Rendimiento de tubérculos de dos gestiones agrícolas de *Solanum* sp. (papa), *Ullucus tuberosus* (papalisa), *Oxalis tuberosa* (oca) y *Tropaeolum tuberosum* (isaño) del Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas de Bolivia

Edwin Edgar Iquize Villca[1*], Carol Rocabado Espinoza
[1]Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. Programa Nacional de Recursos Genéticos
*e-mail: e_iquize_v@hotmail.com

Resumen

El trabajo tiene el objetivo de reflejar la variabilidad del rendimiento de papa, oca papalisa e isaño del Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas de Bolivia en la Estación Experimental de Toralapa (Tiraque, Cochabamba). Se evaluó en dos gestiones agrícolas accesiones de papa 1505, papalisa 179, oca 478 e isaño 74. Los datos fueron analizados con estadística descriptiva para datos cuantitativos, distribución de frecuencias y prueba de Shapiro-Wilk para la determinación de la normalidad de los datos. Al 2.5 % se aplicó el valor de referencia [$\bar{x}$+(2*S)] para la selección de accesiones con mayores rendimientos. En los resultados del Germoplasma de papa se observó accesiones que tienen cierta estabilidad fenotípica y con mayor rendimiento: en *Solanum tuberosum* subsp. *andigenum* son siete; y cuatro en *Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*; en oca se registró dos accesiones; en isaño dos accesiones; en papalisa dos accesiones. Los rendimientos en papa kg/planta (2013-2014) se observó de 0.0050 a 0.7375; en oca de 0.051 a 1.781; en isaño 0.060 a 1.785; y en papalisa 0.0088 a 0.8233 respectivamente. Se concluye que existe variación del rendimiento en las Colecciones de Germoplasma de Papa, Papalisa, Oca e Isaño. Dentro de ellas se observa accesiones con mayores rendimientos y por el comportamiento de dos ciclos agrícolas presenta cierta estabilidad. Los mismos pueden ser aprovechados en trabajos de mejoramiento genético o de producción.

Palabras clave: papa, oca, papalisa, isaño, rendimiento, variación fenotípica.

Abstract

The work aims to reflect the variability of the yield of potato, oca (*Oxalis tuberosa*), isaño (*Tropaeolum tuberosum*) and papalisa (*Ullucus tuberosus*) of the Germplasm Bank Andean Root and Tuber of Bolivia at the Toralapa Experimental Station (Tiraque, Cochabamba). It was evaluated in two agricultural periods potato accessions 1505, papalisa 179, oca 478 and isaño 74. The data were analyzed with descriptive statistics for quantitative data, frequency distribution and Shapiro- Wilk test for the determination of the normality of the data. The 2.5% applied to the reference value [$\bar{x}$ + (2 * S)] for the selection of accessions with high yields. The results in potato germplasm accessions that have some phenotypic stability and higher yield was observed: in *Solanum tuberosum* subsp. *andigenum* are seven, in *Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum* are four; two in oca; two in isaño; two in papalisa . Potato yields kg / plant (2013-2014) was observed 0.0050 to 0.7375; oca in 0.051-1.781; isaño in 0.060-1.785; papalisa and respectively from 0.0088 to 0.8233. We conclude that there is variation in the yield of Potato Germplasm Collections, papalisa, oca and isaño. Within them accessions were observed with higher yields and the behavior of two agricultural cycles presents some stability. They can be utilized in genetic improvement or production.

Keywords: potato, oca, papalisa, isaño, yield, phenotypic variation.

Introducción

La colección de papa boliviana está ubicada entre las más importantes en el mundo por el número de accesiones conservadas y lo más trascendente por la representatividad de cultivares nativos y número de especies cultivadas. El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal administra los recursos genéticos a través del Programa Nacional de Recursos Genéticos a partir de julio del 2010. Y el Banco de Germoplasma Tubérculos y Raíces, al presente cuenta con 1586 accesiones de papa ubicadas en silo/campo, invernadero e in vitro, siendo la más numerosa de las otras especies cultivadas, le continua *Oxalis tuberosa* (487 accesiones de oca), *Ullucus tuberosus* (189 accesiones de papalisa), *Tropaeolum tuberosum* (74 accesiones de isaño) y en menor cantidad *Smallanthus sonchifolius* (Yacón), *Arracacia xanthorrhiza* (Arracacha), *Canna edulis* (Achira), *Pachyrhizus ahipa* (Ajipa) y *Xanthosoma sagittifolium* (Walusa), totalizando 2430 accesiones (INIAF, 2014).

Respecto al cultivo de papa, oca, isaño y papalisa se viene refrescando año tras año en donde se desarrollan una serie de actividades como el manejo y registro de datos correspondientes a caracterización morfológica y agronómica. Una de las variables importantes es el peso de papa o rendimiento. En ese sentido, el presente documento tiene el objetivo de reflejar la variabilidad del rendimiento de papa, oca, papalisa e isaño del Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas de Bolivia.

Metodología

Ubicación

La conservación de Tubérculos y Raíces se realiza en la Estación Experimental de Toralapa: ubicada en la Provincia Tiraque, Primera Sección, Latitud 17° 28’ 35.22” S, Longitud 65° 39’ 10.25” O, Altitud 3536 msnm, a una distancia de 74 km de la ciudad de Cochabamba sobre la carretera antigua a Santa Cruz. La temperatura promedio es 12.5 °C y la precipitación pluvial 552.0 mm/año (SENAMHI, 2014). En la Figura 1, se expone la precipitación pluvial y temperatura media de las gestiones agrícolas 2005-2006, 2012-2013 y 2013-2014.

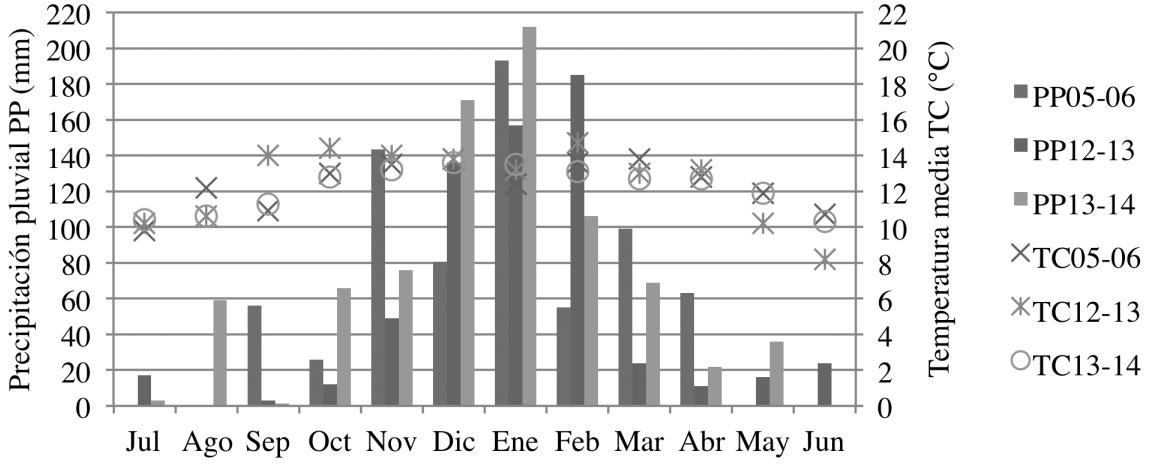

Figura 1. Precipitación pluvial y temperatura media de las gestiones agrícolas 2005-2006, 2012-2013 y 2013-2014 de la Estación Meteorológica Tiraque, Cochabamba, Bolivia.

Elaborado en base datos de SENAMHI (2014)

Estrategia de conservación

La estrategia de conservación de los tubérculos andinos sigue una lógica del uso de metodologías complementarias. Así antes de la siembra se realiza la selección de tubérculos semilla para la siembra. La siembra de la colección de papa se la realiza normalmente a partir de la segunda quincena de octubre; papalisa, oca e isaño en septiembre. Se realizan las labores culturales correspondientes, como el control de: malezas, insectos plaga y enfermedades (controles preventivos especialmente contra gorgojo, polilla, manchas foliares y tizón tardío), drenajes para evitar pudriciones en los tubérculos, aporques, selección negativa y positiva (eliminación de plantas atípicas). La siembra se realiza en bloques de 3.5 m de ancho con una distancia entre surcos de 0.85 m, distancia entre plantas de 0.30 m, con calles de 1 m de ancho entre bloques y cada surco con 12 tubérculos. Las precipitaciones pluviales no son suficientes por lo que se recurre al riego principalmente en la etapa de floración.

El monitoreo de las colecciones en campo se realiza sobre el desarrollo del cultivo, respecto a la pureza varietal, control de malezas, riego y drenaje. El manejo de este recurso genético requiere etiquetas de identificación antes de la cosecha, con la información del: número de bloque y surco donde fue sembrada la accesión, especie, nombre nativo con el que se la conoce en su lugar de origen, lugar de recolección y campaña agrícola.

En la cosecha se selecciona los mejores tubérculos (60) por accesión, se ubican en bolsas tipo red junto con la etiqueta de identificación y se colocan en cajas, también identificadas. Las mismas se llevan al silo de almacenamiento para su conservación. En el silo de almacenamiento, las cajas plásticas identificadas, se ubican en estantes en base al orden de secuencia de la siembra en el campo. Durante el almacenamiento de los tubérculos se realizan tratamientos contra insectos y plagas.

La siembra y cosecha fue en octubre-2013 y marzo-2014 del Banco de Germoplasma de Papa, de Oca, Papalisa e Isaño fue en septiembre-2013 y mayo-2014.

Rendimiento

La caracterización morfológica de tubérculo, follaje y flor de las accesiones de papa, oca e isaño fueron realizados en diferentes oportunidades, pero el rendimiento fue registrado en pocas oportunidades (Cuadro 1). Se evaluó accesiones de papa 1505, papalisa 179, oca 478 e isaño 74 respectivamente.

Cuadro 1. Registro del rendimiento por gestión agrícola

Germoplasma	2005-2006	2012-2013	2013-2014
Papa	X	-	X
Oca	-	X	X
Papalisa	-	X	X
Isaño	-	X	X

Análisis de datos

El rendimiento (kg/planta) fue procesado con estadística descriptiva (Steel y Torrie, 1992) considerando distribución de frecuencias, número de observaciones, promedio, desviación estándar o típica, valor mínimo y

máximo. La determinación de la normalidad de los datos fue realizada con la Prueba de Shapiro-Wilk a la P: 0.01 (SAS Institute Inc. 2014).

Según Stanfield (1987) y Marriotti (1986) las variables cuantitativas cuanto mayor es el número de observaciones existe la posibilidad que los datos presenten una distribución normal, donde la ocurrencia de las observaciones a la probabilidad de un 68 % es [$\bar{x}$±S]; 95 % [$\bar{x}$±(2*S)]; y 99 % [$\bar{x}$±(3*S)]. Los valores máximos a la P: 0.025 a partir del valor de referencia [$\bar{x}$+(2*S)] se puede seleccionar accesiones con mayores rendimientos.

Resultados y Discusión

Germoplasma de papa

La variabilidad de las accesiones de papa presenta un comportamiento interesante en la campaña agrícola 2013-2014 frente a la del 2005-2006 (Figura 2), en ambos casos existe una concentración de accesiones con rendimientos menores, visualizándose una distribución diferente a la normal. Esto es corroborado con la prueba normalidad de Shapiro-Wilk (Anexo 1) en la mayoría de las especies estudiadas; nótese solo *Solanum curtilobum* Juz. & Bukasov y *Solanum goniocalyx* Juz. & Bukasov presentan distribución normal en las dos gestiones agrícolas y *Solanum tuberosum subsp. tuberosum* L. en la gestión 2013-2014. También se observa rendimientos menores en la gestión 2013-2014 frente a 2005-2006, este comportamientos se debe a dos situaciones climáticas diferentes, en el 2013-2014 la precipitación fue mayor durante el ciclo del cultivo (Figura 1), especialmente en la fase del follaje, floración y senescencia prematura.

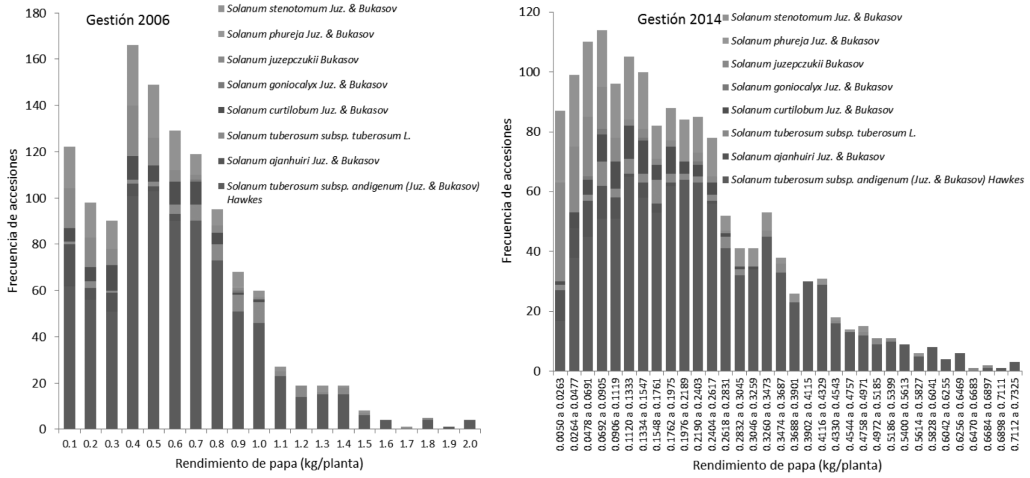

Figura 2. Distribución de frecuencias del rendimiento de papa de las gestiones agrícolas 2005-2006 y 2013-2014, Estación Experimental Toralapa

La estadística descriptiva (Cuadro 2), presentan rendimientos desde 0.1 a 2.0 kg/planta. Cabe destacar a la *Solanum tuberosum subsp. andigenum*, *Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum* y *Solanum stenotomum* contienen accesiones con máximos rendimientos para la gestión 2005-2006, esto se debe a las características genotípicas de las mismas. En el Cuadro 3, presentan rendimientos desde 0.005 a 0.7375 kg/planta, donde las especies *Solanum tuberosum* subsp. *andigenum*, *Solanum tuberosum* subsp.

tuberosum, *Solanum stenotomum* y *Solanum juzepczukii* contienen accesiones con máximos rendimientos para la gestión 2013-2014. Iriarte *et al.* (2009) reportan rendimientos de 3 a 9 t/ha correspondiente a papas nativas del Altiplano norte de La Paz, no menciona la densidad de plantación de dicha población de papas. Terrazas *et al.* (2008) sobre papas nativas del norte de Potosí y Oruro no citan rendimientos. Las papas nativas de Candelaria (Merino *et al.*, 2004) presentan rendimiento entre 7 a 22 t/ha, también se omite la densidad de siembra. Los resultados registrados (Cuadro 2) y estimados en t/ha varían desde 4.03 a 80 en la gestión 2005-2006, nótese el valor máximo supera a los reportes anteriores. Las estimaciones para la gestión 2013-2014 se tiene desde 0.25 a 29.75 t/ha en función al Cuadro 3, también el valor máximo superan a los reportados por Iriarte *et al.* (2009) y Merino *et al.* (2004).

Cuadro 2. Estadística descriptiva del rendimiento de papa (kg/planta) por especie y referencia para selección, 2005-2006.

Especie	N	Media	Des. Tip.	Mínimo	Máximo	Referencia
solanum tuberosum subsp. *andigenum* (Juz. & Bukasov) Hawkes	809	0.6267	0.3539	0.1	2.0	1.3345
Solanum ajanhuiri Juz. & Bukasov	41	0.2439	0.1613	0.1	0.6	0.5665
Solanum tuberosum subsp. *tuberosum* L.	56	0.8571	0.3463	0.1	1.8	1.5498
Solanum curtilobum Juz. & Bukasov	67	0.4701	0.2250	0.1	1.0	0.9201
Solanum goniocalyx Juz. & Bukasov	2	0.8000	0.1414	0.7	0.9	1.0828
Solanum juzepczukii Bukasov	83	0.3602	0.2089	0.1	1.0	0.7781
Solanum phureja Juz. & Bukasov	1	0.9000	.	.	.	.
Solanum stenotomum Juz. & Bukasov	144	0.4965	0.3098	0.1	1.7	1.1162

Cuadro 3. Estadística descriptiva del rendimiento de papa por especie (kg/planta) y referencia para selección, 2013-2014.

Especie	N	Media	Des. Tip.	Mínimo	Máximo	Referencia
Solanum tuberosum subsp. *andigenum* (Juz. & Bukasov) Hawkes	987	0.2373	0.1428	0.0063	0.7375	0.5230
Solanum ajanhuiri Juz. & Bukasov	61	0.0743	0.0493	0.0088	0.2508	0.1729
Solanum tuberosum subsp. *tuberosum* L.	57	0.2120	0.1480	0.0050	0.6717	0.5079
Solanum curtilobum Juz. & Bukasov	80	0.1391	0.0649	0.0096	0.3058	0.2689
Solanum goniocalyx Juz. & Bukasov	5	0.1214	0.0681	0.0671	0.2308	0.2576
Solanum juzepczukii Bukasov	113	0.0675	0.0727	0.0050	0.5217	0.2129
Solanum phureja Juz. & Bukasov	1	0.0221	.	.	.	.
Solanum stenotomum Juz. & Bukasov	245	0.1481	0.1092	0.0071	0.5667	0.3666

En la gestión 2005-2006, en función al valor de referencia para seleccionar accesiones con mayor rendimiento suman 50 de seis especies (Cuadro 2 y Anexo 2). Respecto a los rendimientos máximos de la gestión 2013-2014 también con dicha presión (Cuadro 3 y Anexo 2) se observan 58 accesiones consideradas a 4 especies. La información expuesta en los Anexos 2, las accesiones con un rendimiento mayor en una gestión agrícola presenta menor rendimiento en la otra. Las accesiones que tienen una cierta estabilidad fenotípica poseen los siguientes códigos de pasaporte: 4272, 4966, 5378, 4780, 4633,

5286 y 4521 en la *Solanum tuberosum* subsp. *andigenum*; la 4795, 4594, 5871 y 4632 en la *Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*.

Germoplasma de Oca

Las accesiones de oca presenta una expresión similar del rendimiento en las gestiones 2013-2014 y 2012-2013 (Figura 3) y según la prueba de los rendimientos tienen una distribución diferente a la normal (Anexo 3). También se observa rendimientos menores en la gestión 2013-2014 frente a 2012-2013, nótese en la gestión el 2013-2014 la precipitación fue mayor que la otra (Figura 1).

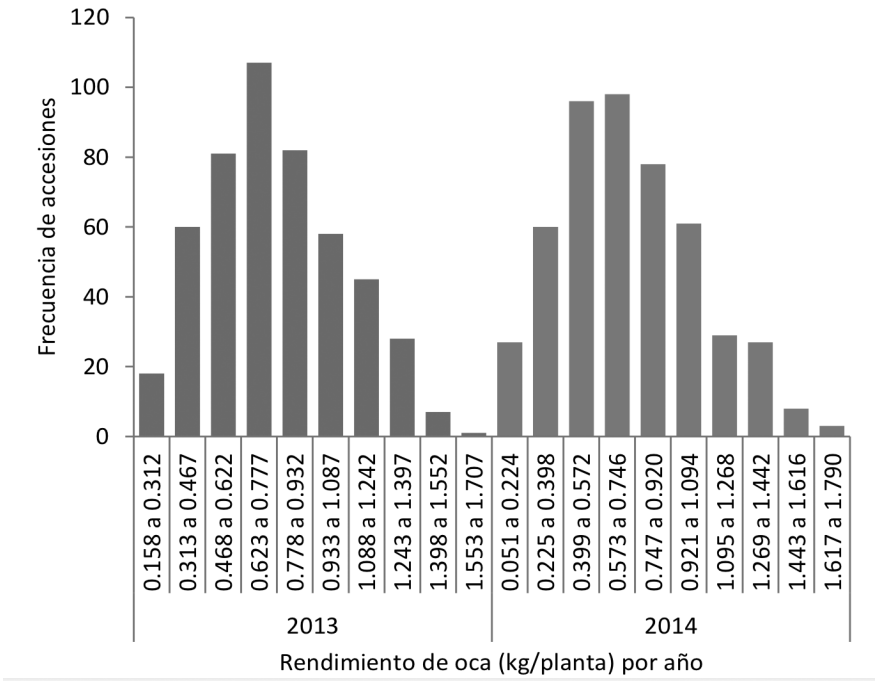

Figura 3. Distribución de frecuencias del rendimiento de oca de las gestiones agrícolas 2012-2013 y 2013-2014, Estación Experimental Toralapa.

El efecto de los factores ambientales de las dos gestiones agrícolas incidieron en el rendimiento de oca a P: 0.01 a favor de la gestión 2012-2013. Referente en la gestión 2013-2014 en función de los valores un mínimo y un máximo resultan en una mayor amplitud, es decir mayor variación de los rendimientos de papa frente a la gestión 2012-2013 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Estadística descriptiva del rendimiento de oca (kg/planta) por gestión agrícola y referencia para selección.

Gestión Agrícola	N	Media	Desv. Tip.	Mínimo	Máximo	Referencia [$\bar{x}$+(2*S)]
2012-2013	487	0.773 a	0.291	0.158	1.700	1.355
2013-2014	487	0.716 b	0.338	0.051	1.781	1.392

En la gestión 2012-2013 según el valor de referencia para seleccionar accesiones con mayor rendimiento se tiene 16 y 18 para la gestión 2013-2014 (Anexo 4). Las accesiones con cierta estabilidad y con mayor rendimiento poseen los siguientes códigos de pasaporte 5985 y 6162.

Nótese, en una evaluación los rendimientos registrados por Merino, *et al.* (2004) en Candelaria, las ocas (18 accesiones) presentaron 0.760 ± 0.262 kg/planta, la misma es próxima a las observadas en 2012-2013 y 2013-2014. Así mismo Condori, *et al.* (2003) y Gonzales *et al.* (2003) expresan rendimientos de oca de 16.5 a 34 t/ha, contrastados con los registrados en el 2012-2013 y 2013-2014 se estima un rendimiento de 31.18 y 28.81 t/ha. Se deduce que la oca posee una capacidad productiva importante frente al cultivo de papa, debido a su composición genótipica. Si bien posee rendimientos interesantes los tubérculos de oca en cierta medida poseen niveles de oxalato desde 80 hasta 194 mg / 100 g de materia húmeda, un componente antinutritivo (Sangjetkit, *et al.* 2000).

Germoplasma de Isaño

Las accesiones de isaño también fueron afectados por el factor ambiental de la precipitación, debido a la mayor amplitud del rendimiento en la gestión 2013-2014 frente a 2012-2013 (Figura 4). En la misma Figura se visualiza una mayor ocurrencia de accesiones de isaño con menor rendimiento en la gestión 2013-2014. En la gestión 2012-2013 se observa una concentración más dispersa en rendimientos menores, intermedios y mayores. Nótese los histogramas reflejan una distribución normal en la gestión 2012-2013 frente a la otra gestión, esto es corroborado por la Prueba de Normalidad a P: 0.01 (Anexo 5).

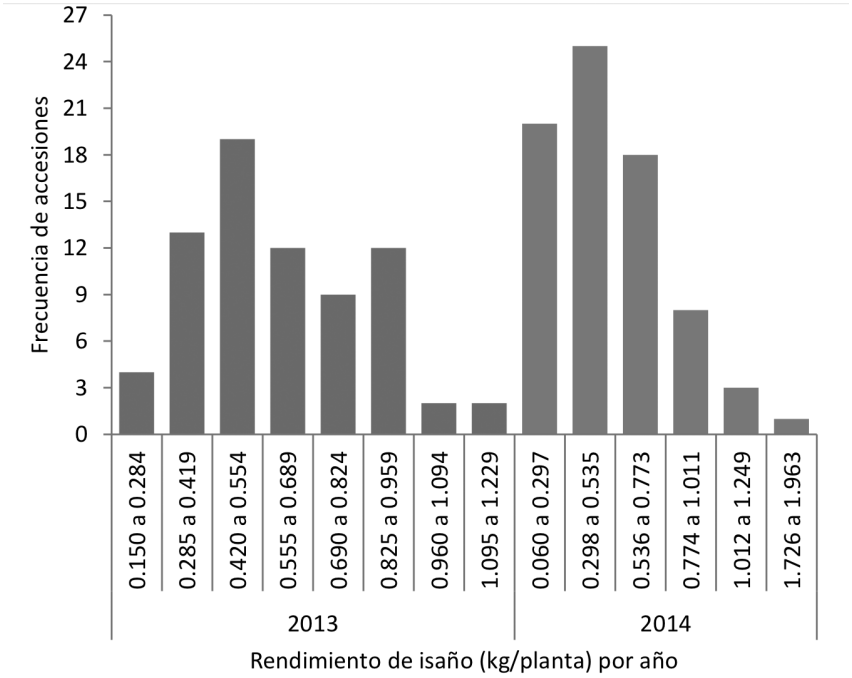

Figura 4. Distribución de frecuencias del rendimiento de isaño de las gestiones agrícolas 2012-2013 y 2013-2014, Estación Experimental Toralapa.

El Cuadro 5, registra diferencias entre ambas gestiones agrícolas a P: 0.05, donde el efecto de mayor precipitación de la gestión 2013-2014 incidió sobre los rendimientos de isaño. Respecto al valor de referencia la selección de accesiones con mayor rendimiento de isaño (Cuadro 5, Anexo 6), poseen los siguientes códigos de pasaporte 6493 y 6836 además presentan mayor estabilidad en ambos gestiones agrícolas.

Cuadro 5. Estadística descriptiva del rendimiento de isaño (kg/planta) por gestión agrícola y referencia para selección.

Gestión Agrícola	N	Media	Desv. Tip.	Mínimo	Máximo	Referencia [$\bar{x}$+(2*S)]
2012-2013	73	0.596 a	0.231	0.150	1.125	1.058
2013-2014	75	0.496 b	0.307	0.060	1.785	1.111

En Colomi (provincia Tiraque) y Lope Mendoza-Totora registraron rendimientos de 35 y 34 t/ha (Gonzales *et al.*, 2003) las mismas son mayores a 24.04 y 20.01 t/ha estimadas en la Estación Experimental de Toralapa sobre la base del Cuadro 5. Estos resultados pueden ser reflejados por el efecto de sitio o ambiente de Lope Mendoza y la Estación Experimental Toralapa.

Germoplasma de Papalisa

Obsérvese (Figura 5) una mayor amplitud del rendimiento en la gestión 2013-2014 frente a la anterior. Por otra parte, la distribución de ambos histogramas presenta diferente tendencia a la normal, la misma es ratificada por la prueba de normalidad a P: 0.01 (Anexo 7).

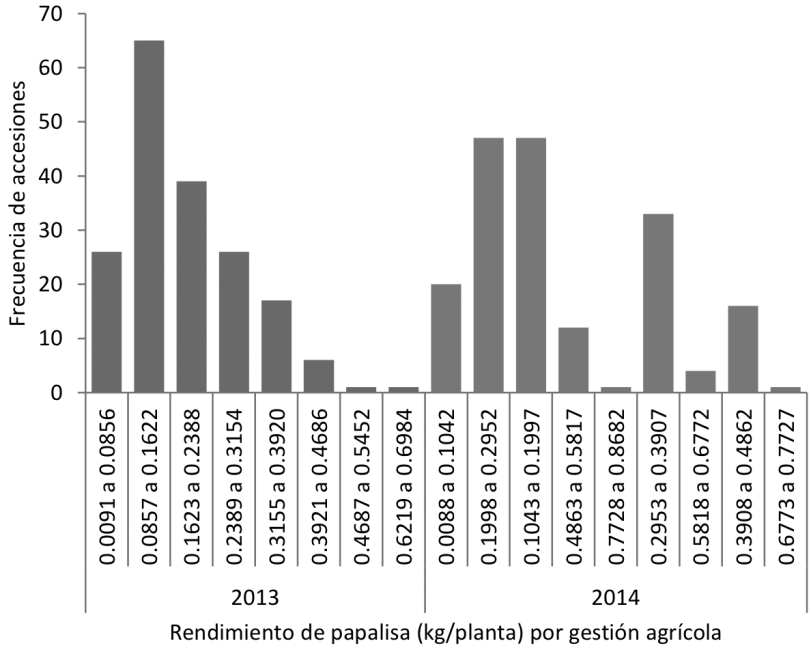

Figura 5. Distribución de frecuencias del rendimiento de papalisa de las gestiones agrícolas 2012-2013 y 2013-2014, Estación Experimental Toralapa.

Los rendimientos son superiores en la gestión agrícola 2013-2014 respecto al 2012-2013 a P: 0.01 (Cuadro 6). Nótese la desviación estándar o típica también son mayores, se aproxima a la mitad de la media. Referente al valor de referencia se tiene a las accesiones con pasaporte 6187 y 6019 (Anexo 8) con mejor estabilidad y mayor rendimiento.

Cuadro 6. Estadística descriptiva del rendimiento de papalisa (kg/planta) por gestión agrícola y referencia para selección.

Gestión Agrícola	N	Media	Desv. Tip.	Mínimo	Máximo	Referencia [$\bar{x}$+(2*S)]
2012-2013	181	0.1895 b	0.1073	0.0091	0.6625	0.4041
2013-2014	181	0.2701 a	0.1477	0.0088	0.8233	0.5655

Los rendimientos reportados por la literatura exponen de 17 a 19 t/ha (Gonzales *et al.*, 2003) contrastados a los estimados en base al Cuadro 6 son 7.64 y 10.89 t/ha. Estas diferencias se deben al efecto de sitio (ambiente y clima) de Lope Mendoza y la Estación Experimental Toralapa, en la primera presenta una temperatura promedio de 17 °C y una precipitación de 648.7 mm/año (1994-1995), por su parte en la Estación Meteorológica de Tiraque fue 12.18 °C y una precipitación de 820.4 mm/año (2013-2014).

Los cultivos de papa, papalisa, isaño y oca tienen un valor potencial como una nueva fuente dietética de antioxidantes para la alimentación, según Campos, *et al.* (2006) su capacidad antioxidante que se encuentra en estos cultivos osciló 483-9.800 mg eq Trolox. g^{-1}, compuestos fenólicos de 0,41 hasta 3,37 mg equiv ácido clorogénico. g^{-1}, antocianinas de 0,08 hasta 2,05 mg cianidina 3-glucósido g^{-1} y los carotenoides de 1 a 25 g -caroteno g^{-1}. En general, los tubérculos de isaño presentaron la mayor capacidad antioxidante y fenólicos, antocianinas y contenido de carotenoides en comparación con otros cultivos. Ulluco era el único cultivo que contenía betalaínas en la forma de ácido de betaxantinas (22-96 mg g^{-1}) y betacianinas (64 mg g^{-1}) sin presencia de carotenoides o antocianinas. En ese sentido, los trabajos para el aprovechamiento de estos recursos genéticos deberá considerarse estas variables concatenadas al del rendimiento por planta o hectárea.

Conclusiones

En las Colecciones de Germoplasma de Papa, Papalisa, Oca e Isaño los rendimientos presentan variación fenotípica de las accesiones.

En cada Colección se observa un número reducido de accesiones con mayores rendimientos y cierta estabilidad por el comportamiento de dos ciclos agrícolas. Los mismos pueden ser aprovechados en trabajos de mejoramiento genético o producción.

Los resultados observados de rendimientos mayores en las cuatro especies trae la consecución de realizar análisis de las propiedades físicas, químicas y bromatológicas de los almidones. Así mismo surge la hipótesis a comprobar que son tolerantes a virus y nematodos por los rendimientos mayores y por el contrario las accesiones con menor rendimiento probablemente estén afectadas por virus y susceptibilidad a nematodos.

Referencias Citadas

Campos, D; Noratto, G; Chirinos, R; Arbizu, C; Roca, W; Cisneros Zevallos, L. 2006. Antioxidant capacity and secondary metabolites in four species of Andean tuber crops: native potato (*Solanum* sp.), mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas). Journal of the Science of Food and Agriculture, Volume 86, Number 10, 15 August 2006, pp. 1481-1488(8). Publisher: John Wiley & Sons, Ltd.

Condori, P; Almanza, J; Gonzales, E; Garcia, W. 2003. Producción de oca (*Oxalis tuberosa*), papalisa (*Ullucus tuberosus*) e isaño (*Tropaeolum tuberosum*): Desarrollo de estrategias de manejo de plagas y enfermedades. Fundación PROINPA, PBRTA y Proyecto Papa Andina. Cochabamba Bolivia.

Gonzales, S; Terrazas, F; Almanza, J; Condori, P. 2003. Producción de oca (*Oxalis tuberosa*), papalisa (*Ullucus tuberosus*) e isaño (*Tropaeolum tuberosum*): Importancia, zonas productoras, manejo y limitantes. Fundación PROINPA, PBRTA y Proyecto Papa Andina. Cochabamba Bolivia.

Iriarte, Condori, Parapo y Acuña. 2009. Catálogo etnobotánico de papas nativas del Altiplano Norte de La Paz-Bolivia. PROINPA, RC Diverita Differenze, INIAF.

INIAF. 2014. Base de datos del Banco de Germoplasma Tubérculos y Raíces Andinas. INIAF-MDRyT.

Marriotti J. 1986. Fundamento de genética biométrica. Secretaria de la Organización de los Estados Unidos (OEA). Washington - USA. 148 p.

Merino, R; Carballo, J; Vargas, F; Ortiz, N; Vargas, P; Rodríguez, E; Ortiz, M; Torrez, V; Carballo, F; Vargas, D; APROTAC y CIAL Candelaria. 2004. Catálogo de variedades locales de papa y oca de la zona de Candelaria. Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). Edición Cadima, X; Gonzales, R; Almanza, J; García, W; y Terrazas, F. Fundación PROINPA. ISBN 84-8370-291-6. Cochabamba Bolivia.

Sangketkit, C; Savage G. P.; Martin R. J.; and Mason S. L. 2000. Oxalate Content of Raw and Cooked Oca (*Oxalis tuberosa*). Journal of food composition and analysis (2001) 14, 389d397

Stanfield W. 1987. Genética. Trad. Por Patricia Ramos. Mc GRAW-HILL. México D.F. 551 p.

SENAMHI. 2014. Sistema de Procesamiento de Datos Meteorológicos. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. www.senamhi.gob.bo/sismet/index.php

Steel y Torrie. 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill. México D. F.

SAS Institute Inc. 2014. Product Documentation for SAS/Base 9.2.

Agradecimientos

A Víctor Guzmán, Edson Foronda, Justina Villca, Adán Ballesteros, Maritza Paxi, Noelia Gómez y Diego López.

Al personal de apoyo de la Estación Experimental Toralapa-INIAF.

A la Fundación PROINPA, operador anterior del Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas.

Anexos.

Anexo 1. Prueba de normalidad de observaciones del rendimiento de papa por especie.

Especie	Gestión 2013-2014			Gestión 2005-2006		
	Shapiro-Wilk	Pr < W	N	Shapiro-Wilk	Pr < W	N
Solanum tuberosum subsp. *andigenum* (Juz. & Bukasov) Hawkes	0.955839 **	<0.0001	987	0.946524 **	<0.0001	809
Solanum ajanhuiri Juz. & Bukasov	0.919574 **	0.0007	61	0.822799 **	<0.0001	41
Solanum tuberosum subsp. *tuberosum* L.	0.884057 **	<0.0001	57	0.980634 ns	0.5032	56
Solanum curtilobum Juz. & Bukasov	0.980840 ns	0.2742	80	0.958605 ns	0.0255	67
Solanum goniocalyx Juz. & Bukasov	0.846376 ns	0.1833	5	1.000000 ns	1.0000	2
Solanum juzepczukii Bukasov	0.701044 **	<0.0001	113	0.915749 **	<0.0001	83
Solanum phureja Juz. & Bukasov	.	.	1	.	.	1
Solanum stenotomum Juz. & Bukasov	0.923744 **	<0.0001	245	0.907546 **	<0.0001	144

**: Distribución diferente a la normal a P: 0.01
ns: Distribución normal a P: 0.01

Anexo 2. Accesiones de papa con mayor rendimiento (kg/planta) en función al 2005-2006 y en función 2013-2014

ANTERIOR BOL	NUEVO BOL	RENDIMIENTO 2005-2006	RENDIMIENTO 2014	ANTERIOR BOL	NUEVO BOL	RENDIMIENTO 2006	RENDIMIENTO 2013-2014
Solanum tuberosum subsp. *andigenum* (Juz. & Bukasov) Hawkes							
2793	4951	1.4	0.1679	3075	5214	0.2	0.5258
2967	5110	1.4	0.2213	3292	5407	1.1	0.5271
1237	4459	1.4	0.2563	3174	5305	0.4	0.5321
2715	4876	1.4	0.2813	1513	4602	0.6	0.5367
1502	4599	1.4	0.3183	18	4272	1.6	0.5367
2671	4835	1.4	0.3267	2729	4890		0.5383
1473	4579	1.4	0.3367	1133	4409	0.3	0.5388
3018	5161	1.4	0.3438	1283	4474	0.4	0.5425
2594	4761	1.4	0.3758	1187	4432	0.1	0.5446
2985	5128	1.4	0.3992	2636	4802	0.7	0.5463
3681	5766	1.4	0.4054	182	4334	0.3	0.5483
3298	5413	1.4	0.4113	1427	4564	1.5	0.5521
1379	4529	1.4	0.4121	2738	4898	0.1	0.5542
2616	4783	1.4	0.5900	3257	5378	2.0	0.5542
3150	5286	1.4	0.7375	2808	4966	1.9	0.5567
2835	4991	1.5	0.1242	3148	5284	1.0	0.5592
2561	4735	1.5	0.2513	186	4337	0.6	0.5629
2924	5074	1.5	0.2654	12	4269	1.3	0.5638
1329	4500	1.5	0.3379	2183	4699	0.4	0.5663
2926	5076	1.5	0.5138	132	4316	0.1	0.5721
1427	4564	1.5	0.5521	1465	4575	1.1	0.5733
2747	4907	1.6	0.1408	1452	4571	0.1	0.5829
3010	5153	1.6	0.1658	250	4357	0.5	0.5858
2747	4907	1.6	0.3725	183	4335	0.9	0.5858
18	4272	1.6	0.5367	273	4363	1.0	0.5863
133	4317	1.8	0.2196	2680	4844	0.7	0.5896
3759	5843	1.8	0.2925	2616	4783	1.4	0.5900
2716	4877	1.8	0.3083	35	4282	0.7	0.5921
2976	5119	1.8	0.3125	1216	4449	0.7	0.6008
2808	4966	1.9	0.5567	31	4278	0.8	0.6092
3082	5221	2.0	0.1213	1082	4396	0.7	0.6125
104	4305	2.0	0.1983	2792	4950	0.6	0.6204

ANTERIOR BOL	NUEVO BOL	RENDIMIENTO 2005-2006	RENDIMIENTO 2014	ANTERIOR BOL	NUEVO BOL	RENDIMIENTO 2006	RENDIMIENTO 2013-2014
19	4273	2.0	0.2233	3830	5893		0.6204
3257	5378	2.0	0.5542	2719	4880	0.9	0.6271
				4919	6913		0.6275
				3136	5272	0.9	0.6283
				1367	4521	1.1	0.6346
				1040	4376	0.8	0.6350
				2113	4689	0.4	0.6404
				3233	5359	0.2	0.6817
				2613	4780	1.2	0.6942
				1598	4633	1.3	0.7133
				3185	5314	0.1	0.7163
				3150	5286	1.4	0.7375
			Solanum tuberosum subsp. *tuberosum L.*				
2824	4982	1.5	0.2642	2629	4795	1.2	0.5117
1664	4663	1.8	0.1479	1495	4594	1.2	0.5138
				3808	5871	1.0	0.6521
				1595	4632	1.0	0.6717
			Solanum stenotomum Juz. & Bukasov				
3832	5895	1.3	0.0492	3667	5752		0.3688
2838	4994	1.3	0.1646	2868	5024	0.3	0.3800
3767	5851	1.3	0.4596	1559	4620	0.1	0.3896
2801	4959	1.4	0.1646	2836	4992	0.6	0.4192
2694	4857	1.5	0.2746	5034	7028		0.4292
3053	5194	1.7	0.2600	3149	5285	0.5	0.4388
				3767	5851	1.3	0.4596
				2682	4846	0.8	0.4808
				2687	4850	0.4	0.4921
				3752	5836	0.4	0.5667
	Solanum curtilobum Juz. & Bukasov						
3529	5617	1.0	0.1175				
	Solanum ajanhuiri Juz. & Bukasov						
3716	5801	0.6	0.0696				
3572	5658	0.6	0.1583				
3503	5593	0.6	0.1638				
	Solanum juzepczukii Bukasov						
2575	4743	0.8	0.0271				
3707	5792	0.8	0.0317				
2602	4769	0.8	0.0746				
194	4340	0.9	0.0279				
3492	5582	1.0	0.0142				

Anexo 3. Prueba de normalidad de observaciones del rendimiento de oca por gestión agrícola.

Gestión agrícola	Shapiro-Wilk	Pr < W	N
2012-2013	0.983432 **	<0.0001	487
2013-2014	0.980024 **	<0.0001	487

**: Distribución diferente a la normal a P: 0.01

Anexo 4. Accesiones de oca con mayor rendimiento (kg/planta) en 2012-2013 y 2013-2014

Nuevo BOL	Anterior BOL	2012-2013	2013-2014	Nuevo BOL	Anterior BOL	2013-2014	2012-2013
6454	4404	1.3583	0.9892	6325	4275	1.3929	0.7167
6043	3989	1.3667	0.8483	6364	4314	1.4033	0.8667
6417	4367	1.3750	0.5233	5993	3937	1.4158	0.8417
6456	4406	1.3750	1.0683	6101	4047	1.4175	0.8750
6570	4520	1.3750	1.3767	6162	4108	1.4225	1.5417
6500	4450	1.3833	1.1275	6216	4162	1.4258	0.9000

6373	4323	1.3917	0.3547
6596	4546	1.3917	0.5675
6571	4521	1.4083	0.8417
6478	4428	1.4167	0.2083
6164	4110	1.4167	0.6588
6121	4067	1.4250	1.2750
5985	3929	1.4417	1.4592
6238	4184	1.5167	0.8004
6162	4108	1.5417	1.4225
6223	4169	1.7000	1.0333

6157	4103	1.4342	0.6833
6446	4396	1.4475	1.0583
6039	3985	1.4517	1.2250
5985	3929	1.4592	1.4417
5974	3918	1.4683	0.6125
6461	4411	1.4800	0.8000
6061	4007	1.4808	0.6500
5961	3905	1.4821	0.8083
6182	4128	1.5133	1.2833
6299	4249	1.6450	0.6333
6077	4023	1.6854	1.2750
6508	4458	1.7808	0.8000

Anexo 5. Prueba de normalidad del rendimiento de isaño por gestión agrícola.

Gestión agrícola	Shapiro-Wilk	Pr < W	N
2012-2013	0.974276 ns	0.1409	73
2013-2014	0.917771 **	0.0001	75

**: Distribución diferente a la normal a P: 0.01
ns: Distribución normal a P: 0.01

Anexo 6. Accesiones de isaño con mayor rendimiento (kg/planta) en 2012-2013 y 2013-2014

Nuevo BOL	Anterior BOL	2012-2013	2013-2014
6835	4841	1.1000	0.2075
6493	4443	1.1250	1.1471

Nuevo BOL	Anterior BOL	2013-2014	2012-2013
6493	4443	1.1471	1.1250
6434	4384	1.1704	0.5583
6836	4842	1.7854	0.9583

Anexo 7. Prueba de normalidad del rendimiento de papalisa por gestión agrícola.

Gestión	Shapiro-Wilk	Pr < W	N
2013	0.942602 **	<0.0001	181
2014	0.959933 **	<0.0001	181

Anexo 8. Accesiones de papalisa con mayor rendimiento (kg/planta) en 2012-2013 y 2013-2014

Nuevo BOL	Anterior BOL	2012-2013	2013-2014
6638	4588	0.4091	0.3696
6648	4598	0.4417	0.6058
6657	4607	0.4600	0.4296
6018	3964	0.4667	0.3179
6019	3965	0.5000	0.4958
6187	4133	0.6625	0.5254

Nuevo BOL	Anterior BOL	2013-2014	2012-2013
6565	4515	0.5663	0.2556
6523	4473	0.5700	0.3333
6682	4632	0.5908	0.2833
6178	4124	0.5992	0.1667
6648	4598	0.6058	0.4417
6694	4644	0.6150	0.4000
6661	4611	0.7175	0.3583
6663	4613	0.8233	0.2250