

## Descripción de sistemas de rotación de cultivos en parcelas de producción de quinua en cuatro zonas (siete distritos) del altiplano peruano

*Description of crop rotation systems in quinoa producing plots in four regions (seven districts) of the Peruvian Highlands*

Soto, J.<sup>1\*</sup> Valdivia, E.<sup>1</sup> Valdivia, R.<sup>1</sup> Cuadros, A.<sup>1</sup> Bravo, R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Puno.

<sup>2</sup> Universidad Nacional del Altiplano CICADER-UNA, Puno

\*Autor para correspondencia, e-mail: josesoto1@yahoo.com

---

### RESUMEN

Existen indicios que en el altiplano peruano se viene dando cambios en los sistemas de rotación tradicional de cultivos. Una posible causa es el aumento de la demanda de quinua a nivel nacional e internacional, que esta induciendo a que muchos productores opten por sembrar quinua varios años en una misma parcela. A la luz de este panorama se planeo analizar la información Base de Datos del programa orgánico del Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Se plantearon como objetivos: a) Describir los sistemas de rotación de cultivos de productores de quinua orgánica, b) Reconstruir el historial de rotación de cultivos a nivel de parcela. El trabajo de gabinete fue realizado en el área de sistemas informáticos. Se exploró la información de Base de Datos, la información secundaria de las carpetas de los productores. La información se organizo en una plantilla en MS Excel, la misma que permitió realizar agrupamientos de parcelas por productor y por zonas, previa definición de criterios como: tipo de producción (orgánico-transición), historial de rotación de las ultimas cuatro campañas agrícolas, haber sembrado papa o quinua la campaña agrícola 2009-2010. Bajo esos criterios se analizo el historial de rotación de 1057 parcelas. Se identificaron 11 diferentes tipos de rotación. Resultado de esta clasificación se pudo evidenciar que los productores de las zonas analizadas (3856 a 4194msnm) en el altiplano peruano, vienen variando la rotación de cultivos al sembrar quinua hasta por tres o cuatro años consecutivos en un mismo terreno. Por tanto la rotación del sistema va camino hacia el monocultivo. En este contexto si continuase la dinámica de intensificación espacial del cultivo en forma inadecuada, esto no solo por la falta de conocimiento de muchos agricultores de los cambios en los sistemas de rotación, sino por la ausencia de planes de manejo de suelos, a mediano plazo ocasionaría que los sistemas frágiles del altiplano se vean afectados negativamente en su productividad y sostenibilidad.

**Palabras clave:** Descripción, intensificación, quinua, sistemas de rotación, Perú

### ABSTRACT

There is evidence that in the Peruvian Highlands changes in the rotation systems of traditional crops have been taking place. A possible cause is the increase in quinoa demand at national and international level, which is inducing many producers to opt for producing quinoa several years in one same plot. In the light of this panorama an analysis of the Database information from the organic program form the Center of Research on Natural Resources and Environment was proposed. The objectives proposed were: a) Describe the crop rotation systems of organic quinoa producers, b) Reconstruct the record of crop rotation at plot level. The office work was carried out in the informatics technology area. The Database information was explored, the secondary information from the producers folders. The information was organized in a MS Excel sheet which enabled the grouping of plots by producer and region, previous definition of criteria such as: type of production (organic-transition), record of rotation of the last four crop years, having sowed

potato o quinua on the 2009 – 2010 crop year. Under these criteria the rotation record of 1057 plots was analyzed. 11 different types of rotation were identified. As a result of this classification it became evident that producers from the analyzed areas (3856 to 4194 m.a.s.l.) in the Peruvian Highlands, have been varying the crop rotation by sowing quinua up to three or four years in a row in the same plot. Therefore, the rotation of the system is heading toward monoculture. In this context, if the dynamic of spatial intensification of the crop continues in an inadequate manner, this not only by the lack of knowledge of many farmers on the changes on the rotation systems, but by the absence of soil management plans; in medium-term it would cause the fragile systems of the Highlands to be adversely affected in their productivity and sustainability.

**Keywords:** Description, intensification, quinua, rotation system, Perú

## INTRODUCCION

La Región de Puno, en Perú, concentra el 80% de la producción nacional de quinua. En ella se estima un total de 65000 productores de quinua de los cuales, el 80% no se encuentran organizados y 20% organizados en asociaciones o cooperativas. Se siembra anualmente entre 24000 a 26000 hectáreas de quinua, de las cuales menos del 10% tienen certificación orgánica. Por su parte la Mesa de Trabajo – Producto Quinua (2011), que agrupa a 35 organizaciones y actores de la cadena de quinua, reporta que de Puno se está destinando al mercado externo aproximadamente 1400 toneladas, siendo el 50% con certificación orgánica. Es decir existe un importante volumen que proviene de una producción sin certificación (convencional) y su relación con el mercado no necesariamente pasa por las exigencias orgánicas. Asimismo, confirma la importancia del mercado interno.

En los últimos cuatro años la demanda nacional y mundial por quinua en grano ha provocado un incremento del precio. Este se ha valorizado, a nivel del productor (“puesto en chacra) y con certificación orgánica en 1.8 \$US/kg (90\$US1 el quintal de 50 kilos), mientras que el precio de quinua convencional esta en 1.5 \$US/kg; lo que constituye un fuerte incentivo para el productor.

El efecto de ello, es que se perciben cambios en los sistemas de rotación tradicional e incremento de las superficies de siembras; lo cual puede generar nuevas

condiciones en la estructura del sistema familiar no solo en el aspecto agropecuario y de uso de los recursos naturales, sino en las relaciones al interior y exterior de la familia en sus relaciones con la comunidad y fuera de ella.

En el escenario descrito, desde 1995 el Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente (CIRNMA), en convenio con diferentes organismos nacionales e internacionales (ADEX, CIDEAL, CIP, CIDA, BIOVERSITY International), viene trabajando en aspectos organizativos y de asistencia técnica a agricultores de quinua en comunidades campesinas de la Región Puno, Perú.

En el 2000 se inicia la orientación hacia un programa para la producción de quinua orgánica, y el 2003 se consigue la primera certificación orgánica otorgada por BIOLATINA. A partir del 2006, el programa, ha continuado dicho trabajo en la zona de Cabana, Cabanillas, Cabanilla, Vilque, Mañazo y Juli (Puno-Perú), con apoyo de la Fundación McKnight y del Proyecto ALTAGRO (Convenio CIP-ACDI-CIRNMA).

Los resultados de este periodo, muestran cómo las familias aceptan cambiar la orientación convencional (dependiente del empleo de fertilizantes, pesticidas artificiales, etc.) hacia una producción orgánica de quinua. Algo determinante para ello es la asistencia técnica y capacitación participativa ofrecida por CIRNMA a las familias así como el apoyo para el fortalecimiento organizacional y la articulación con el mercado desde una visión holística para promover el

---

<sup>1</sup> Tasa de cambio: 2.7 soles por 1 \$US; Mayo 2012 (BCR-Perú).

desarrollo económico y social del productor del Altiplano peruano.

Producto del desarrollo del Programa Orgánico con familias productoras, CIRNMA cuenta con una Base de Datos (BD) de seguimiento continuo de cuatro campañas a más de 350 agricultores, los mismos que obtuvieron la certificación (orgánica y transición). Esta BD, ofrece información que permite describir tipos de agricultores en función al sistema de rotación de cultivos en sus parcelas.

Tradicionalmente el sistema de rotación de una cédula de cultivo anual, en los Andes, incluye periodos de descanso variables y siembras de diferentes cultivos rotándolos anualmente en la misma parcela (INIA-PISA, 1990; Orlove, et. al. 1992; CLADES, 1992). En Puno, por lo general, el ciclo anual de rotación se inicia con el cultivo de papa (“cabecera de la rotación”), seguido por quinua, cañihua, cebada o avena forrajera, habas o tarhui, para luego ingresar a un periodo de descanso de tres a ocho años en función a la ubicación con o sin influencia del lago (Zonas Agroecológicas Circunlacustre o Suni A y B) (Tapia, 1990, 2007).

Con el incremento de la demanda por quinua y el incentivo de los productores por el precio de la misma, surgen varias interrogantes. Una primera hipótesis, al revisar la tendencia del uso de las parcelas por este conjunto de agricultores, es que existen indicios sobre el cambio espacial que se viene dando en la rotación tradicional de cultivos. Otra es que al incrementarse la demanda por quinua las familias, en su justa aspiración por obtener mayores ingresos, comienzan a habilitar superficies adicionales de siembra para incrementar sus volúmenes de producción que pueda ser ofertada al mercado y con ello lograr ingresos económicos importantes.

Como antecedente de lo descrito, se tiene la referencia de lo que viene ocurriendo en el Altiplano Sur de Bolivia. Allí debido también a la creciente demanda de quinua y el incremento de los precios en el mercado, se produjo la extensión del cultivo en forma intensiva a las pampas, disminuyendo los años de descanso (Astudillo,

2007; Medrano y Torrico, 2009, Orsag, 2009). Muchos productores están cultivando intensamente la quinua en tierras planas que anteriormente eran destinadas al pastoreo de llamas (tholares y bofedales). Además están cultivando estas tierras con tractores de discos, lo cual está causando erosión de suelos arenosos a niveles de entre 4 y 30% dependiendo de la comunidad (CEPRODA, 1999, citado por Nicklin y Smale, 2008).

Asimismo, con la expansión de la actividad agrícola de quinua, se ha intensificado la presión por el acceso y uso de la tierra para el cultivo provocando que los pobladores dejen de lado la actividad ganadera y reduzcan la cobertura vegetal a través del “destholamiento”, que implica eliminar los arbustos de la “Thola” (*Pharastrepia sp*) como especie nativa y dar paso a suelo limpio para la siembra de quinua (Jaldin, 2010). Asimismo, en el sistema de rotación tradicional de cultivos del altiplano boliviano, el tiempo de descanso de las tierras abarcaba un periodo de cuatro a ocho años, para la regeneración de nutrientes en el suelo y, luego volver a cultivar papas seguido de quinua (Fundación PROINPA, 2004; Astudillo, 2007). Actualmente el periodo de descanso ha disminuido a menos de 4 años ó 0 años de descanso, algunas han sido sometidas a ciclos de siembra constante (Carter y Mamani, 1998; Orsag 2009) y, en algunos casos, la quinua se produce de manera continua. Esto produce un agotamiento intensivo de la fertilidad natural de los suelos en la zona. (Fundación PROINPA, 2004).

El presente artículo describe cómo los sistemas de rotación de cultivos en parcelas de productores de quinua varían espacialmente en el tiempo en comparación a un sistema tradicional de rotación de cultivos practicado por años en las zonas productoras de cultivos andinos.

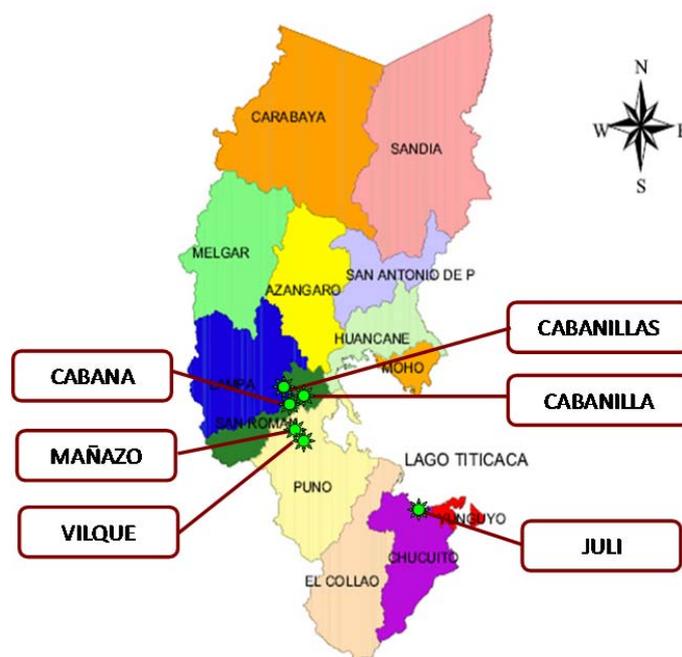
## ÁREA DE ESTUDIO

Geográficamente está ubicada en los distritos de Cabana, Cabanillas Cabanilla, Mañazo, Vilque y Juli en el departamento de Puno (Figura 1), entre las coordenadas 15° 37' 00" a 16° 12' 39" latitud sur y 70°

20° 00" a 69° 27' 27"00 longitud oeste, entre 3856 a 4194 m.s.n.m.

En esta zona existe alta variabilidad de tipos de suelos, predominando los Inseptisols y Mollisols (Soil Taxonomy). La capacidad de uso mayor de estos suelos son para cultivos en limpio (papa, quinua, cebada, avena, haba, tarwi, oca, trigo y alfalfa) y pastos de baja calidad (A3 y P3) con limitaciones de clima. Su

fertilidad es de baja a media en el horizonte Ap con 0.7 a 2.6 % de materia orgánica (Cari y Salcedo, 2011). En general presentan una topografía micro ondulada con pendientes suaves 1 a 4 % en sitios de pampa y pie de ladera; en ladera la pendiente es del orden del 5 al 55% (CIRNMA, 1997).



**Figura 1.** Ubicación de la zona de estudio

La zona se caracteriza por presentar una estación relativamente seca entre abril y noviembre (con meses muy fríos) y una estación húmeda (lluviosa) de diciembre a marzo que corresponde a la época de cultivos. En esta última, la precipitación media anual entre 600 a 850 mm y se registran temperaturas mínimas que oscilan entre 5 a 1°C en la zona

Circunlacustre, (3850 msnm) a 3,7 a -1 °C en la zona Suni (3915 msnm) (PISA, 1988); La precipitación es extremadamente variable dentro y entre años. La temperatura media anual varía de 6°C a 9°C, con amplia variación entre el día y la noche, el periodo libre de heladas varía de 150 a 180 días al año, en la zona circunlacustre (CIRNMA, 1997).

El sistema productivo en la zona integra fuertemente a actividades agrícolas y pecuarias, las mismas que son la base de la economía de las familias. La agricultura de secano incluye los cultivos de papa, quinua, cebada, avena, habas, cañihua, tarwi, oca e izaño y; los terrenos en descanso o alfalfares son pastoreados por vacunos, ovinos y alpacas principalmente. Tradicionalmente las familias producen los cultivos para el autoconsumo (60%), venden en cantidades reducidas en las ferias locales (20%) y el resto es usado como semilla. En ganadería, los vacunos son vendidos “en pie” en ferias dominicales y los ovinos se comercializan de acuerdo a las necesidades de dinero.

La agricultura es dominada por cuatro cultivos: papa, quinua, cebada y avena forrajera. Los dos patrones de rotación más usados en la zona son: a) primer año papas, segundo año quinua, tercer año cebada, cuarto a sexto año descanso; b) primer año papas, segundo año cebada en berza, tercer año habas, cuarto año descanso de la tierra para empezar de nuevo con papas. Cerca de la mitad de los campesinos hacen descansar la tierra después de cultivarla por tres o cuatro años consecutivos (Carter y Mamani, 1982; Tapia, 1990; Ccama, 1991). Por otro lado, Herve, et. al. (1994), sostienen que: los sistemas de cultivo con descanso largo (2 a 13 años) incorporan, luego de la papa que es siempre cabecera de rotación, uno a tres años de cultivo, variando la especie según los límites altitudinales: tubérculos andinos (*Oxalis tuberosa*, *Ullucus tuberosus*, *Tropaeolum tuberosum*), quenopodiáceas (*Chenopodium quinua*, *Ch. pallidicaule*) quinua, cañihua), cereales (*Hordeum vulgare* y *Avena sativa*) y leguminosas (*Vicia fabae* y *Lupinus mutabilis*) por debajo de los 3800 m.s.n.m.

## METODOLOGIA

Se realizó un trabajo de gabinete entre mayo y julio del 2010 en el área de Sistemas Informáticos (SI) de CIRNMA, consistente en la revisión de la información almacenada en la Base de Datos (BD) del programa orgánico de quinua entre 2006 al 2010. La base de datos incluye información organizada por zonas (Distrito/Comunidad), organizaciones de productores,

nombre del productor, tipo de producción (orgánico/transición), superficie total del predio (has), área sembrada con quinua (has), procedencia de la semilla (propia/comprada), producción total de quinua (kg) y destino de la producción (venta, autoconsumo, reserva).

Paralelo a lo anterior se revisó, como información secundaria, las carpetas de control de cada productor del programa orgánico de quinua que incluye a) ficha de descripción de la unidad productiva por productor donde consigna datos referidos a número y nombre de parcelas, ubicación según zona de producción -*ladera*, *pie de ladera*, *pampa*-, área de la parcela (m<sup>2</sup>), rotación de cultivos por parcela y campaña agrícola y b) registro de labores diarias, uso de mano de obra, volumen de cosecha, costos de producción.

Una vez depurada la información “no consistente”, se determinó que el universo a analizar incluía la información de 155 agricultores que condujeron actividades productivas en 1057 parcelas, que consiguieron la certificación orgánica para la campaña agrícola 2009-2010 y que venían trabajando en continuidad en el Programa. La información fue agrupada por organización de productores y zonas de producción de los distritos de Cabana, Cabanillas, Cabanilla, Juli, Vilque y Mañazo.

A continuación se diseñó una plantilla en MS Excel para organizar la información secundaria y en función de la BD y las fichas de descripción de la unidad productiva se reconstruyó (mediante análisis retrospectivo) el historial de los diferentes sistemas de rotación de cultivos practicados por los agricultores de las últimas cuatro campañas agrícolas desde, 2006-2007 a la 2009-2010.

Para facilitar el agrupamiento de parcelas por productor, para cada zona se definió los siguientes criterios: a) tipo de producción (orgánico, transición); b) historial de la rotación de cultivos de las últimas cuatro campañas agrícolas, c) cédula de cultivos que considera los cultivos de papa, quinua-cañihua, cebada-avena, haba, alfalfa y descanso (la alfalfa como cultivo plurianual);

d) haber sembrado la última campaña papa o quinua. Al final se hizo una depuración de agricultores que en la BD no se ajustaban a los criterios previamente consensuados.

En base a las consideraciones previas y análisis de la información se consiguió precisar la descripción de las características de los sistemas de rotación de cultivos y la intensificación del cultivo de quinua y las parcelas. El número de parcelas consideradas en el agrupamiento como resultado de la depuración aplicada fue 777 parcelas, lo que representa el 74% del total de la población, tomando en cuenta un criterio básico de que en esas parcelas hayan sido sembradas con papa o quinua en la última campaña agrícola. El restante 26% corresponde a otros sistemas de rotación identificados en la base de datos (Tabla 1).

En el Tabla 1, se resalta al cultivo de papa como “cabecera de rotación”, después del descanso. Ello es bastante claro en los sistemas denominados, para efecto del presente trabajo, como “**tradicionales**”. A continuación comienzan a registrarse secuencias de rotación, donde aún se mantiene el descanso o el inicio con papa; pero se observa que el cultivo de quinua va tomando posición como “cultivo de cabecera” inmediatamente después del descanso, en los denominados tratamientos (IQ1). Luego son más notorios los cambios en la rotación y la quinua

comienza a ser sembrada varios años secuenciales en una misma parcela (IQ2). Entre estas tres clasificaciones, arbitrarias para efectos del presente trabajo, se encuentra el 68% de las parcelas evaluadas en su secuencia de rotación de cuatro campañas agrícolas.

Existen otros sistemas de rotación practicados por las familias donde se mantiene el descanso, pero por la necesidad de disponer de forraje para su opción productiva ganadera, la cebada o avena son las que “rompen” el ciclo de rotación tradicional (8%).

En otros por la misma prioridad ganadera, la alfalfa es el cultivo que reemplaza al descanso en más de un año (5%). En otros sistemas, la quinua vuelve a aparecer como preponderante en el sistema de rotación, sembrándose en años discontinuos (4,4%) y en otros no se registra el descanso de las parcelas debido a la necesidad de disponer de forraje así como de quinua para la venta (4% y 2% respectivamente).

Finalmente hay un mínimo de parcelas que no presentan un patrón definido (NN) o que manteniendo el descanso, no siguen un patrón tradicional, pero tampoco se evidencia una tendencia hacia la intensificación (1%) o bien las leguminosas (habas o alfalfa) registran el uso del suelo.

**Tabla 1.** Identificación de 11 Sistemas de Rotación de la Base de Datos (155 productores, 1057 parcelas).

N°	Año 1 2006- 2007	Año 1 2007- 2008	Año 1 2008- 2009	Año 1 2009- 2010	Sist. de Rotación	Características	%
1	descanso	descanso	descanso	<b>papa</b>	T	Tradicional (T): parcelas que se encuentran en un sistema tradicional, descanso 1 a 3 años y continua con papa, después quinua y luego cereal.	51,5
	descanso	descanso	<b>papa</b>	quinua			
	descanso	descanso	<b>papa</b>	papa			
	descanso	<b>papa</b>	quinua	cereal			

2	descanso	descanso	descanso	<b>quinua</b>	IQ1	<b>Intensificado con cambio en la rotación con inicio de quinua (IQ1):</b> caracterizado por empezar después del descanso con quinua o cañihua.	12,2
	descanso	descanso	<b>quinua</b>	quinua			
	descanso	descanso	<b>quinua</b>	papa			
	descanso	descanso	<b>cañihua</b>	papa			
3	<b>papa</b>	quinua	quinua	haba	IQ2	<b>Intensificado con cambio en la rotación y dos años de quinua (IQ2):</b> caracterizado porque en dos años seguidos esta la producción de quinua sin tener en cuenta el cultivo anterior	9,8
	descanso	<b>papa</b>	quinua	quinua			
	<b>avena</b>	papa	quinua	quinua			
	<b>haba</b>	papa	quinua	quinua			
4	descanso	<b>cebada</b>	cebada	cañihua	IC	<b>En la rotación después de la época de descanso</b> se inicia con la siembra de un cereal (IC)	7,7
	descanso	descanso	<b>avena</b>	papa			
	descanso	descanso	descanso	<b>avena</b>			
5	alfalfa	alfalfa	alfalfa	<b>haba</b>	A	En mas de un año se repite alfalfa (A): inicia el ciclo de rotación con un cultivo que puede ser haba, papa, quinua	4,9
	alfalfa	alfalfa	alfalfa	<b>papa</b>			
	alfalfa	alfalfa	<b>papa</b>	quinua			
	alfalfa	alfalfa	descanso	<b>papa</b>			
6	<b>papa</b>	quinua	papa	quinua	ISD	<b>Intensificación con cambio de rotación sin descanso (ISD):</b> La parcela no a tenido descanso, además se intensifica el cultivo	4,4
	<b>papa</b>	quinua	cebada	quinua			
7	<b>cebada</b>	avena	cebada	papa	F	Forrajes (F): son parcelas donde se ha cultivado forraje por mas de un año	3,8
	<b>cebada</b>	haba	papa	avena			
8	<b>quinua</b>	avena	haba	papa	IM	<b>Intensificado con cambio en la rotación sin descanso (IM):</b> Identificamos la siembra de una leguminosa, cereal y quinua y de nuevo otro cultivo sin descanso de la parcela	1,9
	<b>papa</b>	quinua	haba	avena			
	<b>haba</b>	papa	quinua	papa			
9	<b>avena</b>	haba	haba	haba	NN	<b>No determinado (N):</b> parcelas donde la rotación no corresponde a una rotación de cultivos usual o no especifica el cultivo	1,7
	<b>haba</b>	quinua	papa	haba			
	descanso	descanso	<b>producción</b>	producción			
10	descanso	<b>papa</b>	quinua	alfalfa	L2	Intensificación sin cambio en la	1,1

	descanso	<b>papa</b>	quinua	papa		rotación con leguminosa (L2)	
	descanso	<b>papa</b>	quinua	haba		Sistema en el cual pudo haber descanso pero hay dos años donde se ha sembrado papa y una leguminosa	
	descanso	descanso	alfalfa	alfalfa		Alfalfa, haba (AH): después del descanso de la parcela se inicia con una leguminosa	
11	descanso	descanso	<b>haba</b>	haba	AH		1,0
	descanso	alfalfa	<b>papa</b>	alfalfa			

**Fuente:** Base de Datos e información secundaria de carpetas del productor de quinua orgánica, CIRNMA.

Nota: **Negrita**=Cultivo considerado como inicio de rotación Alfalfa no es considerado como inicio de rotación por ser un cultivo plurianual

Asimismo se perciben otros tipos de cambios en la rotación como por ejemplo aquellos donde el cultivo de “cabecera” es avena o cebada (IC), lo cual indicaría una tendencia a la priorizar la ganadería por las familias. También se observa cambios, donde el cultivo de haba inicia el ciclo de rotación que nos conduce a pensar en una orientación de mercado diferente.

Con base en el análisis descrito, se plantearon definiciones para cada uno de los sistemas de rotación de cultivos en parcelas de producción de quinua o papas (Cuadro 1). Es así que un sistema de **rotación tradicional (T)** se caracteriza básicamente porque mantiene las parcelas en rotación de cultivo (3 o 4 cultivos) y con descanso de la parcela por un periodo de 1 a 3 años, pudiendo existir siembra de papa por 2 años continuos. Este sistema es el patrón o testigo del estudio.

Un **sistema de rotación intensificado (IQ1)** se caracteriza porque en la parcela existe intensificación de CULTIVO (quinua – papa) con cambio en la rotación e inicio con quinua o cañihua después del periodo de descanso de la parcela, p.e. dos años descanso, sigue quinua, luego papa; dos años descanso, sigue quinua, quinua consecutivos.

Finalmente un **sistema de rotación altamente intensificado (IQ2)** se caracteriza porque en la parcela

existe intensificación de “CULTIVO” y “PARCELA”, con rotación y siembra de al menos 2 a 3 años de quinua (continua o discontinua).

Cada uno de los sistemas de rotación identificados (tradicional, Intensificado y altamente intensificado) a su vez fueron divididos en tres sub sistemas de rotación, a los cuales se les asigno un “código” (A, B y C en cada caso), los mismos que fueron considerados como subsistemas (Cuadro 2, Anexo 1) y fueron seleccionados para posteriores trabajos de investigación en función a los criterios preestablecidos en metodología.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Descripción de los sistemas de rotación

En función a la información de la base de datos y el análisis de la información secundaria se logró reconstruir el historial de los diferentes sistemas de rotación de cultivos practicada por los agricultores en el periodo 2006 y 2010.

Se identificaron hasta 11 sistemas de rotación de cultivos (Cuadro 1) en parcelas con certificación orgánica, de los cuales fueron priorizados los tres primeros porque nos permitan visualizar las tendencias en los cambios espaciales de los sistemas de rotación con parcelas en descanso, papa, quinua y cereales

Con la información que se muestra en el cuadro 1, pudimos:

Monitorear los cambios en la rotación tradicional de cultivos a una intensificación del cultivo de quinua y las parcelas dentro de los sistemas de rotación. La información muestra que todavía hay un porcentaje importante de parcelas conducidas bajo el sistema de rotación tradicional (51,5%). En la “cabecera de rotación” es papa, el segundo año quinua, tercer año cereal y cuarto año descanso (1 a 3 años). CLADES (1992) sostiene que el efecto rotacional se refiere al hecho de que la mayoría de las rotaciones aumentarían los rendimientos de granos a niveles superiores a los obtenidos mediante cultivo continuo bajo similares condiciones.

Por otra parte se resalta sistemas que pueden ser una alternativa en el manejo de la rotación de cultivos y parcelas, como es el caso de los sistemas: A, NN, AH que representa un 7,6% (Cuadro 1). En estos sistemas se tiene como cultivo la siembra de leguminosas como haba o alfalfa (este último considerado como cultivo plurianual). Las leguminosas, en una rotación, ayudan a incorporar nitrógeno atmosférico al suelo, en cantidades que están en función de la leguminosa (70-198 kg/ha/año con alfalfa, y 158-223 kg/ha/año con habas) y del sistema de manejo que pueden asegurar altos rendimientos de granos (CLADES, 1992). Con la práctica de las familias de incorporar residuos de cosecha, se complementa la cantidad de materia orgánica y consecuentemente se puede mejorar la productividad del cultivo. Estos tipos de rotación deberán ser motivo de un seguimiento de mediano.

Los sistemas de rotación identificados como IC, ISD, F, IM, L2 (19,9%, en conjunto) muestran parcelas sin

descanso durante las cuatro últimas campañas. Por tanto existe una intensificación de parcela y el cultivo o se tienen parcelas donde después del descanso se inició con un cereal (cebada-avena). Estas últimas se caracterizan por extraer (al igual que la quinua), una cantidad considerable de nitrógeno y nutrientes en general (Tapia, 1990; Orsag 2009). En este sentido, si la intensificación se mantiene, los suelos seguirán siendo empobrecidos, lo cual al parecer aun no es percibido por las familias de la zona en estudio.

Por otra parte pudimos vincular la intensificación de quinua y de parcelas en la rotación de cultivos con indicadores de la salud del sistema productivo (suelos, plagas-enfermedades), también a productividad y sus efectos en la seguridad alimentaria familiar.

Mediante criterios preestablecidos se ha priorizado la identificación de tres diferentes sistemas de rotación:

- 1) Tradicional = T;
- 2) Intensificado = IQ1 y
- 3) Altamente intensificado = IQ2,

y son parcelas donde necesariamente han sido sembradas con la cedula de cultivos de papa, quinua (cañihua), cereal (cebada-avena), leguminosa (haba, alfalfa) y descanso de la parcela por 1 o 3 años (Tabla 2).

Esto nos permitió evaluar si distintos niveles de intensificación de la rotación de quinua están teniendo efectos adversos en el sistema productivo familiar y su sostenibilidad.

**Tabla 2.** Identificación de tres sistemas y nuevos subsistemas de rotación de cultivos

Sistema de Rotación	Definición	Código	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	N° de parcelas
Tradicional	Existe rotación de cedula de cultivo (3 o 4 años) con descanso (1 a 3 años), puede existir dos años de tubérculo	TA					213
		TB					250
		TC					23
IQ1	Existe intensificación de cultivo (quinua-papa) con cambio en la rotación después del descanso de la parcela	IQ1A					65
		IQ1B					39
		IQ1B					15
IQ2	Existe intensificación de CULTIVO y PARCELA, con rotación y siembra de al menos 2 o 3 años de quinua (continua o discontinua)	IQ2A					68
		IQ2B					15
		IQ2C					31
	Descanso (parcela sin sembrar)		Parcela sembrada con quinua			Otro cultivo (tubérculo, cereal o leguminosa)	
	Parcela sembrada con papa						

## CONCLUSIONES.

- La descripción y clasificación desarrollada es preliminar y será mejorada conforme se obtengan mayor cantidad de datos (información de los sistemas de rotación de parcelas) en el tiempo respecto al manejo de parcelas de los productores del programa orgánico.
- La descripción es útil como se muestra en el ejemplo para establecer estudios sobre el incremento de la frecuencia de siembra de quinua en la rotación de parcelas y cómo influyen sobre factores como: suelos, plagas y enfermedades e incluso relacionado a la seguridad alimentaria de las familias productoras.
- Ya hay evidencias respecto a las tendencias de la intensificación del cultivo y la parcela en los sistemas de rotación tradicionales. Al analizar los cambios en los sistemas de rotación de cultivos por parcela y productor de quinua, se ha evidenciado que los agricultores están sembrando como cabecera de rotación quinua. Existen agricultores que están sembrando quinua por 2, 3 y en casos extremos 4 campañas agrícolas seguidas en una misma parcela.
- En el supuesto de seguir la tendencia hacia la dinámica de intensificación del cultivo o las parcelas en forma inadecuada, esto no solo por la falta de conocimiento de muchos agricultores, sino por la ausencia de planes de manejo de suelos, a mediano plazo ocasionaría que los sistemas frágiles del altiplano peruano se vean afectados negativamente especialmente en su productividad y sostenibilidad.
- En este contexto, el panorama es variable y por ello fue importante continuar analizando las diferentes opciones que los productores vienen desarrollando y que consecuencias a futuro (positivas o negativas), tendrían estas variaciones. Porque los productores de quinua manejan sus parcelas con una intensidad de uso de suelo bastante diferenciador.
- Por lo tanto existe la oportunidad de monitorear estos cambios y sus consecuencias en aspectos importantes de la sostenibilidad del sistema y lo estamos haciendo.

## AGRADECIMIENTOS

A los profesionales que iniciaron el trabajo de recopilar la información en el programa orgánico de quinua, Vicente Choquehuanca, Lucio Torres. Asimismo los colegas que dedicaron su tiempo para la revisión del documento, por su aportes y sugerencias gracias a Sven Vanek, Raúl Saravia, Ernesto Veres, Carlos Barahona, Claire Nicklin, y Carlos Pérez.

Un estudio más amplio estuvo auspiciado por el Programa Colaborativo de Investigación de Cultivos de la Fundación Mcknight en convenio con el CIRNMA, el Proyecto “Perspectivas de la Sostenibilidad de la producción consumo de quinua en el altiplano peruano”.

## BIBLIOGRAFIA

- Astudillo Damiana. 2007. Evaluación del rol de la quinua en el sustento de los hogares del Altiplano Sur Boliviano: Un estudio de caso en los Municipio de Salinas y Colcha K. con el apoyo del Congressional Hunger Center, Fundación PROINPA y Bioversity International. Washington, DC. Noviembre 2007.
- Banco Central de Reserva del Perú. Cotización cambiaria diaria. Tomado de: [www.bcrp.gob.pe](http://www.bcrp.gob.pe), (Accesado el 30 de mayo 2012)
- CLADES (Editor). Santiago de Chile, 1992. Revista Agroecológica y Desarrollo N° 4. Sistemas Agrícolas alternativos. En Manejo Ecológico del suelo. 1997. CLADES-CIED. Lima-Perú.
- Cari, A. S. Salcedo. 2011. Clasificación taxonómica de suelos en tres zonas de producción de quinua con diferentes grados de rotación de cultivos. En: Reporte de Avance del primer año Proyecto “Perspectivas de la sostenibilidad de la producción consumo de quinua en el altiplano peruano” convenio CIRNMA- Fundación Mcknight, Puno, Perú.

- Cama, F. 1991. Desarrollo Rural: Posibilidades y limitaciones en Puno. (INIAA-PISA, ACIDI, CIID). Perú.
- CIRNMA, 1997. Enfrentando el reto del Altiplano. Una perspectiva del Altiplano y del poblador andino. CIRNMA-CONDESAN/CIP. Lima, Perú.
- Carter, W. y M. Mamani. 1982. Irpa Chico. Individuo y comunidad en la la cultura aymara. La Paz, Bolivia.
- Fundación PROINPA. 2004. Estudio de los impactos sociales, ambientales y económicos de la promoción de quinua en Bolivia. Rojas, W.; JL Soto y E. Carrasco (Editores). Disponible en [http://www.underutilized-species.org/Documents/PUBLICATIONS/quinua\\_case\\_study\\_es.pdf](http://www.underutilized-species.org/Documents/PUBLICATIONS/quinua_case_study_es.pdf). (Accesado el 10 de junio 2011).
- Jaldin Rossmary. 2010. Producción de quinua en Oruro y Potosí. Programa de Investigación Estratégica en Bolivia. Programa de Investigación Ambiental. Fundación PIEB. La Paz, Bolivia.
- Herve, D. 1994. Desarrollo Sostenible en los Andes altos los sistemas de cultivo con descanso largo pastoreado. En: Dinámicas del descanso de la tierra en los Andes. 1994. D. Herve, D. Genin, G. Riviere (Eds). IBTA - ORSTOM, La Paz, Bolivia
- Medrano Ana Maria; Torrico Juan Carlos. 2009. Consecuencias de incremento de la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el altiplano ser de Bolivia. Journal de Ciencia y Tecnología Agraria CIENCIAAGRO I Vol. 1 N° 4. 117-123 pp. La Paz, Bolivia.
- Nicklin Claire y Melinda Smale. 2008. Respuestas de los Agricultores Andinos: Incrementos de precios, conmociones climáticas, e Inversiones Agrícolas locales. Perspectivas desde los Andes. Programa Colaborativo de Investigación de Cultivos Andinos de la Fundación McKnight.
- PISA. 1988. Zonas agroecológicas y zonas homogéneas de producción en el altiplano de Puno. Informe anual En: Sistemas agropecuarios en el altiplano. Avances de un proyecto de Investigación. Juan Palao (Editor) 1990. Resumen del informe anual 188-1989. INIAA-PISA, Puno, Perú.
- Tapia, M.E. 1990. Cultivos Andinos Subexplotados y su aporte a la alimentación. FAO, Santiago de Chile, Chile.
- Tapia, M. E. y A.M. Fries.2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO Y ANPE. Lima.
- Mesa de Trabajo – Producto Quinua. 2012. Reuniones mensuales. Puno, Perú.
- Orsag, V. 2009. Degradación de suelos en el altiplano boliviano causas y medidas de mitigación. Journal Análisis-IBEPA – ISSN 1999-6233. Vol. 1, N° 3. pp. 27-30. La Paz, Bolivia.