

Evaluación de la distribución espacial de la biodiversidad de papa en los distritos de Challabamba en Cusco y Quilcas en Junín mediante el uso del mapeo participativo

Assessment of the spatial distribution of potato biodiversity in the districts of Challabamba in Cusco and Quilcas in Junín through the use of participatory mapping

Franklin Plasencia^{1,2}, Henry Juarez^{2,3}, Severin Polreich², Stef de Haan⁴

Recibido: Octubre 2017 - Aprobado: Junio 2018

RESUMEN

Challabamba en Cusco y Quilcas en Huancayo son dos zonas contrastantes con alta biodiversidad de variedades de papa. El presente estudio tuvo por finalidad evaluar la distribución espacial de la biodiversidad de papa mediante el mapeo participativo. Se determinaron las áreas de siembra de papa, el número de variedades de papa existente en la comunidad, el rango altitudinal de siembra por categoría varietal, la frecuencia de las variedades de papa, y la dinámica espacial-temporal de las zonas de siembra de papa en el territorio de las comunidades campesinas.

Se encontraron 158 variedades en Challabamba y 194 variedades Quilcas. El área dedicada a las papas nativas fue mayor en Challabamba (71.5%) que en Quilcas (51.8%) en comparación con las papas mejoradas. En Challabamba, el 89.9 % de las variedades encontradas son papas nativas y el 10.1% son papas mejoradas. En Quilcas, el 91.2 % de las variedades encontradas son papas nativas y el 8.8% son papas mejoradas. La mitad de las variedades de papas nativas se encuentran localizados en una franja altitudinal de siembra menor a 200 m. (entre 3,800 y 4,000 m.s.n.m. en Challabamba, y entre 4,000 y 4,200 m.s.n.m. en Quilcas). El resto de variedades se encuentran dispersos a lo largo de las zonas de cultivo. La frecuencia relativa de las variedades muestra que el 21.8% y 16.3% de las variedades son consideradas abundantes en Challabamba y Quilcas respectivamente, y el resto (78.2% y 83.7) son variedades clasificadas como escasas. Finalmente, se encontró que el periodo de descanso de las parcelas es en promedio de 6 años antes de volver a sembrar papa.

Palabras clave: Biodiversidad de papas; sistema de posicionamiento global; sistema de información geográfica; mapeo participativo; distribución espacial; distribución temporal.

ABSTRACT

Challabamba in Cusco and Quilcas in Huancayo are two contrasting zones with high levels of biodiversity of potato varieties. The present study aimed to assess the spatial distribution of potato biodiversity through participatory mapping. We have assessed the potato cropping areas, the number of varieties in the communities, the altitudinal planting range of the potato varietal categories, the abundance and frequency of potato varieties, and the spatial-temporal dynamics of the cropping areas of potato in the territory at the landscape level.

The study found 158 potato varieties in Challabamba and 194 in Quilcas. The research shows that the area devoted for the cultivation of potato landraces was higher in Challabamba (71.5%) than in Quilcas (51.8%) as compared to bred potato varieties. In Challabamba, 89.9 % of the potato varieties found are landraces and 10.1% are bred varieties. In Quilcas, 91.2 % of the potato varieties found are landraces and 8.8% are bred varieties. Half of the potato landraces are located within a narrow altitudinal range of less than 200m (between 3,800 and 4,000 m of altitude in Challabamba, and between 4,000 and 4,200 m in Quilcas). The remaining landraces show a more extended range distribution throughout the landscape. The relative frequency of varieties shows that 21.8% and 16.3% of varieties are considered abundant in Challabamba and Quilcas respectively, and the remaining (78.2% and 83.7) are varieties classified as scarce. Finally, we found that the fallow period of plots is 6 years before re-planting potatoes.

Key words: Potato Biodiversity; global positioning system; geographic information system; participatory mapping; spatial distribution; temporal distribution.

1 Alumno de la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. E-mail: f.plasencia@cgiar.org

2 Centro Internacional de la Papa. E-mail: h.juarez@cgiar.org E-mail: s.polreich@cgiar.org

3 Docente de la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

4 Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. E-mail: s.dehaan@cgiar.org

I. INTRODUCCIÓN

Hace más de 7,000 años que la papa es cultivada en los Andes. Múltiples estudios han demostrado que existe una gran diversidad genética de variedades de papa cultivada en la región andina de América del Sur (Bolivia, Perú, Ecuador, Chile y Colombia) (Ochoa, 1990; Spooner *et al.*, 2005). La zona de mayor concentración de diversidad genética de papa nativa se encuentra entre las regiones centrales del Perú y Bolivia. (Ochoa, 1999). Recientes investigaciones, confirman que el origen de la papa (*Solanum tuberosum*, spp. *andigenum*), se origina en la región sur del Perú, al norte del lago Titicaca, (Spooner *et al.*, 2005). Las primeras papas cultivadas tienen su origen en la cordillera de los Andes, concretamente en el sur de Perú y en el norte de Bolivia (Ugent, 1970; Hawkes, 1994).

La agricultura andina está regida por conocimientos ancestrales tradicionales, los cuales se revelan en un conjunto de prácticas en producción (preparación y manejo del suelo, consideración sobre años secos o lluviosos, rotación de sus cultivos, uso de diferentes técnicas en el manejo de sus cultivos, ganadería y su organización comunal) y conservación (manejo de una gran biodiversidad genética en mezclas para el mercado y la seguridad alimentaria) (Fonseca y Mayer, 1988).

Dada la abrupta topografía del medio ambiente andino, las comunidades campesinas han desarrollado estrategias sociales y tecnologías para encarar las especiales condiciones de la sierra (Mayer, 1981). Los departamentos de Cusco y Junín se ubican dentro de los andes, con una población donde la gran mayoría de los agricultores practican una agricultura tradicional autóctona, pero a la vez también una agricultura moderna e intensiva, dependiendo de la ubicación específica de la zona productora. A medida que nuevas tecnologías y variedades mejoradas son adoptadas por las comunidades se espera un cambio en la dinámica espacial y temporal de la papa.

En estas zonas geográficas de la región andina del Perú, se observa en cada campaña agrícola un paisaje agro-ecológico muy diversificado, que cambia en el tiempo y en el espacio por múltiples factores y debido a que el ecosistema andino presenta una diferenciación de alturas con uso agrícola entre los 1,500 y 4,300 m.s.n.m., que son determinados por diferentes regímenes climáticos y por un mosaico de condiciones de suelo profundos, delgados, arenosos o arcillosos de bajo o alto contenido de materia orgánica (Terrazas y Valdivia, 1998). Todo ello creó una variabilidad de nichos Ecológicos (León, 1964; Tapia, 1988) en donde no solo se domesticó una serie de especies, sino que posibilitó el empleo de un elevado número de variedades adaptadas a las diferentes condiciones climáticas, como la papa que se estudiada en el presente trabajo.

Factores socioeconómicos que pueden cambiar el uso del espacio agrícola incluyen: migración, sobrepoblación, mercados emergentes, acceso a nuevas tecnologías, entre otros. Generalmente los factores son múltiples y complejos pudiendo resultar de una intensificación o desintensificación o simplemente en cambios de uso de tierras (Wieggers *et al.*, 1999; Zimmerer, 2013).

La investigación presentada en este artículo se centrará específicamente en el manejo y la conservación in-situ dirigida por los agricultores (mapeo participativo), con el fin de obtener una mejor comprensión de cómo los agricultores gestionan la distribución temporal y espacial de la papa dentro del territorio. Para realizar este estudio, se seleccionaron dos zonas geográficas diferentes y contrastantes: Quilcas en Junín con agricultura intensiva y mayor acceso a tecnología (acceso a variedades mejoradas), y Challabamba en Cusco con agricultura extensiva y poco acceso a la tecnología. Estos aspectos de modernización e intensificación de la agricultura pueden conllevar a la pérdida de variedades (numero) y a reducción de área (menor área dedicada). Las hipótesis del presente estudio son: i) La diversidad de la papa referida a número, frecuencia y abundancia de las categorías varietales es mayor en Cusco que en Junín. ii) La proporción de área dedicada al cultivo de papas nativas y mejoradas son similares en Cusco que en Junín. iii) El rango altitudinal de siembra de las categorías varietales de papa en las comunidades está distribuido a lo largo de todo el territorio. iv) El periodo de descanso de las parcelas para que se vuelva a sembrar papa en la misma parcela es de 6 años.

Basado en las hipótesis, el objetivo del presente estudio es evaluar la distribución espacial de las diferentes categorías varietales de papa (nativas harinosas, nativas amargas y mejoradas) y la riqueza en Challabamba – Cusco y Quilcas – Junín. Los objetivos específicos del presente artículo son: i) Calcular la biodiversidad del cultivo de la papa (número, frecuencia y abundancia de las categorías varietales) obtenida mediante el mapeo participativo. ii) Determinar las áreas dedicadas a la siembra de las categorías varietales de papa (nativas harinosas, nativas amargas y mejoradas) halladas mediante el mapeo participativo. iii) Establecer el rango altitudinal de siembra de las categorías varietales de papa (nativas harinosas, nativas amargas y mejoradas) en Challabamba – Cusco y Quilcas – Junín. iv) Analizar la dinámica espacial y temporal de rotación de las parcelas de papa en el periodo 2010 -2016 en Challabamba – Cusco y Quilcas – Junín.

1.1. Descripción de la zona de estudio

El área de estudio está comprendida por dos zonas de estudio. El distrito de Challabamba se encuentra localizado en la Provincia de Paucartambo, Departamento de Cusco. Geográficamente está comprendida entre los Paralelos 12° 56' y 13° 19' Latitud Sur y los Meridianos 71° 35' y 71° 55' Longitud Oeste; en la margen derecha del río Paucartambo. El distrito de Quilcas se encuentra localizado en la Provincia de Huancayo, Departamento de Junín. Geográficamente está comprendida entre los Paralelos 11° 58' y 11° 48' Latitud Sur y los Meridianos 75° 17' y 75° 04' Longitud Oeste; en la margen izquierda del río Mantaro.

Las zonas de estudio fueron seleccionados por su grado o intensidad de exposición a nuevas tecnologías. En Challabamba no hubo mucha difusión de variedades mejoradas por parte del estado y/o ONG's y hasta hoy día la zona se ha mantenido aislado de los mercados urbanos. Quilcas, por otro lado, se encuentra muy cercano a la Estación Experimental Santa Ana del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y el mercado de Huancayo.

En Challabamba participaron 3 comunidades campesinas y en Quilcas participaron 4 comunidades. En total participaron 202 familias y se mapearon 455 parcelas (ver Tabla 1).

Tabla 1. Número de familias participantes y parcelas mapeadas en Challabamba y Quilcas.

Zona	Comunidades	Número de familias participantes	Número de parcelas mapeadas
Challabamba	Chacclabamba	34	208
	Cochacochayocc	34	142
	Turuyuq	30	117
	Total Cusco	98	467
Quilcas	Casacancha	25	85
	Colpar	26	84
	Quilcas	27	74
	Rangra	26	127
	Total Junin	104	370

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Inventario de la agrobiodiversidad.

Para determinar la agrobiodiversidad se tomó en cuenta las tres categorías varietales de papa que coexisten en el manejo de la agricultura familiar: i) Papas nativas amargas: Son variedades de papa nativa para procesar chuño que pertenecen a las especies de *S. curtilobum* and *S. Juzepczukii*. ii) Papas nativas harinosas Son variedades de papa nativa que pertenecen a la especie de *S. tuberosum* y sus grupos de cultivares (*Andigenum*, *Chaucha*, *Goniocalyx*, *Stenotomum*). iii) Papas mejoradas. Son variedades de papa que provienen de programas de mejoramiento genético. Muchos de ellos tienen en su linaje *S. tuberosum*, específicamente de los grupos de cultivares *Andigenum* y *Tuberosum*.

Para calcular el número de variedades por categoría varietal de papa, se escogieron 25 surcos y 8 plantas al azar a lo largo de cada surco, de los cuales se sacó un tubérculo de cada planta (200 tubérculos en total), se separaron por tipo de variedad y se realizó el conteo y sumatoria de estas. Para homologar los nombres vernaculares de las variedades de papa, se realizaron talleres participativos en conjunto con las autoridades locales y custodios de la papa. Con esta lista maestra de nombre vernaculares, sinónimos y categorías varietales se hicieron los cálculos en tablas dinámicas en Excel. La diversidad total (o riqueza) fue calculada mediante la sumatoria de variedades que se encontró en cada categoría varietal y se agregó la información a nivel de comunidad y región.

Para determinar la Frecuencia relativa de la diversidad de papa (Haan *et al.*, 2016) se realizó un conteo de cuantos tubérculos de cada variedad se extrajo en cada una de las parcelas de las familias, a dicho valor se lo dividió entre el número total de variedades extraídas en una familia obteniendo la frecuencia de variedad por familia (FVF) (%), luego se suman todos estos valores y se divide entre el número total de familias de la comunidad y se obtiene

la frecuencia relativa de una variedad (FRV), finalmente se reclasifica en Muy escasos: FRV <0,05 (1 variedad encontrada en menos de 2000 tubérculos muestreadas), Escasos: FRV <0,10 (1 variedad encontrada entre 1000 y 2000 tubérculos muestreadas), Poco frecuentes: FRV <0,25 (1 variedad encontrada entre 400 y 1000 tubérculos muestreadas), Común: FRV <1.00. (1 variedad encontrada entre 100 y 400 tubérculos muestreadas) y Abundante: FRV > 1.00 (1 variedad encontrada en más de 100 tubérculos muestreadas).

2.2. Manejo del espacio (dinámica espacial)

Para determinar las áreas dedicadas a la siembra por categorías varietales de papa se usaron encuestas, croquis de parcelas y uso de GPSs. Los datos del GPS se transformaron a un formato shape de polígonos en ArcGIS que contiene los límites de las parcelas. Se usó coordenadas UTM-18S y UTM-19S para Junín y Cusco, respectivamente.

Para determinar área y proporción (%) del área cultivada ocupada por cada uno de las categorías varietales en cada franja altitudinal (cada 200m) se halló el centroide para cada una de las parcelas para calcular el valor de altitud usando el modelo de elevación digital (DEM). Los valores fueron reclasificados cada 200 m. en los siguientes rangos (3,000; 3,000-3,200; 3,200-3,400; 3,400-3,600; 3,600-3,800; 3,800-4,000; 4,000-4,200; > 4,200 m.s.n.m.).

Para determinar el rango altitudinal donde se sembraron cada una de las variedades de papa, se obtuvieron los valores de altitud (diferencia en el valor máximo y mínimo de altitud donde se siembra cada variedad). Los valores fueron reclasificados en los siguientes rangos: <100m, 200m, 400m, 600m, 800m, 1000m y >1000m. Este rango altitudinal de siembra de las categorías varietales de papa también se le conoce como “plasticidad altitudinal”.

2.3. Rotación de las parcelas de papa (dinámica temporal)

Se realizó una encuesta (años 2001 – 2009, en base a la memoria del agricultor) para analizar la dinámica temporal en base a la rotación de las parcelas de papa en los laymes. El layme es un sistema de organización del uso de suelo, propio de las comunidades campesinas, que tiene como finalidad la rotación de las siembras de las tierras comunales. Son denominadas también como sistemas de rotación sectorial o rotaciones colectivas. La información sobre la siembra de las parcelas se reclasificó en: cereales (C), pasto (PA), descanso (D), hortalizas (H), raíces y tubérculos andinos (RTA), legumbres (L) y papa (P). Se realizó un conteo y sumatoria de cuantas parcelas poseían un determinado tipo de rotación (por ejemplo: “P-D-D-D-D-D-P”).

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Inventario de la agrobiodiversidad.

3.1.1. Diversidad total de la papa

La mayor diversidad total de la papa, en términos de riqueza, se encontró en el distrito de Quilcas (194 variedades) en comparación con el distrito de Challabamba (158 variedades). Adicionalmente, una de las comunidades estudiadas en Quilcas (Casacancha) no sembró papas

nativas amargas y la cantidad de variedades nativas harinosas fue mucho menor que en todas las comunidades estudiadas (ver Tabla 2).

En ambos distritos el número de variedades de papas nativas (harinosas y amargas) son las que predominan con respecto a las papas mejoradas. En Challabamba, el 89.9 % de las variedades encontradas son papas nativas y el 10.1% son papas mejoradas. En Quilcas, el 91.2 % de las variedades encontradas son papas nativas y el 8.8% son papas mejoradas (ver Tabla 2).

La gran diversidad de papas manejadas por los agricultores es un mecanismo usado para afrontar: las lluvias anómalas, relieves irregulares, suelos empobrecidos, cambio climático, etc. La existencia de diferentes cultivos y variedades sembrados en diferentes parcelas y distintos nichos altitudinales ayuda a afrontar estas condiciones ambientales (Rengifo, 1987)

Claverías (1999) -en un estudio realizó en Puno- que la papa es considerada uno de los principales cultivos, alcanzando una diversidad total de 3 a 60 diferentes variedades nativas en cada parcela. Adicionalmente, Mayer,

(1981) y Tapia, (1996) mencionan que una característica común de la agricultura en los andes es la tenencia de múltiples parcelas con diferentes propósitos y distribuidos en varios pisos ecológicos para dispersar los riesgos.

3.1.2. Frecuencia relativa de la diversidad de papa

La frecuencia relativa de las variedades muestra que el 21.8% y 16.3% de las variedades son consideradas abundantes en Challabamba y Quilcas respectivamente, y el resto (78.2% y 83.7) son variedades clasificadas como escasas (ver Tabla 3). Este comportamiento de la tenencia de variedades por cada familia evidencia que la distribución de la diversidad es discontinua.

Cuando una variedad es escasa, tiene posibilidad de perderse en el tiempo por las limitantes del medio ambientales: exceso y/o ausencia de lluvias, tierras empobrecidas y cambio climático.

De la tabla 2 y 3 se rechaza la hipótesis que la diversidad de la papa referida a número, frecuencia y abundancia de las categorías varietales es mayor en Cusco que en Junín. Los resultados muestran que Junín presenta mayor número

Tabla 2. Diversidad total de papa por categoría varietal en Challabamba y Quilcas

Zona	Comunidades	Nativa Amarga		Nativa Harinosa		Mejorada		Total Comunidad
		n	%	n	%	n	%	
Challabamba	Chacclabamba	10	9.0	86	77.5	15	13.5	111
	Cochacochoyoc	14	12.3	87	76.3	13	11.4	114
	Turuyuc	11	14.7	51	68.0	13	17.3	75
	Total Cusco	17	10.8	125	79.1	16	10.1	158
Quilcas	Casacancha	0	0.0	17	60.7	11	39.3	28
	Colpar	5	3.4	126	86.3	15	10.3	146
	Quilcas	4	4.4	77	84.6	10	11.0	91
	Rangra	3	4.2	64	88.9	5	6.9	72
	Total Junín	5	2.6	172	88.7	17	8.8	194

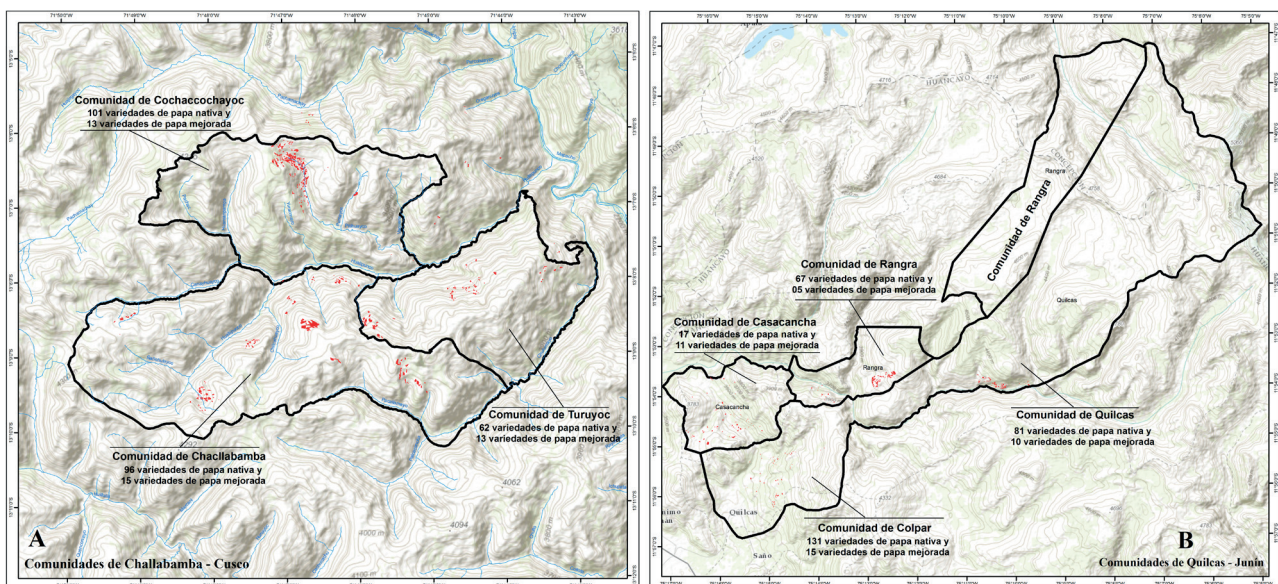


Figura 1. Número de variedades distintas en las comunidades de Challabamba (A) y Quilcas (B)

Tabla 3. Frecuencia relativa de la diversidad de variedades de papa en Challabamba y Quilcas.

Zona	Categoría Varietal	N	Abundante	Común	Poco Frecuentes	Escasos	Muy Escasos
Challabamba	Nativa Amarga	17	3	2	3	3	6
	Nativa Harinosa	125	7	19	20	18	61
	Mejorada	16	7	5	2	0	2
Quilcas	Nativa Amarga	5	2	1	1	0	1
	Nativa Harinosa	172	10	16	30	21	95
	Mejorada	17	6	5	4	1	1

de variedades de papa (194) en comparación con Cusco (158) y con respecto a la frecuencia y abundancia Junín presenta un 67% de variedades abundantes en comparación de Cusco con 57%.

3.2. Manejo del espacio (dinámica espacial)

El área total dedicada a la siembra fue de 38.7 ha en Challabamba y 18.2 ha en Quilcas. El área dedicada a las papas nativas en Challabamba fue de 71.5% (27.7 ha) y en Quilcas fue 51.8% (9.4 ha) (ver Tabla 4). Esto evidencia que no necesariamente el área dedicada a la siembra de la papa está relacionada con la diversidad total. En otras palabras, en Quilcas con menor área sembrada hay más diversidad.

Adicionalmente, se encontró que la comunidad de Casacancha en Quilcas dedica el 90% de su área sembrada a las papas mejoradas (ver Tabla 4). Esto sucede debido a que la comunidad no tiene acceso a mayores altitudes para sembrar papa nativa. La comunidad de Casacancha está comprendida entre los 3450 -3700 m.s.n.m. Estos resultados muestran que no existe adaptación por nichos ecológicos (o de altitud) que contradice con los estudios de Hawkes (1990). Básicamente los agricultores siembran las diferentes variedades de papa de acuerdo al territorio que tienen disponible. En otras palabras, si en la comunidad no hay zonas altas y bajas para la siembra, las categorías varietales se comprimen, y si en la zona hay acceso a un gran rango altitudinal, las categorías varietales se separan.

El área de siembra de papas nativas en Quilcas y Challabamba, está enmarcada en rangos altitudinales diferentes. En Quilcas, el 91% de las papas nativas se ubican en el rango altitudinal de 4,000-4,200 m.s.n.m., mientras que en Challabamba, el 84% de las papas nativas están ubicados en un rango altitudinal más bajo comprendido entre 3,600-4000 m.s.n.m. (ver Tabla 5).

En contraste, el área de siembra de papas mejoradas está enmarcada en rangos altitudinales similares. Tanto en Quilcas como en Challabamba, el 92.1% y 89.7% respectivamente se ubican en el rango altitudinal de 3,400-4,200 m.s.n.m.

De los resultados se rechaza la hipótesis que la proporción de área dedicada al cultivo de papas nativas y mejoradas son similares en Cusco y Junín, ya que Cusco presenta el doble de área sembrada en comparación de Junín. (Ver Tabla 4).

La capacidad de un organismo de producir fenotipos diferentes en respuesta a cambios en el ambiente (plasticidad fenotípica) y la variación genotípica (características diferenciales que se presentan en los individuos de una misma especie) simbolizan formas diferentes de adaptabilidad de la vegetación frente a los fenómenos ambientales, donde las especies con una pequeñísima variabilidad muestran una amplia plasticidad. (Marshall y Jain, 1968).

Tabla 4. Área dedicada a la siembra de papa en Challabamba y Quilcas.

Zona	Comunidades	Nativa Amarga		Nativa Harinosa		Mejorada		Área Total Comunidad (ha)
		Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	
Challabamba	Chacclabamba	2.8	15.9	11.1	63.8	3.5	20.4	17.4
	Cochacochayocc	1.5	10.4	8.7	61.3	4	28.3	14.2
	Turuyuyq	0.5	6.5	3.2	44.7	3.4	48.8	7.1
	Total Cusco	4.7	12.2	23	59.4	11	28.5	38.7
Quilcas	Casacancha	0	0.0	0.4	9.2	4.4	90.8	4.9
	Colpar	0.1	4.6	1	47.9	1	47.5	2
	Quilcas	0.4	9.8	2	47.2	1.9	43.0	4.3
	Rangra	0.5	7.3	5	70.8	1.5	21.9	7
	Total Junín	1	5.6	8.4	46.2	8.8	48.2	18.2

Tabla 5. Área dedicada a la siembra de papa por franja altitudinal en Challabamba y Quilcas.

Zona	Rango Altitudinal (200m)	Nativa Harinosa		Nativa Amarga		Mejorada	
		Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
Challabamba	3000-3200	0	0.00%	0	0.00%	0.02	0.21%
	3200-3400	0.28	1.23%	0.08	1.61%	0.51	4.66%
	3400-3600	2.18	9.49%	0.06	1.31%	2.71	24.62%
	3600-3800	6.87	29.91%	0.83	17.65%	3.14	28.51%
	3800-4000	11.94	52.00%	3.23	68.58%	4.03	36.62%
	4000-4200	1.69	7.38%	0.51	10.85%	0.59	5.40%
	Total	22.96	100%	4.71	100%	11.01	100%
Quilcas	3000-3200	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
	3200-3400	0.0007	0.00%	0	0.00%	0.19	2.12%
	3400-3600	0.44	5.20%	0.02	1.56%	5.63	64.04%
	3600-3800	0.31	3.64%	0	0.00%	1.55	17.60%
	3800-4000	0.63	7.43%	0	0.00%	0.92	10.45%
	4000-4200	7.05	83.73%	1.01	98.44%	0.51	5.78%
	Total	8.42	100%	1.02	100%	8.78	100%

La mayor proporción de las variedades nativas harinosas ocurren en un rango de distribución muy limitada (<100 m, indicando baja plasticidad). Las variedades nativas amargas igualmente se cultivan en un rango altitudinal limitado <200m (indicando baja plasticidad). Hay pocas variedades nativas, tanto harinosas como amargas, que muestran un amplio rango de distribución (<800 m, indicando alta plasticidad). Adicionalmente, las variedades mejoradas tienen alta plasticidad, el mayor porcentaje se encuentra en una franja de 600 a 800 m.

De los resultados se acepta la hipótesis que el rango altitudinal de siembra de las categorías varietales de papa

en las comunidades está distribuido a lo largo de todo el territorio, ya que encontramos variedades sembradas en todas las franjas altitudinales (ver Tabla 6).

3.4. Rotación de las parcelas de papa (dinámica temporal)

Es notable la diferencia de la dinámica espacial-temporal de siembra, descanso y rotación de las zonas de siembra de papa entre Challabamba (n 464 parcelas) y Quilcas (n 389 parcelas). El 90.7% y el 61.7% respectivamente, siembran papa (las tres categorías varietales) seguido de un periodo entre 6 y 8 años para nuevamente sembrar papa (ver Tabla 7).

Tabla 6. Rango altitudinal de distribución de variedades de papa en Challabamba y Quilcas.

Zona	Rango	Nativa Harinosa		Nativa Amarga		Mejorada	
		Nº de variedades	%	Nº de variedades	%	Nº de variedades	%
Challabamba	< 100m	55	44.0	7	41.2	2	12.5
	200 m	10	8.0	2	11.8	0	0.0
	400 m	33	26.4	3	17.7	2	12.5
	600 m	10	8.0	0	0.0	4	25.0
	800 m	13	10.4	3	17.7	4	25.0
	1000 m	4	3.2	2	11.8	3	18.8
	> 1000 m	0	0.0	0	0.0	1	6.3
	Total	125	100	17	100	16	100
Quilcas	< 100m	98	57.0	1	20.0	3	17.7
	200 m	37	21.5	3	60.0	0	0.0
	400 m	16	9.3	0	0.0	0	0.0
	600 m	6	3.5	0	0.0	2	11.8
	800 m	14	8.1	1	20.0	10	58.8
	1000 m	1	0.6	0	0.0	2	11.8
	> 1000 m	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	Total	172	100	5	100	17	100

Por otro lado, los laymes en Challabamba ocupan casi la totalidad del territorio y aún se mantienen el uso comunal para la siembra de papa. En cambio, en Quilcas, los laymes se están desintegrando y desapareciendo, esto sucede debido a su cercanía de las comunidades hacia el mercado, privatización de los terrenos, y aumento de la población.

La rotación de las parcelas está ligada a la rotación de los laymes porque en conjunto se mueve a lo largo de la comunidad. En ambos lugares el periodo de descanso de los laymes está entre 6 y 8 años. La rotación de los laymes está determinada por la decisión comunal entre autoridades locales y comuneros. Se acepta la hipótesis que el periodo de descanso en las parcelas para volver a sembrar papa es de 6 a 8 años ya que el 79.7% de las parcelas en promedio tienen este tipo de rotación. (Ver Tabla 7).

Tabla 7. Tipo de Rotaciones de las parcelas en Challabamba y Quilcas.

Zona	Tipo de rotaciones	Número de parcelas	%
Challabamba	P-D-D-D-D-D-P-D	191	41.2
	P-D-D-D-D-D-D-P	133	28.7
	P-D-D-D-D-D-D-D	97	20.9
	P-P-D-D-D-D-D-D	20	4.3
	Otros	23	5.0
	Total	464	100
Quilcas	P-D-D-D-D-D-D-D	147	37.8
	P-D-D-D-D-D-P-D	93	23.9
	P-D-D-D-D-D-C-RTA-P	11	2.8
	P-D-D-D-D-D-D-P	10	2.6
	Otros	128	32.9
	Total	389	100

Este cultivo inicia la rotación después de un periodo largo de descanso. Este manejo tradicional del cultivo y uso de los suelos contribuyen en la seguridad alimentaria para escapar de las plagas, tolerar eventos extremos como heladas y granizo (Morlon 2005). Sin embargo, en las partes más altas los comuneros tienen pocas opciones para la rotación y fechas de siembra, ya que las condiciones ambientales es un factor limitante (por ejemplo, la ausencia de sistemas de riego). La forma colectiva de manejo de las parcelas en zonas comunales (laymes) promueve el descanso de las parcelas para mejorar la fertilidad de los suelos. Si una comunidad campesina tiene varios sistemas de rotaciones grupales en diferentes altitudes, los años de descanso del terreno serán mayores y aumentarán con respecto a la altitud. En la vertiente oriental de los Andes de Bolivia se encontraron hasta 9 tipos de rotaciones diferentes en la comunidad de Ambana con un descanso de 5, 15 o 20 años. (Greslou y Vacher, 1980)

IV. CONCLUSIONES

1. En Quilcas (Junín) se encontró una diversidad total de 194 variedades que fue mayor que en Challabamba con 158 variedades. El 90% son variedades nativas (harinosas y amargas) y el 10% son variedades mejoradas en ambas regiones. La frecuencia relativa de las variedades muestra que el 21.8% y 16.3% de las variedades

son consideradas abundantes en Cusco y Junín respectivamente, y el resto (78.2% y 83.7) son variedades clasificadas como escasas.

2. Se encontró que el área dedicada al cultivo de papas nativas fue mayor en Cusco (71.5%) que en Junín (51.8%) en comparación con las papas mejoradas. Este estudio muestra que una agricultura intensiva y con mayor acceso a tecnología en el cultivo de la papa (variedades mejoradas) no contribuyen a una reducción de la diversidad (número de variedades) y área (menor área dedicada).
3. El rango altitudinal de las papas nativas está ubicada principalmente en un rango de siembra menor a 200m. El 52.1% de las variedades de papa nativa en Challabamba (n 74) y el 78.5% en Quilcas (n 139) respectivamente. El resto de variedades se encuentran dispersos a lo largo de la comunidad. Si en la comunidad no hay zonas altas o bajas para la siembra (caso de Quilcas) las categorías varietales se comprimen en un rango de siembra menor, y si en la comunidad hay acceso a un gran rango altitudinal (Challabamba) las categorías varietales se separan por altitud.
4. Finalmente, se encontró que el periodo de descanso de las parcelas es en promedio de 6-8 años antes de volver a sembrar papa.

V. AGRADECIMIENTOS

El proyecto fue financiado por Standing Panel on Impact Assessment (SPIA, <http://impact.cgiar.org>). Este proyecto se desarrolló en conjunto con la ONG Yanapai y el Instituto de Innovación Agraria (INIA).

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CIP (2006). Catálogo de Variedades de Papa Nativa de Huancavelica. Centro Internacional de la Papa (CIP), Federación Departamental de Comunidades Campesinas de Huancavelica (FEDECCH). <http://www.cipotato.org/wp-content/uploads/2014/08/003524.pdf> (visitado 20-01-18)
- Claverías, R. (1999). Proyecto conservación y uso de Recursos Genéticos de Cultivos Andinos. Ed. CIED. Perú.
- Fonseca, C & Mayer, E. (1988). Comunidad y producción en la comunidad Andina. FOMCIENCIAS, Lima.
- Haan, S. de.; Polreich, S.; Rodriguez, F.; Juarez, H.; Plasencia, F.; Ccanto, R.; Alvarez, C.; Otondo, A.; Sainz, H.; Venegas, C.; Kalazich, J. 2016. A long-term systematic monitoring framework for on-farm conserved potato landrace diversity. In: Maxted, N.; Dulloo, M.E.; Ford-Lloyd, B.V. (eds). Enhancing crop gene pool use: Capturing wild relative and landrace diversity for crop improvement. Boston (USA). CABI International. ISBN 978-1780646138. pp. 289-295.
- Hawkes, J. (1990). The Potato: evolution, biodiversity & genetic resources. Smithsonian Institution Press, Washington.

- Hawkes, J. (1994). Origins of cultivated potatoes and species relationships. Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI), pp: 35 - 49.
- León, J. (1964). Plantas alimenticias andinas. I. I. d. C. Agrícolas. Lima. 6.
- Marshall, D. and Jain, S. (1968). "The American Naturalist" Vol. 102, No. 927, pp: 457-467.
- Mayer, E. (1981). Uso de la Tierra en los Andes: Ecología y Agricultura en el Valle del Mantaro del Perú con Referencia Especial a la Papa. Lima, Centro Internacional de la Papa, Departamento de Ciencias Sociales (CIP).
- Morlon, P. (2005). "Sistemas de Barbecho Sectorial de Altura en los Andes." http://www.casadelcorregidor.pe/colaboraciones/_biblio_PMorlon.php. (visitado el 10/11/2010)
- Ochoa, C. 1990. The potatoes of South America: Bolivia. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ochoa, C. 1999. Las Papas de Sudamérica: Perú. CIP.
- Rengifo, G. 1987. La agricultura tradicional en los Andes, Horizonte, Lima.
- Spooner, D., McLean, K., Ramsay, G., Waugh, R. & Bryan, G. (2005). A single domestication for potato based on multilocus amplified fragment length polymorphism genotyping. PNAS 102, (41) 14694-14699. <http://www.pnas.org/content/102/41/14694> (visitado 20-01-18).
- Tapia, M. E. (1988). "Potencial productivo agropecuario en la sierra y sus componentes para el desarrollo". En: Encuentro sobre tecnología y desarrollo en el Perú. CCTA. Lima.
- Tapia, M. (1996). Ecodesarrollo en los Andes Altos. Lima.
- Terrazas, F. and F. Valdivia. (1998). Spatial dynamics of in situ conservation: handling the genetic diversity of Andean tubers in mosaic systems.
- Ugent, D. (1970). The potato. Science. Pp: 1161 - 1166.
- Wieggers et al. Land (1999). Use Intensification and Disintensification in the Upper Cañete Valley, Peru. Human Ecology, Vol. 27.
- Zimmerer, K. (2013). The compatibility of agricultural intensification in a global hotspot of smallholder agrobiodiversity (Bolivia). PNAS. Vol. 110. No. 8. 2769–2774.