

**Artículo de investigación FEDU**

**Respuesta de dos cultivares de papa (*Solanum tuberosum*  
L. grupo Phureja) a dos densidades de plantación y dos  
dosis de abono orgánico.**

Juan F. Seminario Cunya  
Alejandro Seminario Cunya  
Antenor Domínguez Palacios

Cajamarca, febrero 2018

## Resumen

El objetivo de la presente investigación fue determinar la respuesta de dos cultivares de papa del grupo Phureja (Amarilla redonda y Limeña huachuma) frente a dos densidades de plantación (27 778 plantas/ha y 37 037 plantas/ha) y dos dosis de abono (7.5 t/ha y 10 t/ha). Se usó el diseño de parcelas divididas con tres repeticiones. El experimento se realizó en una parcela del Servicio Silvo Agropecuario de la UNC, ubicado en el valle de Cajamarca, a 2650 msnm, con temperatura promedio de 14 °C y 650 mm de lluvia anual. Las evaluaciones principales se realizaron a la cosecha y consistieron en altura de planta, número de tallos, número y peso total de tubérculos, número y peso de tubérculos comerciales, peso de tubérculos de primera, de segunda y de tercera (> 4 cm, 2-4 cm, y < 2 cm, respectivamente), índice cosecha. Se realizó el análisis de varianza para cada variable, para conocer si existían diferencias estadísticas entre tratamientos y para la interacción. En los casos en donde se encontraron diferencias se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey para conocer cuales tratamientos o factores son los mejores. La información se presenta en tablas y gráficas y se analizaron en relación a la información que existe sobre estas papas en Colombia y en Cajamarca. No se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos, solo se presentó diferencias estadísticas significativas para el factor cultivar. El cultivar Limeña huachuma fue superior en el peso total de tubérculos. Los rendimientos en general variaron de 7 t/ha (T7: 0.90 x 0.30 m, amarilla redonda y 7.5 t/ha de humus) a 14 t/ha (T2: 0.90 x 0.40 m, Limeña huachuma, y 10 t/ha de humus).

Palabras clave: Papa nativa, diploide, respuesta al manejo

## Introducción

Las papas del grupo phureja son especialmente importantes por su calidad, valor nutritivo y precocidad. Sin embargo, en el Perú existen pocos estudios relacionados con los factores que determinan el rendimiento como son el cultivar, las densidades de plantación y el abonamiento orgánico. En esta investigación se propone probar estas tres variables en un solo experimento usando el diseño de parcelas divididas. La primera variable densidad de plantación, 37 037 plantas/ha y 27 778 plantas/ha, que corresponden a siembras de 0.30 m y 0.40 m entre plantas, respectivamente, manteniendo constante el distanciamiento entre surcos (0.90 m). El segundo factor es el cultivar y se usará dos cultivares de tubérculos redondos y de pulpa amarilla (Amarilla redonda y Limeña huachuma), que son los más comerciales. En tercer lugar se probará dos dosis de abono orgánico (humus de lombriz) – a 7.5 t/ha y 10 t/ha. Se espera comprobar el efecto de las tres variables con sus respectivos niveles y asimismo, probar si existe interacción entre estas variables en cuanto al rendimiento de papa comercial y total. La pregunta central que guio la investigación fue: ¿Cuál es la respuesta de dos cultivares de papa del grupo Phureja (Amarilla redonda y Limeña huachuma) frente a dos densidades de plantación y a dos dosis de abono (7.5 t/ha y 10 t/ha)?

En el Perú existen escasos estudios sobre este grupo de papas. Los estudios se iniciaron en Cajamarca en el año 2004 y a la fecha se ha logrado algunos resultados experimentales interesantes que es necesario corroborar con nuevas investigaciones.

Varios estudios sobre estas papas se han realizado en Colombia y sirven de referente para contrastar nuestros resultados con materiales locales. La información que genere la investigación será valiosa porque servirá de base para nuevas investigaciones y para establecer recomendaciones prácticas para el cultivo de las papas phureja en Cajamarca.

Se usaron dos cultivares locales, reconocidos por los agricultores como Amarilla redonda y Limeña huachuma. La investigación se realizará en una parcela del Servicio Silvo Agropecuario de la UNC, ubicado en el valle de Cajamarca a 2650 msnm, por lo tanto los resultados serán aplicables a condiciones similares al valle de Cajamarca.

Nuestra hipótesis de investigación fue: Los cultivares en estudio responden de modo positivo a las densidades de plantación y a las dosis de abonamiento de modo que se puede elegir combinaciones específicas para obtener los mejores resultados.

Los objetivos de la investigación fueron:

1. Determinar el efecto de dos densidades de plantación (37037 plantas/ha y 27778 plantas/ha) y dos dosis de abono (7.5 y 10 t/ha) en el rendimiento total, el rendimiento comercial y sus componentes, en los cultivares Amarilla redonda y Limeña huachuma, del grupo Phureja.
2. Determinar la interacción entre estas variables, respecto del rendimiento.

## Metodología

La investigación se realizó desde diciembre 2016 a noviembre 2017, conforme al cronograma propuesto oportunamente en el proyecto (noviembre 2016 a diciembre 2017, con una ampliación de tres meses debido a problemas climatológicos que afectaron el cultivo), .

Se usaron dos cultivares de papa del grupo Phureja (Amarilla redonda y Limeña huachuma) frente a dos densidades de plantación (27 778 plantas/ha y 37 037 plantas/ha) y dos dosis de abono (7.5 t/ha y 10 t/ha). El experimento se realizó en una parcela del Servicio Silvo Agropecuario de la UNC, ubicado en el valle de Cajamarca, a 2650 msnm, con temperatura promedio de 14 °C y 650 mm de lluvia anual. Los datos climáticos de los meses en los cuales se realizó el experimento se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Datos climáticos del sitio en donde se realizó el experimento

Meses	Temperatura			Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)
	Máxima	Mínima	Media		
Diciembre (2016)	21.79	9.78	15.79	63.8	66.62
enero (2017)	21.19	10.145	15.67	79.4	66.48
febrero (2017)	21.75	9.63	15.69	71.9	64
marzo (2017)	20.9	10.53	15.72	139.1	73
abril (2017)	21.32	9.75	15.54	78.8	67

Los tratamientos en estudios fueron como se presenta en la Tabla 4. Se usó el diseño de parcelas divididas con tres repeticiones cada una.

Tabla 4. Factores, niveles y tratamientos en estudio. Diseño en parcelas divididas: 2 distanciamientos x 2cultivares x 2 dosis de abono.

FACTORES	NIVELES	TRATAMIENTOS	CODIGO
Densidad de plantación (plantas/ha)	27778	27778 x Amarilla red. X 7.5 t	T1
	37037	27778 x Amarilla red x 10 t	T2
Cultivar	Amarilla redonda	27778 x Lim hua x 7.5 t	T3
	Limeña huachuma	27778 x Lim. hua x 10 t	T4
Abono (t/ha)	7.5	37037 m x amarill red x 7.5 t	T5
	10	37037 x amarilla red x 10 t	T6
		37037 x Lim huach x 7.5 t	T7
		37037 x Lim huach x 10 t	T8

**Evaluaciones.** Las evaluaciones principales se realizaron a la cosecha y consistieron en altura de planta, número de tallos, número y peso total de tubérculos, número y peso de tubérculos comerciales.

**Tratamiento de los datos.** Se realizó el análisis de varianza para cada variable, para conocer si existían diferencias estadísticas entre tratamientos y para la interacción. En los casos en donde se encontraron diferencias se realizó la prueba de rango múltiple de Tukey para conocer cuales tratamientos o factores son los mejores. La información se presenta en tablas y gráficas y se analizaron en relación a la información que existe sobre estas papas en Colombia y en Cajamarca

## Resultados y discusión

### Rendimiento de tubérculos por planta y variables asociadas

El rendimiento por parcela fue moderado, varió de 260 a 448 g/planta, estos rendimientos son los que se pueden esperar en el grupo Phureja, según la literatura (Tabla 1). Sin embargo, hubo importantes diferencias entre tratamientos (Tabla 5). El análisis de varianza para esta variable y otras variables asociadas (Tabla 6) solo mostró diferencias significativas para el factor cultivar y para la variable peso total de tubérculos (PTT). La prueba de rango múltiple de Tukey indicó que el cultivar Limeña huachuma es estadísticamente superior --en esta variable-- al cultivar Amarilla redonda.

Tabla 5. Peso de tubérculos por planta para los tratamientos en estudio

PESO TOTAL DE TUBERCULOS (g)									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
DP	30				40				
VAR	AR		LH		AR		LH		TOTAL BLOQUE
ABO	7.5	10	7.5	10	7.5	10	7.5	10	
I	360	503.75	320	402.5	338.75	330	438.75	470	3163.75
II	342.5	178.75	286.25	298.75	223.75	385	272.5	603.75	2591.25
III	268.75	485.71429	513.75	365	218.75	343.04	506	272.5	2973.5
TOTAL	971.25	1168.2143	1120	1066.25	781.25	1058.04	1217.3	1346.25	8728.5
PROM	323.75	389.40476	373.333	355.417	260.42	352.68	405.75	448.75	2909.5

AR: amarilla redonda, LH: limeña huachuma

Tabla 6. Cuadrados medios y significación para las variables evaluadas

F.V.	GL	PTT	PTC	NTT	NTC
Bloque	2	10626.41	17503.37	6.3	8.41
Distancia entre planta (DP)	1	247.53	6.37	6.12	7.53
Error (a)	2	14209.55	4883.5	3.73	6.03
Cultivar (C)	1	24768.12*	15528.58	5.38	5.12
DP*C	1	19121.01	24815.94	6.45	4.65
Error (b)	4	2501.6	4590.73	7.77	9.19
Abono (A)	1	12558.55	8496.1	9.35	8.81
DP*A	1	2872.74	2406	6.39	8.81
AB*C	1	6616.89	12170.71	7.24	11.12
DP*AB*C	1	441.4	3.11	6.64	8.95
Error (c)	8	17838.31	14395.37	7.32	8.37
CV (%)		36.72	37.46	58.56	84.84

Tabla 7. Prueba de sango múltiple de Tukey para la variable cultivar, que resultó significativa en la prueba de ANVA

Variedad	PROM.PTT
Limeña huachuma	395.81 A
Amarilla Redonda	331.56 B

### Rendimiento de tubérculos por hectárea

Los rendimientos de tubérculos por planta (Tabla 8) y otras variables asociadas se usaron para obtener el rendimiento por hectárea, siguiendo la fórmula de Hay y Walker(1989).

Tabla 8. Peso total de tubérculos por planta y otras variables evaluadas

Tratamiento	PTT	PTC	NTT	NTC
T1	323.75	295.83	15.67	7.89
T2	389.40	359.20	17.99	9.09
T3	373.33	328.15	16.63	8.51
T4	355.41	300.00	18.17	7.67
T5	260.42	211.18	15.29	5.63
T6	352.68	313.16	104.59	97.58
T7	405.75	370.69	16.63	10.09
T8	448.75	384.03	18.07	9.18

PTT: peso total de tubérculos, PTC: peso de tubérculos comerciales, NTT: número total de tubérculos, NTC: número de tubérculos comerciales.

Los rendimientos de tubérculos por hectárea, no presentaron diferencias estadísticas significativas en la prueba de ANVA, es decir que todos los tratamientos fueron similares estadísticamente, sin embargo, éstos presentaron diferencias numéricas importantes (Figura 1), que deben ser corroboradas en pruebas posteriores. Así por ejemplo, el tratamiento T5 tuvo 7t/ha y el tratamiento T2 rindió 14 t/ha.

Tabla 7. Rendimiento por hectárea para los tratamientos en estudio

RENDIMIENTO (t/ha)									
DP	30				40				TOTAL BLOQUE
VAR	AR		LH		AR		LH		
ABO	7.5	10	7.5	10	7.5	10	7.5	10	
I	13.3333	18.6574	11.8518	14.9074	9.4098	9.1667	12.1876	13.0557	102.57
II	12.6852	6.6204	10.6018	11.0648	6.2153	10.6945	7.5695	16.7710	82.2225
III	9.9537	17.9894	19.0278	13.5185	6.0764	9.5290	14.0557	7.5695	97.7199
TOTAL	35.972	43.267153	41.4814	39.4907	21.702	29.3902	33.813	37.3961	282.512
PROM.	11.99	14.42	13.83	13.16	7.23	9.79	11.27	12.47	94.1707

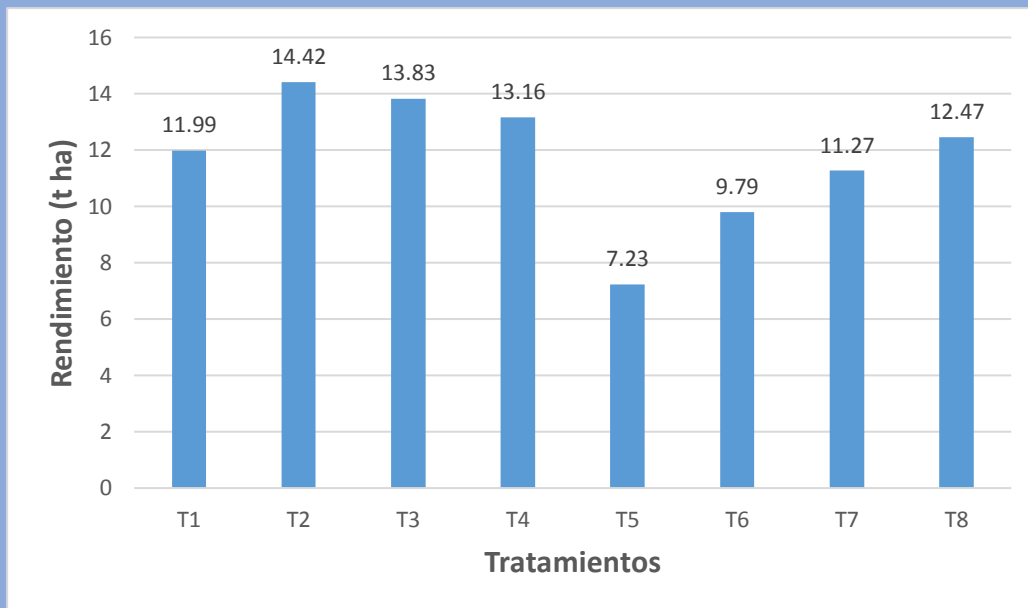


Figura 1. Rendimiento (t/ha) de ocho tratamientos en estudio resultantes de la combinación de dos densidades de plantación y dos cultivares de papa Phureja.

## Conclusiones

No se presentaron diferencias estadísticas significativas para los tratamientos en estudio. Se presentó diferencia estadística significativa para el factor cultivar, siendo el cultivar Limeña huachuma superior al cultivar Amarilla redonda en cuanto a peso total de tubérculos.

Los rendimientos para los tratamientos en estudio fueron moderados, éstos variaron de 7 a 14 t/ha.

Es necesario corroborar estos resultados, por cuanto el cultivo sufrió el efecto de bajas temperaturas en el momento de la floración y la recuperación de las plantas no fue similar en todos los tratamientos.

## Referencias bibliográficas

Anónimo. 2011. Papa criolla. Desarrollo del cultivo en Colombia, requerimientos de la producción, tecnología de producción, mercados, precios y márgenes de comercialización. Consultado 22 nov. 2011. Disponible en [www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa\\_criolla.htm](http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/papa_criolla.htm).

Andre, C; Ghislain, M; Bertin, P; Oufir, M; Herrera, MR; Hoffmann, L; Hausman, JF; Larondelle, Y; Evers, D. 2007. Andean potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) as a source of antioxidant and mineral micronutrients. *J. Agric Food Chem.* 55:366-378.

Becerra-Sanabria, LA; Navia-de Mosquera, SL; Núñez-López, CE. 2007. Efecto de niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento del cultivar 'Criolla Guaneña' en el departamento de Nariño. *Revista Latinoamericana de la Papa.* (2007). 14(1): 51-60.

Bonierbale, M; Amoros, W; Burgos, G; Salas, E; Juarez, H. 2007. Prospects for enhancing the nutritional value of potato by plant breeding. *African Potato Association Conference Proceeding Vol 7:* 24-46.

- Bonierbale, M; Grneberg W; Amoros, W; Burgos, G; Salas, E; Porras, E; ZumFelde, T. 2009. Total and individual carotenoid profile in *Solanum phureja* of cultivated potatoes: II. Development and application of near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) calibrations for germplasm characterization. *Journal of Food Composition and Analysis* 22: 509-516.
- Burgos, G; Amoros, W; Morote, M; Stangoulis, J; Bonierbale, M. 2007. Iron and zinc concentration of native Andean potato cultivars from a human nutrition perspective. *J. Sci. Food Agric.* 87: 668-675.
- Burgos, G; de Haan, S; Salas, E; Bonierbale, M. 2009. Protein, iron, zinc and calcium concentrations of potatoes following traditional processing as "chuño". *Journal of Food Composition and Analysis* 22 : 617-619.
- Burgos, G; Salas, E; Amoros, W; Auqui, M; Muñoz, L; Kimura, M; Bonierbale, M. 2009. Total and individual carotenoid profile in *Solanum phureja* of cultivated potatoes: I. Concentrations and relationships as determined by spectrophotometry and HPLC. *Journal of Food Composition and Analysis* 22: 503-508.
- Burgos, G; Auqui, S; Amoros, W; Salas, E; Bonierbale, M. 2009. Ascorbic acid concentration of native Andean potato varieties as affected by environment, cooking and storage. *Journal of Food Composition and Analysis* 22: 533-538.
- Bustos, P; Arias, P; Ñustez, CE. 1996. Interrelación entre la densidad de tallos y la tasa de multiplicación de tubérculos en papa criolla (*Solanum phureja* Juz et Buck.) variedad "yema de huevo". *Agronomía Colombiana* Vol. XIII (2): 162-168.
- 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 & Pavon), oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 1481-1488.
- Centro Internacional de la Papa (CIP) y Federación Departamental de Comunidades Campesinas de Huancavelica (FEDECH). 2006. Catálogo de variedades de papa nativa de Huancavelica. CIP, Lima, Perú.
- Cotes, JM; Ñustez, CE; Pachón, JI. 1999. Establecimiento de una metodología para la producción de semilla prebásica de papa criolla "yema de huevo" (*Solanum phureja* Juz et Buck.) a partir de minitubérculos. *Agronomía Colombiana*. 16(1-3): 5-12.
- Cotes, JM; Ñustez, CE; Pachón, JI. 2000. Evaluación de la densidad de siembra y el tamaño del tubérculo semilla en la producción de semilla básica de papa criolla, variedad "yema de huevo" (*Solanum phureja* Juz et Buck.). *Agronomía Colombiana* 17: 57-60.
- Dobson, G; Griffiths, DW; Davies, HV; McNicol, JW. 2004. Comparison of fatty acid and polar lipid contents of tubers from two potato species, *Solanum tuberosum* and *Solanum phureja*. *J. Agric. Food Chem.* 52(20): 6306-6314.
- Ghislain, M; Zhang, D; Fajardo, D; Huamán, Z; Hijmans, R. 1999. Marker-assisted sampling of the cultivated Andean potato *Solanum phureja* collection using RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 46: 547-555.
- Ghislain, M; Andrade, D; Rodríguez, F. 2006. Genetic analysis of the cultivated potato *Solanum tuberosum* L. Phureja Group using RAPDs and SSRs. *Theor Appl Genet* 113: 1515-1527.
- Gómez, R. 2006. Descriptores y procedimientos. Guía para las caracterizaciones morfológicas básicas en colecciones de papas nativas. En: R. Estrada, T. Medina y A. Roldan (eds.). Manual para



caracterización in situ de cultivos nativos. Proyecto conservación in situ de los cultivos y sus parientes silvestres, INIA, Lima, Perú. Pp. 26-50.

Hann, S. de. and Thiele, G. 2005. In situ conservation and potato seed systems in the Andes. In D.I. Jarvis; R. Sevilla-Panizo; J.L. Chávez-Servia and Hodglin, T. (eds.). Seed systems and crop genetic diversity on farm. IPGRI, Rome Italy. Pp. 126-132.

Huamán, Z; Spooner, DM. 2002. Reclassification of landrace population of cultivated potatoes (*Solanum* Sect. Petota). American Journal of Botany 89(6): 947-965.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Departamento Administrativo Nacional de Estadística [Dane]. 2003. Resultados consolidados de áreas sembradas año 2002. Preliminar. Primer censo nacional del cultivo de la papa, Departamento de Boyacá.

Muñoz, LA; Lucero, AM. 2008. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de papa criolla *Solanum phureja*. Agronomía Colombiana, vol. 26 (2): 340-346. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Ochoa, C. 2003. Las papas del Perú. Base de datos 1947 – 1997. Talleres Gráficos Promotora Lima. Centro Internacional de la Papa. 185 p.

Ochoa, C. 2001. Las papas de Sudamérica: Bolivia. CIP, COSUDE, CID, IFEA, Lima. PE. Pp. 322-466.

Piute, KJ; Roest, S; Pijnacker, LP. 1986. Somatic hybrid potato plants after electrofusion of diploid *Solanum tuberosum* and *Solanum phureja*. Plant Cell Reports 5: 262-265.

Rivera, J.E.; Herrera, A.; Rodríguez, L.E. 2003. Procesamiento de papa criolla precocida y congelada mediante la técnica de congelación individual (IQF) en seis genotipos promisorios de papa criolla (*Solanum phureja*). Agronomía Colombiana 21 (1-2): 95-101.

Rodríguez, LE; Ñustez, CE; Navia, SL. 2008. Criolla guaneña y criolla galeras, nuevas variedades de papa diploide para la sub región Nudo de los Pastos-Colombia. Memorias XXIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa y VI Seminario Latinoamericano de uso y Comercialización de la Papa. Mar del Plata, Universidad Nacional de la Plata, 30 nov.-6 dic. 2008. Pp. 159-160.

Rodríguez, LE; Ñustez, CE; Estrada, N. 2009. Criolla latina, criolla paisa y criolla Colombia, nuevos cultivares de papa criolla para el departamento de Antioquia (Colombia). Agronomía Colombiana 27 (3): 289-303.

Rojas, LP; Seminario, J. 2014. Productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) de la región Cajamarca. Scientia Agropecuaria 5: 165-175.

Rojas, S. 2008. Recolección y caracterización de las papas chauchas (*Solanum phureja*, Juz y Buk) de la provincia de Hualgayoc. Tesis Ing. Agr. Cajamarca, PER, Facultad de Ciencias Agrarias, UNC. 70 p.

Rose, D; Burgos, G; Bonierbale, M; Thiele, Graham. Understanding the role of potatoes in the peruvian diet: An approach that combines food composition with household expenditure data. Journal of Food Composition and Analysis. DOI: 10.1016/j.jfca.2008.10.002.

Seminario, J; Medina, W. 2009. Diversidad de papas nativas en agroecosistemas tradicionales: Caso distrito de Chota, Cajamarca, Perú. Fiat Lux 5(1): 5-24.

Seminario, J; Seminario A. 2010. Estudio de la variabilidad morfológica de las papas chaucha (*Solanum phureja* Juz. & Buk.) del distrito de Jesús, Cajamarca. Informe final. 29 p.

Sequeira, L; Rowe, PR. Selection and utilization of *Solanum phureja* clones with high resistance to different strains of *Pseudomonas solanacearum*. American Potato Journal Vol 46: 451-462.

Sistema de Información Agropecuaria (SIA). 2007. Costos de producción por hectárea. Disponible en <http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/boletines/COSTOS/Hortalizas%20y%20Tub%C3%A9rculos/Valle%20Cauca-Narino/EC%20Papa%20criolla,%20P%20Pq.pdf>.

Toro, H. 1998. Principales enfermedades de la papa criolla (*Solanum phureja* Juz. et Buck) en Colombia. Fitotecnia 21:

Trognitz, F; Manosalva, P; Gysin, R; Niño-Liu, D; Simon, R; Herrera, MR; Trognitz, B; Ghislain, M; Nelson, R. 2002. Plant defense genes associated with resistance to potato late blight in *Solanum phureja* x Dihaploid *S. tuberosum* hybrids. MPMI Vol 5 (6): 587-597.

Zimmerer, K.S. 1992. The loss and maintenance of native crops in mountain agriculture. *GeoJournal* 27(1):61-72.

Seminario, J. 2010. Estudio de la variabilidad morfológica de las papas chaucha (*Solanum phureja* Juz. & Buk.) del distrito de Jesús, Cajamarca. Informe final. 29 p.

Vásquez, V. 1988. Mejoramiento genético de la papa. Amaru editores. Lima. 208 p.

Villa, AL; Sánchez, AM; Valbuena, RI; Escobar, R. 2007. Evaluación de técnicas de criopreservación en una accesión de *Solanum phureja*. *Revista Copoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 8(2): 50-59.

Zárate, LM; Otalora, NA; Ramírez, LM; Garnica, AM; Prieto, L; Ceron, MS, Aguelles, JH. 2012. Extracción y caracterización de almidón nativo de clones promisorios de papa criolla (*S. tuberosum* grupo Phureja). XXV Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa y XIV Encuentro Nacional de Producción y abastecimiento de batata. 17-20 de septiembre 2012. Uberlandia, Brasil. Disponible en <http://www.papaslatinas.org/alap2012.html>.

Zimmerer, KS. 1992. The loss and maintenance of native crops in mountain agriculture. *GeoJournal* 27(1):61.