

Artículo original

Avance sobre el estudio de la composición físico-química de las papas nativas (*Solanum tuberosum* L) de tierras altas de Los Andes de Venezuela

Approach to a study about the physicochemical composition of native potatoes (*Solanum tuberosum* L) from the Venezuelan high Andes

Rial Leandra¹, Flórez-López Isabel², Ablan-Bortone Elvira Rosa^{1*}.

¹Departamento Ciencia de los Alimentos, Facultad de Farmacia y Bioanálisis. ²Facultad de Ingeniería. Universidad de Los Andes. Mérida 5101, República Bolivariana de Venezuela.

Recibido enero 2011 - Aceptado septiembre 2011

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados preliminares de la caracterización fisicoquímica de papas de variedades nativas, producto de sistemas de cultivo ancestrales en los Andes venezolanos, así como de una comercial (Granola). También se analizó la harina de papa nativa con el propósito de conocer su contenido de proteínas y de ceniza. Los valores de la gravedad específica y la materia seca fueron superiores (1,100 y más de 26 g/100 g de papa, respectivamente) para las papas nativas, con diferencias estadísticamente significativas en relación a la variedad comercial ($p < 0,05$). No se encontraron diferencias significativas en el contenido de azúcar y almidón entre las papas nativas y la comercial ($p < 0,05$). La harina elaborada con papa nativa presentó baja composición en proteína (inferior a 5 g/100 g en base húmeda) en relación a la elaborada a partir de la variedad comercial.

PALABRAS CLAVE

Papas, almidón, azúcares reductores, sólidos totales, cultivos andinos, harina de papa, Granola, Arbolona Negra, papa Rosada.

ABSTRACT

This paper describes a preliminary study on some physicochemical variables related with the commercial quality of potatoes. Several native varieties were considered, resulting from ancestral crop systems of the Venezuelan high Andes, as well as a commercial variety (Granola). Also analysis of potato flour was performed in order to evaluate its protein and ash

content. The results show that the specific gravity and dry matter content were significantly higher (1,100; above 26 g per 100g of edible portion respectively), for the native potatoes compared to the commercial variety ($p < 0.05$). Non significant differences were found for reducing sugars and starch ($p < 0.05$). Compared with the control variety, native potato flour shows a lower protein content (less than 5 g per 100g of edible portion).

KEY WORDS

Potatoes, starch, reducing sugars, total solids, Andean crops, potato Flour Granola, Black Arbolona, Pink potato.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la presente investigación fue hacer un primer aporte al conocimiento sobre la composición de papas nativas de Los Andes en el Estado Mérida, Venezuela. El término "papas nativas" hace referencia a aquellas muestras de papa rescatadas en el páramo venezolano, que tienen una historia de consumo previo a la explotación comercial del cultivo basada en la importación masiva de semillas de los años 70 en adelante. Hasta que no se realice el análisis de algunos marcadores moleculares el hecho de que sean "autóctonas" queda sin dilucidar. Estas papas pudieran ser cualquiera de las dos subespecies de *Solanum tuberosum* L., o estar presentes ambas, puesto que aún no hay suficiente evidencia de su identidad molecular [1]. Tienen en común su total ausencia dentro de los sistemas productivos intensivos empresariales, y su presencia puntual en huertas de familias campesinas y de pequeños productores. Entre sus principales

*Correspondencia al autor: ablan@ula.ve, revfarm@ula.ve y revfarm@hotmail.com.

cualidades está, aparte de una alta diversidad en sabores y texturas, su capacidad para permanecer en los terrenos (“Tinopós”) y en almacenamiento, sin deteriorarse durante largos periodos [2].

En esta región se produce y comercializa en particular, la variedad alemana conocida como Granola, mientras que Atlantic, Sebago y Kennebec, mejores para frituras que para cocción, son sembradas en los estados Lara, Monagas y Aragua.

El principal componente de la papa es el agua, oscilando este valor entre 72 y 75 %. Los carbohidratos constituyen entre 16 y 20 %, que corresponde básicamente al contenido de almidón. La proteína representa entre el 2% y 2,5%; y la fibra alimentaria el 1 y 1,8% encontrada sobre todo en la peridermis [3]. Los lípidos son una fracción insignificante (alrededor de 0,1%). Del contenido de minerales (cenizas 0,9 %), destaca la presencia de calcio, zinc, cobre, sodio, hierro, fósforo, magnesio y sobre todo, potasio. También posee una gran cantidad de vitaminas hidrosolubles, tales como, la vitamina C y algunas del complejo B [3,4].

Las características de la papa para procesamiento son distintas a las exigidas para el consumo fresco. Sin embargo, su uso industrial como el culinario, va a depender de las características genéticas de las variedades, las cuales también están influenciadas por las condiciones ambientales y el manejo agronómico: temperatura presente durante el ciclo de crecimiento de la planta, precipitación y/o sistema de riego usado, tipo de suelo, fertilización química y orgánica empleada, época y forma de la eliminación del follaje y especialmente, la madurez del tubérculo [5]. El contenido de materia seca y de almidón en papas se relaciona con los valores de gravedad específica (GE). Existen ecuaciones para correlacionar la GE con el contenido de materia seca, así como también, correlacionar la GE con el contenido de almidón, dado que éste representa entre el 60 y el 80% de la materia seca en la papa [6]. El contenido de azúcares reductores es de suma importancia, en particular, en la obtención de productos procesados, ya que aunque no es un defecto en sí mismo, las altas concentraciones de estos compuestos afectan algunas características organolépticas, como el color (oscurecimiento) y el sabor amargo de los productos procesados, por ejemplo, las frituras. Las condiciones que inducen el oscurecimiento, causadas por la reacción no enzimática de Maillard, son las mismas que provocan la producción de acrilamida durante muchas de las transformaciones industriales de los alimentos [7,8]. La cantidad de azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa) depende de la variedad y momento de cosecha de las papas y de las

bajas temperaturas de almacenamiento. Temperaturas menores a 10 °C provocan un oscurecimiento cuando las papas se procesan como “chips”. En particular su almacenamiento entre 1,1 y 2,2°C, induce un aumento importante en el contenido de azúcares, comenzando por los reductores [9]. La industria requiere de variedades de papa con un contenido de azúcares reductores inferior al 0,1 % (en base húmeda) cuando el tubérculo se utiliza para la producción de hojuelas y en todo caso, resultan inaceptables valores por encima de 0,33% [5].

El trabajo cuyos resultados se presentan, forma parte de un proyecto más amplio que promueve el rescate y la revalorización de las variedades de papa nativas y del conocimiento campesino que permitió desde tiempos ancestrales su incorporación a sistemas de producción otrora sustentables [10,2].

La hipótesis de base de este estudio fue que estas variedades de papas nativas tienen una composición química distinta a la de las comerciales, lo cual podría contribuir a su diferenciación desde el punto de vista comercial y nutricional en relación a las variedades comúnmente encontradas. También se procedió al análisis de la harina de papa con el propósito de conocer su contenido de proteínas y de ceniza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo: Se analizaron dos variedades de papa nativa (Arbolona Negra y papa Rosada), provenientes de tres fincas identificadas por las siglas de los nombres de sus propietarios IP, RH y BT, ubicadas en la población de Gavidia (3.000-3.600 msnm) dentro del Parque Nacional Sierra Nevada en el Estado Mérida, y una papa comercial (Granola), recolectada en una finca de la Asociación de Productores Integrales del Páramo (Proinpa) en los alrededores de la población de Mucuchíes, municipio Rangel, estado Mérida (2.893 msnm), todas recolectadas durante los meses de enero a marzo de 2006. El muestreo fue aleatorio simple. El diseño muestral no es balanceado por cuanto no fue posible obtener el mismo número de réplicas. Para la identificación de las variedades, selección de la mejor semilla disponible, multiplicación en campo y monitoreo de las respuestas frente a las medidas de manejo aplicadas, se implementó la metodología participativa denominada “parcelas de aprendizaje mutuo” en las tres fincas seleccionadas [11]. El análisis físico-químico de las papas se realizó en el Laboratorio de Físico-química de Alimentos de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de los Andes.

Una vez en el laboratorio, las muestras fueron lavadas con agua corriente y posteriormente secadas a

temperatura ambiente por aproximadamente 24 horas. Se seleccionaron tubérculos uniformes en tamaño, forma, color y libres de daños físicos y aparentemente sanos.

En primer lugar fueron analizadas 12 muestras de Arbolona Negra, 3 de Rosada y 4 de Granola en los siguientes parámetros: azúcar, materia seca, cenizas, pH, almidón, gravedad específica y sólidos solubles totales. Con relación a la harina de papa se analizaron humedad, cenizas y proteínas.

Determinación de la Gravedad Específica (GE):

Las papas se seleccionaron al azar, dividiéndolas en partes aproximadamente iguales en peso (del orden de 750 g cada porción) y se determinó la GE mediante el método Mosehin [12]. La muestra fue colocada en una bolsa de malla y se pesó en una balanza OHAUS XE-4100 (Denver Instrument, EUA), siendo este valor el peso de los tubérculos en el aire, luego se introdujo la malla conteniendo las papas en un envase completamente lleno de agua y se tomó el peso en el agua manteniendo el saco con las papas totalmente sumergidas. La diferencia corresponde a la pérdida de peso aparente en el agua, que es el peso del agua desalojado según el principio de Arquímedes y se calcula de acuerdo con la ecuación siguiente: $GE = \text{Peso en aire} / (\text{Peso en aire} - \text{Peso en agua})$.

Preparación de las muestras para la realización del análisis físico-químico:

Se hicieron análisis físico-químicos tanto a las papas frescas, como a la harina de papa.

Para el análisis en fresco, se trabajó con doce muestras de Arbolona Negra de aproximadamente 750 g cada una, tres de Rosada y cuatro de Granola, las papas que conformaron cada muestra fueron seleccionadas al azar. Luego de lavadas, secadas y peladas, se trituraron inmediatamente de manera homogénea en un procesador de alimentos (Oster®) para hacer las determinaciones de materia seca, pH, ceniza y sólidos solubles totales. Cada muestra se analizó por duplicado.

Para la preparación de las muestras de la harina de papa se colocaron de 100 a 120 g de tubérculos triturados en una bandeja de aluminio para facilitar el proceso de secado en estufa entre 40 y 50 °C por durante 48 a 72 horas, hasta alcanzar peso constante, luego se molieron hasta transformarlas en una harina homogénea en un procesador de alimentos (Oster®).

Análisis físico-químico.

a.- De muestras frescas de papa

Determinación de materia seca: El porcentaje de materia seca se determinó gravimétricamente a 3 g de muestra mediante desecación en estufa (Memmert Alemania) a 100 -105 °C, hasta peso constante,

siguiendo el método descrito por la Association of Official Analytical Chemist (AOAC) [13]. Este análisis se hizo de la misma manera para la harina de papa, siendo expresado el resultado en términos de porcentaje de humedad.

Determinación de cenizas: Se incineraron 3 g de muestra directamente en llama hasta la desaparición de vapores blancos, luego se llevó a la mufla modelo Heraus Tipo MR 170 (Hanau, Alemania) a 550 °C, hasta obtener las cenizas y por diferencia de peso se calculó el % de cenizas [13]. Este análisis se hizo de la misma manera para la harina de papa.

Determinación de pH: Se hizo de acuerdo a la norma Covenin [14] siguiendo el procedimiento para alimentos sólidos, colocando 10 g de muestra con 90 mL de agua destilada en un vaso de precipitado de 200 mL, una vez homogeneizada la muestra con el procesador de alimentos, se filtró y se hizo la determinación entre 20-25 °C con un analizador de pH (Hanna modelo 211 EUA).

Determinación de sólidos solubles totales: Se siguió el método refractométrico luego de preparar la muestra de acuerdo con la norma COVENIN [15]. Los sólidos solubles expresados en grados Brix se obtuvieron directamente de la lectura en el refractómetro de Abbe (Kyowa, Japón) después de 1 min.

b.- De harina de papa

Determinación de proteínas: Según el Método oficial de macro Kjeldahl (sistema automatizado) se pesó exactamente entre 1 y 2 g de muestra con un factor de conversión para la proteína de 6,25 [13]

Determinación de azúcares reductores: Según el método de Ting [16] con ciertas modificaciones en las diluciones para poder hacer la lectura en el espectrofotómetro disponible. Se estableció la curva patrón midiendo las absorbancias a diferentes concentraciones de la solución madre de glucosa, preparada con 0,1 g de glucosa anhidra en 100 mL de benzoato de sodio al 0,1%. A 3 g de muestra de harina de papa, se le añadió 30 mL de etanol 80%, sometiéndolo a reflujo durante 1 h a 80°C. Seguidamente se procedió a filtrar con papel de filtro N°1 en balones de 50mL, enrasándolo con alcohol 80%. De esta disolución (A) se tomó una alícuota de 1mL a la cual se le agregó 19mL de agua destilada (B). De B se tomó una alícuota de 1 mL, se le adicionó 5mL de ferrocianuro alcalino. Esto fue llevado a baño de María por 30 min, y después de enfriar se adicionó 10mL de ácido sulfúrico 2 N, agitando suavemente hasta desprendimiento de los gases. Finalmente se agregó 4 mL del reactivo de Nelson, para posteriormente hacer la lectura de la absorbancia en el espectrómetro Spectronic 20 (Milton Roy Company, EUA) a 745nm [12].

Determinación de almidón: Se realizó según el método Schmieder y Keeney [17] modificado. Se estableció la curva patrón a partir de una solución madre de almidón seco (100 mg aforando a 100 mL con solución de CaCl_2 600g/700mL agua). A 0,1 g de muestra de harina de papa colocada en tubos, se le añadió 10 mL de agua destilada, 2 mL de metanol 80%, se agitó vigorosamente durante 15 min, se centrifugó durante 10 min a 10.000 rpm, se descartó el sobrenadante y se recuperó el sedimento con 10 mL de CaCl_2 a la misma concentración, se llevó a baño de María durante 30 min en tubos sin tapa, se trasvasó a balones de 100 mL y se aforó con H_2O destilada, se filtró en filtros tipo Whatman N° 41 en folios de 100 mL; se tomó 1 mL del filtrado aforándolo en balones de 10 mL, se agregó 0,1 mL de solución de Lugol, justo antes de hacer la lectura en el espectrofotómetro Spectronic 20 (Milton Roy Company, EUA) a 600 nm [18].

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico R [19]. Los datos se expresaron sobre la base de los valores promedio y desviación estándar. Se realizó el análisis de varianza a los resultados para ver la significación estadística. Los datos que resultaron estadísticamente diferentes, se sometieron a la prueba de comparación de medias HSD de Tukey, para un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0,05$) permitiendo establecer los grupos homogéneos en las diferentes variables estudiadas.

RESULTADOS

Los resultados se muestran en las tablas 1, 2 y 3.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en términos de azúcares reductores ni de almidón entre las tres variedades, tampoco para pH o sólidos solubles totales. Con respecto a la materia seca y GE, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre Granola y las demás papas. Rosada y Arbolona Negra fueron equivalentes para ambas variables.

La ceniza de Arbolona Negra fue significativamente diferente a la de Granola y la Rosada, mas no se encontraron diferencias entre la de Rosada y Granola.

En la tabla 3 se aprecian los resultados de humedad, cenizas y proteínas en las muestras de harina de papa analizadas, así como los valores correspondientes a una harina de papa de referencia [20]. En términos de los dos últimos parámetros indicados, todas las variedades resultaron diferentes. Con respecto a humedad, entre Granola y Rosada no se detectaron diferencias estadísticamente significativas, pero sí entre la Arbolona Negra y Rosada y entre Granola y

la Arbolona Negra.

Se observa que el contenido de proteínas tanto en la harina elaborada con papa Granola, como en la de la referencia indicada, fue superior al contenido de proteínas de la harina que se elaboró con papas nativas.

TABLA 1

Análisis de azúcares reductores, materia seca, ceniza y almidón de la papa fresca (valores expresados en g/100 g de papa fresca)

Variedad	Azúcares reductores (g/100 g)	Materia Seca (g/100g)	Ceniza (g/100g)	Almidón (g/100g)
Arbolona Negra	0,24 ± 0,05 ^a	26,7 ± 1,30 ^a	0,69 ± 0,07 ^a	19,7 ± 2,91 ^a
Granola	0,19 ± 0,07 ^a	23,24 ± 1,84 ^b	0,83 ± 0,04 ^{bc}	18,75 ± 0,21 ^a
Papa Rosada	0,24 ± 0,05 ^a	28,06 ± 0,77 ^{ac}	0,81 ± 0,02 ^c	21,51 ± 0,82 ^a

Valores con la misma letra son estadísticamente similares ($p < 0,05$).

TABLA 2

Análisis de pH, gravedad específica y sólidos solubles totales a las papas frescas.

Variedad	pH	Gravedad Específica	Sólidos Solubles Totales (° Brix)
Arbolona Negra	6,23 ± 0,15 ^a	1,1 ± 0,01 ^a	5,02 ± 0,61 ^a
Granola	6,32 ± 0,10 ^a	1,08 ± 0,01 ^b	5,08 ± 0,21 ^a
Papa Rosada	6,17 ± 0,03 ^a	1,1 ± 0,00 ^{ac}	4,83 ± 0,14 ^a

Valores con la misma letra son estadísticamente similares ($p < 0,05$).

TABLA 3

Valores porcentuales de humedad, cenizas y proteínas de las muestras de harina de papa y de una harina tomada como referencia [20].

Harina elaborada a partir de	Humedad (g/100g base húmeda)	Cenizas (g/100g base húmeda)	Proteínas (g/100g base húmeda)
Arbolona Negra	12,08 ± 1,17 ^a	2,36 ± 0,25 ^a	4,42 ± 0,43 ^a
Granola	10,00 ± 0,57 ^b	3,25 ± 0,08 ^b	7,41 ± 1,04 ^b
Papa Rosada	11,12 ± 0,53 ^{ab}	2,83 ± 0,06 ^c	3,46 ± 0,03 ^c
Papa [17]	10,9	5,2	6,4

Valores con la misma letra son estadísticamente similares ($p < 0,05$).

DISCUSIÓN

La materia seca, tanto de la variedad comercial, como de las nativas fue superior a la de otras variedades, incluyendo a papas mejoradas reportadas en la literatura, como por ejemplo la desarrollada por CORPOICA denominada MARY cuyo contenido promedio de materia seca es de 21,96%, con una variación que

depende de la localidad donde se siembre [21, 22]. En cuanto a la GE y la materia seca, vistas en conjunto, se aprecia que las variedades nativas presentaron valores superiores y estadísticamente diferentes de la papa comercial. El comportamiento observado sigue lo establecido en la literatura, es decir para altos contenidos de materia seca, es alta la GE. Como la GE representa un indicador del contenido de materia seca y por lo tanto de almidón en papas, la tendencia señalada se hubiese esperado en términos de almidón ya que este constituye entre el 60 y el 70% del total de la materia seca, pero no fue así, ya que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en ese parámetro. A diferencia de otros trabajos no se encontró la correlación entre GE y almidón por lo que se requieren otros estudios para verificar ese comportamiento [6].

Tanto la papa comercial, como las nativas, mostraron una composición en azúcares reductores estadísticamente similar e inferior al 0,33% (base húmeda), el contenido de sólidos solubles totales encontrado en las tres variedades ratificó esta observación, es decir no hubo diferencias significativas entre los tres valores de sólidos solubles totales. Se apreció un valor superior en el contenido de azúcares reductores de Arbolona Negra y Rosada con relación a la de Granola. Este hecho pudiera estar relacionado con la baja temperatura de la zona de producción de las nativas que se encuentra a una mayor altitud y riesgo de heladas que la zona de producción de la papa comercial. En efecto, tal como ha sido señalado en la literatura [9], las bajas temperaturas conducen a un incremento en el contenido de azúcares, en especial reductores.

Los valores de cenizas, tanto en las variedades nativas como en la comercial (inferiores a 0,83 g/100 g de papa), llaman la atención por ser mucho más bajos que los reportados en la literatura. La tabla de composición de alimentos peruana, presenta un valor entre 1 y 1,1 g/100 g de alimento [20]; en la tabla venezolana de composición de alimentos la variedad reportada tiene 0,9 g/100 g [4]. Este hecho probablemente está asociado al bajo contenido mineral del suelo, condición que sería de esperarse en las variedades nativas por no recibir el sustrato ningún aporte de nutrientes, aunque debiera corroborarse con los análisis de suelo respectivos. La acidez de los suelos pudiera también contribuir con la interpretación de los valores de pH encontrados en todas las variedades de papa, que fueron ligeramente inferiores a los reportados en la literatura, los cuales varían desde 6,55 hasta 6,74 [18, 23].

Con relación a la harina de papa, el contenido de proteínas de la obtenida a partir de las papas nativas fue inferior al de la variedad comercial pero también fue inferior al reportado por la tabla peruana de

composición de alimentos [20]. Esto pudiera deberse a que las variedades nativas son producidas en sistemas de cultivos de baja intensidad (una cosecha por año, sin riego) en los que no se emplean insumos para la fertilización. En efecto, la literatura reporta el incremento significativo del nitrógeno total con la aplicación de éste y fósforo, aunque también ese contenido se ve afectado por la variedad, las prácticas de cultivo, el clima y la ubicación de la parcela [21].

CONCLUSIONES

1.- Los resultados son una primera aproximación al conocimiento de la composición de la papa nativa de los altos andes venezolanos, producto que, a diferencia de las variedades de papa comerciales y mejoradas, ha sido poco estudiado en Venezuela.

2.- El contenido de materia seca de las variedades nativas hace de este producto un recurso alimentario de interés por su mayor aporte energético para la población que la consume.

3.- El contenido en azúcares reductores fue superior al de la variedad comercial, aunque está dentro de los parámetros aceptados por la agroindustria.

4.- Los valores de cenizas, indicativos del contenido mineral del producto, fueron inferiores a los reportados en la literatura.

5.- La harina de papa de las variedades nativas tuvo un bajo valor en proteínas, inferior al reportado para las variedades comerciales.

RECOMENDACIONES

Se recomienda:

1.- Continuar el estudio una vez que se hayan incorporado mejoras en la calidad de la semilla, lo que se está haciendo a través de la reintroducción de vitroplantas limpias generadas en el Laboratorio de Cultivos in vitro de la Facultad de Ciencias (ULA). Esto permitirá conocer mejor las potencialidades del cultivo que en los actuales momentos se produce de manera marginal (sin fertilización, en suelos de baja calidad, etc).

2.- Incorporar al estudio el análisis de macro y micro nutrientes del suelo y considerar la evaluación de las distintas variedades en un mismo tipo de suelo.

3.- Incrementar el número de muestras tratadas, haciendo los análisis a lo largo de varias cosechas, es decir de varios años.

AGRADECIMIENTOS

Al CDCHT por su financiamiento a través del

Proyecto CDCHT FA-387-06-01-B, a Fundacite-Mérida por su apoyo y financiamiento al proyecto “Rescate del circuito agroalimentario de las papas nativas de Los Andes de Venezuela” (Mérida 2006), a la Profesora Anne Marie Valera (Laboratorio postcosecha del Núcleo Rafael Rangel, ULA-Trujillo) y a la Prof. Maria Dolores Sánchez (Departamento Ciencia de Alimentos, Facultad de Farmacia y Bioanálisis - ULA) por colaborar generosamente transmitiéndonos sus experiencias, a la Profesora Magdiel Ablan por su contribución en el manejo de los datos y a la profesora Licia Romero (ICAE, ULA) por hacernos compartir su visión del alto páramo andino venezolano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Boscán, K. Un aporte para la caracterización de las papas nativas merideñas. [Trabajo Especial de Grado de Maestría. Postgrado en Biología Celular] Mérida: Universidad de Los Andes; 2009. p 231.

[2] Romero L, Monasterio M. Papas Negras, papas de páramo. Un pasivo socioambiental de la modernización agrícola en Los Andes de Venezuela. ¿Es posible recuperarlas?. Boletín Antropológico. 2005; 23(64): 107-138.

[3] Woolfe J. The potato in the human diet. Ed. Cambridge University Press (Cambridge); 1987. p 8-48.

[4] Tabla de composición de alimentos para uso práctico. Instituto Nacional de Nutrición. Publicación No. 54. Serie Cuadernos Azules. Caracas-Venezuela 2001.

[5] Hasbún J, Esquive P, Brenes A, Alfaro I. Propiedades fisicoquímicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. Agronomía Costarricense: Revista de Ciencias Agrícolas. 2009; 33(1): 77-89.

[6] Alvarado JD, Aguilera JM. Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos. Ed Acribia S.A. (Zaragoza); 2001, p 21-23.

[7] Amrein TM, Bachmann S, Noti A, Biedermann M, Ferraz Barbosa M, Biedermann-Brem S et al. Potential of Acrylamide Formation, Sugars, and Free Asparagine in Potatoes: A Comparison of Cultivars and Farming Systems. J. Agric. Food Chem. 2003; 51 (18):5556–5560.

[8] Biedermann-Brem S, Noti A, Grob K, Imhof D, Bazzocco D, Pfeifferle A. How much reducing sugar may potatoes contain to avoid excessive acrylamide formation during roasting and baking?. European Food Research and Technology. 2003; 217(5): 369-373.

[9] Loyola N, Thornton R. E, Hiller L. et

al. Influencia del almacenamiento en atmósfera controlada sobre el contenido de azúcares totales y reductores de papas cv Ranger Russet . Agro Surr. online `2003 dec. [cited 2010 Dec 07]; 31(2) :1-14. Available from: <<http://mingaonline.uach.cl/scielo>.

[10] Monagas A. Recuperación de las semillas de las papas negras andinas. Revista Investigación. 2010; 20:35-37.

[11] Romero, L. La recuperación de las papas nativas en los páramos de Mérida y la búsqueda de una interdisciplinariedad vivificante. Simposio: Herramientas de Gestión, Manejo y Conservación. PARAMUNDI, 2do Congreso Mundial de Páramos. 2008; Loja, Ecuador.

[12] Gil R, Olmos G. Comparación de métodos para la determinación de algunos parámetros de calidad de los tubérculos de papa. Variedad Granola y Lirio Rojo. [Tesis de grado]. Trujillo: Universidad de Los Andes-Núcleo Rafael Rangel, Venezuela; 1998.

[13] Association of Official Analytical Chemist (AOAC). Official Methods of Analysis. 18th Edition, 2005. Washington, USA.

[14] COVENIN. Alimentos. Determinación del pH. (Acidez iónica). Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 1315-79. Caracas, Venezuela: Fondonorma; 1979. 7pp

[15] COVENIN. Frutas y productos derivados. Determinación de sólidos solubles por refractometría. Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN 924-83. Caracas, Venezuela: Fondonorma; 1983. 21pp.

[16] Ting S. Rapid colorimetric methods for simultaneous determinations of total reducing sugar and fructose in citrus juice. Agric. and Food Chemistry. 1956; 4 (3): 263-266.

[17] Schmieder RL, Keeney PG. Characterization and quantification of starch in cocoa beans and chocolate products. Journal of Food Science. 1980; 45:555-557.

[18] Salazar M, Zambrano J, Valecillos H. Evaluación del rendimiento y características de calidad de trece clones avanzados de papa (*Solanum tuberosum* L.). Agricultura Andina. 2008; 14 (1): 101-117.

[19] R Development Core Team: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2010 URL <http://www.R-project.org/>.

[20] Tablas Peruanas de composición de alimentos. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Salud. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, Lima 2009, 70 p. (www.ins.gob.pe)

[21] Braun H, Rezende Fontes PC, Finger FL,

Busato C, Cecon P C . Carboidratos e matéria seca de tubérculos de cultivares de batata influenciados por doses de nitrogênio. *Ciênc. Agrotec. online* `2010, [cited 2010 dec 07], 34 (2) : 285-293 Available from: <<http://www.scielo.br/scielo>.

[22] Moreno Mendoza J, Ceron Lasso M , Zapata JL, Peña Villasmil LA. Corpoica Mary variedad de

papa mejorada de alto rendimiento para consumo en fresco y procesamiento en hojuelas. *Revista Innovación y cambio tecnológico.* 2006; 4 (4):1-7.

[23] Montilla, M., Herrera, R., Monasterio, M. Micorrizas vesículo-arbusculares en parcelas que se encuentran en sucesión-regeneración en los Andes tropicales. *Suelo y Planta.* 1992; 2: 59-70.