



Agroindustrial Science

Agroind Sci6 (2016)

Escuela de Ingeniería
Agroindustrial

Universidad Nacional de Trujillo

El pH de los suelos de la Sierra Central del Perú en la calidad industrial de hojuelas de *Solanum tuberosum* L. var. Capiro

The pH of the soils of the Central Sierra of Peru in industrial quality flakes
Solanum tuberosum L. var. Capiro

Isaac Aliaga^{a,*}, Frank Velásquez-Barreto^b, Julio Amaya^a, Raúl Siche^a

^a. Escuela De Post Grado - Universidad Nacional de Trujillo, Av Juan Pablo Segundo, Trujillo, Perú

^b Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Huancavelica, Comunera, Acobamba, Huancavelica, Perú

*Autor para correspondencia: inaliagabarrera@hotmail.com (I. Aliaga).

Recibido 17 abril 2016. Aceptado 08 junio 2016

RESUMEN

Este trabajo se realizó en el distrito de Paca, en el anexo de Chuclu y laguna (Jauja), en el distrito de Zapallanga (Huancayo) y en el distrito de Mito (Concepción) durante la campaña agrícola 2013 - 2014 en suelos con diferentes pH y altitudes, con el objetivo de determinar si el pH del suelo influye en el contenido de azúcares reductores, sólidos totales y calidad en la fritura de los tubérculos de papa variedad Capiro (color, sabor y crujencia). Para la calidad de fritura se utilizaron tubérculos de papa Capiro con un peso 50 ± 10 g de cada tubérculo y una longitud de 15 ± 1 cm y grosor de $6,0 \pm 0,5$ cm de diámetro, la determinación de azúcares reductores se realizó por el método DNS (3,5 ácido dinitrosalicílico) y para la determinación de la calidad de fritura de las hojuelas de papa se utilizó un panel de jueces semientrenados y para la evaluación sensorial una prueba de aceptación con escala hedónica de 4 puntos. El análisis de suelos para las localidades dio un rango de pH de 4,89 a 7,79; materia orgánica de 3,5 a 5,3%; contenido de nitrógeno de 14,4 a 17,0%; contenido en fósforo de 12,8 a 14,6 ppm y la concentración de potasio de 160,4 a 175,1 ppm. El porcentaje de azúcares reductores en los tubérculos de papa fue de 0,199 a 0,466%; sólidos totales de 22,20 a 25,96 %. Al realizar el análisis estadístico solo se mostró diferencia significativa ($p < 0,05$) para la variable azúcares reductores y sólidos totales, en relación a la calidad de fritura solo mostró diferencia significativa la variable sensorial color. Se concluye que existe influencia del pH sobre el contenido de azúcares reductores, sólidos totales y calidad de fritura de la papa Capiro, siendo necesario para cumplir con los requisitos de la calidad de fritura un pH próximo a 7.

Palabras clave: *Solanum tuberosum*, Capiro, Azúcares reductores, Sólidos totales, calidad de fritura.

ABSTRACT

This work was done in the district of Paca, in the annex to Chuclu and Lagoon (Jauja), in the district of Zapallanga (Huancayo) and in the district of Myth (Concepcion) during the crop year 2013-2014 in soils with different pH and altitudes, in order to determine if soil pH affects the content of reducing, total sugars and solid quality frying potato tubers variety Capiro (color, flavor and crunchiness). For quality frying potato tubers, they were used Capiro weighing 50 ± 10 g of each tuber and length of 15 ± 1 cm and thickness of 6.0 ± 0.5 cm in diameter, reducing sugars determination was performed by the DNS (3,5-dinitrosalicylic acid) method for determining the quality of fried potato chips semi-trained judges panel was used and for sensory evaluation, a hedonic acceptance test with four-point scale. Soil testing for localities gave a pH range of 4.89 to 7.79, organic material 3.5 to 5.3%; nitrogen content from 14.4 to 17.0%, phosphorus content of 12.8 to 14.6 ppm and the concentration of potassium 160.4 to 175.1 ppm. The percentage of reducing sugars in potato tubers was 0.199 to 0.466%, total solids of 22.20 to 25.96%. When performing statistical analysis only significant difference ($p < 0.05$) to the variable total reducing sugars and solid, in relation to the quality of frying only it showed significant difference sensory color variable was shown. It is concluded that there is influence of pH on the content of reducing, total sugars and solid quality frying potato Capiro, being necessary to meet the quality requirements frying a pH of 7.

Keywords: *Solanum tuberosum*, Capiro, reducing sugars, total solids, frying quality.

1. Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los principales cultivos del valle del Mantaro y por ende de nuestro país, y considerado

como alimento básico en la dieta diaria de la población. En la actualidad es imposible imaginar una alimentación sin la presencia de este tubérculo preparadas en sus diversas

formas. En nuestro país el mayor consumo de papa es en estado fresco, ya que la mayoría de variedades no cuentan con los requisitos de calidad que exigen las industrias procesadoras.

La reacción del suelo es una característica de la solución del suelo condicionada por las concentraciones de iones H^+ (hidrógeno) y OH^- (oxidrilo), la proporción de iones hidrógeno y oxidrilos de la solución del suelo determina el grado de acidez o alcalinidad (Zavaleta, 1992). Según Echevarria y Sainz (2005), la disponibilidad de nutrientes es afectada por el pH, como ejemplo el Fósforo (P) que no se encuentra disponible a pH ácido y siendo un elemento de gran importancia, debida a su intervención en el proceso de fotosíntesis. Ciereszko *et al.*, (1998), menciona que, el pH del suelo influye indirectamente en la disponibilidad de fósforo provocando de esa manera el incremento de la actividad de la Sacarosa Sintasa el que provocara la acumulación de azúcares reductores en las vacuolas de las células. también provoca la acumulación de compuestos nitrogenados como arginina, lisina, asparragina, glutamina y prolina (Robe, 1990) aminoácidos que presentan grupos aminos que reaccionan con el grupo carbonilo de los azúcares reductores de los tubérculos al ser fritas a altas temperaturas, provocando la reacción de Maillard u oscurecimiento en la fritura bajando la calidad del mismo.

Jonasson y Olsson (1994) reportan que, el color de las papas procesadas a altas temperaturas es dependiente del contenido de azúcares reductores cuyo incremento da resultado al enmarronamiento de las hojuelas denominado reacción de Maillard, su elevado contenido está asociado con un intenso color oscuro y sabor amargo. Niveles de 0,25 a 0,30% de azúcares reductores por peso fresco son las concentraciones máximas que debe presentarse en los tubérculos para ser utilizados (Ato, 1986 y Woolfe, 1987). Los azúcares reductores que se encuentran presentes en el tubérculo de la papa son la glucosa y la fructosa, la correlación promedio de sus concentraciones varia de 0,84 a 0,98% (Woolfe, 1987)

Moreno (2000) sostiene que, el contenido de materia seca determina el rendimiento del producto (que puede oscilar entre el 25% y el 33%). El contenido ideal es de 25% en el

caso de papas fritas referidas a materia fresca en caso contrario dejarían de ser comerciales. Desafortunadamente, el nivel del contenido de materia seca está limitado. En vista de la falta de conocimiento en el efecto del pH sobre la composición química de papas de los andes como materia prima para la elaboración de hojuela fritas se planteó el objetivo de evaluar la influencia del pH de los suelos de la Sierra Central en la calidad industrial de hojuelas de *Solanum tuberosum* L. variedad Capiro "papa".

2. Materiales y métodos

Para las determinaciones analíticas se utilizó Fenol, 3,5 ácido dinitrosalicílico, glucosa, Sal de Rochelle todas provenientes de Sigma Aldrich; un espectrofotómetro marca Única, una estufa marca Selecta, un pH metro marca Orion, Balanza analítica marca Sartorius y una campana desecadora de sílica gel.

Toma de muestras de suelo para el análisis

Se utilizaron quince sub-muestras siguiendo en zigzag dentro de cada área definida para la respectiva investigación, dichas sub-muestras se colocarán en un recipiente plástico, luego de recolectadas las quince muestras se mezclan y se toma un kilogramo de la muestra para ser enviada al laboratorio de suelos con su respectiva identificación. En la Provincia de Huancayo se escogieron las siguientes localidades (Tabla 1):

Tabla 1. Localidades utilizadas como tratamientos para cada determinado pH

Suelos (localidad)	Ph	Tratamiento	Altitud (msnm)
Mito (Concepción)	4,89 ± 0,10	1	3 762
Paca (Jauja)	6,70 ± 0,12	2	3 332
Zapallanga (Huancayo)	7,10 ± 0,13	3	3 250
Laguna (Jauja)	7,79 ± 0,10	4	3 495

A cada una de ellas se realizó en análisis de pH por el método potenciométrico que consistió en colocar una muestra de 10 g de suelo homogenizado en 100 mL, posteriormente, se filtró en papel con algodón y se colocó el sensor del pH metro, dando como resultado la medida del pH. También se realizaron otras mediciones como el contenido de materia orgánica, NPK (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), los cuales se desarrollaron por el método turbidimétrico.

Fase de campo**a. Preparación del terreno**

Se realizó volteado surcado del terreno en forma mecanizada con tractor agrícola.

b. Fertilización

La fertilización con una fórmula 180-220-180 kg/ha de N, P₂O₅ K₂O respectivamente, se utilizó las siguientes fuentes: Nitrato de amonio (33% de N) Fosfato diamónico, (46% de P₂O₅ y 18% de N), Cloruro de potasio, (60% de K₂O). Los fertilizantes se mezclaron y se aplicaron al fondo del surco. El 50% de N y el 100% P₂O₅ y K₂O se aplicaron al momento de la siembra y el 50% del N restante se aplicó en el primer aporque.

c. Siembra

Inmediatamente después de la fertilización se pasó a la siembra de los tubérculos en el campo, la siembra se realizó en forma manual con un distanciamiento de 0,90 m entre surcos, entre plantas de 0,30 m.

d. Riegos

Los riegos se hicieron cada 7 días durante los dos primeros meses, posteriormente las lluvias hicieron que ese periodo se alargara un poco más a riegos cada 15 días.

f. Deshierbos

Se efectuaron dos deshierbos en forma manual con ayuda de azadones, picotas, para favorecer el desarrollo del cultivo.

e. Aporque

El aporque se realizó la séptima semana después de la plantación, y se incorporó el 50% de nitrógeno restante, labor ejecutada en forma manual con azadones y picotas para favorecer el desarrollo del cultivo.

g. Control fitosanitario

Se hicieron aplicaciones para controlar "gorgojo de los andes" *Premnotrypes* sp. "padre curo", *Epicauta* sp, que atacaron al cultivo durante su periodo vegetativo. Se realizaron dos aplicaciones de Carbofuran (50 mL/20 litros de agua).

Además se realizó la aplicación de fungicida para prevenir enfermedades como *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans*.

h. Cosecha

Se realizó en forma manual utilizando picotas, planta por planta tratando de no dañar los tubérculos, evitando mezclas, después se realiza las evaluaciones respectivas.

Muestras de papa

Se colectó de cada localidad una muestra al azar de 100 tubérculos con un peso

aproximado de 50 ± 10 g de cada tubérculo, una longitud de 15 ± 1 cm y grosor de 6,0 ± 0,5 cm de diámetro.

Contenido de Sólidos Totales (%)

Se siguió en siguiente procedimiento.

-Se pesó ±2g de muestra (previamente trituración) en una placa Petri y se colocó en la estufa a 105°C por 3 horas. Se enfrió en una campana desecadora con sílica gel hasta temperatura ambiente y se pesó. Se determinó el porcentaje de materia seca mediante la ecuación 1 y 2.

$$\% \text{Humedad} = 100 * P / m \dots \dots \dots (1)$$

$$\% \text{ST} = 100\% - \% \text{Humedad} \dots \dots \dots (2)$$

Donde: P = pérdida de peso en g y m = peso de la muestra en g.

Determinación de azúcares reductores

Se utilizó el método propuesto por Silva *et al.* (2003) y Miller (1959) con ciertas modificaciones.

Preparación del ácido 3,5- Dinitrosalicílico (DNS)

Se preparó una solución de 300 mL al 4,5% de NaOH y se adicionó a 880 mL de una solución al 1% de ácido dinitrosalicílico y 255 g de tartrato de sodio y potasio. Se preparó a siguiente solución: a 10 g de fenol cristalino y se adicionó 22 mL de NaOH a 10% y 10 g de bisulfito de sodio y se completó 100 mL. Estas soluciones se mezclaron hasta que el tartrato de sodio y potasio se disuelva completamente. Se conservó en un frasco ámbar en la refrigeradora, hasta su posterior uso.

Determinación de la curva de calibración

Se preparó una solución patrón de 540 µg de glucosa (54 mg de glucosa y enrasar a 100 mL con agua destilada). Se adicionaron alícuotas de 0,3; 0,5; 0,8 y 1,0 mL a cuatro tubos de ensayo previamente rotulados. Se adicionó 2,0 mL de DNS en cada tubo. Luego se adicionó 1,9; 1,7; 1,4 y 1,2 mL, respectivamente, de agua destilada, y se obtuvo una solución de 4,2 mL para todos los tubos. Posteriormente se preparó un blanco con 2,2 mL de agua y 2.0 mL de DNS. Se agitaron los tubos y se colocaron en un baño María a 80 °C por 6 minutos y se enfriaron en agua corriente. Se realizó la lectura de absorbancia a 540 nm en un espectrofotómetro UV-Visible (marca Génesis), se realizó la curva de calibración mediante la absorbancia vs concentración.

Determinación de la concentración de azúcares reductores

Los tubérculos de papa previamente lavados, fueron pelados y cortados y posteriormente se colocaron en un mortero y se desintegraron hasta obtener una pasta homogénea y se extrajo una muestra de 10 g de esta pasta, se colocó en una fiola de 100 mL y se enrasó con agua destilada. Se extrajo una muestra de 1 mL de esta solución y se adicionó 2,0 mL de DNS y 1,2 mL de agua destilada. Posteriormente se preparó un blanco con 2,2 mL de agua y 2,0 mL de DNS. Se agitaron los tubos y se colocaron en un baño María a 80 °C por 6 minutos y se enfriaron en agua corriente. Se realizó la lectura de absorbancia a 540 nm. Se determinó el contenido de azúcares reductores mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{AR} = \frac{(\text{Abs}-\text{B})-a}{b \times \text{M}} \times 10 \dots\dots\dots (3)$$

Dónde %AR; Porcentaje de azúcares reductores; Abs: Absorbancia de la muestra; B: Absorbancia del blanco; M: Peso de muestra (g); a: Intercepto de la curva de calibración; b: Pendiente de la curva de calibración.

Análisis sensorial de hojuelas de papa

Se realizó una evaluación sensorial a 12 tubérculos seleccionados de cada localidad donde se instaló el trabajo de investigación, los cuales fueron lavados, cortados y posteriormente colocados en la freidora por un tiempo de 3 minutos a una temperatura de 170 °C. Se evaluó el color, sabor y crujencia de las hojuelas fritas con la finalidad de comprobar si existía alguna relación con los resultados de análisis de azúcares reductores y sólidos totales, la evaluación estuvo conformada por 15 panelistas no entrenados de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Huancavelica. Para el análisis se realizó una prueba de aceptación con escala hedónica de cuatro puntos de desarrollado de la siguiente manera para la calificación de los jueces:

Color: Amarillo claro con manchas marrones (1), Amarillo claro (2), Crema (3) y Blanco cremoso (4); Sabor: Muy bueno (1), Bueno (2), Regular (3) y Malo (4);

Crujencia: Muy agradable (1), Agradable (2), Poco agradable (3) y Nada agradable (4). Posteriormente se realizó en Análisis de varianza en un diseño completamente al azar para el contenido de azúcares reductores y sólidos totales y un diseño de bloques completamente al azar para el color, sabor y crujencia; ya que, la calificación de los jueces tiene variabilidad y se consideró como un bloque.

3. Resultados y discusión

En la Tabla 2 se muestra el resultado del análisis de suelo realizado a las muestras de las localidades utilizadas para los ensayos; mostrándose que el pH va de 4,89 a 7,79; siendo el más bajo (4,89) para el suelo de la localidad de Mito y el más alto (7,79) para la localidad Laguna Paca. En relación al contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio se mantuvo en las mismas concentraciones para las localidades evaluadas. Según Thompson (1998), menciona que además de los cinco factores que interviene en la formación del suelo, la estación del año, las prácticas de cultivo, el horizonte muestreado, el contenido hídrico en el momento muestreado y la técnica utilizada para determinar el pH. En la Tabla 3 se aprecia que el tratamiento 4 (Laguna - Paca, pH = 7,79 y 3495 msnm) ocupa el primer lugar con un promedio de 0,199%, siendo los niveles aceptables para el procesamiento de 0,20 - 0,30% de azúcares reductores por peso fresco (Ato, 1986 y Woolfe, 1987), superando estadísticamente a los demás tratamientos, en el último lugar se encuentra el tratamiento 1 (Mito pH = 4,89 y 3 762 msnm) con un promedio de 0,466% indicando mala calidad de hojuelas, ya que el color de las papas procesadas a altas temperaturas (175 °C) es dependiente del contenido de azúcares reductores, cuyo incremento da como resultado al color enmarronado, denominado reacción de Maillard, su elevado contenido está asociado con un intenso color oscuro y sabor amargo (Jonasson 1996), este resultado se da en ambos casos.

Tabla 2. Resultados del análisis de suelo realizados a las localidades del departamento de Junín

Localidad	pH	Materia orgánica (%)	Nitrógeno (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (ppm)
Mito	4,89 ± 0,10	3,5 ± 0,51	17,0±0,38	13,8 ± 0,67	160,4 ± 2,2
Chuclu-Paca	6,70± 0,12	4,2 ± 0,43	15,1± 0,54	14,6 ± 0,45	175,1 ± 1,2
Zapallanga	7,10± 0,13	5,3 ± 0,62	16,4 ± 0,48	12,8 ± 0,56	167,3 ± 1,8
Laguna-Paca	7,79± 0,10	4,8 ± 0,58	14,4 ± 0,42	13,2 ± 0,47	169,2 ± 2,6

En los resultados obtenidos se observa que el pH del suelo ha influido de manera indirectamente en la disponibilidad de fósforo provocando de esa manera la concentración de azúcares reductores (glucosa) a través del incremento de la actividad de la sacarosa sintasa que según (Ciereszko *et al.*, 1998), menciona que bajo condiciones de insuficiencia de fósforo esta enzima presenta mayor actividad degradativa sobre la sacarosa que provoca la acumulación de azúcares reductores en las vacuolas de las células. Por otro lado (Robe, 1990), reporta que dicha deficiencia también provoca acumulación de compuestos nitrogenados como arginina, lisina, asparagina, glutamina y prolina, aminoácidos que presentan grupos aminos que reaccionan con el grupo carbonilo de los azúcares reductores de los tubérculos al ser fritas a altas temperaturas, provocando la reacción de Maillard. Al realizar en análisis de varianza (Tabla 3), se aprecia en efecto significativo del pH sobre el contenido de azúcares reductores de los tubérculos de papa ($p < 0,05$).

La localidad de Mito (pH = 4,89) presentando un alto contenido de azúcar reductor; por lo tanto, la calidad de fritura no es buena. Lo contrario sucede en la localidad de Laguna Paca (pH = 7,79) mostrando una concentración adecuada de azúcares reductores para el procesamiento industrial, debido a la disponibilidad de elementos que ayudan al desarrollo adecuado de las plantas durante su desarrollo, evitando de esa manera la formación de azúcar reductor por encima de los valores aceptados (0,20% y 0,24 %) (Gomes y Wong, 1998), el otro factor que tuvo gran influencia es la altitud a través de la temperatura y luminosidad, que reciben las plantas durante el día, factor que induce la función de los cloroplastos a desencadenar una serie de reacciones en las que interviene el CO₂ y el agua que ayudan a la formación de los diferentes tipos de azúcares entre ellas los reductores que pasan a formar parte de los tubérculos.

En la Tabla 3, la prueba de significación para promedios del contenido de materia seca en los tubérculos según Tukey, se observa que, el tratamiento 4 (Laguna Paca, pH = 7,79) que ocupa el primer lugar con un promedio de 25,96% respectivamente, supera a los demás tratamientos, contenido de materia

seca que es aceptado para la industrialización oscilan de 25% a 33% (Moreno, 2000), contenidos por debajo de estos estándares dan lugar a productos con deformaciones y menor número de hojuelas por tubérculo, contenidos por encima de estos estándares también son un problema, ya que dan productos con textura astillosa; este resultado obtenido se debe a la influencia del pH del suelo, ya que esta característica del suelo influye en la disponibilidad de nutrientes como el fósforo, elemento de gran importancia, que ejerce una función de control en los procesos fotosintéticos y metabolismo de carbohidratos, una concentración externa baja de fósforo inorgánico en el estroma del cloroplasto, disminuye la síntesis de almidón Azabache (2003).

Tabla 3. Resultados obtenidos para las variables evaluadas a diferentes pH del suelo

pH	Variable	Valor	Valor p
4,89	Azúcares reductores (%)	0,466 ^a ± 0,011 ^b	1,8 x 10 ⁻⁸
6,7		0,338 ^a ± 0,007 ^b	
7,1		0,288 ^a ± 0,010 ^b	
7,79		0,199 ^a ± 0,015 ^b	
4,89	Sólidos totales (%)	22,50 ^a ± 0,14 ^b	1,46 x 10 ⁻⁹
6,7		22,20 ^a ± 0,12 ^b	
7,1		24,21 ^a ± 0,07 ^b	
7,79		25,96 ^a ± 0,16 ^b	
4,89	Color	1,73 ^a ± 0,79 ^b	5,08 x 10 ⁻⁶
6,7		2,86 ^a ± 0,64 ^b	
7,1		2,93 ^a ± 0,70 ^b	
7,79		2,80 ^a ± 0,67 ^b	
4,89	Sabor	2,33 ^a ± 0,72 ^b	0,344
6,7		2,66 ^a ± 0,72 ^b	
7,1		2,73 ^a ± 0,70 ^b	
7,79		2,66 ^a ± 0,61 ^b	
4,89	Crujencia	2,80 ^a ± 0,77 ^b	0,633
6,7		2,66 ^a ± 0,72 ^b	
7,1		2,53 ^a ± 0,51 ^b	
7,79		2,73 ^a ± 0,45 ^b	

^a Promedio; ^b Desviación standard.

Los promedios del contenido de materia seca varían de 25,96 % (Laguna Paca pH= 7,79) a 22,50 % (Mito, pH = 4,89). Estos resultados obtenidos fueron afectados por las condiciones ambientales extremas que presenta el tratamiento 1 (Mito) y tratamiento 2 (Chuclu Paca); es por ello que, presentan los menores contenidos de materia seca en los tubérculos debido probablemente a la influencia del pH, así como la altitud, factores que afectan la fotosíntesis. Al realizar en análisis de varianza (Tabla 3), se aprecia en efecto significativo del pH sobre el contenido sólidos totales de los tubérculos de papa ($p < 0,05$).

En relación a la calidad de fritura de los tubérculos de papa Capiro, solo el color tuvo un efecto significativo ($p < 0,05$), lo cual no aconteció con el sabor y la crujencia (Tabla 3). Estas diferencias se deben a la variabilidad entre los jueces, en dos variables como el sabor y la crujencia; sin embargo, en el color es más perceptible que otras dos variables sensoriales evaluadas; el tratamiento con la variable color menos aceptado fue el tratamiento 1 (Mito pH = 4,98), con una puntuación de los jueces de 1,73; que da una cloración amarronada y esta tiene relación al alto contenido de azúcares reductores (0,466%).

4. Conclusiones

Existe influencia del pH sobre el contenido de azúcares reductores, sólidos totales y calidad de fritura de la papa Capiro, siendo necesario para cumplir con los requisitos de la calidad de fritura un pH próximo a 7.

Referencias

Ato, M. 1986. Efecto del almacenaje con ventilación natural sobre la calidad de cultivares de papa nacional". Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. UNALM. Lima-Perú.
 Azabache, A. 2003. Fertilidad de suelos Facultad de Agronomía. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo – Perú.

Ciereszko, I; Zambrzycka, A; Rychter, A. 1998. Sucrose hydrolysis in vean roots (*Phaseous vulgaris* L.) under phospate deficiency. Plant Sci 133: 139-144.
 Echevarria, H; Sainz, R. 2005. Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos. Editorial INTA. Buenos aires Argentina.
 Gomes, R; Wong, D. 1998. Procesamiento de la Papa Revista Agro Ecológica Indoagro. 1 (5). Lima-Perú.
 Jonasson, T.; Olsson, K., 1994. The influence of glycoalkaloids, chlorogenic acid and sugars on the susceptibility of potato tubers to wireworm. Potato Research 37(2): 205-216.
 Moreno, J. 2000. Calidad de la papa para usos industriales. CORPOICA. Colombia.
 Robe, J. 1990. Fertilidad de Suelos. Facultad de Agronomía – Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú.
 Silva, R.; Monteiro, V.; Alcanfor, J.; Elaine Meire Assis; Asquieri, E. 2003. Comparação de métodos para a determinação de açúcares reductores e totais em mel. Ciencia Tecnologia Alimentos 23 (3): 337-341.
 Thompson, K.; Bakker, J.P.; Bekker, R.M.; Hodgson, J.G. 1998. Ecological correlates of seed persistence in soil in the north-west European flora. J Ecol 86: 163–169. Woolfe, J. 1987. The potato in the human diet" Cambridge University Press. Cambridge. London.
 Zavaleta, A. 1992. Edafología. Facultad de Agronomía. Universidad Agraria La Molina. Lima-Perú.
 Miller, G. 1959. Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. Analytical Chemistry 31 (3): 426-428.

