

Elizabeth Jiménez¹, Alejandro Romero², Jere Gilles³
“Cambio climático, diversidad de papa y conocimiento local en el Altiplano boliviano”

Introducción

El cambio climático es a diario uno de los principales temas de debate a nivel mundial. En Bolivia, sus efectos catastróficos se sienten cada vez con mayor intensidad y se manifiestan desde abundantes precipitaciones pluviales cuyas riadas se llevan todo, hasta periodos muy secos que dejan sin el líquido elemental al ganado e interrumpen drásticamente el desarrollo de las plantas.

Estas constantes amenazas, sumadas a la vulnerabilidad de las poblaciones rurales, incrementan el riesgo sobre la producción y en muchos casos deriva en desastres frente a los cuales aún se ven sorprendidos e impotentes. Las consecuencias de estas alteraciones globales repercuten también en la seguridad alimentaria de la región así como en la biodiversidad del principal producto cultivado, la papa.

Este tubérculo, originario de los andes sudamericanos, fue cultivado y domesticado desde hace más de ocho mil años por las comunidades situadas a lo largo de este territorio. En Bolivia, se cuenta con ocho especies cultivadas y alrededor de 1095 variedades diferentes (Ugarte e Iriarte citados por Terrazas *et al.* 2008) que fueron conservadas gracias a la diversidad de formas y colores de los tubérculos (Ames *et al.*, 2008) con una fuerte asociación de conocimientos tradicionales de uso, manejo y expresiones culturales que pasan de generación en generación (García *et al.*, 2003).

Las diversas formas de producción y distribución de la cosecha de variedades de papa, responden a estrategias de reducción del riesgo e incertidumbre climático, a las necesidades de consumo, las oportunidades de comercialización, los sistemas de uso de la tierra y el acceso a diversos pisos ecológicos, entre otros. Cada familia cuenta con un portafolio de variedades que incluyen a las nativas, las mejoradas y aquellas de reciente introducción que tienen mayor demanda de mercado (Jiménez y Romero, 2011).

La producción de papa es parte fundamental no solo de la dieta diaria, sino también de la identidad regional en la parte andina. El éxito en las cosechas se ha basado fundamentalmente en la lectura de la naturaleza cuya observación y seguimiento fue transmitido por generaciones. Sin embargo, tanto la diversidad como los conocimientos locales asociados a este tubérculo, parecen estar en riesgo de perderse a consecuencia de varios factores incluyendo los cambios en los sistemas ambientales que incluyen los cambios ecológicos, biológicos de los mercados y los cambios climáticos. Este conjunto de factores tiene definitivamente un impacto sobre la conservación de la biodiversidad en general y sobre la conservación de las distintas variedades de papa que tradicionalmente fueron cultivadas en esta región del Altiplano boliviano. Estudios recientes en la región de los valles de Bolivia, demuestran que el monocultivo de variedades comerciales respondiendo a la demanda del mercado (Tapia y Jallaza, 2008) y el cambio en los hábitos de consumo de la población durante los

¹ Docente e investigadora del CIDES (Postgrado en Ciencias del Desarrollo), Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia

² Candidato a MA en Desarrollo rural CIDES Postgrado en Ciencias del Desarrollo, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia

³ Profesor asociado del Departamento de Sociología Rural de la Universidad de Missouri.

últimos 30 años, se han traducido en una reducción de la producción en general, del consumo y del uso de las diferentes especies de este tubérculo (PROINPA, 2007). Otros estudios prevén que las tendencias al incremento de la temperatura, podrían extinguir hasta el 22% de las variedades de papa en el mundo para el año 2055 (Thomas, 2008).

La posible pérdida de la diversidad de papa, es particularmente preocupante y merece especial atención por las connotaciones no solamente económicas sino hasta históricas asociadas a su producción. La producción de papa y de sus variedades es parte muy importante del capital natural y cultural no solamente de estas regiones sino de la zona Andina en general.

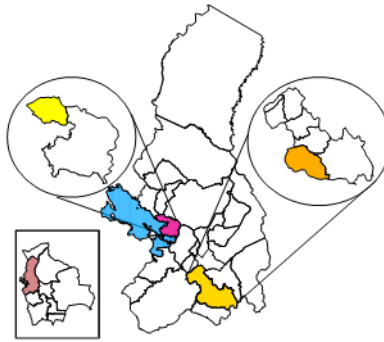
Las prácticas de preservación de la biodiversidad parecen ser adoptadas como parte de un paquete global que incluye el uso de formas orgánicas de utilizar la tierra (abono orgánico) y en general el uso del conocimiento local en la toma de decisiones sobre la producción. Un reciente estudio en esta zona del Altiplano demuestra que hay una muy alta correlación entre el uso de abono orgánico y el uso de indicadores naturales de predicción (Gilles, et.al 2011). Esta asociación de prácticas tradicionales demuestra que el mantenimiento de la biodiversidad no es una práctica aislada sino mas bien es parte de un conjunto de estrategias adoptadas que incluyen el uso de abonos orgánicos (en lugar de los químicos) y el uso del conocimiento local reflejado en indicadores naturales ...

En el caso particular de la papa, la producción de las muchas variedades de este cultivo se ha caracterizado por utilizar diversos tipos de indicadores para el pronóstico del clima y para las decisiones de producción. ¿Se está reduciendo la producción de variedades nativas/locales en esta región del Altiplano y porqué? ¿Hasta que punto el uso de estos indicadores sigue caracterizando la organización de la producción de este cultivo en esta región del altiplano de Bolivia? Este artículo busca analizar los posibles impactos del cambio climático sobre la riqueza varietal en la región, sobre el uso de indicadores locales del clima y sus posibles cambios a lo largo de los últimos años. Para tal efecto se utiliza una base datos panel elaborada por el Proyecto SANREM en el 2006 y el 2009 con 330 familias pertenecientes al altiplano norte y central de Bolivia.

El contexto

De acuerdo con sus características agroecológicas, el altiplano boliviano se divide en norte, central y sur. En la región norte, circundante con el lago Titicaca, se encuentra el municipio de Ancoraimes entre los 3856 y 4313 msnm. Sus precipitaciones pluviales oscilan los 481 mm y la temperatura anual promedio es de 8°C. El municipio de Umala, se encuentra en el Altiplano Central, ubicandose entre los 3850 y 3950 msnm con precipitaciones anuales por debajo de los 400 mm y con una temperatura que oscila los 11°C. El clima en el altiplano central es mas seco que en el altiplano norte, y esto se refleja en el ecosistema que caracteriza ambas regiones.

Figura 1. Ubicación de los municipios en el altiplano norte y central



Fuente: Elaboración propia

La fisiografía de ambas regiones permite encontrar diversos pisos ecológicos entre bofedales, áreas de vegetación nativa para el pastoreo, pendientes pronunciadas, o planicies extensas. Muchas zonas en quebrada, mantienen el sistema de producción en base a la tracción animal y el empleo de fertilizantes naturales, mientras que en las zonas más planas el empleo de insumos químicos y maquinaria agrícola para la producción es generalizado.

Ambas regiones, son reconocidas por su amplia diversidad en la producción de la papa que por siglos ha garantizado la seguridad alimentaria de la población gracias a sus diversas formas de consumo. Una forma de diferenciar las variedades de papa producidas es por el destino de la producción que incluye el autoconsumo, la transformación y la venta. La mayoría de las variedades nativas o locales son transformadas en productos secos como el chuño o la tunta mediante un proceso de deshidratación, pelado y secado que se realiza durante invierno. La transformación de variedades nativas permite almacenar esta producción por períodos de hasta más de diez años. Estos productos se destinan fundamentalmente al consumo pero también a la venta, ya que son parte fundamental de la dieta cotidiana en poblaciones más urbanizadas y en las ciudades más grandes del país. Existen también otras variedades recientemente introducidas y que por sus características (mayor tamaño y fácil pelado) tienen mayor demanda en el mercado. Este es el caso de la variedad Waycha por ejemplo, cuya producción siempre a estado asociada a su venta.

La mejor respuesta de algunas variedades a las adversidades del clima y a la creciente erosión en el altiplano, determinan las decisiones de producción de los agricultores. Por ejemplo, el hecho de que se priorice la producción de variedades tradicionalmente consideradas “de mercado como la waycha” tiene que ver con su mejor adaptación a diferentes tipos de suelo encontrados en cada piso altitudinal de la región y al hecho de que requiere menos trabajo para su cosecha (los tubérculos se concentran alrededor y cerca de la base del tallo).

La riqueza regional en biodiversidad se ve reflejada en la diversidad del portafolio de producción de papa producida en la región. En el año 2006, la Fundación PROINPA identificó en Umala, 118 variedades de papa, cuya mayoría fue catalogada como de buena producción por los propios agricultores. La encuesta desarrollada por SANREM CRSP⁴ en el 2009 identifica un total de 34 variedades producidas en el altiplano central, mientras que en el norte, el número de variedades reportadas llega solamente a 24. Sin embargo, la mitad de la producción de papa en Umala corresponde a la variedad “waycha” (46%), mientras que en Ancoraimes esta proporción es mayor

⁴ Los autores agradecen al proyecto por facilitar la base de datos que registra información de 330 hogares encuestados en los municipios de Umala y Ancoraimes.

(64%), reflejando una tendencia a la reducción de la diversidad de papa menos atractiva para el mercado⁵

La riqueza genética de la biodiversidad contrasta con los bajos niveles de vida en ambas regiones. El Programa Mundial de Alimentos (PMA, 2008), clasificó a estos municipios con alta vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria, haciendo notar la falta de recursos para garantizar el consumo familiar. Las encuestas del SANREM CRSP 2009, permiten verificar que los ingresos familiares anuales en Acoraimes bordean los \$us 1385, mientras que en Umala alcanzan a \$us 3089. Estos valores son muy inferiores a la mitad del promedio nacional, denotando que un habitante vive con menos de \$us 1,7 diario.

Los escasos recursos con los que cuentan las comunidades de ambas regiones se ven, además, constantemente amenazados por fenómenos climatológicos extremos cuya frecuencia se viene incrementando cada año. A continuación se describen algunos efectos comprobados del cambio climático en las regiones de estudio, así como otros previstos en el mediano plazo que influyen directa e indirectamente sobre la conservación de la diversidad de papa en el altiplano.

El cambio climático y sus efectos en la diversidad de papa del altiplano

Los eventos climáticos extremos que se presentan en esta región del altiplano boliviano son de cuatro tipos: heladas, granizo sequía e inundaciones. El primer fenómeno se refiere al descenso de la temperatura ambiental a niveles por debajo de cero °C ó, con impactos negativos sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos. El segundo evento importante es la caída del granizo que casi siempre se presenta en el verano, por la temperatura y la humedad atmosférica elevada de la época, destruyendo el área foliar de los cultivos y afectando negativamente los niveles de producción.

La irregularidad en los periodos de lluvia, la sequía y las serias inundaciones, representan los evento de mayor ocurrencia de los últimos años. Altieri y Nichols (2009) esperan que en zonas semiáridas exista mayor frecuencia y severidad de sequías, condiciones que pueden limitar significativamente el crecimiento y rendimiento de los cultivos. El análisis de Seth *et al.* (2009), sugiere que en el futuro, el principio de la estación lluviosa (sep-nov) sea más seco y que el punto más alto de dicha temporada (ene-mar) sea más húmedo, implicando un cambio hacia una temporada de lluvia más fuerte y tardía. También se prevén el incremento de la temperatura por las noches, el aumento de las olas de calor con mayor variabilidad de las temperaturas extremas.

Respecto a los días de helada, Valdivia *et al.* (2010) afirman que están en constante aumento debido a la elevación de la temperatura y la reducción de la humedad, aunque estiman que en el futuro estos días se reducirían. Un estudio de García y Yucra (2007), evidencia un descenso de las temperaturas mínimas y un aumento de las máximas en el altiplano norte, mientras que en el altiplano centro

⁵ Es importante notar que las encuestas desarrolladas en la zona el 2006 y el 2009 no estaban orientadas exclusivamente a la recopilación de información sobre biodiversidad y variedades de papa. El tipo de variedades de papa cultivadas salio en la información sobre la producción. Los productores tenían que dar información sobre los niveles de producción, destino y otras características por tipo de cultivo. Es probable que muchas variedades de papa, particularmente las consideradas nativas/locales sean producidas en reducidas cantidades y no sean consideradas al momento de dar información sobre los niveles de la producción total.

ambas se habrían incrementado por efecto del calentamiento global, provocando mayor demanda evaporativa de la atmósfera y el estrés hídrico de los cultivos. Algunos estudios como el de Thomas (2008), muestran que la temperatura nocturna influye en la formación del almidón en los tubérculos, pero si ésta es muy alta, el desarrollo de los mismos se ve severamente afectado. Otras investigaciones de Stol *et al.*, (1991) citados por Gutiérrez (2008), concluyen que temperaturas por encima de los 17°C tienden a disminuir la tuberización representando un problema para sitios característicos de buena producción y una ventaja para otros de menor tradición.

El incremento del calor también aumenta la población de insectos plaga. Al respecto, Jarandilla (2010) y Garrett *et al.* (2011), reportaron cambios en los ciclos reproductivos de dos especímenes del gorgojo de los andes en el altiplano, concluyendo que *Rhigopsidius piercei* (originario del norte argentino) habría incrementando su población de manera significativa gracias a que termina su desarrollo dentro del tubérculo permitiéndole escapar a las condiciones climáticas externas, mientras que *Premnotrypes ssp* (originario del Perú y Bolivia) lo hace en el suelo expuesto al clima reinante que generalmente es seco e impide su salida del refugio. De acuerdo con Mamani (2009) gran parte de las variedades nativas en el altiplano, se caracterizan por contar con cuatro juegos cromosómicos y mayor susceptibilidad al ataque del gorgojo de los andes y la polilla (48% y 29% de incidencia respectivamente).

Las enfermedades de plantas también sufren cambios a consecuencia de la variación climática. Garret *et al.*(2011), sugieren que el aumento de la temperatura y la humedad podrían favorecer el desarrollo de aparatos reproductores en especial las de tipo moho (*oomycete*) como el tizón de la papa, reduciendo así los refugios libres de enfermedad para variedades susceptibles. Por otro lado, no reportan efectos directos sobre el virus de la papa, aunque sí en la proliferación de sus vectores cuya mayoría son áfidos y moscas blancas.

Los suelos no escapan a estos cambios. Montavalli *et al.* (2011) afirman que el aumento de la temperatura acelera la evaporación del suelo, incrementa la frecuencia e intensidad de las sequías, reduce la cobertura vegetal y acelera la desertificación. El mismo estudio estima que el 45% de los suelos en el altiplano están gravemente afectados por la erosión hídrica, mientras que otro 35% por el viento. Altieri y Nicholson (2009) prevén la pérdida de materia orgánica en el suelo y consecuentemente su fertilidad por acelerarse los procesos de descomposición.

El cambio tecnológico es otro factor de riesgo para la sostenibilidad de la producción en el altiplano. Callisaya (2005) demostró que la introducción de paquetes tecnológicos basados en el uso de insumos químicos para la producción de papa, provocó dependencia de estos insumos además de eliminar la población microbiana de sus suelos e incrementar los costos de producción. Estos procesos ligados a políticas de uso intensivo del suelo, tienden a cambiar la actividad que durante años ha significado el sostén de los hogares, por otras a las que la variación climática (hablando del calentamiento) ha favorecido como la adaptación de ganado lechero mejorado y el incremento en el cultivo de forrajes en ambas zonas de estudio.

Biodiversidad y cultivo de variedades nativas

La amplia diversidad de variedades de papa nativa con la que cuentan ambas regiones del altiplano, es la base del sustento diario pero además esta biodiversidad es parte del sistema social de reproducción y de la propia identidad de la población local. Su conservación en el tiempo se debe entre otros factores, a la menor tasa de degeneración que sufren las variedades nativas al cultivarse

en sitios de mayor altura (Zeballos *et al.* 2008). El cuadro 2 muestra las principales variedades reportadas en las encuestas del SANREM CRSP cuya información permite distinguirlas entre aquellas destinadas mayormente para el consumo en fresco versus las que cuentan con mejores cualidades para la obtención de productos transformados.

Las cualidades de cada variedad y la diversidad de formas que las caracterizan, determinan también sus diferentes formas de consumo, acompañando a múltiples platos tradicionales. Las diarias actividades agrícolas y pecuarias del altiplano, se sostienen con el aporte energético de este tubérculo o de sus derivados como el chuño y la tunta (papa deshidratada).

Cuadro 2
Variedades de papa cultivadas durante la gestión 2009 en el altiplano norte y central

Altiplano central			Altiplano norte		
variedades de consumo		variedades para transformación	variedades de consumo		variedades para transformación
Ajahuiri	Waycha	Sacampaya	Waycha	Wislulo	Luk'i
Alpha roja	Imilla negra (papa negra)	Sak'o	Imilla negra (papa negra)	Ajahuiri	Sutamari
Ticoma	Wila Imilla	Sutamari	Wila Imilla	Sak'o	Chunchu
Gendarme	Sani	Khullu	Sani	Pali o pala	Chujru Largo
Khati	Sani negra	Luk'i	Alpha holandesa	Yocallito	Kuli
Pali o pala	Desire	Tunari	Phureja	Solico	
Wiswaraya	Sani imilla	Katawi	Imilla blanca	Khati	
Duraznillo	Alpha holandesa	Kuli	Isla	Kheni	
Isla	Pitwayayaca	Yocallito	Pitwayayaca		
Pitwayayaca negra	Tatitoconcori		Surico Kati		
Yari	Imilla blanca		Saytu Choque		
Ojo azul	Chunchu				
Huanku sillo					
TOTAL	25	9	19	5	

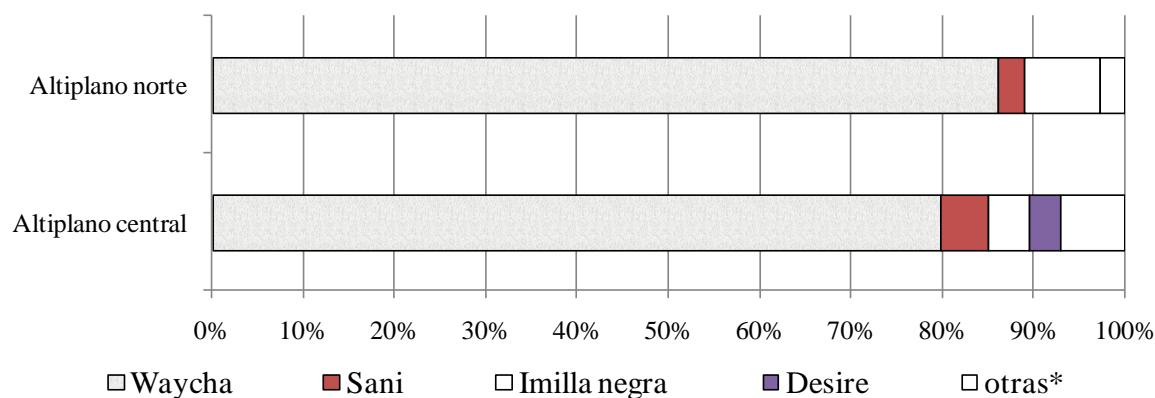
Fuente: Elaboración propia en base a encuestas del SANREM CRSP

Sin embargo, la mayor producción de ambas regiones, especialmente en el norte, se concentra en la variedad waycha y otras en menor grado, gracias a que se ha logrado desarrollar una mejor adaptación, no solo a los cambios de temperatura, sino a diversos tipos de suelo con distintos niveles de fertilidad y erosión. La mejor respuesta que se obtiene al cultivar estas variedades, sustituye inevitablemente al resto con menor resiliencia.

El incremento en la producción de variedades con mayor demanda como waycha, sani o desire, en desmedro de otras que tradicionalmente se cultivan para su transformación como sacampaya, sako, lucky o pali, es sin duda un reflejo de lo que ocurre en diversas regiones. Esta situación es más evidente en el altiplano central donde la papa constituye el más importante cultivo de la producción familiar. El mayor rendimiento y demanda de las variedades comerciales, es el principal factor

tomado en cuenta en las decisiones de producción para los hogares en el altiplano centro, mientras que en el norte, estas decisiones además dependen de su resistencia a las heladas.

Figura 4: Variedades de mayor demanda según percepciones de los productores



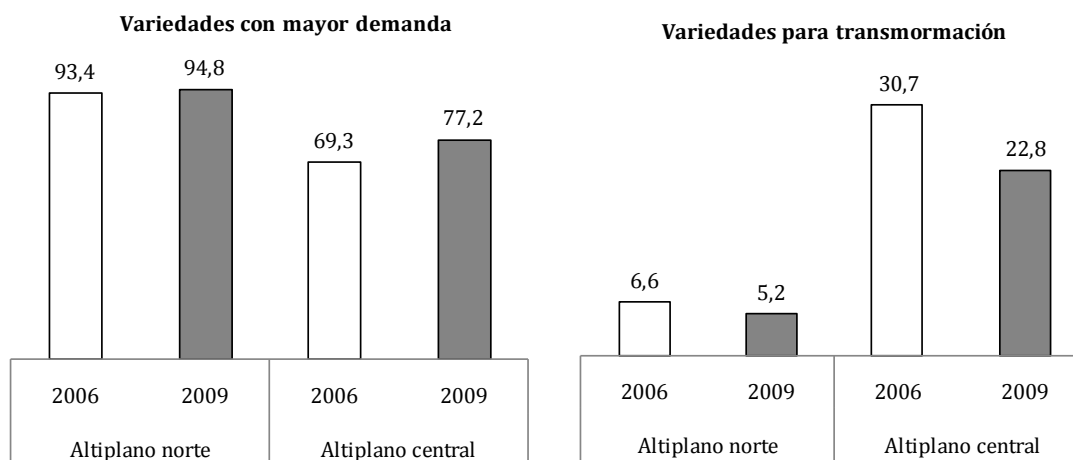
* Otras incluyen: sacampaya, kuli, gendarme, lucki, chunchu., pituwayaca, wila imilla, sutamari, imilla blanca, wiswaraya, ajahuri, pali, alfa holandesa, sako, khullo, yari, sani negra, alfa roja, khieni
Fuente: Elaboración propia en base a las encuestas del SANREM CRSP.

La diversidad de papa nativa se caracteriza por tener largos ciclos de cultivo que bordean los 180 días, es decir que tienen mayor probabilidad de enfrentarse fenómenos meteorológicos como las heladas o el granizo. Por ello se tiende a sustituir la papa semilla por variedades de reciente generación cuya característica principal es la precocidad, es decir el menor tiempo a la cosecha.

La tuberización dispersa de muchas variedades, incrementa y dificulta el laboreo en campo durante la cosecha por la necesidad de escarbar mayor superficie por planta. Las variedades de mayor producción, forman tubérculos cerca y alrededor del tallo minimizando el trabajo y acelerando la cosecha para evitar daños por plagas.

La figura 5 muestra un constante incremento en la producción de papa con mayor demanda, especialmente en zonas de alta producción como el altiplano centro. Consecuentemente, también se observa una reducción de las variedades destinadas a la transformación en productos secos.

Figura 5: Producción media (%) de variedades con mayor demanda y variedades para transformación



Fuente: Elaboración propia en base a encuestas SANREM CRSP

El mayor número de variedades nativas parece encontrarse en hogares con menores recursos, sin embargo, las cantidades almacenadas son mínimas y mezcladas con otras, lo cual dificulta cada vez más su distinción perdiéndose. La mayor participación en el mercado, parece también influir en la reducción de la diversidad por la necesidad de especialización en los cultivos con el consecuente incremento en la producción de variedades comerciales (Jiménez y Romero, 2011). Al respecto, Smale (2006) citado por Gutiérrez (2008), confirma que las relaciones entre productividad y biodiversidad de cultivos están inversamente relacionadas, entendiéndose que existe un menor rendimiento en regiones que conservan más la biodiversidad y por tanto producen mayor número de variedades de papa, mientras que los rendimientos son más altos en regiones con diversidad limitada

Balderrama y Terceros (2008), citados por Zeballos *et al.* (2009) describen a las ecorregiones de altura como las de mayor diversidad de papa nativa, lo cual también se encuentra asociado con niveles altos de pobreza y menor productividad. Claverías y Quispe (2002) citados por Gutiérrez (2008), confirman que la biodiversidad de papas nativas está más vinculada al autoconsumo y a la seguridad alimentaria de la comunidad, precisamente allí donde los riesgos climáticos y los niveles de pobreza son más altos, como en la región de Puno-Perú.

Los cambios en los niveles de producción de la papa

La combinación de alimentos como la papa, las leguminosas u otros cereales producidos en altura genera un efecto complementario fundamental que garantiza un consumo de proteínas equilibrado (Crespo, 2003). El cuadro 1 muestra el aporte de este tubérculo y de sus derivados en términos de hierro, energía y proteína, del cual es importante resaltar que los productos transformados como el chuño se componen de más proteína por elaborarse a partir de variedades amargas de papa.

Cuadro 1. Aporte nutricional del tubérculo de papa y sus derivados

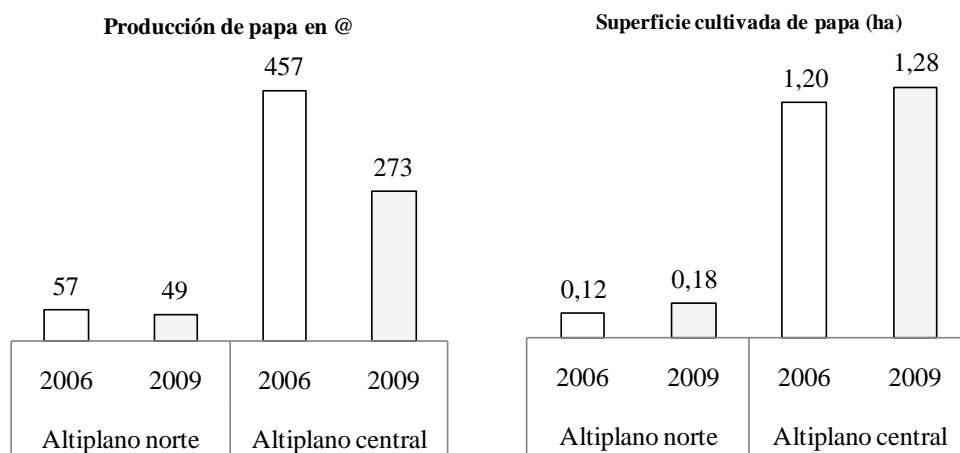
En 100 g de la parte comestible			
	Energía	Proteína	Hierro
	Kcal	g	Mg
Papa	93	2,7	1
Tunta	323	1,9	3,3
Chuño	333	4	0,9

Fuente: Carrasco, Terrazas, Calderón y Thiele, 1996 citados por Crespo, 2003

Gracias a estas características, la papa y sus derivados han permitido garantizar la seguridad alimentaria no sólo en el altiplano, sino también de la población de otras regiones y pisos ecológicos. En Bolivia se estiman 179 mil ha cultivadas con el tubérculo y aproximadamente 935 mil tn cosechadas al año (Ministerio de Desarrollo rural y Tierras, 2009) cuya mayoría se obtiene en la parte andina.

Sin embargo, la producción atraviesa por serias dificultades que incrementan la vulnerabilidad de la inseguridad alimentaria. De acuerdo con Zeballos *et al.*, (2009) la mayor parte del territorio nacional ha experimentado una disminución de la producción durante los últimos años especialmente en la región de los valles. La reducción en los niveles de producción de la papa está también presente en las dos zonas de este estudio. La figura 2 compara los volúmenes de producción y las hectareas utilizadas para la producción de papa en ambas regiones en el 2006 y en el 2009. Como se puede ver, en el 2009 la producción de papa medida por volumen así como extensión de tierra utilizada se ha reducido significativamente. Esta reducción es todavía mayor en el altiplano central, donde el volumen de producción total se ha reducido en casi el cincuenta por ciento, aun cuando la superficie cultivada se ha mantenido más o menos constante. Esto puede reflejar el hecho de que se ha reducido también los niveles de rendimiento (producción por hectarea) y productividad de la tierra. En cualquier caso, la comparación de los niveles de producción en estos dos años parece reflejar una tendencia a la reducción de este cultivo lo que sin duda podría tener impactos negativos sobre la propia seguridad alimentaria de la región.

Figura 2: Producción media de papa y superficie familiar cultivada

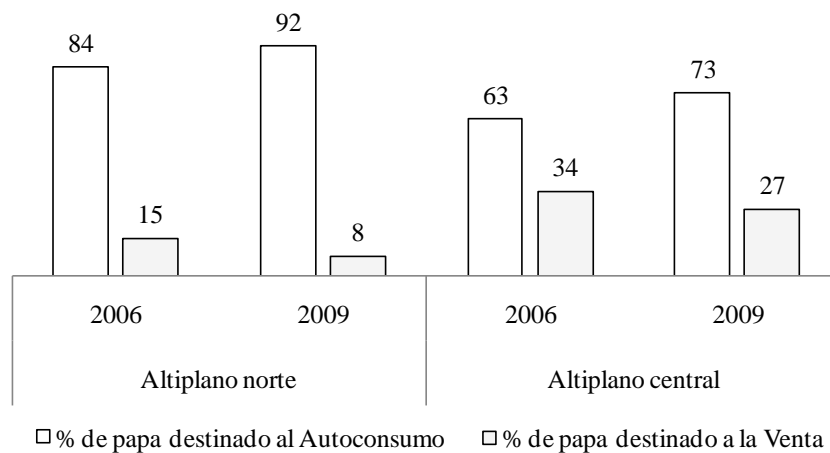


Fuente: Elaboración propia en base a encuestas SANREM CRSP

Los cambios en el sistema medioambiental, incluyendo el cambio climático, aumentan la incertidumbre en los hogares rurales cuyo consumo depende fundamentalmente de la producción familiar, pero también de las poblaciones urbanas cuyo autoabastecimiento alimentario depende de una adecuada cosecha agrícola. El impacto promedio sobre la población se refleja un menor consumo per cápita de papa, que según reporta un reciente estudio (Zeballos *et al.* 2009), bajo de 45 a 36 kg durante los últimos años. Esta cifra es bastante inferior al promedio que registra Perú (80 kg) o Europa (93 kg) por ejemplo.

La reducción en los volúmenes producidos se refleja también en cambios en el destino de la producción. La figura 3 muestra cómo en pocos años se reduce significativamente la proporción de la cosecha que se destina para la comercialización, en tanto que se incrementa el destino para el autoconsumo.

Figura 3: Incremento en la proporción de la cosecha (%) destinada al autoconsumo y disminución para la venta.



Fuente: Elaboración propia en base a encuestas del SANREM CRSP

Los cambios en los volúmenes y destino de la producción de la papa se confirman en las propias percepciones de los productores locales. En el altiplano norte, la sensación de más calor percibida como un factor benéfico desde hace más de quince años, ha posibilitado el cultivo de variedades con mejor demanda en el mercado como la waycha, la cual actualmente representa más del 64 % de la producción. Esta nueva sensación climática, también permite diversificar el cultivo de hortalizas que se extiende constantemente hacia las partes más altas de la región. Contrariamente, en el altiplano central (Umala), donde la producción de papa es de mayor importancia, el incremento en la temperatura ambiente viene reduciendo el cultivo de variedades nativas de papa por ser más exigentes en condiciones adecuadas como el frío para su desarrollo, lo cual solo se encuentra cerca a las altas montañas.

El rol del conocimiento local

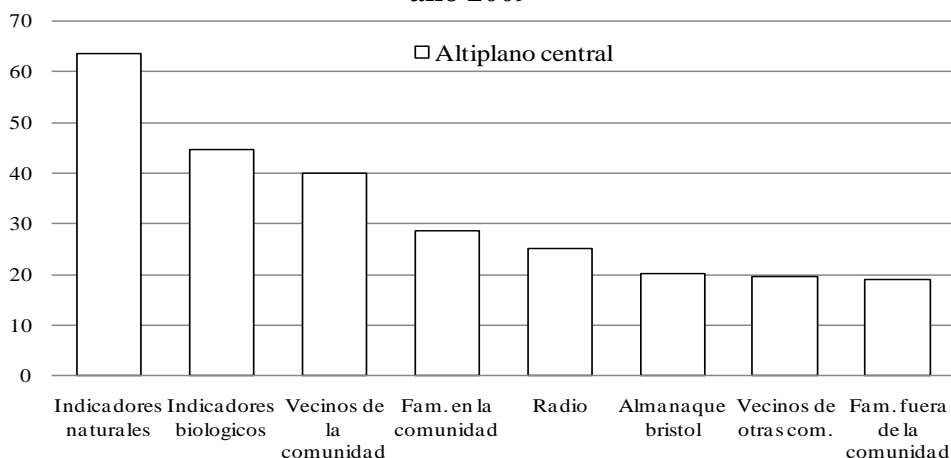
La biodiversidad y los conocimientos tradicionales son términos que se asocian ya que son las comunidades nativas las que han almacenado el conocimiento (*know how*) sobre el uso y las

propiedades de la diversidad genética y sus técnicas de manejo (CEPES, 2008). El uso de diversos indicadores de pronóstico climatológico, ha ayudado a mantenerse la producción agrícola por varias generaciones. Los diversos indicadores usados fueron desarrollados en base a la observación, seguimiento y transmisión de la información a lo largo de generaciones y forman parte de la riqueza cultural e identidad de la población andina. La certeza de sus predicciones es y ha sido el pilar fundamental del éxito en las cosechas de la parte andina y particularmente de la organización de la producción de papa, por ser el principal cultivo de la región.

Sin embargo, al igual que la biodiversidad, las prácticas de conocimiento local también corren el riesgo de perderse a consecuencia de los cambios en el medio ambiente incluyendo el nuevo contexto climático. De acuerdo con Claverías (s.f.) el conocimiento campesino sobre indicadores climáticos, pese a su elevado potencial, tiende a perderse y debilitarse en su grado de precisión. De igual manera y para la zona de este estudio Valdivia *et al.* (2002), reportó que el 98 % de los agricultores entrevistados en San José de Llanga (altiplano centro), confiaban en los indicadores naturales y biológicos para acercarse al conocimiento del clima. La situación actual parece reflejar un escenario distinto de menor capacidad para la predicción climática que acrecienta la incertidumbre sobre la producción agrícola.

La figura 5, se muestra que alrededor del 60% de la población, en el altiplano centro, utiliza los indicadores naturales para la predicción del clima en el año agrícola. Estos indicadores incluyen: vientos fuertes en el mes de agosto, observación de astros, presencia de escarcha (hielo en el suelo) en los primeros tres días del mismo mes o la observación del clima en algunos días festivos, por citar algunos. La segunda fuente de información en importancia para la región, es la observación de los indicadores biológicos que se refieren, entre otros a: la forma en que florecen arbustos típicos como la thola, el Kelly y la khoa, el lugar donde las aves locales como el leke leke ubican los huevos, los materiales utilizados o la forma de ubicarlos en el nido de algunas aves, el aullido de los zorros, el comportamiento de los topos y las hormigas. Una diferencia fundamental entre ambos tipos de indicadores es que la mayoría de los indicadores naturales pronostican que tan bueno o malo puede ser el año agrícola y si se tendrá la presencia de heladas y/o granizos. Los indicadores biológicos en cambio indican donde y cuando sembrar y se utilizan también para poder determinar que tan seco o lluvioso puede ser el año agrícola. La posibilidad de una sequía por ejemplo es evaluada mediante el uso de indicadores biológicos.

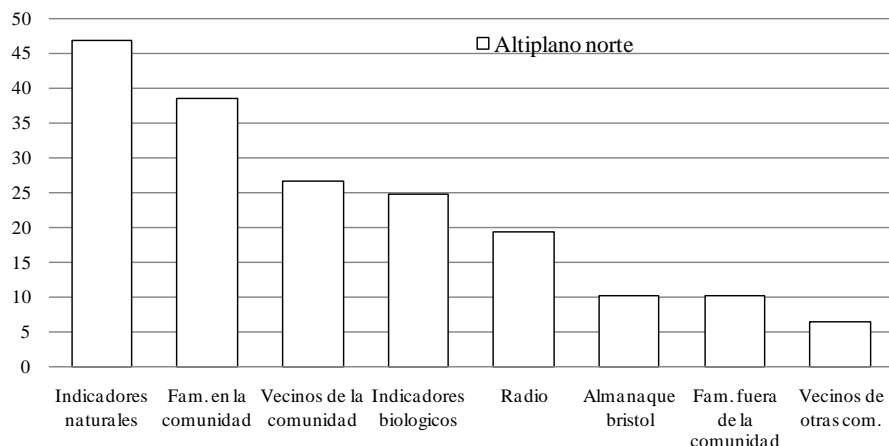
Figura 5: Uso de diversas fuentes de información climática (%) en el altiplano central para el año 2009



Fuente: Elaboración propia en base a encuestas SANREM CRSP

En el altiplano norte, la preservación de estos saberes tiene todavía mayores dificultades. La figura 6 muestra que después de los indicadores naturales, los familiares y los vecinos la comunidad, son las fuentes más usadas para el pronóstico del año agrícola. Evidentemente existe menor seguimiento a los indicadores de origen biológico, respecto a las poblaciones del altiplano central y por ello, la predicción climática se basa en consultas a los expertos más antiguos de la comunidad o a sola observación de sus decisiones y accionar, por ejemplo en el momento o la fecha en que siembran.

Figura 6: Uso de diversas fuentes de información (%) en dos años de encuesta para el altiplano norte



Fuente: Elaboración propia en base a encuestas SANREM CRSP

Las fuentes externas de pronóstico climático tampoco parecen ser una solución apropiada. Gilles y Valdivia (2009) han visto una desconfianza en el altiplano central muy fuerte en pronósticos comunicados por la radio. Un productor en Ancoraimas afirma: “...yo no creo en las predicciones de la radio...un año dijeron que la siembra tardía sería la mejor, pero ese año todos los cultivos fueron afectados por la helada...como hemos sembrado tarde, la helada se ha llevado todo. Ciertamente la especificidad en el pronóstico aún es una limitante, pero lo es más para el área rural que depende más de una acertada predicción, puesto que con ello se toman algunas decisiones de producción que mitigan los efectos adversos del clima.

Los indicadores descritos son sólo algunos de los muchos que existen de acuerdo con cada piso ecológico o cada región. Lo que parece ser evidente es que el uso de estos conocimientos tienden a disminuir constantemente en relación a décadas pasadas en la que casi el total de la población hacía seguimiento de los mismos. En palabras de un agricultor de Umala: “...antes las heladas y las lluvias llegaban a su hora o en su tiempo... tenían un camino, pero ahora todo ha cambiado”.

El mayor uso de estos indicadores en épocas pasadas se mantiene constante en el imaginario de la población local, quienes recuerdan con cierta añoranza su mayor y más efectivo uso. Sin duda, varios son los factores que conllevan a la pérdida de este conocimiento. Los cambios en el medioambiente, incluyendo la variabilidad y cambio climático, al margen de generar desequilibrios en el área rural, también han modificado la respuesta o las señales de los indicadores, provocando incertidumbre y confusión, lo cual puede explicar el porqué muchos productores afirman que ya no existe certeza en sus predicciones. Al respecto, Claverías (s.f.) reporta similar experiencia en Puno-Perú, en donde los cambios en el comportamiento de la flora y fauna silvestre a consecuencia del calentamiento, todavía no pueden ser interpretados por los campesinos.

Cambios en sistemas han contribuido también a la pérdida del uso de indicadores. La reducción de los periodos de descansos y el uso del tractor han resultado en la desaparición o escasez de ciertas especies de indicadores como la t'hola. En el Altiplano central el uso de los tractores provoca que la mayoría de los productores no pueden decidir cuándo siembran porque esta decisión ahora depende del "turno" que les toque para alquilar el tractor. Si uno no puede escoger el momento de la siembra la mayoría de los indicadores biológicos no tienen valor. En otras áreas el cultivo de la papa, que es el enfoque principal de los sistemas de pronóstico, ha perdido su importancia en comparación a la producción de hortalizas o a la lechería.

Otra factor identificado tiene que ver con la falta de seguimiento e interés de las nuevas generaciones de familias, que se encuentran cada vez más ligados con los centros urbanos ya sea por cuestiones de trabajo o educación. La migración es sin duda otra de las razones que inevitablemente ha contribuido a la erosión de estos conocimientos. En los últimos cuatro años, el éxodo de al menos un miembro en cada hogar del altiplano norte, ascendió de 37 a 50%, mientras que en el altiplano centro subió de 26 a 36%. La incertidumbre aumenta a medida que son menos los expertos locales en el tema.

Gran parte de estos conocimientos, son acumulados por las personas de mayor edad, pero la disminución de la fuerza productiva los limita para continuar con la observación de estas señales. Estos mismos problemas parecen repetirse en otras zonas similares del Perú y cercanas con el Titicaca. Un estudio reciente Claverías (s.f.) atribuye esta pérdida al empobrecimiento rural y a la necesidad de insertarse a los mercados a través de la diversificación de actividades sobre todo no agrícolas. El mayor tiempo y energía usados en la inserción urbana limita el contacto y conocimiento que se pueda acumular con la naturaleza y que se requiere para el uso de estos indicadores.

Un paradoja presente es que el uso de indicadores biológicos y naturales está disminuyendo al mismo tiempo que la comunidad científica los está revalorizando y enfatizando su importancia. Por ejemplo Orlove *et al* (2001) ha demostrado que hay una alta correlación entre la forma en que aparece la constelación Pleiades (K'otu en Aymara) la precipitación anual y el rendimiento en la producción de papa en Bolivia y en el Perú. Esto demuestra la vigencia de algunos indicadores, aun en un contexto de cambio climático. Si las investigaciones actuales producen los mismos resultados se puede concluir que la pérdida en el uso de estos indicadores no es necesariamente un resultado del cambio climático sino más bien está asociada a otros factores sociales y económicos que pueden ser abordados a través de programas y políticas públicas orientadas hacia este fin.

Conclusiones

En los últimos años se han realizado varios avances en la modelación del comportamiento climático a nivel global como regional. Estos análisis representan un gran aporte para la toma de decisiones en el futuro, especialmente en políticas de prevención. Estos avances tienen limitados impactos para países como Bolivia debido fundamentalmente al hecho de que utilizan una escala muy grande y por

tanto sus resultados no pueden utilizarse para interpretar procesos de mitigación y adaptación local. Un reciente estudio (Seth et al, 2010) confirma que la escala utilizada en estos modelos es de 120*120 kilómetros; si a esto añadimos la gran variación topográfica encontrada en esta región se puede concluir que los resultados encontrados no pueden ser utilizados para identificar formas de adaptación local.

El poder desarrollar modelos y análisis a menor escala y que efectivamente puedan servir para describir y predecir cambios a nivel local requiere necesariamente de mayores inversiones, incluyendo el establecimiento de muchas estaciones climáticas, y la recopilación sistemática y organizada de la información relacionada a la variabilidad y cambio climático. Desafortunadamente, este tipo de inversiones se encuentran todavía lejos del alcance de una economía como la boliviana.

Las limitaciones económicas continuarán dificultando un análisis más puntual del comportamiento climático para cada región. En este sentido, el conocimiento local, aún con las limitaciones descritas anteriormente, continuará siendo el principal referente en las estrategias productivas de la zona andina. El reto está en producir adecuadas sinergias entre las predicciones de la ciencia moderna y aquellos generados en las comunidades bajo un enfoque integral de gestión de riesgos. Por lo tanto, debe ser prioridad en las instituciones que trabajan el tema, la descentralización de la información que generan las estaciones meteorológicas para su análisis y debate en cada vez más comunidades, en donde más se sienten los efectos del clima.

La discusión continua de estos temas con la información adecuada, podrá contribuir a la generación de medidas apropiadas (el seguro agrícola por ejemplo) de mitigación y adaptación en el futuro. . Ciertamente, los agroecosistemas tradicionales son menos vulnerables a la pérdida catastrófica porque, en caso de pérdidas, la amplia diversidad de cultivos y variedades en los diferentes arreglos espaciales y temporales generan compensaciones (Altieri y Nicholls, 2009) aunque con menores excedentes.

El incremento en la población de plagas mejor adaptadas a las nuevas condiciones, supone actualizar las estrategias de control desarrolladas hasta ahora. Lo contrario, incrementaría la vulnerabilidad de los productores al igual que la demanda y abuso de insumos químicos para su combate. La capacitación en estos temas, es la mejor estrategia para reducir tales riesgos al igual que la pobreza.

La conservación de la diversidad no es nada fácil en un entorno donde el mercado sigue ganando. El cambio en los hábitos de consumo hacia una o dos variedades principales continuará desplazando al resto de las variedades si no se revalorizan las muchas cualidades que guardan. El rescate, mantenimiento y mejora de las variedades nativas con los agricultores pueden acompañar estos propósitos, considerando que la falta de renovación en la papa semilla, ha incrementado su vulnerabilidad al ataque de diversas plagas. Incentivar la conservación *in situ* (bancos de semilla locales) desde los conocimientos locales puede coadyuvar en su preservación convirtiéndose en una oportunidad para la seguridad alimentaria.

El nuevo contexto climático exige también, repensar el sistema de producción en el altiplano, que cada vez incorpora menos materia orgánica al suelo por el cambio tecnológico hacia el uso de insumos químicos. El tratamiento de los residuos orgánicos (compostaje por ejemplo) para su reincorporación en suelos degradados puede ayudar a mitigar los efectos del calentamiento, por las propiedades que tiene para retener por más tiempo la humedad.

El interés por conservar la diversidad de papa nativa no es completo si no se tratan otros problemas ligados a su producción como el de garantizar la disponibilidad de agua para el consumo humano así como para el desarrollo de los cultivos, mediante programas para el adecuado aprovechamiento de afluentes o la cosecha de este líquido vital.

La conservación de biodiversidad no es un proceso fácil. Como se ha podido ver a lo largo de este ensayo, la conservación de variedades nativas/locales de papa es en realidad parte de un conjunto de prácticas tradicionales relacionadas al uso de materia orgánica para la fertilización del suelo (estiércol) y la permanencia de sistemas de manejo de riegos climáticos basados en conocimientos locales. Lo interesante de esta conclusión es que el mantener la biodiversidad regional en comunidades del Altiplano de La Paz requiere de un conjunto de acciones, interrelacionadas y que tienen que ver con la preservación del ecosistema y la valorización y uso del sistema local de conocimientos y prácticas

Bibliografía

Altieri, Miguel y Nicholls, Clara 2009. Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. LEISA revista de agroecología.

Callisaya, Ruben 2005 “Influencia social, económica y medio ambiental del uso de fertilizantes químicos en la producción de tubérculos-semilla de papa en la comunidad Tambo” Tesis de Maestría para optar al título de Magíster Scientae en Ciencias del Desarrollo. CIDES-UMSA. La Paz, Bolivia.

Centro Peruano de Estudios Sociales (CEPES) 2008. *Un estudio exploratorio sobre el sector agrícola. ¿Quiénes ganan y quiénes pierden?* Acuerdo de asociación UE-CAN (Lima, Perú)

Claverías, Ricardo (s.f.) Conocimientos de los campesinos andinos sobre predictores climáticos: elementos para su verificación. Centro de investigación, educación y desarrollo. CIED-PERU56.

Crespo, Fernando 2003 Características del subsector papero en Bolivia. INNOVA

García, Willman y Cadima, Ximena 2003 “Manejo sostenible de la agrobiodiversidad de tubérculos andinos” en *Síntesis de investigaciones y experiencias en Bolivia* Fundación PROINPA (Cochabamba-Bolivia).

Garrett, Karen, Forbes, G.; Gomez, L.; Gonzales, Miguel; Gray, M. Skelsey, P. y Sparks, A. 2011. En Cambio climático en los andes. Post grado en Ciencias del Desarrollo CIDES-UMSA. La Paz-Bolivia. Gilles, J. L. and C. Valdivia. 2009. Local Forecast Communication in the Altiplano. *Bulletin of the American Meteorological Society* 90:85–91.

Gilles, Jere L., Corinne Valdivia, Edwin Yucra and Magali Garcia. 2011. Understanding who preserves traditional agricultural practices: A Bolivian example. Submitted to *Rural Sociology*.

Gutiérrez, Raymundo 2008 Papas nativas desafiando al cambio climático. Propuestas de adaptación tecnológica del cultivo de papas nativas frente al cambio climático en Cusco y Ancash. Lima: Soluciones Prácticas ITDG.

Jiménez, Elizabeth y Romero, Alejandro 2011 “Cambio climático y diversidad de papa en el altiplano” en: Cambio climático en los andes. Post grado en Ciencias del Desarrollo CIDES-UMSA. La Paz-Bolivia.

Mamani, Milán 2009 “Caracterización y evaluación de la diversidad de papas nativas en el Municipio de Umala del Departamento de La Paz” Tesis de licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia

Ministerio de Planificación del Desarrollo, (ed. Rada, Oscar) 2007 *Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático* (La Paz-Bolivia: OGP Internacional)

Motavalli, Peter; Aguilera, Javier; Blanco-Canqui, H.; Valdivia, Corinne; Seth, Angi y García, Magali 2011 en: Cambio climático en los andes. Post grado en Ciencias del Desarrollo CIDES-UMSA. La Paz-Bolivia.

Orlove, B. S., J. C. H. Chiang, and M. A. Cane. 2002. Ethnoclimatology in the Andes: a Cross-Disciplinary Study Uncovers a Scientific Basis for the Scheme Andean Potato Farmers Traditionally Use to Predict the Coming Rains. *American Scientist* 90(5):428–35.

Romero, Alejandro 2011 “Estrategias de vida y diversidad de papa en comunidades del Altiplano de La Paz” en Proyecto SANREM-CRSP Bolivia Compendio 2006-2009 (La Paz-Bolivia: Facultad de Agronomía UMSA).

Seth, Angi; Thibeault, Jeanne y Garcia, Magaly; Valdivia, Corinne 2009 Making sense of 21 century change in the altiplano: observed trends and CMIP3 projections. Submitted to the Annals of the American of Geographers.

Terrazas, Franz; Cadima, Ximena; García, Richard y Zeballos, José (eds. Meruvia, Angela y Cabrera, Samantha) 2008 *Catálogo Etnobotánico de papas nativas, Tradición y cultura de los ayllus del Norte Potosí y Oruro* (Cochabamba-Bolivia: Poligraf)

Thomas, Pliska (comp.) 2008 “La papa y el cambio climático” en *InfoResources Focus* (Suiza) No. 1/08.

Valdivia, Corinne; Jiménez, Elizabeth y Romero, Alejandro 2007 “El impacto de los cambios climáticos y de mercado en comunidades campesinas del Altiplano de La Paz” en *Umbrales, Revista del Postgrado en ciencias del desarrollo* No 16.

Valdivia, C.; Jette, Ch.; Quiroz, R.; Gilles, J.; Materer, S. 2000 *Peasant Households Strategies in the Andes and Potential Users of Climate Forecasts: El Niño of 1997-1998*. Columbia: Department of Agricultural Economics-University of Missouri, 2000.

Valdivia, Corinne; Seth, Anji; Gilles, Jere; García, Magali; Jiménez, Elizabeth; Cusicanqui, Jorge; Navia, Fredy y Yucra, Edwin 2010. *Adapting to Climate Change in Andean Ecosystems: Landscapes, Capitals, and Perceptions Shaping Rural Livelihood Strategies and Linking Knowledge Systems*. Association of American Geographers. Published by Taylor & Francis, LLC.

Zeballos, Hernán; Balderrama, Felipe; Condori, Bruno; Blajos, Jorge; 2009. *Economía de la papa en Bolivia (1998-2007)*. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia.