

CONTENIDO DE ALMIDÓN NATIVO DE VARIEDADES NATIVAS DE PAPA (*Solanum spp.*) Starch concentration of native Andean potato varieties (*Solanum spp.*)

* Severo Ignacio - Cárdenas, Eugenio. F Pérez- Trujillo & Fernando. J Gonzáles - Pariona

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, UNHEVAL¹

* Correo electrónico: signaciocardenas@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0001-6099-1190>

RESUMEN

El estudio consistió en determinar el contenido de almidón nativo en los tubérculos de siete variedades de papas nativas de color, realizado en el marco del enfoque cuantitativo. Los muestreos de tubérculos se realizaron a través de la técnica del transecto, en tres lugares de producción del centro poblado de Quíno. La concentración de almidón de los tubérculos fue determinada en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNHEVAL a través del método de decantación. Los datos fueron analizados mediante técnicas de la estadística descriptiva, tablas de contingencia y análisis de conglomerados. Se encontró variación en el contenido de almidón entre las variedades de papas nativas, desde 12.44% para la variedad Tarmeña hasta 20.19% en Ishcupuru en promedio. Los resultados preliminares mostraron que es necesario enfocar la ejecución de otros estudios con mayor profundidad que abordan integralmente alternativas para la promoción del consumo de las papas nativas de alta calidad nutricional, su uso en la industria de alimentos, así como realizar investigaciones de mejoramiento genético de las papas nativas.

Palabras clave: almidón nativo, transecto, variedades de papa

ABSTRACT

The study consisted of determination the native starch content in the tubers of the seven landraces potato, developed according to the quantitative approach framework. The samplings of tubers were developed by transect technique, in three production places from *Quíno* town. The starch concentration of the tubers was analyzed in the laboratory of the Agricultural Sciences Faculty at UNHEVAL by the decanting method. The data were analyzed using the descriptive statistics, contingency and cluster analysis techniques. Starch content variation in landraces potato were from 12.44% in *Tarmeña* variety to 20.19% in *Ishcupuru* variety. The results showed that is necessary to be directed towards other bigger studies that approaches alternatives for to promote the human consumption of native potatoes of high nutritional quality food, its use in the food industry; in addition, to developed other research about the genetic improvement of native potatoes for to select varieties that synthesize larger amounts of starch and other industrial value substances.

Keywords: Native Potato Starch, Potato Varieties, Transect

<https://doi.org/10.47840/ReInA20202>

Recibido: 05 de marzo de 2020

Aceptado para publicación: 13 de marzo de 2020

INTRODUCCIÓN

En el mundo, la papa es el cuarto cultivo más importante en área cultivada después del maíz, trigo y arroz y el tercero en cuanto a consumo después del trigo y arroz (Chandrasekara y Thamilini, 2016). En el Perú, se viene cultivando desde hace 8 000 años, actualmente ocupa el primer lugar entre los cultivos transitorios y segundo entre los de mayor superficie cultivada, con un área de 367 700 ha, superado sólo por el café y en volumen de producción ocupa el segundo superando las 500 000 toneladas anuales, con un rendimiento promedio de 13.5 t/ha. (INEI, 2012), permitiendo crear más de 110 000 puestos de trabajo permanentes en las zonas altoandinas porque el 90% del área de producción se concentra en la sierra, generando alrededor de 33 400 000 de jornales anuales y representa el 4% del PBI agrícola (Burke, 2014; INEI, 2012). La región Huánuco es el principal abastecedor de papas al Gran Mercado Mayorista de Lima Metropolitana, siendo uno de los principales productos el cultivar “Tumbay”, papa de pulpa amarilla, que representa el 7% del volumen (Becerra y Urrego, 2017), de toda la superficie agrícola sólo el 7% se encuentra bajo riego y está conformada por 107 000 unidades agropecuarias (INEI, 2012).

En el Perú, los agroecosistemas de papas nativas presentan características de alto valor, como resistencia a plagas y enfermedades, valor nutricional, adaptación a condiciones climáticas extremas (Lutaladio, Ortiz, Haverkort y Caldiz, 2009), el aprovechamiento del agua es siete veces más eficiente y produce más energía y proteína por área de suelo que muchos otros

cultivos (Burke, 2014). Según Lutaladio et al. (2009), el valor nutricional de las papas nativas está relacionado a las condiciones nutricionales donde se desarrollan las plantas, por lo que es importante conocer la asociación que hay entre las características fisicoquímicas de este recurso y el valor nutricional de las papas nativas.

La papa es el principal tubérculo en la mesa de los peruanos y son más de 3 000 cultivares de papas nativas cultivadas en el país, pero el volumen de producción sólo alcanza el 16% de la producción anual, debido al periodo de producción asociada a la época de lluvias en las partes altas del país y al desconocimiento de sus bondades nutricionales y para la seguridad alimentaria y la salud (Burke, 2014; INEI, 2012). El consumo per-cápita en el Perú es de 85 kg por persona, principalmente como fuente de energía provista por los carbohidratos (INEI, 2012). Sin embargo, el uso de la papa en la gastronomía peruana está limitada a pocas variedades mejoradas, mientras que las bondades de las variedades nativas sólo son conocidas en la gastronomía de las familias de agricultores y desconocidas en las grandes ciudades.

Las papas nativas de color son el ícono de la seguridad alimentaria en las zonas andinas del Perú porque son fuentes de nutrientes importantes para enfrentar los problemas de la desnutrición. La calidad nutricional de la papa está determinada por su contenido de carbohidratos, proteínas, vitaminas, electrolitos, minerales y fitonutrientes. Peña y Restrepo (2013) señalan que las papas nativas de pulpas de colores rosa, rojo, azul, malva y violeta contienen compuestos fenólicos, entre ellos

la antocianina, mientras las de pulpas de colores crema, anaranjado y amarillo son indicadores de la presencia de carotenoides. La tendencia actual del consumo de alimentos funcionales es creciente en el mundo y en el Perú. Los estudios sobre la determinación de la calidad nutricional de las papas nativas de color son aislados, así como la relación del sistema alimenticio de los consumidores y los productores de dichos tubérculos. Burgos, Auqui y Amoros (2009a) y Burgos, Salas y Amoros (2009b) realizaron estudios sobre concentración de ácido ascórbico en variedades de papas nativas de los Andes y contenido de carotenoides en papas del grupo Phureja por espectrofotometría y cromatografía líquida de alta performance (HPLC).

En este contexto, la investigación permitió determinar el rendimiento del contenido de almidón en seis cultivares de papas nativas de colores (amarilla, anaranjada, morada, negra, crema y jaspeada) seleccionados de los cultivares Tumbay, Mama Lucha, Ishcupuru, Añaspayahuarnin, Yanapapa, Paltaj, Ambarina, Tarmeña y Hualash procedentes del centro poblado de Quío donde fueron cultivadas bajo sistemas de producción natural. Los conocimientos generados constituyen información importante para el abordaje de los problemas de sobre producción de papas mejoradas a través de alternativas de incrementar las áreas de producción de papas nativas de mesa o materia prima para la producción de almidón; así mismo contribuye con información es importante para el fomento del consumo en las ciudades urbanas y por lo tanto contribuir con la mejora de los ingresos de los agricultores conservacionistas de este importante recurso fitogenético.

Las familias que realizan una agricultura familiar, principalmente en las zonas altas del Perú, conservan una alta diversidad de papas nativas, pero todavía es ausente en el mercado nacional. En contraste las variedades conocidas, mejoradas y nativas, como Canchan, Yungay, Única, Tumbay, etc. en ocasiones se producen en volúmenes que excede la demanda, por ejemplo, el año 2017 los agricultores enfrentaron un problema serio del precio de la papa debido a la sobreproducción. La papa es un alimento versátil que tiene usos: i) alimentarios: como papa fresca y congelada, deshidratada (papa seca, chuño, etc.), tocosh, almidón y bebidas alcohólicas; ii) no alimentarios: gomas, piensos y producción de biocombustibles y iii) semilla. La papa es fuente de hierro en la dieta humana, y con sólo 150 g. de porción, puede suministrar 6 % de la cantidad diaria recomendada de hierro (Hualla, 2017).

Hay suficientes indicios que el valor nutricional de las papas nativas está relacionada al color de pulpa, una característica relevante en la clasificación de los cultivares por los agricultores. Entre los colores más característicos destacan la amarilla, roja, negra, morada, crema, negra, etc. Estas variedades aportan niveles significativos de vitamina C, B6 y B1, almidón de alta resistencia a la digestión por enzimas en el estómago cuyo beneficio en la salud humana es similar al de la fibra, son excelentes fuentes de lisina, carotenoides (luteína y zeaxantina), proteína, polifenoles, minerales como el potasio, hierro y zinc, entre otros (Bradshaw y Bonierbale, 2010; Burgos et al. 2009a; Burgos et al. 2009b; Burke 2014). Por ello, constituyen recursos importantes que pueden contribuir con la reducción de la desnutrición de la población,

sobre todo en niños que vienen a ser el grupo más vulnerable; ayudar a combatir problemas en la salud, como los trastornos digestivos, la protección contra el cáncer del colon y estómago, la degeneración visual, reducir la presión arterial en el organismo (el potasio); y los antioxidantes, carotenoides y polifenoles previenen las enfermedades degenerativas y relacionadas al envejecimiento. Las papas de pulpa amarilla contienen zeaxantina, y las rojas y moradas antocianinas (Bradshaw y Bonierbale, 2010; Burgos et al. 2009a; Burgos et al. 2009b).

Entre las principales características funcionales del almidón de papa destacan, la gelatinización, la capacidad de hinchamiento, retrogradación, sinéresis en refrigeración y congelación, claridad y la propiedad para deformar a los alimentos. Los almidones pueden ser modificados y ser utilizados en la industria, por ejemplo, en la elaboración de embutidos, los geles de almidón pueden ser utilizado para la formulación de mermelada, gelatina e incluso en la confitería, productos químicos, plásticos y biocombustibles (Ahmed, Tiwari, Imam y Rao, 2012; Madruga, De Albuquerque, Silva, Do Amaral, Magnani y Neto, 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de Estudio

Se realizó un estudio observacional de tipo descriptivo, en el marco del enfoque cuantitativo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014; Tobón, 2014). Se describió el contenido de almidón nativo en siete variedades nativas mediante un proceso sistemático, desde el planteamiento del problema, el establecimiento de metas, la construcción de un marco teórico, el diseño

metodológico, la recolección de datos de las variables, el procesamiento y análisis de la información hasta la obtención de conclusiones con respecto al tema estudiado (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Las fases del estudio fueron:

- Fase 1. Planificación: identificación del problema, definición de las variables de estudio y la definición de metas.
- Fase 2. Selección de fuentes idóneas: búsqueda, selección y organización de artículos científicos y libros académicos.
- Fase 3. Selección de las parcelas de producción de papas nativas.
- Fase 4. Muestreo de tubérculos de papas nativas previa caracterización del color de la piel.
- Fase 5. Observación y obtención de los datos de la variable en estudio.
- Fase 6. Organización de la información en categorías y subcategorías: con base a la variable de estudio a fin de responder la pregunta de investigación y contrastar la hipótesis.
- Fase 7. Análisis de la información y generación de conocimientos.
- Fase 8. Revisión y mejora del artículo con el apoyo de expertos de la UNHEVAL.
- Fase 9. Publicación.

Categorías de Análisis

Las categorías y subcategorías de análisis se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1

Análisis de categorías empleadas en el Estudio

Categorías	Subcategorías	Preguntas o componentes
Planteamiento del problema de investigación.	Color de tubérculos de papas nativas.	¿Cuántas variedades de papas nativas son producidas en tres lugares diferentes del centro poblado de Quío?
	Parcelas de producción de papas nativas.	
Variables.	Contenido de almidón nativo.	¿Cuál es el rendimiento de almidón nativo en tubérculos de las variedades de papas nativas de color?
	Peso de tubérculos.	
	Peso de almidón.	
Hipótesis.	Hipótesis de investigación.	“El contenido de almidón nativo de las papas nativas tienen relación con el color y la parcela de producción”.
	Hipótesis estadística.	H0: Hay independencia entre variedades nativas de papa y las parcelas

respecto el contenido de almidón nativo.

H1: No hay independencia entre variedades nativas de papa y las parcelas respecto el contenido de almidón nativo.

Metas y productos

Objetivo de investigación.

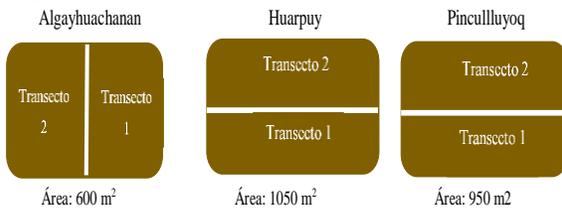
Determinar la concentración de almidón nativo de las variedades de papas nativas de colores.

Metodología de Determinación del Contenido de Almidón

Las poblaciones de plantas de papas nativas en las parcelas conservacionistas de Algayhuachanan, Huarpu y Pinculluyoq fueron de 1 900, 3 300 y 3 000 respectivamente. El muestreo de tubérculos de las papas nativas se realizó a través de la técnica del transecto debido a la heterogeneidad de las parcelas (Bautista, Palacio, Paéz, Carmona y Delgado, 2011). Un transecto fue definido con base a las diferencias de pendiente de las parcelas y según la variación de la coloración predominante del suelo, de esta manera las líneas imaginarias de los transectos dividieron a cada una de las parcelas en dos estratos de muestreo. Los tubérculos fueron

muestreados de cada uno de los transectos de acuerdo con la coloración de piel y de carne del tubérculo, se seleccionaron tres tubérculos de tres plantas diferentes para cada color definido, los mismos que fueron trasladados al laboratorio de Bioquímica de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL. Los detalles de los transectos se presentan en la figura siguiente:

Figura 1. Definición de transectos para el



muestreo de tubérculos en tres parcelas conservacionistas de papas nativas en el centro poblado de Quíu.

La determinación del color de la piel y de carne de los tubérculos, en las muestras de tubérculos de cada parcela se realizó mediante los descriptores propuestos por Huaman (2008). El contenido de almidón fue determinado a través del método de decantación, adoptado de Singh, McCarthy, Singh y Moughan (2008). Se utilizó un tubérculo por cada una de las variedades discriminadas por color. En la siguiente Figura se presenta el procedimiento de la determinación del contenido de almidón de las variedades de papas nativas.

Figura 2. Procedimiento de



determinación de contenido de almidón en tubérculos de papas nativas de color

El contenido de almidón se determinó mediante la relación del peso de almidón a 8% de humedad y peso total del tubérculo, cuya fórmula matemática es:

$$\text{Contenido de almidón (\%)} = \frac{\text{Peso de almidón} - \text{peso total de tubérculo}}{\text{Peso total del tubérculo}} \times 100$$

Métodos Estadísticos

Los datos obtenidos de contenido de almidón nativo por variedad fueron analizados utilizando el programa InfoStat Versión 2014I (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, Gonzalez, Tablada y Robledo, 2008). Se realizó un análisis exploratorio a través de los estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, error estándar, coeficiente de variación, valor mínimo y máximo) para tener una visión general; luego las variedades nativas fueron agrupadas en grupos de máxima similitud según el rendimiento de almidón nativo mediante el análisis de conglomerado jerárquico utilizando el algoritmo de Ward y la distancia Euclídea al cuadrado (Di Rienzo et al., 2008). La diferencia de los promedios de la concentración de almidón nativo de las variedades nativas de papas de color fue corroborada mediante la prueba Chi Cuadrada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según los descriptores utilizadas para la caracterización de los tubérculos de papas nativas, se identificaron siete cultivares locales, discriminadas de acuerdo con la coloración de la carne del tubérculo. Los resultados de esta caracterización se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2.

Caracterización de la coloración de los tubérculos de las papas nativas (RHS Color Chart)

Variedad	Color predominante de piel del tubérculo	Color de carne
Ahuaq Huachuy	Anaranjado	Amarillo intenso
Ambarina	Rosado	Crema
Añaspa Yahuarnin	Rojo-morado	Rojo
Ishcupuru	Amarillo	Amarillo claro
Mamalucha	Amarillo	Amarillo claro
Tarmeña	Rojo	Amarillo
Yanapaltaq	Negrusco	Violeta

Se observó la existencia de variedades de papas nativas que presentan mejores rendimientos de almidón nativo en tubérculos, como la variedad Ishcupuru. En la Tabla 3 se presenta un resumen del rendimiento de almidón de siete variedades de papas nativas.

Tabla 3.

Rendimiento de almidón en tubérculos de siete variedades de papas nativas de color

Parcela	Variedad	Peso de tubérculo (g)	Peso de almidón seco (g)	Rendimiento de almidón (%)
Huarpu	Ambarina	107.86	12.59	11.67
	Yanapaltaq	122.98	16.61	13.51
	Ahuaq Huachuy	121.42	12.34	10.16
	Tarmeña	117.47	12.79	10.89
	Mamalucha	131.40	22.18	16.88
Algayhuachanan	Añaspa Yahuarnin	155.82	11.03	7.08
	Ambarina	118.01	19.05	16.14
	Ishcupuru	97.00	17.23	17.76
	Yanapaltaq	138.89	26.88	19.35
	Ahuaq Huachuy	188.59	29.04	15.40
Pinculluyoq	Tarmeña	132.11	18.49	14.00
	Ambarina	116.80	26.20	22.43
	Añaspa Yahuarnin	104.10	19.64	18.87
	Yanapaltaq	126.90	17.40	13.71
	Mamalucha	88.41	17.59	19.90
	Ishcupuru	51.22	11.58	22.61

El análisis de conglomerados sugiere una agrupación preliminar de las variedades de las papas nativas de acuerdo

con su similitud en rendimiento de almidón, peso de tubérculo y peso de almidón.

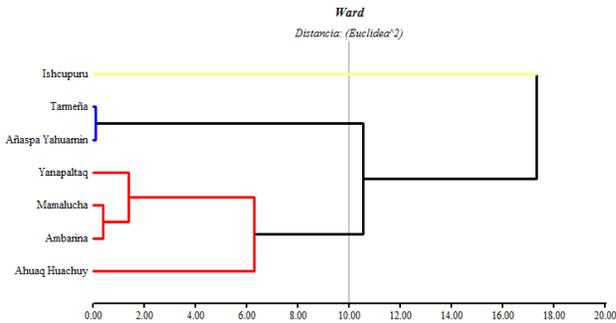


Figura 3. Dendrograma de clasificación de siete variedades de papas nativas según variables relacionadas con el rendimiento de almidón (método de Ward, distancia Euclídea cuadrado)

Según el estadístico Chi Cuadrado ($p < 0.001$) hay una relación entre variedades nativas de papa y las parcelas, respecto al rendimiento de almidón nativo. En la Tabla 4 se presentan los resultados del análisis de tablas de contingencia de variedades y parcelas con relación al contenido de almidón nativo

Tabla 4. Análisis de tablas de contingencia del contenido de almidón nativo de variedades de papas nativas y parcelas de producción

Variedad	Parcela			Total
	Alguayhu achanan	Huar puy	Pincull uyoq	
Ahuaq Huachuy	15.00	10.00	0.00	25.00
Ambarina	16.00	12.00	22.00	50.00
Añaspa Yahuamin	7.00	0.00	19.00	26.00
Iscupuru	18.00	0.00	23.00	41.00

Mamalucha	0.00	17.00	20.00	37.00
Tameña	0.00	11.00	14.00	25.00
Yanapaltaq	19.00	14.00	14.00	47.00
Total	75.00	64.00	112.00	251.00

$$\chi^2 = 122.29, 12 \text{ gl.}$$

El almidón es uno de los principales carbohidratos que ofrece la papa como valor nutritivo, este compuesto presenta características intrínsecas, tales como la viscosidad, contenido de fósforo, baja retrogradación, alta capacidad de hinchamiento, alta claridad en la gelificación y buen tamaño de los gránulos (Sandhu y Singh, 2007; Zhou, Wang, Shi, Chang, Yang y Cui, 2014). Se ha encontrado variedades que presentan alto contenido de almidón, como el Iscupuru y Mamalucha, con 20.19 y 18.39% respectivamente, similares al contenido de almidón encontrado por Obregón y Repo (2013) en las variedades nativas Huamantanga, Huayro, Peruanita y Amarilla Runtus, con 17.50, 20.02, 23.01 y 26.20% respectivamente. La calidad del almidón está relacionada con el tamaño del gránulo, la distribución, el contenido mineral, la relación amilosa/amilopectina y alto contenido de ésteres de fosfato de almidón (Zhou et al., 2014), el promedio del tamaño varía de 1 a 20 μm para gránulos pequeños y de 20 a 100 μm para las grandes y cuya variación depende de los cultivares (Singh y Kaur, 2009).

Loyola, Oyarce y Acuña (2010), no encontraron diferencias significativas del

contenido de almidón en tubérculos de papas de la subespecie *Tuberosun* bajo las formas de producción convencional (14.45%) y orgánica (13.58%). Las variedades nativas de papas estudiadas, cuyos contenidos de almidón son superiores a 15% como señalan Hasbún, Esquivel, Brenes y Alfaro (2009), incluso pueden contar con aptitudes industriales para la fritura, y esta riqueza de almidón hace que la papa es una fuente energética (Muñoz, 2014) en la nutrición humana. Sin embargo, en los países latinoamericanos donde se produce la papa, se desaprovecha o está subutilizada, como fuente de este importante compuesto (Vargas, Martínez y Velezmoro, 2016; Zárata-Polanco, Ramírez-Suárez, Otárola-Santamaría, Prieto, Garnita-Holguín, Cerón-Lasso y Argüelles, 2014).

Hay investigadores que señalan que el Perú no puede competir con la importación de almidón procedentes de Europa, como Alemania, Holanda y Polonia, principalmente porque el rendimiento que se obtiene es inferior en comparación a los que obtienen los países europeos (Devaux, Ordinola, Hibon y Flores, 2010). Sin embargo, es una alternativa viable aprovechar la sobreproducción de tubérculo de papa que hay en el Perú, como señalan Martínez, Málaga, Betalleluz, Ibarz y Velezmoro (2015) a través de darles un valor agregado. Para este fin es importante generar conocimientos a través de la investigación sistemática y adoptar estrategias de ampliar áreas de producción de papas nativas con fines de transformación, por ejemplo, el uso del almidón en la industria alimentaria.

CONCLUSIONES

Entre las variedades de papas nativas hay variabilidad en cuanto al rendimiento de almidón, un producto importante para la industria, por lo que es importante considerar este rasgo en la caracterización de material genético de los programas de mejoramiento genético de la papa. El contenido de almidón de las variedades nativas de papa es probable que se debe a factores genéticos como ambientales, por ejemplo, las prácticas locales sobre el manejo agronómico del cultivo de la papa, como el suelo, agua y diversidad genética que debe ser fortalecidas sobre todo en post de su adaptación frente a los efectos del cambio climático.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmed, J., Tiwari, B., Imam, S. & Rao, M. (2012). *Starch-based polymeric materials and nanocomposites: chemistry, processing and applications*. Florida, USA: CRC Press.
- Bautista, F., Palacio, J. L., Delfín, H., Paéz, R., Carmona, E. & Delgado, M. C. (Eds.). (2011). *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. México, D. F., México.
- Becerra, N., G. & Urrego, J. J. (2017). *Características de la producción nacional y de la comercialización en Lima Metropolitana (boletín)*. Lima, Perú: Dirección General de Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura y Riego.
- Bradshaw, J. E. & Bonierbale, M. (2010). *Potatoes*. In J. E. Bradshaw. Ed. *Handbook of plant breeding: root and tuber crops*. Dordrecht Heidelberg

- London: Springer New York.
- Burgos, G., Auqui, S. & Amoros, W. (2009a). Ascorbic acid concentration of native Andean potato varieties as affected by environment, cooking and storage. *J. Food Comp Anal* 22: 533–538. doi: [10.1016/j.jfca.2008.05.013](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.05.013)
- Burgos, G., Salas, E. & Amoros W. (2009b). Total and individual carotenoid profiles in the Phureja group of cultivated potatoes: I. Concentrations and relationships as determined by spectrophotometry and high performance liquid chromatography (HPLC). *J Food Comp Anal*, 22:503–508. doi: [10.1016/j.jfca.2008.08.009](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.08.009)
- Burke, J. J. (2014). *Growing the potato crop*. Vita, Equity House, Upper Ormond Quay, Dublin 7, Ireland.
- Chandrasekara, A. & Thamilini, J. K. (2016). Roots and Tuber Crops as Functional Foods: A Review on Phytochemical Constituents and Their Potential Health Benefits. *International Journal of Food Science*.
- Devaux, A., Ordinola, M., Hibon, A. & Flores, R. (2010). *El sector papa en la región andina. Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú)*. Lima, Perú.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Gonzalez, L. A., Tablada, E. M., Díaz, M. P., Robledo, C. W. & Balzarini, M. G. (2009). *Estadística para las ciencias agropecuarias*. 7 ed. Brujas. Argentina.
- Hernández, R., Fernández, C & Baptista, M. P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill Education.
- Di Rienzo J. A., Casanoves F., Balzarini M. G., Gonzalez L., Tablada M. & Robledo C. W. (2008). *InfoStat versión 2008*. Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- Hasbún, J., Esquivel, P., Brenes, A. & Alfaro, I. (2009). Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. *Agronomía Costarricense* 33(1), 77-89. Recuperado de <https://bit.ly/2THcAo0>
- Huaman, Z. (2008). *Descriptores morfológicos de la papa (Solanum tuberosum L.)*. Tenerife, España.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). (2013). *Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012*. Lima, Perú: INEI, Ministerio de Agricultura y Riego.
- López, J. & López, J. (1985). *El diagnóstico de suelos y plantas. Método de campo y laboratorio*. 4 ed. Madrid: Mundi Prensa.
- Loyola, N., Oyarce, E. y Acuña, C. (2010). Evaluación del contenido de almidón en papas (*Solanum tuberosum* sp. *Tuberosum* Cv. Desirée), producidas en forma orgánica y convencional en la provincia de Curicó, región del Maule. *IDESIA*, 28(2), 41-51. doi: [10.4067/S0718-34292010000200005](https://doi.org/10.4067/S0718-34292010000200005)
- Lutaladio, N., Ortiz, O., Haverkort, A. y Caldiz, D. (2009). *Sustainable potato production: Guidelines for developing countries*. Rome, Italy: FAO, CIP
- Madruga, M., De Albuquerque, M., Silva, I., Do Amaral, D., Magnani, M. & Neto, V. (2014). Chemical, morphological and functional properties of Brazilian jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) seeds starch. *Food Chemistry*, 143:440-445.

- doi: [10.1016/j.foodchem.2013.08.003](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.003)
- Martínez, P., Málaga, A., Betalleluz, I., Ibarz, A. & Velezmoro, C. (2015). Caracterización funcional de almidones nativos obtenidos de papas (*Solanum phureja*) nativas peruanas. *Scientia Agropecuaria*, 6(4), 291-301. doi: [10.17268/sci.agropecu.2015.04.06](https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2015.04.06)
- Muñoz, M. (2014). Composición y aportes nutricionales de la papa. *Revista Agrícola*, 36-37. Recuperado de <https://bit.ly/2OFxNMv>
- Obregón, A. & Repo, R. (2013). Evaluación físicoquímica y bromatológica de cuatro variedades nativas de papa (*Solanum* spp.). *Ciencia e Investigación*, 16(1): 38-40. Recuperado de <https://bit.ly/2SP2d1F>
- Peña, C. B. & Restrepo, L. P. (2013). Compuestos fenólicos y carotenoides en la papa: revisión. *Actualización en Nutrición*, 14 (1):25-32. Recuperado de <https://bit.ly/2Dv8ZEH>
- Singh, J. & Kaur, L. (2009). *Advances in potato chemistry and technology*. Burlington, USA: Academic Press.
- Singh, J., McCarthy, O., Singh, H. & Moughan, P. (2008). Low temperature post-harvest storage of New Zealand Taewa (*Maori potato*): Effects on starch physicochemical and functional characteristics. *Food Chemistry*, 106(2), 583-596. doi: [10.1016/j.foodchem.2007.06.041](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.041)
- Tobón, S. (2014). *Ejes claves en la planeación de un artículo científico*. México: Centro Universitario CIFE.
- Vargas, G., Martínez, P. & Velezmoro, C. (2016). Propiedades funcionales de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y su modificación química por acetilación. *Scientia Agropecuaria*, 7(3), 223-230. doi: [10.17268/sci.agropecu.2016.03.09](https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.09)
- Zárate-Polanco, L. M., Ramírez-Suárez, L. M., Otárola-Santamaría, N. A., Prieto, L., Garnica-Holguín, A. M., Cerón-Lasso, M. S. & Argüelles, J. H. (2014). Extracción y caracterización de almidón nativo de clones promisorios de papa criolla (*Solanum tuberosum*, Grupo *Phureja*). *Revista Latinoamericana de la Papa*, 18(1), 1-24. Recuperado de <https://bit.ly/2AGwKHT>
- Zhou, H., Wang, C., Shi, L., Chang, T., Yang, H. & Cui, M. (2014). Effects of salts on physicochemical, microstructural and thermal properties of potato starch. *Food Chemistry*, 156, 137-143. doi: [10.1016/j.foodchem.2014.02.015](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.015)