

EVALUACIÓN DEL CAMBIO EN LA EXPANSIÓN DEL CULTIVO DE QUINUA EN UN AÑO NIÑO Y NIÑA MEDIANTE EL USO DE IMÁGENES LANDSAT

Assessment of change in quinoa expansion in a year child using Landsat images

Alan Roly Callisaya Vargas¹, Edwin E. Yucra Sea²

RESUMEN

El altiplano presenta gradiente de precipitación de norte a sur. En el presente trabajo se evalúa las superficies de quinua, herbazales y cuerpos de agua con las imágenes satelitales Landsat de libre acceso, mediante el programa ERDAS. Para determinar si las superficies son realmente las obtenidas su comparación fue hecha con las de PDM's, resultando casi similares a superficies reportadas. Los eventos del fenómeno Niña o Niño no implica que el comportamiento de las precipitaciones pronostiquen año lluvioso o seco respectivamente, tampoco implica que se presenten con la misma intensidad, en todo el Altiplano, ya que existe factores que afectarían la exposición local como son la fisiografía, condiciones ambientales, etc. Por otra parte, depende también del origen del fenómeno, esto sucede porque la ubicación de enorme masa de agua caliente, hace que la ubicación de la corriente del Chorro, o la pista de tormenta cambie. Como consecuencia algunas regiones son más calientes, más frías, más húmedas, más secas, o lo normal. Lo que ocurrió en los años seleccionados de estudio en la que un año Niña (88/89) fue muy seca (87,5 mm Uyuni y 230,8 mm Patacamaya) de lo normal (180,6 mm Uyuni y 406,1 mm Patacamaya). O el año Niño (97/98), en el cual Patacamaya (480,7 mm) tuvo precipitaciones mayores a la normal (406,1 mm) y Uyuni (27,5 mm) precipitaciones menores a la normal (27,5 mm), esto debido a que no todos los Niños o Niña se manifiestan con la misma fuerza o ubicación.

Durante el periodo de estudio, se ven tres épocas marcadas. Primero, la década de los ochenta, en la que la producción de quinua sufre efectos adversos como sequias contínuas, durante estos años de producción, la falta de apoyo técnico y reacción ante este tipo de desastres obliga a los

productores a reducir o mantener las superficies de quinua. Segundo, en la época de los noventa, las condiciones climáticas son más favorables respecto a las precipitaciones, por otra parte el ingreso del apoyo técnico y maquinaria para mejorar la producción, hace que se incrementen las superficies de quinua. Finalmente, los inicios del 2000 de acuerdo a los PDM's, las superficies agrícolas se van incrementando esto con el apoyo de la tecnología, pero también se suma el precio de la quinua lo que realmente motivó a incrementar sus superficies. Cabe señalar que la dinámica de cambio de uso de suelo va relacionada con la precipitación que permite que existan ganancias y pérdidas de coberturas. Los patrones identificados de cambio son el paso de un herbazal tanto denso como moderado y suelos con cultivos de quinua.

Palabras clave: Quinua, Landsat, Fenómeno Niña y Niño, Uso de suelo.

ABSTRACT

The Altiplano presents rainfall gradient from north to south. In the present study the surfaces of quinoa, grasslands and water bodies is evaluated with Landsat satellite images freely available through the ERDAS program. In order to determine if the surfaces are actually the obtained ones, they were compared with PDM's, as a result of this comparison they showed almost similar surfaces. The events of the phenomenon La Niña o El Niño do not imply a prediction of the behavior of rainfall, a rainy or dry year respectively, it does not even imply that occur with the same intensity throughout the Altiplano, as there factors that affect local exposure such as physiography , environmental conditions, etc. However, it also depends on the origin of the phenomenon, this happens because the ubication of the great mass of warm water, it makes the flow gush location, or the storm path change. As a consequence some regions are warmer, colder, wetter, drier, or even normal. What happened in the selected years of study, when a La Niña year

¹ Maestrante del Programa de Riegos de la Facultad de Agronomía.

² Investigador de la Facultad de Agronomía-Universidad Mayor de San Andrés.

(88/89) was very dry (87,5 mm and 230,8 mm Uyuni, Patacamaya) than normal (180,6 mm and 406,1 mm Uyuni, Patacamaya). Or El Niño year (97/98) in which Patacamaya had more precipitation (480,7 mm) than a normal year (406,1 mm) and Uyuni registered less rainfall (27,5 mm) than in a normal year (27,5 mm). Then it indicates that El Niño and La Niña events do not express on the same intensity or location every time. During the study, three periods are defined. First, the 80's when quinoa production suffers adverse effects by continuous droughts, besides there was a lack of technical support and responding to such disasters, these conditions forced to reduce or maintain the surfaces of quinoa. Second, the 90's when the climatic conditions are more favorable related to rainfall. Moreover, there was technical support and equipment to improve production, then it makes quinoa surfaces increase. Finally, the beginning of 2000 and according to the PDM's, the agricultural areas increased with the support of technology, and the increase of quinoa price as well; those factors motivated to increase their surfaces. It is important to remark that the dynamics of change in land use is related to the precipitation which allows gains and losses on coverages. The identified patterns of change are the farmers pass from dense or moderate grassland cultivated by quinoa. In this regard Vallejos (s / f) mentioned that type of grassland which covers soils are the priority for new production areas quinoa.

Keywords: Quinoa, Landsat, La Niña Phenomenon, El Niño Phenomenon, Land use.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la quinua es una herencia prehispánica de culturas que habitaban en las riberas de los salares de Uyuni y Coipasa. Aún en tiempos de la colonia y en la época republicana del país, la quinua fue una fuente principal de alimentación para los habitantes de algunas comunidades de la región inter salar. La domesticación de esta especie fue excepcional para una región cuyas condiciones climáticas siempre fueron bastante rígidas. Debido a la creciente demanda internacional y al incremento de precios en el mercado, la producción de quinua aumentó de 9000 toneladas por año en la década de los 70 hasta más de 22000 toneladas por año a finales de los 90 (CEPROBOL, 2000 citado por AUTAPO, 2008).

En la región altiplánica de Bolivia, en los departamentos de Oruro y Potosí, se produce la mayor cantidad de quinua. Tradicionalmente la quinua era sembrada en pequeñas cantidades y con fines de auto consumo. La ubicación de los cultivos de quinua estaba en cerros y laderas,

bajo un sistema de manejo manual. Sin embargo, debido a la creciente demanda internacional y al incremento de precios en el mercado, se produjo la expansión de los cultivos a planicies y se disminuyó el tiempo de barbecho.

Los episodios de La Niña, junto con los de El Niño, forman parte de un ciclo conocido como "El Niño Oscilación Sur" (ENSO) con períodos medios de duración de cuatro años. La Niña se caracteriza por una disminución de la temperatura de la superficie del mar del Pacífico Ecuatorial, lo que suele provocar en general un tiempo más seco y fresco de lo normal. Por su parte, El Niño se relaciona con una temperatura alta del agua que conduce a un ambiente más húmedo y lluvioso. No obstante, estas condiciones varían también según las zonas del planeta.

En la región Andina de América del Sur, los países más afectados por el fenómeno de El Niño según la Comunidad Andina de Naciones (CAN) son Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Si bien el cambio en determinados recursos naturales, son especialmente útiles para la planificación de usos de determinado territorio. Su adecuada aplicación con herramientas de Sistema de Información Geográfica (SIG), permite reducir los tiempos de evaluación de toda una área extensa como ser una cuenca. De esta forma se contabilizaría los diferentes cambios en el uso de los suelos, con imágenes satelitales actuales que permiten identificar superficies de hasta 30 metros.

Bolivia, junto con los demás países sudamericanos y en particular los andinos se sitúa en una zona de intensa actividad climática, marcada periódicamente por eventos climáticos como los fenómenos de "El Niño" y de "La Niña". Entre los sectores productivos más afectados por el fenómeno de El Niño está el sector agrícola que desempeña un rol muy importante en la economía del pequeño productor. Este fenómeno afectaría en la modificación del uso de suelo ya que productores de quinua consideran que se tienen mejores rendimientos cuando se presentan menores precipitaciones y cuando se presentan precipitaciones extremas se reducen estos rendimientos. Por tal motivo es importante realizar un análisis de cambio del uso de suelo cuando se presenta el fenómeno El Niño o La Niña, lo cual ayudara en una mejor planificación del manejo del sistema productivo de la quinua. Para ello, la detección de dichos cambios puede ser apoyada con la teledetección, para estimar y evaluar modificaciones en el uso del suelo, y su variación ante la presencia de uno de los fenómenos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Altiplano Boliviano es una macroecoregión que de acuerdo a características climáticas y de suelo se divide en tres regiones: Altiplano Norte, Central y Sur. Dentro de estas macroecoregiones, se escogieron como áreas de investigación tres

municipios característicos en la producción de quinua. En el Altiplano Central al municipio de Sica Sica (Provincia Aroma), En el Altiplano Sur los municipios de Salinas de Garcí Mendoza (Provincia Ladislao Cabrera) y el municipio de Llica (Provincia Daniel Campos) (Tabla 1).

Tabla 1. Superficie de los Municipios en estudio.

Departamento	Provincia	Municipio	Área total del municipio (ha)
La Paz	Aroma	Sica Sica	173290,95
Oruro	Ladislao Cabrera	Salinas de G. Mendoza	487571,76
Potosí	Daniel Campos	Llica	568670,94

Primero, se procedió a recolectar imágenes liberadas de internet. Se tuvo un riguroso cuidado con limitantes como la resolución de las imágenes así como también las fechas de su toma, Las imágenes fueron seleccionadas según las siguientes características: Años en los que se presentó el evento de El Niño y La Niña; Época del año: meses de Enero, Febrero, Marzo y Abril (cuando la quinua esta lista para cosechar y presenta mayor pigmentación) y Ubicación.

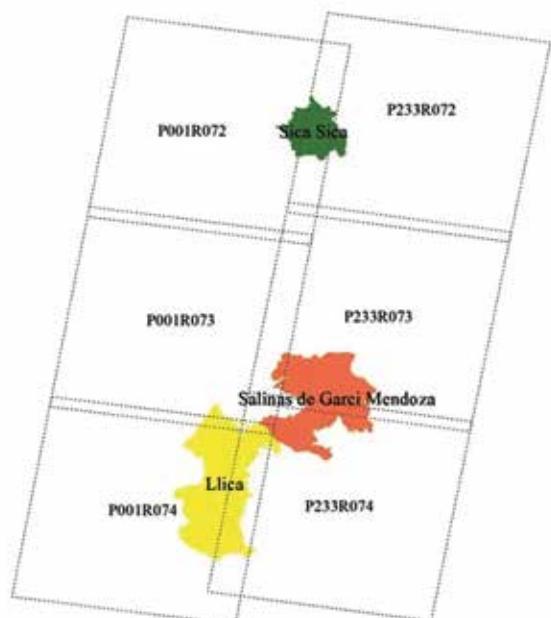


Figura 1. Detalle de escenas correspondientes a las zonas de estudio

En la Figura 1, se observa el área que cubre cada imagen del satélite. Se destaca que para cada municipio en estudio, se requieren entre dos a tres imágenes. Posteriormente se realizó la ortorectificación, la delimitación de los municipios, y los puntos de control para identificar unidades de cobertura, para esto se realizó la transformación de los niveles digitales determinándose el Índice

de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI); donde se consideraron las siguientes clases: Cuerpos de agua y salares; Suelos desnudos (zonas altas con afloramiento rocoso y/o serranías); Suelos con vegetación ralo (tholas, añawayas, lampayas y algo de pajonal); Herbazal – Arbustal Moderado; Herbazal – Arbustal denso; suelo cultivado quinua; Suelo descanso Quinua (zonas de parcelamiento comunitario) y Vegetación verde (bofedales, chilliwares y otros vegetales tupidos). Paralelamente, se analizó el cambio de uso de suelo mediante el uso de la extensión Land Change Modeler, función del SIGIDRSI SELVA, módulo CHANGE ANALYSIS. Se evaluaron las ganancias y reducción de las categorías de cobertura y las contribuciones de cada unidad de cobertura al resto. El CHANGE ANALYSIS realiza una comparación pixel a pixel de los cambios ocurridos en las unidades detectadas para sitios idénticos, entre dos momentos distintos, contabilizando las áreas de pixel que cambian y registrando de qué unidades provienen aquellas que cambiaron. (Magnitud y dirección del cambio).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos para el comportamiento de las precipitaciones muestran que en los dos primeros eventos de El Niño en estudio, durante los meses de septiembre, octubre y noviembre son menores a la normal, y las lluvias fueron superiores a la normal durante los meses de diciembre y enero, volviendo a ser menor a la normal durante los meses de febrero y abril. Este comportamiento mostró que hubo déficit de lluvias en un mayor número de meses del periodo de producción de quinua y que en dos meses llovió demasiado. Por lo que las precipitaciones de año agrícola 1986/87, 1992/93 fueron superiores en 53,5 y 121,2% a la normal. En cambio para el año agrícola 1997/98 no se presentaron precipitaciones a excepción del mes de enero, llegando a 84,8% por debajo de la normal por lo

que se ratifica que fue un año Niño de alto perjuicio para la producción agrícola.

La estación de Patacamaya muestra un comportamiento similar a la estación de Uyuni para el evento de El Niño de 1986/87 donde las precipitaciones se concentraron en los meses de diciembre y enero resultando así precipitaciones superiores a la normal en un 29,7%. En cambio en el evento del año 1992/93 muestra precipitaciones superiores a la normal los meses de octubre, noviembre, enero y marzo, siendo los meses de diciembre y febrero precipitaciones menores a la normal, por lo que las precipitaciones en esa gestión fueron menores a la normal en 2,5% (no fue muy significativa). En la gestión 1997/98, en Patacamaya el mes de septiembre presenta una precipitación extraordinaria con un valor superior a la normal, los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero fueron inferiores a la normal,

volviendo a presentar valores superiores a la normal los meses de febrero y marzo, llegando a registrar precipitaciones superiores en 18,4% a la normal. Es por ello que los eventos de El Niño el año 1986/87, 1992/93 y 1997/98, fueron catalogados de intensidad débil, moderada y fuerte respectivamente.

En el caso del Altiplano Boliviano, esperan disminución en relación a la normal, esto podría no ser así debido a dos factores; primero las características fisiográficas de las zonas de estudio que es por el accidente topográfico orientaciones hacia el sol, en las que se encuentran las áreas de estudio las cuales generan microclimas distintos y como segundo factor se debe considerar que cuanto mayor sea el área y mayor el calentamiento de las aguas ecuatoriales del pacífico oriental, mayor será el impacto en otras regiones.

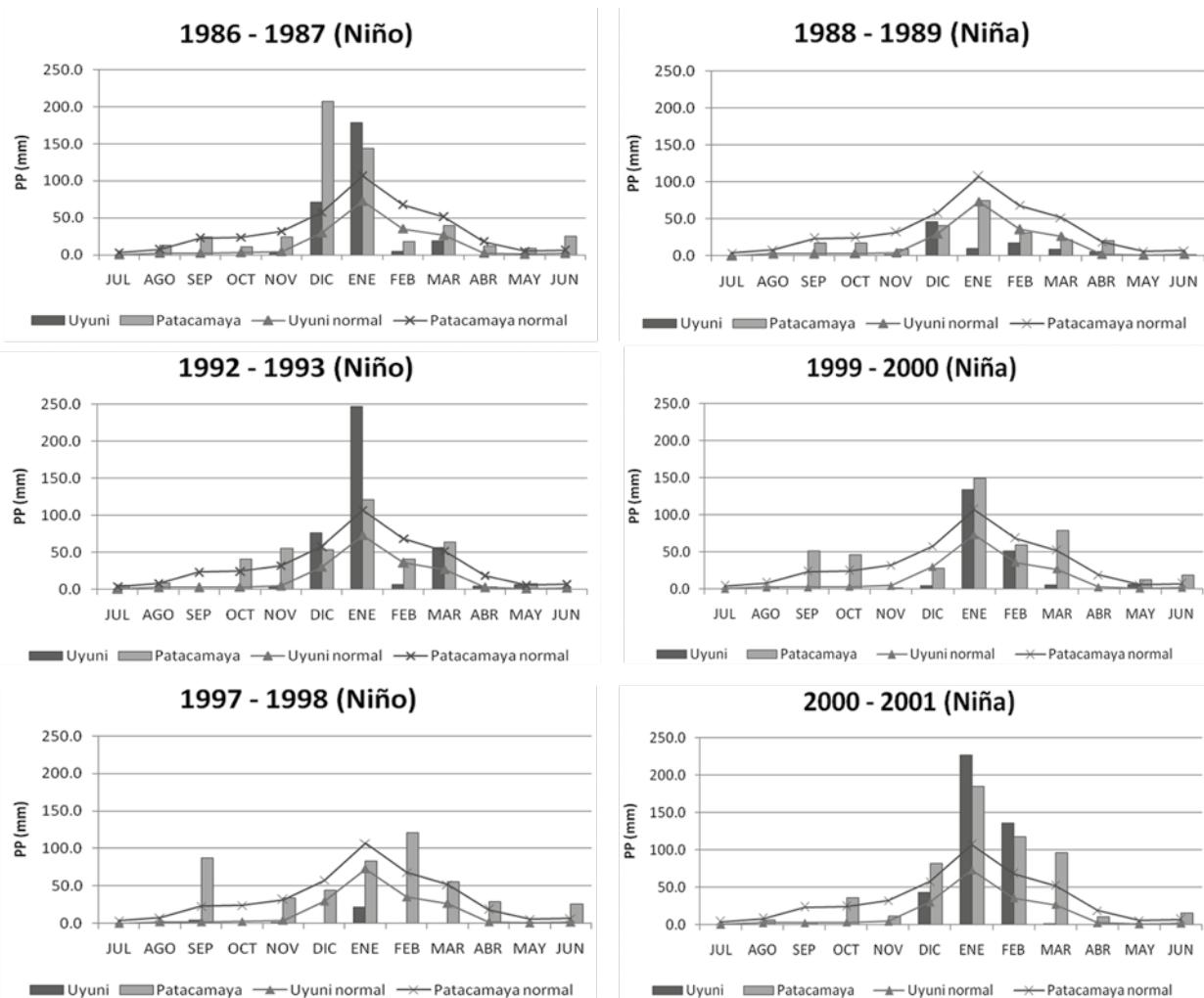


Figura 2. Comportamiento de la precipitación en el área de estudio

Como se mencionó anteriormente, no todos los fenómenos de El Niño tienen la misma fuerza o ubicación, y en consecuencia, su impacto pueden variar significativamente. Andressen (2007) menciona que en el Altiplano sur la precipitación anual varía de 270 mm en su sector norte a 60 mm en el sur. El período de lluvias se presenta en los meses de diciembre a marzo, variando también su cantidad de acuerdo a un gradiente latitudinal noreste-suroeste.

Municipio Sica Sica

La superficie del cultivo de quinua en el municipio de Sica Sica durante 1987 (Niño

débil) a 1989 (Niña débil), muestran una reducción de superficie, debido a que el primer año de estudio es un evento Niño, en el cual se prevé que existirán bajas precipitaciones. En cambio en el segundo año de estudio era un evento Niña en la cual se esperaba que existiría mayor precipitación es por ello que la superficie en el primer año era baja pero por las constantes pérdidas de producción que se presentaron después del evento Niño del 82/83, lo que permitió que a raíz de esos desastres se reduzca la superficie, por la planificación del productor, (Figura 3).

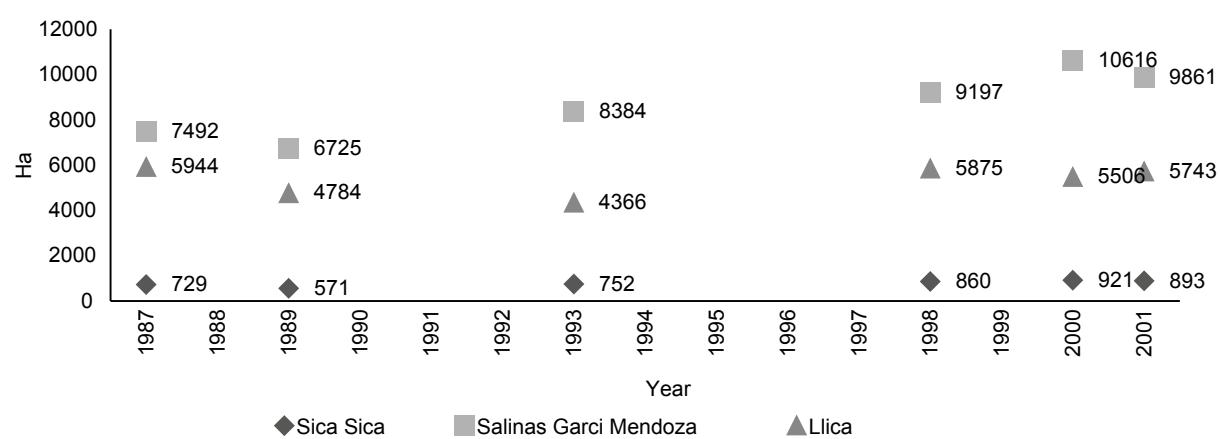
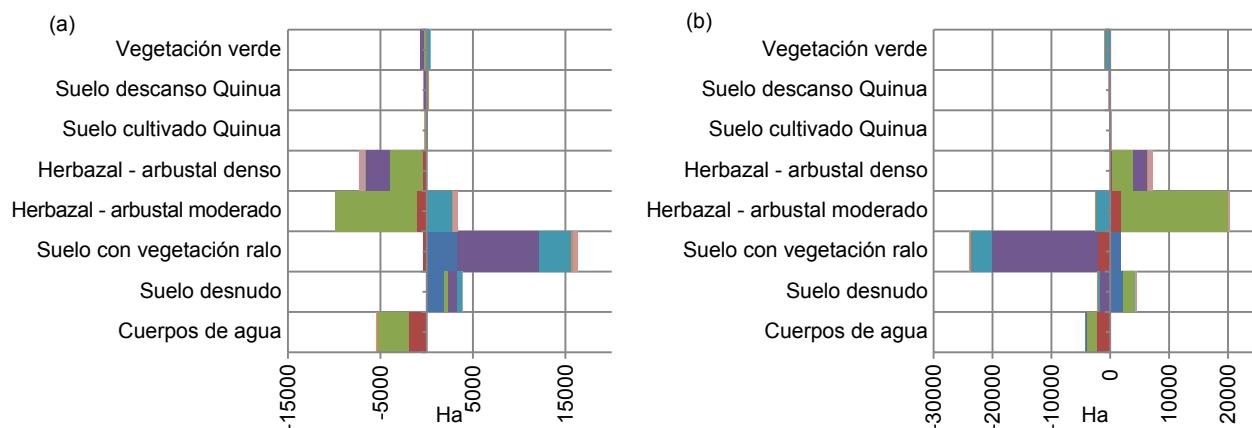


Figura 3. Expansión del cultivo de quinua en Sica Sica, Salinas Garci Mendoza y Llica entre 1987 – 2001.

A partir del año 89, las superficies fueron incrementándose en este municipio de forma lineal. Este incremento se debió principalmente a que las precipitaciones fueron más favorables para los cultivos a pesar del evento Niño fuerte del 97/98 y después fueron presentándose eventos Niña fuertes con mayor precipitación. También el incremento se debe a la introducción de nuevas

variedades, la capacitación de los productores, en formación de asociaciones y maquinaria. Otro factor que permitió continuar con el incremento de superficies fue desde los años 95, en el que se incorporó la producción de quinua orgánica, lo que permitió abrir más mercados internacionales por el valor nutritivo que fue promocionándose juntamente con la producción orgánica.



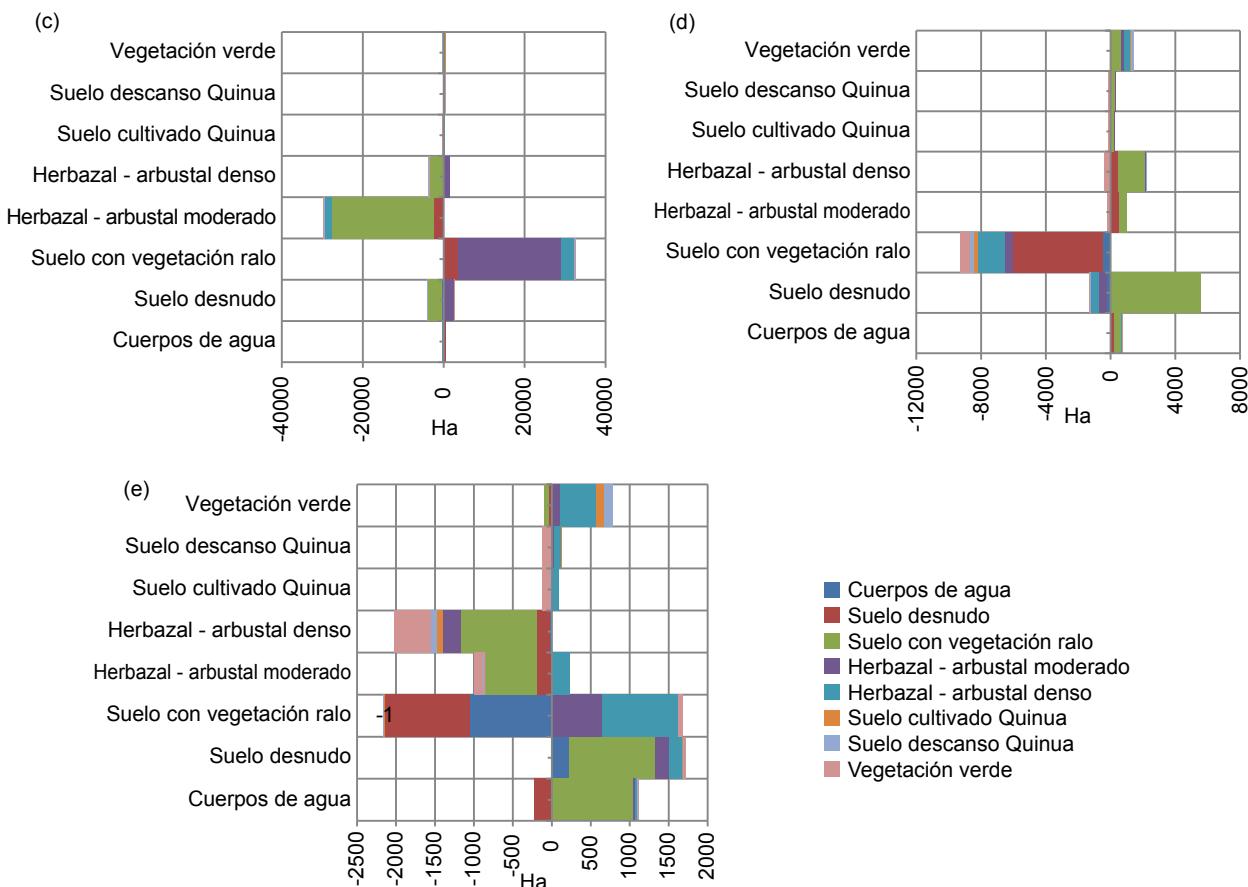


Figura 4. Cambio en el uso de suelo en Sica Sica durante años (a) Niño, gestión 1987 y 1989 (b) Niño, gestión 1989 y 1993 (c) Niña, gestión 1993 y 1998 (d) Niña, gestión 2000 a 2001 (e) Niña, gestión 2000 a 2001.

La Figura 4 muestra los cambios que sufrieron los suelos en el municipio de Sica Sica, se observa bastante dinamismo en el cambio en los períodos de estudio, presentándose reducciones de las precipitaciones lo que ocasiona un desanimo en las familias, por el que también se redujeron las superficies de cultivos de quinua, indicado también en reportes nacionales. A su vez los cuerpos de agua se redujeron convirtiéndose en suelos desnudos. Por lo tanto entre los años en los que se presentaron precipitaciones, se siguió siendo un factor para la ampliación de nuevas superficies de quinua, incremento en la vegetación verde.

Los terrenos más apropiados para la habilitación de nuevas parcelas de quinua son las asociaciones de herbazal – arbustal tanto denso como moderado. Para el proceso de habilitación de nuevas parcelas se inicia con el destiolado, remoción de la vegetación nativa del terreno (Herbazales y arbustales), a través de quema o con herramientas agrícolas. Este es realizado aproximadamente un año antes de realizar la aradura del terreno. La preparación del terreno (barbecho) se realiza durante los meses de diciembre, enero, febrero

y marzo, con la finalidad de disgrigar (mullir) el suelo, mejorar la capacidad de almacenamiento del agua del suelo (INFOQUINUA, 2008). Este incremento de precipitación a través de las escorrentías, permitió un aumento de los cuerpos de agua, en superficies con vegetación ralo, suelos desnudos. Las previsiones de buenas precipitaciones por parte de los productores más la tecnología incorporada, han ayudado a este incremento de la superficie, no estando presente entre los factores el precio que se mantuvo. Al respecto Collao (2004) señala que en la década de los 90, existió una tendencia creciente en la superficie cultivada de quinua dulce en el Altiplano Central por la creciente demanda del mercado de Perú e Internacional, áreas en las cuales la quinua es un cultivo rotativo. Estos aspectos ocasionaron que el incremento de la superficie desde el 89 hasta el 2000, tenga un incremento relativo de 30 ha por año.

Municipio Salinas de Garcí Mendoza

El municipio de Salinas de Garcí Mendoza durante 1987 (Niño débil) a 1989 (Niña débil),

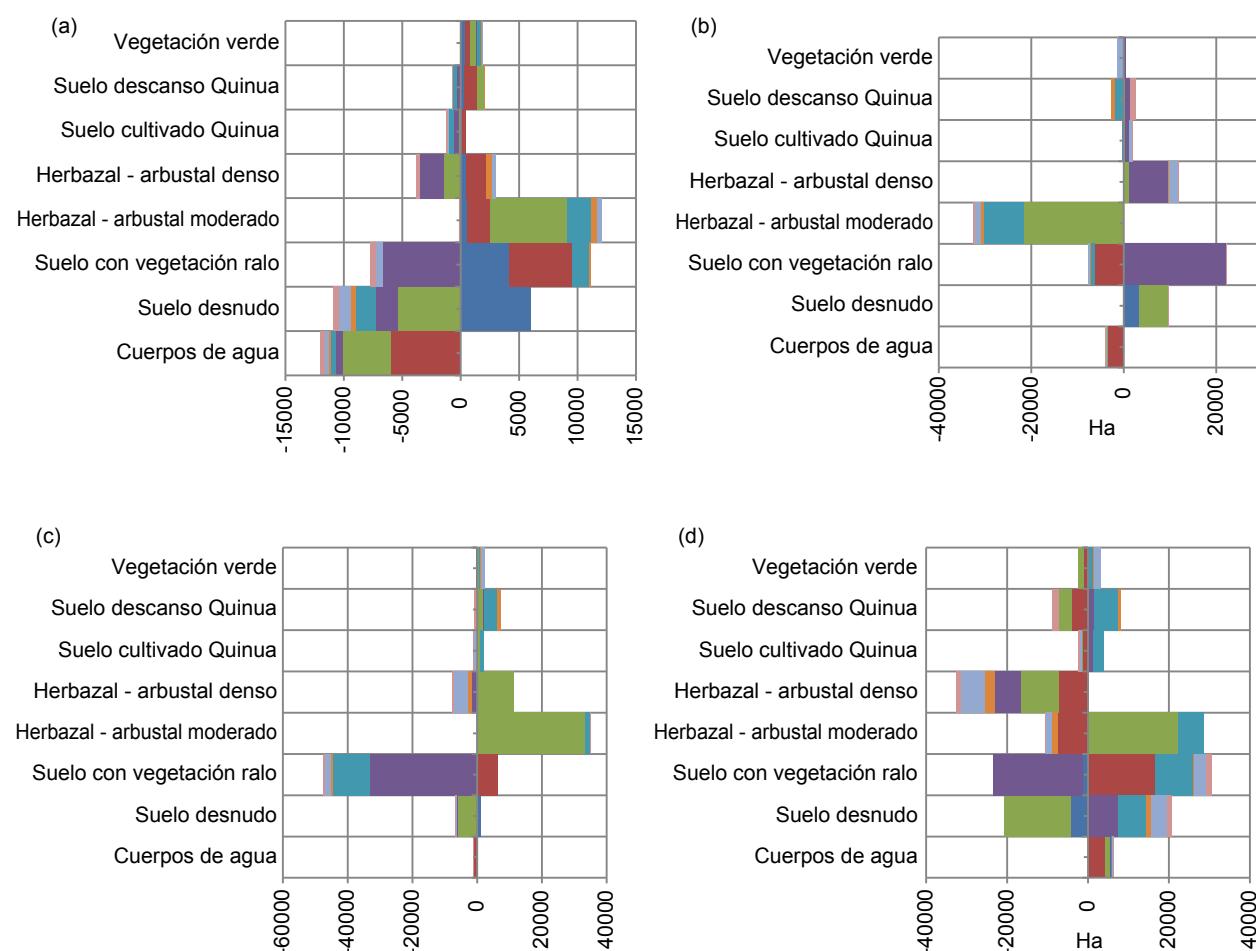
tienen una tendencia a bajar la superficie cultivada de quinua, debido a que el primer año de estudio es un evento Niño, en el cual se prevé que existirán bajas precipitaciones, pero los registros indican que las precipitaciones estuvieron por encima de la normal. En cambio en el segundo año de estudio ocurría un evento Niña en la cual se esperaba que existiera mayor precipitación, pero los registros de la estación de Uyuni (estación de referencia más cercana) indican que las precipitaciones no sobrepasaron la normal. Es por ello que los productores de este municipio deciden reducir sus superficies, por la planificación del productor que asumía que era un año con poca precipitación. (Figura 4).

Para el siguiente año en estudio (evento Niño 1993), la superficie de quinua empieza a ascender, con una tasa de 414 ha por año desde el 89 (evento Niña), dos años antes de este evento Niño, también se presentaron dos años Niño de intensidad moderada, este comportamiento ocasionó que se incrementen paulatinamente las superficies de quinua.

A partir del año 93, de acuerdo a la Figura 4, las superficies fueron incrementándose en este municipio de forma lineal. Este incremento se debió principalmente a que las precipitaciones fueron más favorables, para los cultivos a pesar del evento Niño fuerte del 97/98, que después se presentaron eventos Niña fuertes esperando una mayor precipitación.

Otro factor que permitió continuar con el incremento de superficies fue desde los años 95, en el que se incorporó la producción de quinua orgánica, lo que permitió abrir más mercados internacionales por el valor nutritivo que fue promocionándose juntamente con la producción orgánica.

Sin embargo, el año 2001 la superficie de quinua en Salinas de Garcí Mendoza se redujo en 755 ha, esto porque se presentaron excesivas precipitaciones. Al respecto (Ministerio de desarrollo rural y tierras. MDRYT, 2009) señala que la reducción de superficie para los años 2000 – 2002 se debe principalmente a los eventos climáticos severos como heladas, granizadas y lluvias.



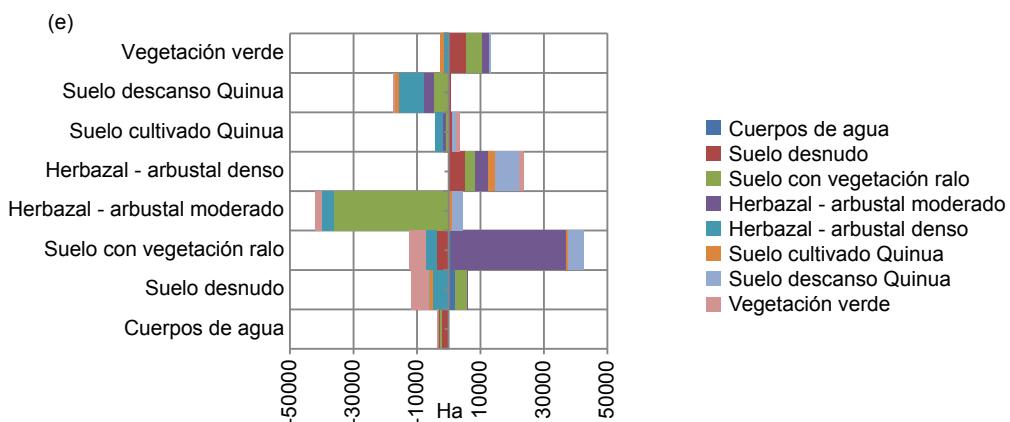


Figura 5. Cambio en el uso de suelo en Salinas Garcí Mendoza durante años (a) Niño, gestión 1987 y 1989 (b) Niño, gestión 1989 y 1993 (c) Niña, gestión 1993 y 1998 (d) Niña, gestión 1998 y 2000 y (e) Niña, gestión 2000 y 2001.

En estos periodos se presentan descenso de superficie de los cuerpos de agua, esto debido principalmente a las precipitaciones que se redujeron, por debajo de la normal ocasionando que no pudieran ser reabastecidos los cuerpos de agua los cuales se redujeron. Esta reducción, estaría ocasionando la limitación del uso de agua no solo para el riego si no más importante para el ganado, también llegaría a generar ambientes más secos con tendencia a crear erosión eólica, y desertificación de los sectores donde se tenía estos cuerpos de agua.

Nuevamente se aprecia que las parcelas de quinua se incrementaron en ciertos períodos, los productores mantuvieron una determinada superficie, y para este último año pronosticaron incremento de lluvias por lo que estimaron que podrían sembrar mayor superficie.

Los suelos de cultivo de quinua reciben aporte de coberturas como los suelos donde existían los herbazales - arbustales densos, donde se habilitaron terrenos. Al respecto (Vallejos s/f), señala que los suelos con tipo de cobertura vegetal herbazal – arbustal moderado y denso son la prioridad para nuevas zonas de producción de quinua.

(CEPROBOL, 2000 citado por AUTAPO, 2008). Señala, que la extensión de los cultivos se realizó de forma inadecuada, esto no solo por la falta de conocimiento de los productores sino también por la ausencia de planes de manejo y ordenamiento territorial de los municipios. Ocasionando que los ecosistemas frágiles característicos del Altiplano sean afectados negativamente.

También se observa que los suelos con vegetación ralo sufren una reducción a favor de superficies con asociaciones herbazal – arbustal moderado y denso, a su vez las asociaciones herbazal – arbustal denso presenta reducción las cuales se transformaron en

suelos en descanso de quinua y suelos con cultivo de quinua.

También se observa en períodos de 5 años, existe una disminución de los suelos desnudos a favor de coberturas como los suelos con vegetación rala, a su vez si bien presenta ganancias, muestra una reducción en superficie, esta que se convierte en suelos con asociación herbazal – arbustal moderado esto debido a que se dio la posibilidad de que especies nativas puedan regenerarse debido a la precipitación del 93 (121%, en relación a la normal).

Esta dinámica en el cambio de uso de suelo a través de la metodología, del programa IDRISI (land change modeler), muestra inicialmente los cambios sufridos en los cuerpos de agua, lo que ayuda en la interpretación de lo que está ocurriendo con la dinámica de las demás coberturas.

Municipio de Llica

Para el municipio de Llica durante 1987 (Niño débil) a 1989 (Niña débil), al igual que el municipio de Salinas de Garcí Mendoza, tienen una baja en la superficie cultivada de quinua, debido al evento Niño (1987), en el cual se prevé que existirán bajas precipitaciones, pero los registros indican que las precipitaciones estuvieron por encima de la normal. En cambio en el evento Niña (1989) en la cual se esperaba que existiera mayor precipitación, pero los registros de la estación de Uyuni (estación de referencia más cercana) indican que las precipitaciones no sobrepasaron la normal. Es por ello que los productores de este municipio deciden reducir sus superficies, por la planificación del productor que asumía que era año con poca precipitación.

Para el año 1993 (evento Niño), la superficie de quinua reduce, con una tasa de 104 ha por año desde el 89 (evento Niña), dos años antes de este evento Niño

(1993), también se presentaron dos años Niño de intensidad moderada, este comportamiento ocasionó que tres años seguidos haya causado que se reduzcan paulatinamente las superficies de quinua como ocurrió en las estadísticas a nivel nacional (Figura 4).

A partir del año 93, las superficies fueron incrementándose en este municipio de forma lineal, hasta el año 1998. Este incremento se debió principalmente a que las precipitaciones fueron más favorables, para los cultivos a pesar del evento Niño fuerte del 97/98, que después se presentaron eventos Niña fuertes esperando una mayor precipitación.

Otro factor que permitió continuar con el incremento de superficies desde los años 95, fue que se incorporó la producción de quinua orgánica, lo que

permitió abrir más mercados internacionales por el valor nutritivo que fue promocionándose juntamente con la producción orgánica.

Sin embargo, el año 2000 la superficie de quinua en Llica se redujo, mas debido a la excesiva precipitación que ocasionó perdida de parcelas de quinua, porque el productor amplió las áreas con el apoyo de maquinaria, pero durante esta gestión se presentaron heladas, granizadas y lluvias que ocasionaron pérdidas en las parcelas.

Al respecto (Ministerio de desarrollo rural y tierras. MDRYT, 2009) señala que la reducción de superficie para los años 2000 – 2002 se debe principalmente a los eventos climáticos severos como heladas, granizadas y lluvias.

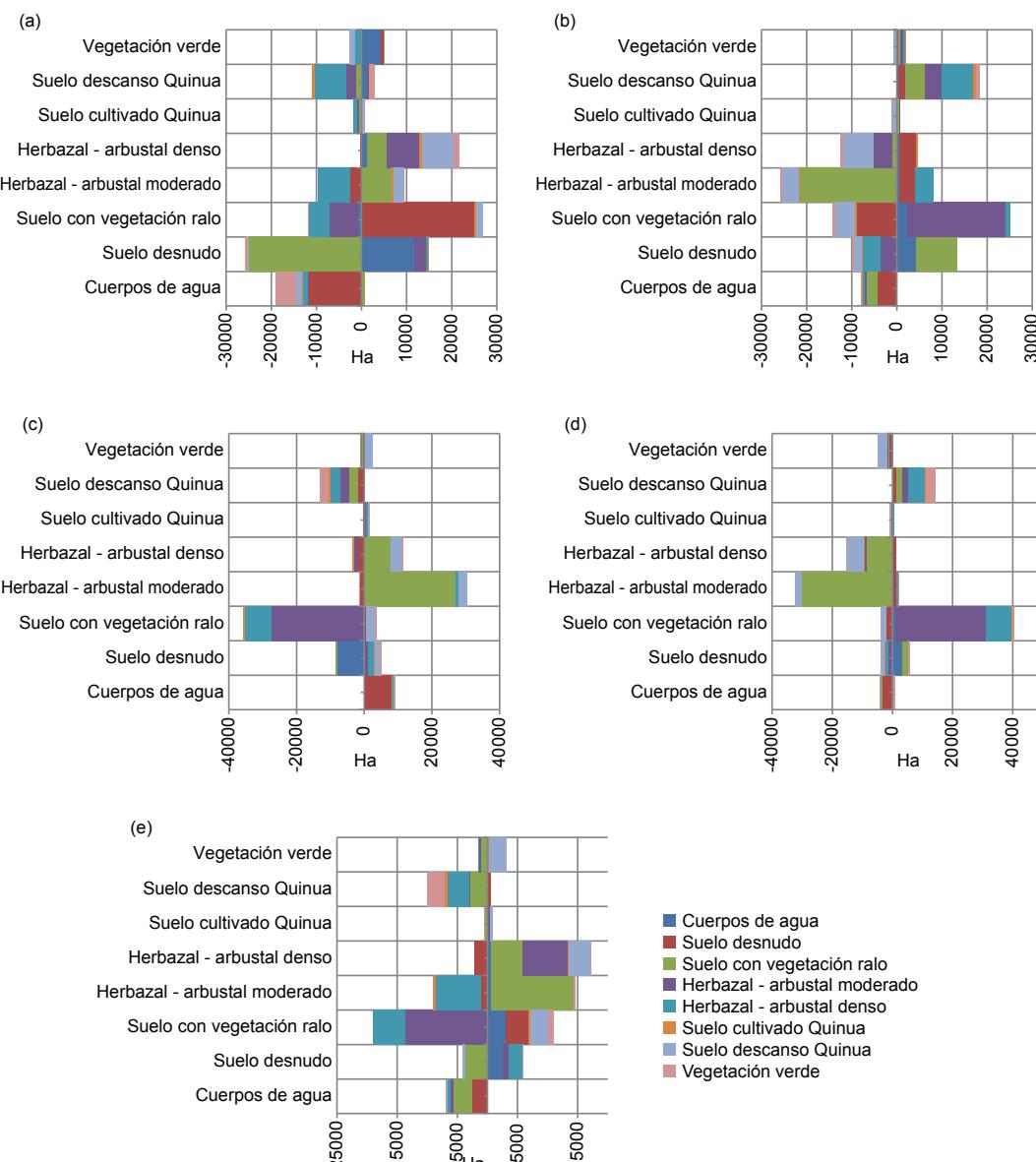


Figura 6. Cambio en el uso de suelo durante años (a) Niño, gestión 1987 y 1989 (b) Niño, gestión 1989y 1993 (c) Niña, gestión 1993 y 1998 (d) Niña, gestión 1998 y 2000 (e) Niña, gestión 2000 y 2001.

Se muestra que la superficie cultivada de quinua, se reduce, pasando principalmente a suelo en descanso, esto debido a una decisión del productor al pronosticar al ser años secos o lluviosos. Así como en los Municipios Sica Sica y Salinas, durante el periodo de los 80 donde se redujeron las precipitaciones e incrementaron las temperaturas, los cuerpos de agua se redujeron, gran parte de dichos cuerpos se convierten en suelos desnudos.

Cabe señalar que las precipitaciones aunque estuvieron por encima de la normal en ciertos periodos, estas no fueron las suficientes para recargar los cuerpos de agua. Ni para poder incrementar suelos con vegetación verde (bofedales).

Pero estos eventos posibilitaron el re poblamiento de suelos con vegetación rala, las asociaciones herbazal – arbustal tanto denso como moderado.

CONCLUSIONES

El estudio realizado sobre imágenes satélite Landsat 5-TM y validado en campo mediante levantamiento de datos GPS revela que en el municipio de Sica Sica la superficie de quinua asciende y suelos con vegetación de asociación herbazal –arbustal (tholas, añawayas, chiliwares, pajonales) son los más susceptibles para aperturas como nuevas zonas productoras de quinua.

En los municipios de Salinas de Garcí Mendoza, Llica, la producción de quinua es la más importante del sector agrícola. En cambio en el municipio de Sica Sica, la quinua ocupa un segundo lugar de importancia económica.

La principal cobertura que varió significativamente y es preocupante son los cuerpos de agua, que en el pasar del tiempo han llegado a reducirse, en algunos municipios, en la década de los 80, a raíz de la presencia de eventos Niño de intensidad fuerte, los cuales no han podido ser recuperados, a pesar de eventos Niña, esto por el incremento de la evapotranspiración y porque en algunas regiones se vienen aprovechando para riego de la quinua u otros cultivos.

Los resultados obtenidos de la superficie de quinua gracias a las imágenes satelitales y posteriormente el comportamiento de tendencia ha mostrado que durante la década de los 80, el principal factor de reducción de superficies de quinua fue los eventos Niño, es por ello que desde la década de los 90 se incorporó maquinaria y tecnología para apoyar a la producción a esto se sumó las épocas de mejor precipitación como eventos Niña, factores que casi mantuvieron la tendencia de superficie, y se esperaba que estas se mantuvieran en el tiempo, lo que no ocurrió porque se introdujo un nuevo factor que fue el precio que inicio un rápido incremento de superficies, en dos de los municipios donde se cuenta con superficies para ampliar, pero en el municipio de Llica aparentemente no existen más superficies para ampliar, lo que estaría ocasionando una vulnerabilidad para la producción de las familias.

BIBLIOGRAFÍA

Andressen. 2007. Serie de cartillas educativas ambientales. Cambio climatológico, 18 p.

Collao P., Ruben. 2004. La Cadena Productiva de la Quinua. Bolivia. En sitio web:<http://infoagro.net/shared/docs/a5/cproandinos3.PDF>. Revisado (30/01/2012)

Fundación AUTAPO – Programa Quinua Altiplano Sur. 2008. Informe: Fertilidad, uso y manejo de suelos en la zona del Intersalar, departamentos de: Oruro y Potosí. Oruro– Bolivia. Revisado (07/10/2014).

Infoquinua. 2008 – 2009. Quinua Real. <http://www.infoquinua.bo/quinuareal.php>

Ministerio de desarrollo rural y tierras. MDRYT. 2009. Cambio Climático.

Vallejos, s/f. Valoración de la fertilidad de suelos cultivados y potencial de expansión de frontera agrícola en la provincia Ladislao Cabrera.