, bajo el impacto del cambio climático. De hecho, la FAO ha declarado que la quinua tiene *“bajos requerimientos de agua, por lo que se destaca como una alternativa potencial para las zonas áridas del mundo”* (FAO, 2011). Sin embargo, los resultados de este estudio que informan sobre los impactos negativos del cambio climático en la quinua y la sequía en particular, indican que se necesita más comprensión sobre la quinua en condiciones climáticas extremas. De acuerdo con las proyecciones de aumento de la sequía en el Altiplano en el futuro, es crucial identificar con precisión los puntos de inflexión para la supervivencia en el futuro del cultivo en condiciones de sequía. El cambio climático futuro podría amenazar el umbral y la estabilidad del cultivo y, por lo tanto, la seguridad alimentaria, especialmente si en el futuro más personas dependen de la quinua.

## Recomendación de una política de seis pasos

Se espera que las medidas adaptativas ascendentes anticipadas, como la preparación para una sequía con estrategias de almacenamiento o manejo del agua, mejoren la capacidad de adaptación de los productores de quinua y ayuden a reducir la pérdida de producción en el futuro. Bolivia ha demostrado un alto nivel de ambición con sus objetivos de energías renovables y de planes para, por ejemplo, triplicar la capacidad de almacenamiento de agua para 2030 y reducir la vulnerabilidad en relación a la misma (INDC Bolivia, 2015). Además, en el 2007 se inició la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático a nivel municipal, centrándose en la planificación territorial, la seguridad del agua, la protección del clima de los sistemas de producción y el desarrollo de la capacidad de adaptación a nivel regional (World Bank, 2009 Bolivia). Estas estrategias regionales son cruciales para que las comunidades reduzcan la vulnerabilidad de los sistemas productores de quinua en el Altiplano.

Todas estas políticas indican una dirección positiva hacia la acción climática en Bolivia, sin embargo, los resultados de este estudio sugieren que la implementación de las políticas no ha sido completamente exitosa. Es posible que se haya dado demasiado énfasis al enfoque de arriba hacia abajo, lo que ha limitado la eficiencia y la transparencia del proceso de adaptación, y ha impedido el apoyo y recursos suficientes a nivel comunitario en el Altiplano.

Debido a la probabilidad de aumentar el riesgo de cambio climático en el Altiplano, particularmente la sequía, y debido a las limitaciones identificadas para la adaptación destacadas en este estudio, se ha presentado una Recomendación de Política de 6 Pasos (Figura 6). Esta Recomendación tiene por objeto ayudar a identificar el nivel de riesgo de los agricultores de quinua en el cambio climático, ayudar a identificar las barreras a la adaptación y encontrar maneras de abordarlas recomendando políticas climáticas eficientes en Bolivia. El primer paso de la Recomendación es asegurar el liderazgo gubernamental al permitir el apalancamiento necesario de los recursos financieros, institucionales y tecnológicos. Por lo tanto, es importante incluir la acción climática en el amplio marco político en Bolivia (Paso 1). Además de esto, los procesos de implementación y monitoreo son importantes para asegurar que la acción climática no se quede en fase de planificación. Para la eficiencia de las políticas, se deben asegurar sinergias con los procesos de adaptación y mitigación, así como enfoques de



anticipación y yendo de abajo hacia arriba (Paso 2). Los recursos necesarios deben ser puestos a disposición a nivel comunitario, asegurando que los agricultores del Altiplano tengan las medidas necesarias para adaptarse y que se elimine cualquier posible barrera que limite la capacidad de adaptación. Para las zonas propensas a la sequía en el Altiplano, es necesario el riego, como los proyectos de micro riego, así como mejorar el almacenamiento de agua y la eficiencia del agua de los sistemas (Paso 3) (Figura 6).

Para mejorar la información sobre el cambio climático entre los agricultores, se sugiere una plataforma

de intercambio de conocimientos, con programas, capacitación y talleres pertinentes. Esto ayudaría a eliminar las barreras de adaptación a nivel comunitario causadas por la falta de conocimiento sobre los impactos del cambio climático o sobre las formas de adaptarse a estos impactos (Paso 4). Se recomienda una iniciativa adicional centrada específicamente en abordar la pérdida de rendimiento en el sector agrícola. Esta iniciativa permitiría llevar a cabo un programa para apoyar a los agricultores que hayan sufrido una pérdida de producción debido a un choque climático, ofreciendo suficiente compensación y recursos para sobrevivir bajo las circunstancias (Paso 5) (Figura 6).

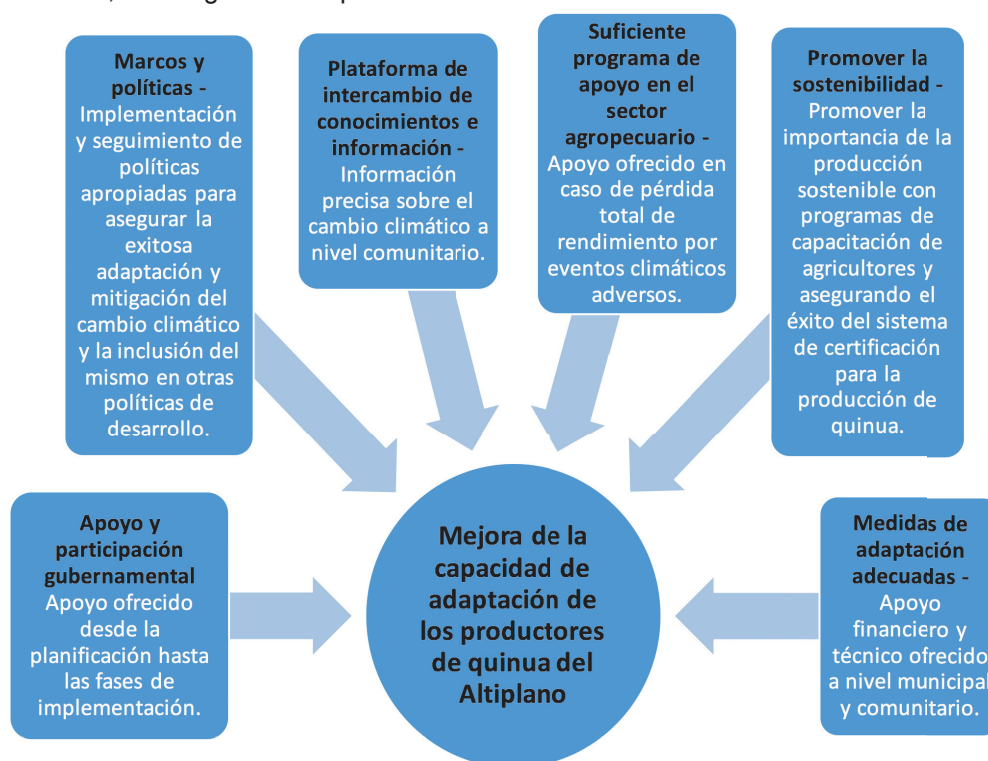


Figura 6. Recomendación de una política de seis pasos para incrementar la capacidad de adaptación de los agricultores al cambio climático.

El paso final recomendado es la implementación de programas enfocados a promover la producción de quinua sostenible y orgánica. A través de los programas de capacitación, el aumento de la información disponible y un sistema de certificación suficiente, se cree que el estado orgánico de la producción de quinua sería mejorado, lo que probablemente tendrá profundos beneficios financieros, sociales y ambientales.

## CONCLUSIONES

A pesar de la complejidad y los amplios efectos del cambio climático, en el Altiplano las condiciones de sequía emergieron por encima del resto como

el fenómeno más perjudicial percibido por los agricultores de quinua. Los agricultores entrevistados en el estudio reportaron una creciente magnitud, frecuencia y extensión de las condiciones de sequía en el área. Estos datos se correlacionan con las proyecciones identificadas en el capítulo regional para América del Sur en el Quinto Informe de Evaluación (AR5) por el IPCC, que informa sobre el aumento de las condiciones de sequía en la región andina. En Bolivia, y especialmente en el Altiplano rural, parece haber una falta de estructura institucional suficiente para proteger al sector agrícola y a los sistemas agrícolas contra el cambio climático. Esta parece ser una de las limitaciones en relación a la interrogante de por qué no se ha

proporcionado suficiente información y recursos a los agricultores a nivel municipal y comunitario. De los 68 agricultores entrevistados para este estudio, sólo el 10% informó haber tenido algún nivel de información sobre el cambio climático, tanto en los impactos como en las formas de adaptarse a ellos. El 84% de los entrevistados manifestaron que existe una alta o extrema falta de apoyo a nivel comunitario y sobre la información disponible en relación al cambio climático, y el 69% declaró que nunca recibió apoyo después de una pérdida de producción. Estos datos indican un serio problema estructural en la gestión de recursos suficientes y capacidad para la adaptación a nivel comunitario.

O bien la cuestión del cambio climático y la vulnerabilidad de los agricultores no se han abordado adecuadamente en Bolivia, o el proceso de implementación no ha sido lo suficientemente transparente desde el nivel gubernamental hacia el nivel departamental y al municipal. Esto puede dar lugar a posibles barreras para la adaptación, impulsadas por procesos socioeconómicos o políticos que se han centrado más en enfoques de arriba hacia abajo, impidiendo así una distribución exitosa de recursos a través de escalas. Se concluye, por lo tanto, que existen iniciativas de acción climática en Bolivia, pero las políticas en particular de adaptación, deben ser más transparentes y responsables a través de escalas, de modo que se distribuyan suficientes medidas a nivel comunitario y se pueda asegurar la producción de quinoa en el Altiplano.

## BIBLIOGRAFÍA

Adger, W. N., Huq, S., Brown, K., Conway, D. and Hulme M. 2003. Adaptation to climate change in the developing world, *Progress in Developing Studies*, 3, 3, 179-195.

Adger, W. N., Arnell, N. and E. Tompkins 2005. Successful adaptation to climate change across scales, *Global Environmental Change*, 15, 77-86.

Boulanger, J-P., Buckeridge, M. S., Castellanos, E., Poveda, G., Scarano, F. R. and S. Vicuna 2014. Central and South America, In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp.102.

FAO 2011. Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security, Regional Office For Latin America and the Caribbean, FAO, 2011, pp.55.

INDC Bolivia 2015. Intended Nationally Determined Contribution from the Plurinational State of Bolivia, UNFCCC, 2015, pp.17.

Jacobsen, S-E. 2011. The situation for quinoa and its production in southern Bolivia: from economic success to environmental disaster, *J. Agronomy and Crop Science*, 197, 390-399.

McDowell, J. and J. Hess 2012. Accessing adaptation: Multiple stressors on livelihoods in the Bolivian highlands under a changing climate, *Global Environmental Change*, 22, 342-352.

Mirza, M. M. Q. 2003. Climate change and extreme weather events: can developing countries adapt?, *Climate Policy*, 3, 233-248.

Morton, J. F. 2007. The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture, *PNAS*, 104, 50, 19680-19685.

Niles, M. T. and N. D. Mueller 2016. Farmer perceptions of climate change: Associations with observed temperature and precipitation trends, irrigation, and climate beliefs, *Global Environmental Change*, 39, 133-142.

Ruiz, K., Biondi, S., Osés, R., Acuña-Ridriquez, I., Antogoni, F., Martinez-Mosquera, E., Coulibaly, A., Canahua-Murillo, A., Pinto, M., Zurita-Silva, A., Bazile, D., Jacobsen, S-E. and M. Molina-Montenegro. 2014. Quinoa biodiversity and sustainability for food security under climate change. A review, *Agron. Sustain. Dev.*, 34, 349-359.

Twomlow, S., Mugabe, F.T., Mwale, M., Delve, R., Nanja, D., Carberry, P. and M. Howden. 2008. Building adaptive capacity to cope with increasing vulnerability due to climatic change in Africa- A new approach, *Physics and Chemistry of the Earth*. 33: 780-787.

Valdivia, C., Thibeault, J., Gilles, J., Garcia, M. and A. Seth 2013. Climate trends and projections for the Andean Altiplano and strategies for adaptation, *Advances in Geosciences*. 33: 69-77.

World Bank . 2009. Bolivia: Country note on climate change aspects in agriculture. World Bank, December 2009. 16 p.

Artículo recibido en: 25 de julio del 2016

Manejado por: Comité Editorial

Aceptado en: 26 de octubre del 2016