

Evaluación de características de calidad de clones promisorios y variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.)

Evaluation of quality characteristics of promising clones and potato varieties (*Solanum tuberosum* L.)

Avaliação de características de qualidade de clones promissores e variedades de batata (*Solanum tuberosum* L.)

Norkys Marilyn Meza^{1*}, Hugo Omar Ramírez Guerrero² y
Beatriz Margarita Daboín Leon¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Correos electrónicos: norkysmeza@gmail.com, daboinb@gmail.com. ²Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Correo electrónico: hramirez@ucla.edu.ve.

Resumen

El consumo mundial de papa (*Solanum tuberosum* L.) está cambiando de papa fresca a productos procesados. En Venezuela, el consumo per cápita es alrededor de 16 kg, de los cuales el 28% es de forma procesada. El mercado de papa pre-frita congelada en el país es satisfecho mayoritariamente por la importación de la variedad Atlantic que se adapta al proceso y proporciona un producto rentable, aceptable y uniforme. Las causas que justifican el reducido uso de papa nacional para procesamiento industrial son: alta variabilidad (debida a condiciones climáticas y manejo agronómico), poca disponibilidad de variedades y falta de estudios sobre la calidad de los productos procesados. Se evaluaron las características químicas de los clones 399101-1, 397079-6, 391047-34, 393612-1, 391047-34 y las variedades Granola y Tibusay establecidos en la Cristalina, estado Trujillo, Venezuela, a una altitud de 2800 msnm. El diseño experimental correspondió a bloques al azar con cuatro repeticiones. Las variables químicas evaluadas fueron pH, biomasa seca, gravedad específica, acidez titulable, °brix, azúcares reductores y almidón. La variable pH mostró diferencias significativas ($P < 0,05$) en los diferentes tratamientos, mientras que en el porcentaje de biomasa seca y la gravedad específica no se observaron diferencias significativas. La biomasa seca varió entre 18,1 y 20,38% mientras que la gravedad específica fue de $1,07 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ para todos los materiales. En general, los clones evaluados

Recibido el 03-08-2017 • Aceptado el 15-03-2018

*Autor de correspondencia. Correo electrónico: norkysmeza@gmail.com.

desarrollaron tubérculos con acidez titulable y con contenido de sólidos totales ideales para el procesamiento, lo que los convirtió en materiales promisorios para la industria nacional.

Palabras clave: *Solanum tuberosum*, clones, procesamiento, calidad, agroindustria.

Abstract

World consumption of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) is changing from fresh potatoes to processed products. In Venezuela, per capita consumption is about 16 kg, of which 28% is processed. The market for frozen pre-fried potatoes in the country is mostly satisfied by the import of the Atlantic variety that adapts to the process and provides a profitable, acceptable and uniform product. The causes that justify the reduced use of domestic potato for industrial processing are: high variability (due to climatic conditions and agronomic management), low availability of varieties and lack of studies on the quality of processed products. The chemical characteristics of the clones 399101-1, 397079-6, 391047-34, 393612-1, 391047-34 and the Granola and Tibusay clones established in the Cristalina, Trujillo state, Venezuela, at an altitude of 2800 masl were evaluated. The experimental design corresponded to random blocks with four replicates. The chemical variables evaluated were pH, dry biomass, specific gravity, titratable acidity, °brix, reducing sugars and starch. The pH variable showed significant differences ($P < 0.05$) in the different treatments, while in the dry biomass percentage and the specific gravity no significant difference was observed. The dry biomass varied between 18.1 and 20.38%, while the specific gravity was $1.07 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ for all materials. In general, the clones evaluated developed tubers with titratable acidity and total solids content ideal for processing, which made them promising materials for the domestic industry.

Key words: *Solanum tuberosum*, clones, processing, quality, agribusiness.

Resumo

O consumo mundial de batatas (*Solanum tuberosum* L.) está mudando de batatas frescas para produtos processados. Na Venezuela, o consumo per capita é de cerca de 16 kg, dos quais 28% são processados. O mercado de batata pré-frita congelado no país é principalmente satisfeito pela importação da variedade Atlântica que se adapta ao processo e fornece um produto rentável, aceitável e uniforme. As causas que justificam o uso reduzido de batatas nacionais para processamento industrial são: alta variabilidade (devido a condições climáticas e manejo agrônomico), baixa disponibilidade de variedades e falta de estudos sobre a qualidade dos produtos processados. As características químicas dos clones 399101-1, 397079-6, 391047-34, 393612-1, 391047-34 e as variedades Granola

e Tibisay establecidas en La Cristalina, estado Trujillo, Venezuela, a uma altitude de 2800 msnm foram avaliadas. O desenho experimental correspondeu a blocos aleatórios com quatro repetições. As variáveis químicas avaliadas foram pH, biomassa seca, gravidade específica, acidez titulável, °brix, açúcares redutores e amido. A variável pH mostrou diferenças significativas ($P < 0,05$) nos diferentes tratamentos, enquanto na porcentagem de biomassa seca e gravidade específica, não foram observadas diferenças significativas. A biomassa seca variou entre 18,1 e 20,38%, enquanto a gravidade específica foi de 1,07 g·cm⁻³ para todos os materiais. Em geral, os clones avaliados desenvolveram tubérculos com acidez titulável e teor total de sólidos ideal para processamento, o que os tornou materiais promissores para a indústria nacional.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*, clones, processamento, qualidade, agroindústria.

Introducción

En Venezuela la papa (*Solanum tuberosum* L.) es el principal cultivo en el renglón de raíces y tubérculos, reportándose un consumo de 13,5 kg persona⁻¹ (Gutiérrez *et al.*, 2008). En el marco del convenio del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) con el Centro Internacional de la Papa (CIP), desde 1984 hasta el presente, se han ingresado clones promisorios y variedades de papa para su evaluación en las regiones paperas del país. La papa posee atributos relevantes para la salud y los consumidores manifestaron que requieren adquirir en el mercado un producto que satisfaga las expectativas de textura, sabor y valor nutricional (Rodríguez *et al.*, 2010).

Con respecto al conocimiento de las características físicas y químicas y las cualidades nutricionales de la papa, estas constituyen un importante apoyo a los trabajos de mejoramiento hortícola, pues permite identificar la contribución de este tubérculo a la dieta alimentaria de la población

Introduction

In Venezuela the potato (*Solanum tuberosum* L.) is the main crop in the line of roots and tubers, reporting a consumption of 13.5 kg persona⁻¹ (Gutiérrez *et al.*, 2008). Under the agreement of the National Institute of Agricultural Research (INIA) with the International Potato Center (CIP), from 1984 to the present, promising clones and potato varieties have been entered for evaluation in the potato crops's regions of the country. The potato has relevant attributes for health and consumers stated that they need to acquire a product in the market that satisfies the expectations of texture, flavor and nutritional value (Rodríguez *et al.*, 2010).

With respect to the knowledge of the physical and chemical characteristics and the nutritional qualities of the potato, these constitute an important support to the horticultural improvement works, because it allows to identify the contribution of this tuber to the diet of the population and contribute criteria

y aportar criterios para definir los posibles usos industriales de los diferentes clones y variedades que se cultivan en el país. Sumado a lo expuesto, al indagar las variables de calidad en los clones de papa 392639-1, 393194-27, 393194-1, LT8-TPS 113 y la variedad Granola, se encontró que los valores de la gravedad especifican oscilaron entre 1,05 y 1,07 g·cm⁻³, valores que le dieron al tubérculo aceptable estructura interna (suavidad) y externa (firmeza) lo que los hizo ideales para el procesamiento industrial (Meza y Valera, 2007b).

Asimismo, Meza y Valera (2008), caracterizaron física y químicamente los clones de papa 393371-159, 393085-5, 391011-17, 393280-57 y 393371-58 manifestando que todos los materiales presentaron adecuada gravedad específica y bajo contenido de azúcares reductores, variables de calidad ideales para la industria. Por lo anteriormente señalado, el estudio consistió en evaluar las características de calidad de siete materiales de papa en el campo Experimental La Cristalina, parroquia Monseñor Carrillo, municipio Trujillo, estado Trujillo, Venezuela.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en Venezuela, en el campo Experimental La Cristalina, ubicado en la parroquia Monseñor Carrillo, municipio Trujillo, estado Trujillo, ubicada a 09°17'17" N y 70°22'36" O, a 2800 msnm. La zona de Trujillo se caracterizó por poseer temperaturas promedios mínimas

to define the possible industrial uses of the different clones and varieties that are grown in the country. In addition to the above, when investigating the quality variables in potato clones 392639-1, 393194-27, 393194-1, LT8-TPS 113 and the Granola's variety, it was found that the values of gravity specified ranged from 1.05 and 1.07 g·cm⁻³, values that gave the tuber acceptable internal structure (softness) and external (firmness) which made them ideal for industrial processing (Meza and Valera, 2007b).

In addition, Meza and Valera (2008), they characterized, physically and chemically, the clones of potatoes 393371-159, 393085-5, 391011-17, 393280-57 and 393371-58, demonstrate that all the materials presented adequate specific gravity and low reducers sugar content, ideal quality variables for the industry. Therefore, the study consisted of evaluating characteristics of the quality of seven potato materials in the Experimental La Cristiana's field, Monseñor Carrillo parish, Trujillo County, Trujillo state, Venezuela.

Materials and methods

The experiment was carried out in Venezuela, in the Experimental La Cristalina field, located in the Monseñor Carrillo parish, Trujillo County, Trujillo state, located at 09°17'17" N and 70°22'36" W, at 2800 masl. The area of Trujillo was characterized by having minimum and maximum average temperatures of 9 to 16 °C, relative humidity of 80% and average rainfall of 33 mm (Table

y máximas de 9 a 16 °C, humedad relativa de 80% y precipitaciones promedio de 33 mm (cuadro 1). Las características observadas en el suelo se encuentran en el cuadro 2.

Descripción del material experimental

Los cinco clones promisorios de papas evaluados fueron: 393612-1, 391047-34, 391002-6, 397079-6 y 399101-1, provenientes del CIP y las

1). The characteristics observed in the soil can be found in table 2.

Description of experimental material

The five promising potato clones evaluated were: 393612-1, 391047-34, 391002-6, 397079-6 and 399101-1, from the CIP and the Tibisay and Granola potato's varieties as controls. The former belong to population B, characterized by resistance to the

Cuadro 1. Registros mensuales promedio de las condiciones meteorológicas durante el desarrollo del cultivo en el Campo experimental La Cristalina, estado Trujillo, año 2011.

Table 1. Average monthly records of weather conditions during the development of the crop in the “La Cristalina” experimental field, Trujillo state, year 2011.

Variable	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
T. max (°C)	16,10	16,70	16,00	15,30	15,00
T. min (°C)	9,20	9,20	9,20	9,00	8,10
HR (%)	80,40	78,40	79,50	83,60	75,60
Ppt (mm)	44,40	39,60	38,80	32,40	9,60
Ra (mm·d ⁻¹)	15,30	15,10	14,30	13,20	12,70
Rs (mm·d ⁻¹)	7,30	8,80	6,90	5,50	6,50

T= temperatura; HR= humedad relativa; Ppt = precipitación; Ra= radiación extraterrestre; Rs=radiación solar. Fuente: MPPA, 2011.

Cuadro 2. Características del suelo de la localidad de La Cristalina.

Table 2. Characteristics of the soil in the area of La Cristalina.

Localidad	pH	MO (%)	K (ppm)	P (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	CE 1:5 ds m ⁻¹	Textura
La Cristalina (Trujillo)	4,2	10,83	60	<4	11	13	0,10	Franca

variedades de papa Tibusay y Granola como testigos. Los primeros pertenecen a la Población B, caracterizados por presentar resistencia a la enfermedad causada por *Phytophthora infestans*, denominada candelilla tardía mientras que Tibusay es una variedad venezolana que posee mediana resistencia a la enfermedad y Granola de origen alemán es altamente susceptible. Estos clones de papa están compuestos por genes de *S. tuberosum* subespecie *tuberosum* y *S. tuberosum* subespecie *andigena* provenientes de Perú y Bolivia, además de tener la base en esta combinación de subespecies, han sido potenciados con el aporte de otras especies silvestres con genes de resistencia a enfermedades y plagas. En el cuadro 3, se presenta el origen de los clones de papa evaluados, enviados por el CIP y las características principales de acuerdo al tubérculo (CIP, 2009).

Se utilizó un diseño experimental en bloques completamente al azar con cuatro repeticiones y siete tratamientos (cinco clones y dos variedades), el área experimental estuvo conformada por 28 parcelas, con un área efectiva de 4,80 m²; cada parcela quedó conformada por cuatro hileras de 3 m de longitud espaciadas a 0,80 m x 0,30 m y se sembraron 10 tubérculos/hilera⁻¹. La unidad de muestreo estuvo formada por las dos hileras centrales del área experimental.

Variables evaluadas

La caracterización química se efectuó utilizando 2 kg de muestra por cada tratamiento y se llevaron a cabo en el laboratorio de poscosecha de la Universidad de los Andes, Núcleo

disease caused by *Phytophthora infestans*, called late candelilla, while Tibusay is a Venezuelan variety with medium resistance to the disease and Granola (German origin) is highly susceptible. These potato clones are composed of genes from *S. tuberosum* subspecies *tuberosum* and *S. tuberosum* subspecies *andigena* from Peru and Bolivia, further having the base in this combination of subspecies, they have been potentiated with the contribution of other wild species with genes from resistance to diseases and pests. On the table 3, shows the origin of the evaluated's potato clones, sent by the CIP and the main characteristics according to the tuber (CIP, 2009).

A completely randomized experimental block's design was used with four replications and seven treatments (five clones and two varieties), the experimental area was made up of 28 plots, with an effective area of 4.80 m²; each plot consisted of four rows of 3 m long spaced at 0.80 m x 0.30 m and 10 tubers·row⁻¹ were planted. The sampling unit was formed by the two central rows of the experimental area.

Variables evaluated

The chemical characterization was carried out using 2 kg of sample for each treatment and were carried out in the post-harvest laboratory of the Universidad de Los Andes, Rafael Rangel center, Trujillo state, as quoted below:

pH: was measured in samples of ground pulp using an EMS pH meter potentiometer, according to AOAC (2000).

Cuadro 3. Parentales de los cinco clones promisorios de papa evaluados en la localidad de La Cristalina, estado Trujillo, Venezuela.

Table 3. Parents of the five promising potato clones evaluated in the town of La Cristalina, Trujillo state, Venezuela.

Número CIP	♀ Progenitor femenino	♂ Progenitor masculino	Características principales
CIP 397079-6	386768.10 (María tambaña)	392820.1 (C93.154)	Clon promisorio. Tubérculos oblongos, piel (epidermis) lisa blanco crema, ojos (yemas) superficiales, pulpa (parénquima reservante) crema.
CIP 391047-34	386209-10	387338-3	Clon promisorio. Tubérculos redondeados, piel (epidermis) lisa y blanco crema, ojos (yemas) superficiales y pulpa (parénquima reservante) amarilla.
CIP 399101-1	391213-1	388972-22	Clon promisorio. Tubérculos redondeados, piel (epidermis) lisa y blanco crema, ojos (yemas) superficiales y pulpa (parénquima reservante) crema.
CIP 391002-6	386209-1	386206-4	Clon promisorio. Tubérculos oblongos, piel (epidermis) blanco crema, ojos (yemas) superficiales, pulpa (parénquima reservante) crema.
CIP 393612-1	DXY-10	DXY-7	Clon promisorio. Tubérculos oblongos, piel (epidermis) lisa amarilla, ojos (yemas) superficiales, pulpa (parénquima reservante) amarilla.

Fuente: CIP (2009), elaboración propia.

Rafael Rangel, estado Trujillo, según se cita a continuación:

pH: se midió en muestras de pulpa triturada utilizando un potenciómetro pH Meter marca EMS, según AOAC (2000).

Biomasa seca: se determinó por medio de secado de una muestra de 50 g aproximadamente de tejido de los tubérculos, en una estufa con ventilación forzada a 75 °C hasta llegar a biomasa constante (AOAC, 2000).

Gravedad específica: expresada en gcm⁻³, correspondió a la biomasa

Dry biomass: was determined by drying a sample of approximately 50 g of tuber tissue in an oven with forced ventilation at 75 °C until reaching constant biomass (AOAC, 2000).

Specific gravity: expressed in gcm⁻³ corresponded to the biomass of the tubers compared to the biomass of the same in a volume of water. To determine the specific gravity, 3 kg of tubers were weighed for each clone and placed in mesh bags, weighed in a balance, this value corresponds to the biomass of the tubers in the air, then the potato mesh was introduced in a

de los tubérculos comparado a la biomasa de los mismos en un volumen de agua. Para determinar la gravedad específica se pesaron 3 kg de tubérculos por cada clon y se colocaron en bolsas de malla, se pesaron en una balanza, correspondiendo este valor a la biomasa de los tubérculos en el aire, luego se introdujo la malla de papa en un envase con agua hasta el tope y se tomó la biomasa en el agua manteniendo el saco con las papas sumergidas totalmente, con un espejo de agua en la parte superior de la malla (Díaz *et al.* 2008)

Acidez titulable: se determinó utilizando 10 g de la pulpa triturada de papa de cada tratamiento, a la cual se le añadió 25 mL de agua destilada titulándose potenciométricamente con NaOH 0,1 N, hasta alcanzar un pH de 8,1.

Sólidos solubles totales (SST): se detectó en el sobrenadante de 10 g de muestra de papa triturada y centrifugada a 3000 rpm por 10 min. Se colocaron 2 gotas del sobrenadante del material centrifugado sobre el prisma del refractómetro ABBE MARK II modelo 10495, y se tomaron las lecturas después de 1 min; el resultado se expresó en °Brix luego de la corrección por temperatura.

Azúcares reductores: la cuantificación se realizó en el parénquima reservante liofilizado de muestras representativas de los tubérculos por cada material. Del material liofilizado se utilizaron duplicados de 100 mg, y se sometió a reflujo con una mezcla de etanol y agua (80:20), a 80 °C durante 1 hora. El extracto alcohólico frío se filtró al

container with water to the top and the biomass was taken in the water keeping the sack with the potatoes completely submerged, with a water mirror in the upper part of the mesh (Díaz *et al.*, 2008).

Titratable acidity: was determined using 10 g of the crushed potato pulp of each treatment, to which 25 mL of distilled water was added, potentiometrically titrating with 0.1 N NaOH, until reaching a pH of 8.1.

Total soluble solids (SST): 10 g of crushed potato sample was detected in the supernatant and centrifuged at 3000 rpm for 10 min. Two drops of the supernatant of the centrifuged material were placed on the prism of the ABBE MARK II refractometer model 10495, and the readings were taken after 1 min; the result was expressed in °Brix after correction for temperature.

Reducing sugars: the quantification was carried out in the lyophilized reservoir parenchyma representative samples of the tubers for each material. 100 mg duplicates were used from the lyophilized material and refluxed with a mixture of ethanol and water (80:20) at 80 °C for 1 hour. The cold alcoholic extract was filtered under vacuum, with a membrane of 0.45 µm and concentrated in a rotary evaporator (40 to 60 °C), diluted in distilled water (25 mL), to then measure the reducing sugars by the technique of Ting (1956) and the result was expressed in mg.g⁻¹ of dry biomass (DB).

Starch: it was quantified in 0.1 g in the lyophilized reservoir parenchyma using CaCl₂ for its extraction, according to Schmieler and Keeney

vacío, con una membrana de 0,45 μm y se concentró en un rotavapor (40 a 60 $^{\circ}\text{C}$), se diluyó en agua destilada (25 mL), para luego medir los azúcares reductores mediante la técnica de Ting (1956) y el resultado se expresó en $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ de biomasa seca (bs).

Almidón: se cuantificó en 0,1 g en el parénquima reservante liofilizado utilizando CaCl_2 para su extracción, según Schmieder y Keeney (1980); el resultado se expresó en $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ de biomasa seca (bs).

Para el procesamiento de los datos experimentales se realizó un análisis de la varianza y la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey; analizados mediante el paquete estadístico INFOSTAC versión 2008 (INFOSTAC, 2008).

Resultados y discusión

El análisis físico-químico de las diferentes variedades y clones de papa se resume en el cuadro 4. La variable pH mostró diferencias significativas ($P<0,05$) en los diferentes tratamientos, mientras que en el porcentaje de biomasa seca y la gravedad específica no se observaron diferencias significativas. En relación al pH, los valores fluctuaron entre 5,8 para el clon 393612-1 y 6,37 para la variedad Tibusay. Al respecto, Martínez (2004) reportó 6,10; 6,38 y 6,23 de pH para el consumo fresco en las variedades de papa Agria, Hermes e Innovator, respectivamente. Zambrano *et al.* (2010) reportaron valores de pH que oscilaron entre 6,51 para el clon 393258-44 y 6,74 para el clon 393194-1 en la localidad

(1980); the result was expressed in $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ of dry biomass (DB).

For the processing of the experimental data, an analysis of the variance and Tukey's multiple averages comparison test were performed; analyzed using the statistical package INFOSTAC version 2008 (INFOSTAC, 2008).

Results and discussion

The physical-chemical analysis of the different potato varieties and clones is summarized in table 4. The pH variable showed significant differences ($P<0.05$) in the different treatments, while in the percentage of dry biomass and the specific gravity no significant differences were observed. In relation to pH, the values fluctuated between 5.8 for clone 393612-1 and 6.37 for the Tibusay variety. In relation of this, Martínez (2004) reported 6.10, 6.38 and 6.23 of pH for fresh consumption in the potato varieties Agria, Hermes and Innovator, respectively. Zambrano *et al.* (2010) reported pH values that ranged from 6.51 for clone 393258-44 and 6.74 for clone 393194-1 in the town of Marajabú; and in Cabimbú, the pH values were 6.93 and 6.58 for clones 393160-3 and 393258-49, respectively.

The dry biomass varied between 18.1 and 20.38% while the specific gravity was $1.07 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ for all materials. Thybo *et al.* (2000) and Seminario *et al.* (2017), indicated that dry biomass was an important contributor of texture in cooked potatoes; similarly, the CIP (2010) pointed out that the percentage of

Cuadro 4. pH, porcentaje de biomasa seca y gravedad específica de las variedades y clones de papa.**Table 4. pH, percentage of dry biomass and specific gravity of potato varieties and clones.**

Tratamientos	pH	Biomasa seca	
		(%)	Gravedad específica ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)
Granola	6,08 c	19,75 a	1,07 a
393612-1	5,80 b	19,45 a	1,07 a
391047-34	6,08 b	19,80 a	1,07 a
399101-1	6,15 b	20,38 a	1,07 a
391002-6	6,12 b	20,18 a	1,07 a
397079-6	6,34 a	19,30 a	1,07 a
Tibisay	6,37 a	18,10 a	1,07 a
Significancia	*	ns	ns

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas ($P < 0,05$).

de Marajabú; y en la localidad de Cabimbú los valores de pH fueron de 6,93 y 6,58 para los clones 393160-3 y 393258-49, respectivamente.

La biomasa seca varió entre 18,1 y 20,38% mientras que la gravedad específica fue de $1,07 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ para todos los materiales. Thybo *et al.* (2000) y Seminario *et al.* (2017) manifestaron que la biomasa seca fue un importante contribuyente de la textura en papas cocidas; asimismo, el CIP (2010) señaló que el porcentaje de biomasa seca y de gravedad específica estaban altamente correlacionados y fueron dos maneras alternativas de estimar el contenido sólido de los tubérculos, ambas variables fueron un indicativo de la calidad de procesamiento y cocción.

Con respecto a lo anterior, Meza y Valera (2007a) encontraron

dry biomass and specific gravity were highly correlated and were two alternative ways of estimating the solid content of the tubers, both variables were indicative of the quality of processing and cooking.

According to the above, Meza and Valera (2007a) found similar values of specific gravity in clones 392639-1, 393194-1 and LT8-TPS-11. Ojeda *et al.* (2010) determined that the Kennebec variety was adequate for obtaining dehydrated products, since it had a specific gravity of $1.09 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. In relation to the Granola commercial variety, the results obtained in this research coincided with the results indicated by Rodríguez *et al.* (2009) regarding the specific gravity and percentage of dry biomass. Ojeda *et al.* (2010) considered that the best materials for processing were those

valores similares de gravedad específica en los clones 392639-1, 393194-1 y LT8-TPS-11. Ojeda *et al.* (2010) determinaron que la variedad Kennebec fue la adecuada para la obtención de productos deshidratados, ya que presentó una gravedad específica de 1,09 g·cm⁻³. Con respecto a la variedad comercial Granola, los resultados obtenidos en esta investigación coincidieron con los resultados indicados por Rodríguez *et al.* (2009) en cuanto a la gravedad específica y porcentaje de biomasa seca. Ojeda *et al.* (2010) consideraron que los mejores materiales para procesamiento, fueron aquellos con gravedad específica superior a 1,010 g·cm⁻³ por su mayor rendimiento y menor absorción de aceite; además, Kleinkopt *et al.* (1987) precisaron que los tubérculos con alta gravedad específica mostraron excelente calidad industrial y fueron deseables porque acumularon menos azúcares durante el almacenamiento. Con relación al contenido de biomasa seca, Zambrano *et al.* (2010) expresaron que en tres ambientes de almacenamiento de clones promisorios (± 25 , 10 y 5 °C) se destacó el clon 393180-10, mostrando valores de 22,82; 22,50 y 23,73% de biomasa seca, respectivamente; mientras que el clon 392639-1 exhibió los menores valores.

Otro de los componentes con gran influencia sobre la calidad de los productos procesados fue el porcentaje de acidez titulable, los sólidos solubles totales, el contenido de azúcares reductores y almidón, en el cual, los azúcares reductores se relacionaron con la textura y el almidón con el color

with specific gravity higher than 1.010 g·cm⁻³ due to its higher yield and lower oil absorption; in addition, Kleinkopt *et al.* (1987) stated that tubers with high specific gravity showed excellent industrial quality and were desirable because they accumulated less sugars during storage. In relation to the dry biomass content, Zambrano *et al.* (2010) expressed that in three storage environments of promising clones (± 25 , 10 and 5 °C) clone 393180-10 stood out, showing values of 22.82; 22.50 and 23.73% of dry biomass, respectively; while clone 392639-1 exhibited the lowest values.

Another component with great influence on the quality of the processed products was the percentage of titratable acidity, the total soluble solids, the content of reducing sugars and starch, which, the reducing sugars were related to the texture and starch with the color and taste of the products produced. The content of titratable acidity, total solids, reducing sugars and starch at industrial level were of great economic importance since they were correlated with the production yield.

The variables titratable acidity and total soluble solids showed significant differences for potato treatments or materials (table 5). The range of titratable acidity fluctuated between 0.09% for the tubers of the Tibisay variety and 0.12% for the Granola variety. The content of total soluble solids ranged between 4.13 for clone 399101-1 and 4.80 for the case of the Granola variety. Regarding the content of reducing sugars, the clones and the varieties showed

y el sabor de los productos elaborados. El contenido de acidez titulable, sólidos totales, azúcares reductores y almidón a nivel industrial fueron de gran importancia económica ya que se correlacionaron con el rendimiento de producción.

Las variables acidez titulable y sólidos solubles totales mostraron diferencias significativas para los tratamientos o materiales de papa (cuadro 5). El rango de la acidez titulable fluctuó entre 0,09% para los tubérculos de la variedad Tibisay y de 0,12% para la variedad Granola. El contenido de sólidos solubles totales osciló entre 4,13 para el clon 399101-1 y 4,80 para el caso de la variedad Granola. Con respecto al contenido de azúcares reductores, los clones y las variedades mostraron resultados similares. Sin embargo, para el contenido de almidón hubo diferencias significativas (cuadro 5).

Zambrano *et al.* (2010) reportaron valores de acidez titulable similares a los encontrados en esta investigación; sin embargo, el contenido de sólidos solubles en los tubérculos fueron superiores en todos los materiales evaluados. En cuanto al contenido de azúcares reductores, Flores *et al.* (2010) determinaron que en zonas de menor temperatura el contenido de azúcares reductores aumentó debido a que el almidón fue hidrolizado hasta glucosa y fructosa durante la respiración; fueron convertidos a dióxido de carbono y energía.

Meza y Valera (2007b) encontraron en la variedad Granola y el clon 393194-37 valores de 3,83 y 3,59 mg/100 g⁻¹, valores superiores a los reportados en

similar results. However, for the starch content there were significant differences (table 5).

Zambrano *et al.* (2010) reported titratable acidity values similar to those found in this research; however, the content of soluble solids in the tubers was higher in all the materials evaluated. Concerning the content of reducing sugars, Flores *et al.* (2010) determined that in areas of lower temperature the content of reducing sugars increased because the starch was hydrolyzed to glucose and fructose during respiration; they were converted to carbon dioxide and energy.

Meza and Valera (2007b) found in the variety Granola and clone 393194-37 values of 3.83 and 3.59 mg/100 g⁻¹, values higher than those reported in this investigation, these results could be due to the handling post-harvest given to the tubers of the materials evaluated. Kumar and Ezekiel (2006) stated that the content of sugars was determined by the genotype and several pre and post-harvest's factors. In this regard, Borruey *et al.* (2000) and Cuesta *et al.* (2017) noted that the content of reducing sugars should be less than 0.15% for potatoes for industrial use. At the same time, Ñustez *et al.* (2012) reported values for reducing sugars in *S. phureja* with a range between 0.021 and 0.36%.

Some authors described content of reducing sugars in different potato varieties of 0.040% in fresh biomass (Feltran *et al.*, 2004). The presence of reducing sugars was of great importance in frying, since the content of these sugars was correlated with

Cuadro 5. Contenido de acidez titulable, sólidos solubles totales, azúcares reductores y almidón en clones y variedades de papa.**Table 5. Content of titratable acidity, total soluble solids, reducing sugars and starch in clones and potato varieties.**

Tratamientos	Acidez titulable (%)	Sólidos solubles totales (°Brix)	Azúcares reductores (mg·g ⁻¹)	Almidón (mg·g ⁻¹)
Granola	0,16 a	4,80 a	1,71 a	2,87 a
393612-1	0,15 a	4,50 ab	2,12 a	3,31 b
391047-34	0,11b c	4,70 ab	1,68 a	2,70 ab
399101-1	0,11b c	4,13 c	2,05 a	2,77 a
391002-6	0,13 b	4,45 ab	2,00 a	2,63 ab
397079-6	0,10 c	4,58 ab	1,80 a	3,02 a
Tibisay	0,09 c	4,40 ab	1,89 a	2,65 ab
Significancia	*	*	*	*

Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas (P<0,05).

esta investigación, estos resultados pudieron ser debido al manejo poscosecha dado a los tubérculos de los materiales evaluados. Kumar y Ezekiel (2006), manifestaron que el contenido de azúcares fue determinado por el genotipo y varios factores pre y poscosecha. En tal sentido, Borruey *et al.* (2000) y Cuesta *et al.* (2017) acotaron que el contenido de azúcares reductores fue inferior al 0,15% para las papas de uso industrial. A su vez, Ñustez *et al.* (2012) reportaron valores para azúcares reductores en *S. phureja* con en un rango entre 0,021 y 0,36%.

Algunos autores describieron contenidos de azúcares reductores en diferentes variedades de papa de 0,040% en biomasa fresca (Feltran *et*

the degree of nonenzymatic darkening that developed during the warming (Moreno, 2000). Hasbún *et al.* (2009) and Montero (2015) compared the content of total solids, starch, reducing sugars and the specific gravity of three promising potato varieties MNF-41, MNF-72 and MNF-80 and found that the variety MNF-80 showed the higher content of total solids and starch, with 23.1 and 20.8%; however, it had the lowest percentage of reducing sugars.

The starch content constituted 60 to 80% of the dry biomass of the tuber, this variable being a significant component for the industry; potatoes with high starch content adapted very well for direct consumption, processing or starch production Castillo *et al.* (2013).

al., 2004). La presencia de azúcares reductores fue de gran importancia en la fritura, ya que el contenido de estos azúcares se correlacionó con el grado de oscurecimiento no enzimático que se desarrolló durante el calentamiento (Moreno, 2000). Hasbún *et al.* (2009) y Montero (2015) compararon el contenido de sólidos totales, almidón, azúcares reductores y la gravedad específica de tres variedades promisorias de papa MNF-41, MNF-72 y MNF-80 y encontraron que la variedad MNF-80 mostró el mayor contenido de sólidos totales y almidón, con 23,1 y 20,8%; sin embargo, presentó el menor porcentaje de azúcares reductores.

El contenido de almidón constituyó del 60 al 80% de la biomasa seca del tubérculo, siendo esta variable un componente significativo para la industria; papas con alto contenido de almidón se adaptaron muy bien para el consumo directo, procesamiento o para la producción de almidón Castillo *et al.* (2013).

En general, se observó que los clones evaluados en esta investigación desarrollaron tubérculos con acidez titulable y con contenido de sólidos totales ideales para el procesamiento, lo que los convirtió en materiales promisorios para la industria nacional.

Finalmente, en cuanto a las características de calidad determinantes para el procesamiento de la papa, es necesario hacer una distinción entre la calidad externa del tubérculo y la calidad interna, siendo la primera definida por las variables físico-químicas como el color del parénquima reservante

In general, it was observed that the clones evaluated in this investigation developed tubers with titratable acidity and total solids content ideal for processing, which made them promising materials for the national industry.

Finally, regarding the quality characteristics that determine potato processing, it is necessary to distinguish between the external quality of the tuber and the internal quality, the first being defined by the physico-chemical variables such as the color of the reservoir parenchyma (pulp), the content of dry biomass, the percentage of reducing sugars, the susceptibility to enzymatic browning and black spots and internal discoloration. All these quality characteristics were determined by the variety and growth conditions.

Conclusions

Apropos the chemical characteristics (pH, dry biomass, specific gravity, titratable acidity, total soluble solids, reducing sugars and starch), all the evaluated materials were acceptable for fresh consumption, thus allowing to increase the number of potato varieties to incorporate in the sowings of potato producers intake. The quality attributes of the clones evaluated here will be considered in subsequent stages in the process of selection of eligible materials of potatoes to be released later and used in the agroindustry.

End of English version

(pulpa), el contenido de biomasa seca, el porcentaje de azúcares reductores, la susceptibilidad al pardeamiento enzimático y a las manchas negras y la decoloración interna. Todas estas características de calidad fueron determinadas por la variedad y las condiciones de crecimiento.

Conclusiones

Con relación a las características químicas (pH, biomasa seca, gravedad específica, acidez titulable, sólidos solubles totales, azúcares reductores y almidón), todos los materiales evaluados fueron aceptables para el consumo fresco, permitiendo de esta manera aumentar el número de variedades de papa a incorporar en las siembras de productores de papa para consumo. Los atributos de calidad de los clones aquí evaluados serán considerados en etapas subsiguientes en el proceso de selección de materiales elegibles de papa a ser liberados posteriormente y usados en la agroindustria.

Literatura citada

- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th Ed. Editor Gaithersburg, Arlington Virginia, USA.
- Borruey, A., F. Cotrina, J. Mula y C. Vega. 2000. Calidad industrial y culinaria de las variedades de patata. p. 1-15. *En*: Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo en Patata. Patata, Vitoria-Gasteís, España
- Castillo, J., J.L. Salomón, M.M. Hernández, A. Pérez y M. Hernández. 2013. Evaluación de una muestra representativa del germoplasma cubano de papa (*Solanum tuberosum* L.) para calidad del tubérculo. *Cultivos Tropicales* 34(2):46-51.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). 2009. *Potato. En: Centro Internacional de la Papa*. Disponible en: <http://www.cipotato.org/potato>. Fecha de consulta: julio 2011.
- Centro Internacional de la Papa (CIP). 2010. Manual de producción de papa a partir de semilla sexual. Unidad de Capacitación. Lima, Perú. 109 p.
- Cuesta, X., J. Rivadeneira, F. Yumisaca, E. Carrera, C. Monteros, I. Reinoso. 2017. INIAP-Josefina: Nueva variedad de papa con tolerancia a la sequía. *Revista Latinoamericana de la Papa* 20(2):39-54.
- Díaz, E.M., E. Martínez, L.Y. Méndez. 2008. Guías para prácticas de laboratorio de poscosecha en vegetales. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. p. 44-47.
- Feltran, J.C., L. Borges-Lemos and R. Lopes-Vieitis. 2004. Technological quality and utilization of potato tubers. *Sci. Agric.* 61:598-603.
- Flores, P., M. Bonierbale, W. Amoros y G. Huaman. 2010. Mejoramiento genético de papas nativas para calidad nutricional y aptitud industrial. Programa Internacional de Investigación en papa. INIA-Cuzco. 120 p.
- Gutiérrez, A., Y. Linares y C. Guerrero. 2008. Tendencias del mercado mundial de la papa: Implicaciones para Venezuela. *AGORA* 21:39-65.
- Hasbún, J., P. Esquivel, A. Brenes e I. Alfaro. 2009. Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. *Agronomía Costarricense* 33(1):77-89.
- INFOSTAT. 2008. Infostat for Windows Versión 9.0. Grupo Infostat. Inc. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. 212 p.
- Kleinkopt, G., D. Westerman, M. Wille and G. Klein. 1987. Specific gravity of russet burbank potatoes. *Am. Potato J.* 64:579-587.

- Kumar, D. and R. Ezekiel. 2006. Developmental changes in sugars and dry matter content of potato tuber under sub-tropical climates. *Sci. Hortic.* 110:129-134.
- Martínez, H. 2004. Fundamentos del manejo poscosecha de productos agrícolas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas de Santa Clara. Cuba. 258 p.
- Meza, N. y A. Valera. 2007a. Determinación preliminar de algunos parámetros de calidad en tubérculos de cuatro clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L.) y Granola en el estado Trujillo, Venezuela. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 51:230-232.
- Meza, N. y A. Valera. 2007b. Caracterización preliminar de algunos parámetros de calidad en tubérculos de clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el estado Trujillo, Venezuela. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 51:233-235.
- Meza, N. y A. Valera. 2008. Caracterización de parámetros poscosechas de nueve materiales de papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivados en la localidad de Cuencas, Trujillo, Venezuela. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 52:55-57.
- Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPA). 2011. Registros climáticos del estado Trujillo. 8 p.
- Montero, C. 2015. Informe de avance. Proyecto seguridad alimentaria papa: Estudio del efecto genotipo por ambiente sobre la calidad de seis variedades y un clon promisorio de papa con aptitud para procesamiento de bastones pre-fritos. INIAP-PNRT-papa.
- Moreno, J. 2000. Calidad de papas para usos industriales, CORPOICA, Bogotá-Colombia. p. 44-47.
- Ñustez, C.E., S. Tinjaca, y J.M. Cotes. 2012. Endulzamiento de genotipos de papa (*Solanum phureja*) en dos ambientes de almacenamiento. p. 2. En: 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, BRA.
- Ojeda, M., M. Pérez de Camacaro, D. Rodríguez, M. Gallardo y R. Valera. 2010. Evaluación hortícola, producción y calidad postcosecha de clones avanzados de papa en la localidad de Duaca, estado Lara, Venezuela. *Bioagro* 22(1):1-13.
- Rodríguez, D., M. Ojeda, M. Pérez de Camacaro, M. Gallardo, R. Valera y F. Bittara. 2009. Producción, incidencia de la sarna polvorienta y calidad de clones avanzados de papa. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 26(4):1-13.
- Rodríguez, E., V. Lacaze, B. Lupin y J. González. 2010. Alimentos diferenciados por atributos de producto y de procesos: una experiencia de investigación socio-económica integrada a los aspectos agronómicos. Anales Mini Conferencia Latinoamericana de Economía Agrícola, San Luis. Argentina. 40 p.
- Schmieder, R. and P. Keeney. 1980. Characterization and quantification of starch in cocoa beans and chocolate products. *J. Food Sci.* 45:555-557.
- Seminario C., J.F., A. Seminario C., A. Palacios, B. Escalante Z. 2017. Rendimiento de cosecha de diecisiete cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) del grupo Phureja. *Scientia Agropecuaria* 8(3):1-12.
- Thybo, A.K., I.E. Bechmann, M. Martens and S.B. Engelsen. 2000. Prediction of sensory texture of cooked potatoes using uniaxial compression, near infrared spectroscopy and low field 1H NMR spectroscopy. *Lebensm-Wiss. Technol.* 33:103-111.
- Ting, S. 1956. Rapid colometric methods of simultaneous determinations of total reducing sugar and fructose in citrus juice. *J. Agric. Food Chem.* 4(3):263-266.
- Zambrano, J., I. Quintero, A. Valera, M. Maffei, H. Coraspe y W. Materano. 2010. Evaluación de clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el estado Trujillo. II. Atributos de calidad. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 27:399-417.