

Evaluación de clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el estado Trujillo. II Atributos de calidad

Evaluation of promising potato (*Solanum tuberosum* L.) clones in Trujillo state. II Quality attributes

J. Zambrano, I. Quintero, A. Valera, M. Maffei,
H. Coraspe y W. Materano

Universidad de los Andes, Núcleo Rafael Rangel, Grupo Fisiología
Poscosecha, Trujillo, Venezuela.

Resumen

La introducción de materiales de papa (*Solanum tuberosum* L.) con potencial para consumo fresco e industrial, requieren ser evaluados en cuanto a su nivel de adaptación a las condiciones agroecológicas de las diferentes zonas papeiras del estado Trujillo, antes de ser utilizados comercialmente. Aquí se reporta la evaluación de la calidad comercial de los tubérculos de 11 clones promisorios de papa: 392636-9, 392639-17, 393194-1, 393160-3, 363258-16, 393258-44, 392634-5, 393180-10, 392639-1, 392639-41 y 393258-49, comparados a la variedad testigo 'Andinita'. El estudio se condujo en las localidades de Marajabú y Cabimbú del estado Trujillo, Venezuela. El diseño experimental en campo fue un bloques al azar con 4 repeticiones. Se evaluaron las características físicas y químicas en los tubérculos: profundidad de ojos, forma del tubérculo, textura de piel, color de piel y pulpa, tamaño, diámetro polar y ecuatorial, gravedad específica, contenido de materia seca, pH, °Brix, acidez titulable, azúcares reductores y contenido de almidón. Los clones evaluados presentaron ojos semi-profundos o muy superficiales, la forma del tubérculo varió entre oval, oval redondo, oval alargado y redondo; la textura de piel en la mayoría de los materiales fue lisa y de color amarillo o amarillo claro; el color de la pulpa varió entre amarillo y blanco amarillento. Respecto a las características químicas se observó variabilidad del comportamiento del conjunto de los clones frente al testigo. Los resultados sugieren que los clones 393194-1, 393180-10 y 392636-9, pueden ser utilizados para la industria y el resto de los clones para el consumo fresco.

Palabras clave: calidad comercial, gravedad específica, almidón, azúcares.

Abstract

The introduction of potato (*Solanum tuberosum* L.) materials for fresh and industrial consumption requires evaluation of their adaptation to the conditions of the different potato producing areas in the country. The evaluation of commercial and industrial quality parameters of tubers of 11 promissory potato clones: 392636-9, 392639-17, 393194-1, 393160-3, 363258-16, 393258-44, 392634-5, 393180-10, 392639-1, 392639-41 and 393258-49 is evaluated, in comparison to the 'Andinita' variety. The study was carried out at two locations, «Marajabú» and «Cabimbú», Trujillo state, Venezuela. A randomized block design with four replications was used for the experiment in field. Variables evaluated included: eyes depth, tuber shape, skin texture and color, flesh color, tuber size, polar and equatorial diameters, specific gravity, dry matter content, pH, °Brix, acidity, reducing sugar and starch content. Evaluated clones showed semi deep or very superficial eyes, tuber shape varied among oval, oval round, oval extended and round; skin texture in almost all clones was smooth and skin colour yellowish; flesh color varied between yellow and white yellow. With respect to chemical characteristics, variability was observed between clones and the commercial check. The results suggest that clones 393194-1, 393180-10 and 392636-9 may be useful for the industry, while the rest of the clones may be appropriate for fresh consumption.

Key words: commercial quality, specific gravity, starch, sugars.

Introducción

El cultivo de papa *S. tuberosum* constituye un rubro de gran importancia económica en Venezuela por la superficie sembrada y el volumen de producción, aunque es realizado principalmente por pequeños productores (Alvarado *et al.*, 1993). La producción nacional de papa en 2007 alcanzó 454000 toneladas producidas en una superficie de 24500 hectáreas, lo que significa un rendimiento de 18,531 t.ha⁻¹ (FAOSTAT, 2007). En Venezuela la papa es el principal cultivo en el renglón de raíces y tubérculos y su consumo asciende a los 35,62 g.persona⁻¹.día⁻¹ (FAOSTAT, 2003). Para el 2007 la producción en el estado Trujillo alcanzó las 81216,65 tone-

Introduction

The potato *S. tuberosum* culture is very important from the economic point of view in Venezuela due to the sowed surface and the production volume, although it is mainly carried out by little producers (Alvarado *et al.*, 1993). The potato national production in 2007 reached 454000 tons produced in a surface of 24500 ha, that means a yield of 18.531 t.ha⁻¹ (FAOSTAT, 2007). In Venezuela, potato is the main crop in the roots and tubers sector and its consumption grows to 35.62 g.persona⁻¹.day⁻¹ (FAOSTAT, 2003). For 2007 the production in Trujillo state reached 81216.65 metric tons harvested on a surface of 5020 ha (MPPAT, 2007). Between the main

ladas métricas cosechadas en una superficie de 5020 ha (MPPAT, 2007). Entre los principales factores que limitan la producción, comercialización y la posibilidad de su empleo en la industria procesadora de la papa, está el reducido número de variedades cultivadas y adaptadas a las condiciones locales, con cualidades culinarias para el consumo fresco o para la producción industrial de frituras o de presentaciones pre-cocidas dirigidas al mercado de comidas rápidas.

Los atributos de calidad de los tubérculos de papa están determinados por factores externos e internos. La calidad comercial asociada con la morfología y apariencia externa considera usualmente el tamaño del tubérculo, el grosor y apariencia de la epidermis, la profundidad de los ojos y el color de la pulpa (Gray y Hughes, 1978); por otra parte, la calidad comercial asociada a factores internos considera el contenido de materia seca, la gravedad específica, la acumulación de azúcares reductores, el grado de oxidación de la pulpa (enzimático y no enzimático) y la incidencia de corazón hueco (Gray y Hughes, 1978; Salunkhe y Desai, 1984; Samotus *et al.*, 1974).

La materia seca del tubérculo está constituida por carbohidratos (almidón, azúcares, pectinas, celulosa), compuestos nitrogenados (proteínas, aminoácidos y enzimas), vitaminas y minerales. El almidón constituye del 60 al 80% del peso seco del tubérculo (Gray y Hughes, 1978) y la variación en contenido de almidón es atribuido principalmente a factores genéticos (Kadam, *et al.*, 1991) y a las condiciones climáticas (Christensen y

factors that limit the production, commercialization and the possibility of its use in the potato processor industry, is the reduced number of cultivated varieties and adapted to the local conditions, with culinary qualities for fresh consumption or for the industrial production of fried meals or pre-cooked presentations guided to the fast food market.

The quality attributes of potato tubers are determined by external and internal factors. The commercial quality related to the morphology and external appearance usually consider tuber size, thickness and epidermal appearance, eyes depth and pulp color (Gray and Hughes, 1978); on the other hand, the commercial quality associated to internal factors consider the dry matter content, the specific gravity, the reducing sugars accumulation, the pulp oxidation degree (enzymatic and no enzymatic) and the incidence of empty heart (Gray and Hughes, 1978; Salunkhe and Desai, 1984; Samotus *et al.*, 1974).

The tuber dry matter is formed by carbohydrates (starch, sugars, pectins, cellulose), nitrogen compound (proteins, amino acids and enzymes), vitamins and minerals. Starch constitutes 60 to 80% of tuber dry Weight (Gray and Hughes, 1978) and variation in starch content is mainly attributed to genetic factors (Kadam *et al.*, 1991) and to the climatic conditions (Christensen and Madsen, 1996). Even though sugars constitutes a little part of total content of dry matter (usually 3%), these are particularly important in tubers guided to the industry, because they cause undesirable colorations in fried

Madsen, 1996). Aunque los azúcares constituyen una pequeña fracción del contenido total de la materia seca (usualmente el 3%), éstos son particularmente importantes en los tubérculos destinados a la industria, puesto que ocasionan coloraciones indeseables en las hojuelas fritas o papas fritas a la francesa, así como durante el proceso de deshidratación (Haase y Weber, 2003; Sinha *et al.*, 1992). Tubérculos con alto contenido de azúcares producen hojuelas oscuras como resultado de la reacción de Maillard (Mackay *et al.*, 1990).

Los cambios más importantes en los tubérculos después de cosechados incluyen: pérdida de peso, degradación de los carbohidratos, brotación o grelación, acumulación de azúcares reductores y decoloración o manchado interno de los tejidos debido a daños mecánicos (Booth y Shaw, 1981; Kader, 1981; Salunkhe y Desai, 1984).

La calidad industrial de los tubérculos puede evaluarse determinando la gravedad específica (Kleinkopt, *et al.*, 1987); tubérculos con alta gravedad específica son deseables porque acumulan menos azúcares durante el almacenamiento; varios estudios han revelado una correlación positiva entre la gravedad específica y el contenido de materia seca, así como una correlación negativa con el contenido de azúcares reductores (Iritani y Weller, 1974; Salamoni *et al.*, 2000).

El estudio que aquí se reporta consistió en evaluar la calidad poscosecha de once clones de papa en las localidades de Marajabú y Cabimbú del estado Trujillo, con el fin de seleccionar los clones más aptos para consumo fresco y para la industria.

leaflets or "French" fried potatoes, likewise during the dehydration process (Haase and Weber, 2003; Sinha *et al.*, 1992). Tubers with high sugars content produce dark leaflets as a result of Maillard reaction (Mackay *et al.*, 1990).

The more important changes in tubers after being harvested includes: Weight loss, carbohydrate degradation, shooting or grelacion, reducing sugars accumulation and discoloration or internal stained of tissues due to mechanical damages (Booth and Shaw, 1981; Kader, 1981; Salunkhe and Desai, 1984).

The industrial quality of tubers can be evaluated determining the specific gravity (Kleinkopt *et al.*, 1987); tubers with high specific gravity are desirable because accumulate less sugars during the storage; several studies have revealed that a positive correlation between the specific gravity and the dry matter content, likewise a negative correlation with reducing sugars content (Iritani and Weller, 1974; Salamoni *et al.*, 2000).

This study looks for evaluating post-harvested quality of eleven potato clones in "Marajabú" and "Cabimbú" localities of Trujillo state, with the purpose of selecting those clones suitable for fresh consumption and for industry.

Materials and methods

Study was carried out in "Marajabú" (9° 15' 31" N; 70° 29' 26" W, 2100 masl) and "Cabimbú" localities (9° 9' 59" N; 70° 28' 42" W, altitude of 2827 masl), located in

Materiales y métodos

El estudio se realizó en las localidades de Marajabú (9° 15' 31" N; 70° 29' 26" O, 2100 msnm) y Cabimbú (9° 9' 59" N; 70° 28' 42" O, altitud de 2827 msnm), ubicadas en el estado Trujillo, Venezuela. El registro de las variables climáticas se realizó con estaciones meteorológicas automáticas marca Davis modelo Vantage Pro2 instaladas en ambas localidades, durante el ciclo de cultivo (mayo – septiembre), las condiciones climatológicas que prevalecieron en los sitios de estudio fueron: temperatura mínima de 11,5°C y máxima de 19,2°C, precipitación de 329,5 mm y humedad relativa media de 81,8% para Marajabú; en lo que respecta a Cabimbú la temperatura fluctuó entre 6,7°C y 18,0°C, se registraron 294,3 mm de precipitación y humedad relativa promedio de 80,8%. Se evaluaron 11 clones provenientes del Centro Internacional de la Papa (CIP) identificados como: 392636-9, 392639-17, 393194-1, 393160-3, 363258-16, 393258-44, 392634-5, 393180-10, 392639-1, 392639-41 y 393258-49 en comparación con la variedad Andinita como testigo. El diseño experimental en campo se manejó en bloques al azar con 4 repeticiones. Se plantaron un total de 160 tubérculos-semilla por variedad, sembrados a una distancia de 0,80 m entre hileras y 0,30 m entre plantas. El manejo hortícola del cultivo fue común para ambos sitios, se realizaron dos fertilizaciones, al momento de la siembra y al aporque. El riego fue aplicado por aspersión cada 3 días o de acuerdo al comportamiento de la precipitación; el control

Trujillo state, Venezuela. The register of climatic variables was done with automatic meteorological stations mark Davis model Vantage Pro2 installed both localities, during the crop cycle (May – September), the climatological conditions prevailed in study places were: minimum temperature 11.5°C and maximum of 19.2°C, rainfall of 329.5 mm and mean relative humidity of 81.8% for "Marajabú"; respect to "Cabimbú", temperature fluctuated between 6.7°C and 18.0°C, 294.3 mm rainfall and 80% main relative humidity. 11 clones coming from the "Centro Internacional de la Papa (CIP)" were evaluated and identified as: 392636-9, 392639-17, 393194-1, 393160-3, 363258-16, 393258-44, 392634-5, 393180-10, 392639-1, 392639-41 and 393258-49 in comparison to the variety "Andinita" as control. The experimental in field design was manager in at random blocks with 4 replications. A total of 160 tubers-seed by variety were planted, sowed at a distance of 0.80 m between rows and 0.30 m between plants. The horticultural management of crop was common both places, two fertilizations were done, at the moment of sowing and hilling. Irrigation was applied by spinkling each 3 days or according rainfall behavior; the control of biotic competitors was done in agreement to minimum recommendations of chemical products showed in technological packet for region. The harvest was done between 10 to 12 days after senescence.

Immediately after harvest, materials were selected based on the size uniformity, shape, color, absence

de competidores bióticos se realizó acorde a recomendaciones mínimas de productos químicos indicados en el paquete tecnológico para la zona. La cosecha se realizó entre 10 a 12 días posteriores a la senescencia.

Inmediatamente posterior a la cosecha se seleccionaron los materiales sobre la base de uniformidad de tamaño, forma, color, ausencia de daños físicos y/o por patógenos. Se determinaron algunos de los parámetros de calidad establecidos por el CIP, a saber: profundidad de ojos, forma y tamaño del tubérculo, textura de la epidermis y color de la pulpa. La gravedad específica se determinó en 3 kg de tubérculos por cada clon, provenientes de 5 plantas del hilo central de cada bloque de acuerdo al método de Kleinkopt (Kleinkopt *et al.*, 1987). Para las evaluaciones de calidad se tomaron 15 tubérculos por clon, por triplicado, la caracterización física se realizó mediante la obtención de los diámetros polares y ecuatoriales con el uso de un vernier digital, expresando los resultados en mm. Posteriormente se tomaron sectores de los 15 tubérculos por clon de cada réplica, con la finalidad de asegurar una representación proporcional de todo el tejido de los tubérculos. El contenido de materia seca se determinó sobre muestras de 50 g de pulpa triturada de tubérculos, por triplicado de los diferentes materiales, se introdujeron en una estufa a 75°C hasta alcanzar peso constante, se tomó el peso en una balanza Ohaus modelo Adventurer (d=0,01 max=2100g) según AOAC (1984). El pH se midió en muestras de la pulpa triturada utilizando un potenciómetro y la acidez titulable se

of physical damages and/or by pathogens. Some of quality parameters were determined according to the CIP statements: eyes depth, tuber shape and size, epidermal texture and pulp color. The specific gravity was determined in 3 kg of tubers by each clone, coming from 5 central row each block according to the Kleinkopt method (Kleinkopt *et al.*, 1987). For the quality evaluation, 15 tubers were taken by clone, by triplicate, the physical characterization was done through the obtaining of polar and equatorial diameters with the use of a digital vernier, expressing results in mm. After that, sectors of 15 tubers were taken by clone each replication, with the purpose of assuring a proportional representation of all the tissue of tubers. The dry matter content was determined on samples of 50 g grinded pulp of tubers, by triplicate of different materials, they were placed on a heater to 75°C until reaching constant weight, weight was taken in a Ohaus balance, Adventurer model (d=0.01 max=2100g) according to the AOAC (1984). pH was measured in pulp samples grinded by using a potentiometer and the titrable acidity was determined taking 10 g of grinded pulp in 25 ml of distilled water by potentiometric titration with NaOH 0.1 N, until reaching pH of 8.1 (COVENIN, 1984). The total soluble solids (TSS) were measured to 20°C through refractometry in a refractometer ABBE MARK II model 10495, NY, in the supernatant of centrifugate pulp 3000 rpm, expressing results in °Brix. Quantification of reducing sugars was

determinó tomando 10 g de la pulpa molida en 25 ml de agua destilada por titulación potenciométrica con NaOH 0,1 N, hasta alcanzar un pH de 8,1 (COVENIN, 1984). Los sólidos solubles totales (SST) se midieron a 20°C mediante refractometría en un refractómetro ABBE MARK II modelo 10495, NY, en el sobrenadante de la pulpa centrifugada a 3000 rpm, expresando los resultados en °Brix. La cuantificación de los azúcares reductores se hizo en la pulpa liofilizada de muestras representativas de los tubérculos por cada clon. Del material liofilizado se tomaron duplicados de 100 mg, se sometieron a reflujo con una mezcla de etanol y agua (80:20), a 80°C durante 1 h. El extracto alcohólico frío se filtró al vacío, con una membrana de 0,45 µm y se concentró en un rotavapor (40-60°C), se diluyó en agua destilada (25 mL), para luego medir los azúcares reductores mediante la técnica de Ting (1956), expresando el resultado en mg.g⁻¹ peso seco (ps). El contenido de almidón fue determinado en 0,1 g de la pulpa liofilizada utilizando CaCl₂ para su extracción, según Schmieder y Keeney (1980), se expresó el resultado en mg.g⁻¹ ps.

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza multifactorial utilizando el paquete estadístico SAS® versión 9.0 (SAS, 2002). Previamente al conjunto de datos obtenidos se le aplicó los supuestos de normalidad, homocedasticidad e independencia para poder realizar los análisis de varianza. Se analizó el efecto de los factores material y localidad sobre las variables evaluadas. Las medias fueron comparadas por medio de la prue-

done in lyophilized pulp of representative samples of tubers by each clone. From lyophilized material, duplicates of 100 mg were taken, subjected to ebb with an ethanol and water mixing (80:20), to 80°C during 1 h. The cold alcoholic extract was at vacuum filtered, with a membrane of 0.45 µm and it was concentrate on a Rotavapor (40-60°C), it was diluted on distilled water (25 ml), for after measure reducing sugars through Ting technique (1956), expressing result in mg.g⁻¹ dry weight (ps). The starch content was determined in 0.1 g of lyophilized pulp using CaCl₂ for its extraction, according to Schmieder and Keeney (1980), the result was expressed in mg.g⁻¹ ps.

Results were subject to a multi factorial analysis of variance using the statistical program SAS® version 9.0 (SAS, 2002). Previously, the normality, homoscedasticity and independence assumption were applied to the data group obtained, to accomplish the analysis of variance. The effect of material effect and locality on the variables was analyzed. Measures were compared through the Multiple Rank Test of Duncan. (P≤0.05).

Results and discussion

The tubers of clone 392639-17 and "Andinita" showed very superficial eyes and those of clones 393258-16, 393180-10, 392639-1, 392639-41, 393258-49, 392636-9, 393194-1 and 393160-3 showed semi-deep eyes, whereas those corresponding to clones 393258-44 and 392634-5 in "Marajabú" showed very deep eyes

ba de Rango Múltiple de Duncan. ($P \leq 0,05$).

Resultados y discusión

Los tubérculos del clon 392639-17 y Andinita presentaron ojos muy superficiales y los de los clones 393258-16, 393180-10, 392639-1, 392639-41, 393258-49, 392636-9, 393194-1 y 393160-3 presentaron ojos semi-profundos, mientras que los correspondientes a los clones 393258-44 y 392634-5 en la localidad de Marajabú presentaron ojos muy profundos (cuadro 1). Tubérculos con ojos superficiales facilitan el pelado mecánico con mínima pérdida de materia prima, siendo éste un requerimiento cualitativo para la industrialización de la papa (Bonierbale, *et al.*, 2000; Andrade, 1997).

En ambas localidades los tubérculos de los clones 392639-17, 393160-3, 393258-16, 393258-44, 393180-10, 392639-1 y 393258-49 presentaron forma oval redondo mientras que Andinita, 392636-9, 393194-1 y 392639-41 presentaron forma oval alargada. En cuanto al clon 392634-5, este presentó tubérculos de forma redonda. Tubérculos con forma redonda ovalada son deseables para papa en hojuelas, mientras que para papas a la francesa se prefiere la forma oval alargada (Bonierbale, *et al.*, 2000; Martínez y Ligarreto, 2005). No se observaron diferencias significativas en cuanto al tamaño, presentando todos los materiales tubérculos de tamaño mediano (cuadro 1), que se adecua a los estándares de calidad exigidos por la industria. Los tubérculos de la mayoría de los clones y de

(table 1). Tubers with superficial eyes makes easier the mechanic peel with minimum lost of raw, being that a quantitative requirement for potato industrialization (Bonierbale *et al.*, 2000; Andrade, 1997).

Both localities, tubers of clones 392639-17, 393160-3, 393258-16, 393258-44, 393180-10, 392639-1 and 393258-49 showed oval round shape whereas "Andinita", 392636-9, 393194-1 and 392639-41 showed oval enlarge shape. In relation to clone 392634-5, this showed tubers of round shape. Tubers with round-oval shape are desirable for leaflets potatoes; whereas for "French" potatoes, the oval enlarge shape is preferred (Bonierbale *et al.*, 2000; Martínez and Ligarreto, 2005). Significant differences were not observed in relation to size, all the materials showed tubers of medium size (table 1), that is adapted to the quality standards required by industry. Tubers of most of clones and «Andinita» showed smooth skin, with exception of clone 392634-5 that showed tubers of flake skin.

Tubers of evaluated clones showed yellow skin (table 1), whereas "Andinita" showed tubers of clear yellow. In relation to the pulp color, tubers of clone 393258-16 and those of "Andinita" showed white pulp, whereas clones 393258-44, 392634-5, 392639-1, 392639-41 and 393258-49 showed tubers of white yellowish pulp; tubers of clones 393180-10, 392636-9, 392639-17, 393194-1 and 393160-3 showed yellow pulp. In Venezuela, the most of potatoes for fresh consumption shows clear yellow or intense yellow skin color. The

Cuadro 1. Características físicas en doce materiales genéticos evaluados provenientes de las localidades de Marajabú (MJBU) y Cabimbu (CBBU), estado Trujillo, Venezuela.

Table 1. Physical characteristics in twelve genetic materials evaluated from "Marajabú" (MJBU) and "Cabimbu" (CBBU) localities, Trujillo state, Venezuela.

Materiales	Profundidad de los ojos		Forma del tubérculo		Tamaño del tubérculo		Tipo de piel		Color de la piel		Color de la pulpa	
	MJBU	CBBU	MJBU	CBBU	MJBU	CBBU	MJBU	CBBU	MJBU	CBBU	MJBU	CBBU
Andinita	9	9	OL	OL	6	6	L	L	AC	AC	B	B
392636-9	6	6	OL	OL	6	6	L	L	A	A	A	A
392639-17	9	9	OR	OR	6	6	L	L	A	A	A	A
393194-1	6	6	OL	OL	6	6	L	L	A	A	A	A
393160-3	6	9	OR	OR	6	6	L	L	A	A	A	A
393258-16	6	6	OR	OR	6	6	L	L	A	A	B	B
393258-44	3	6	OR	OR	6	6	L	L	A	A	BA	BA
392634-5	3	6	R	R	6	6	E	E	A	A	BA	BA
393180-10	6	6	OR	OR	6	6	L	L	A	A	A	A
392639-1	6	6	OR	OR	6	6	L	L	A	A	BA	BA
392639-41	6	6	OL	OL	6	6	L	L	A	A	BA	BA
393258-49	6	6	OR	OR	6	6	L	L	A	A	BA	BA

Profundidad de los ojos:

9=Muy superficial, 6=Semi-Profundo, 3=Muy profundo

Forma del tubérculo:

L=Largo, O=Ovalado, R=Redondo, OL=Oval alargado, OR=Oval redondo.

Tamaño del tubérculo:

9=Muy grande, 6=Mediano, 3=Muy pequeño.

Tipo de piel:

R=Rugoso, L=Liso, E=Escamosas

Color de piel:

R=Rojo, A=Amarillo claro, AI=Amarillo intenso, RI=Rojo intenso.

Color de la pulpa:

A=Amarillo, AC=Amarillo claro, B=Blanco, BA=Blanco amarillento.

Andinita exhibieron piel lisa, a excepción del clon 392634-5, que mostró tubérculos de piel escamosa.

En el cuadro 1 se puede observar que los tubérculos de los clones evaluados presentaron piel amarilla, mientras que Andinita mostró tubérculos de piel amarilla clara. En relación al color de la pulpa, los tubérculos del clon 393258-16 y los de Andinita presentaron pulpa blanca, mientras que los clones 393258-44, 392634-5, 392639-1, 392639-41 y 393258-49 exhibieron tubérculos de pulpa blanca amarillenta; los tubérculos de los clones 393180-10, 392636-9, 392639-17, 393194-1 y 393160-3 mostraron pulpa amarilla. En Venezuela la mayoría de las papas para consumo fresco presentan piel de color amarillo claro o amarillo intenso. La comercialización de materiales con piel de tonalidades rojizas es poco común y restringida a la Región Andina. En cuanto al color de la pulpa, en nuestro país los productores de papa reciben mejor precio por papas con pulpa clara, como las que presentan las variedades Sebago, Kennebec y Atlantic (INIA, 2005). Sin embargo, esta acotación esta supeditada a la ley de la oferta y la demanda, existiendo así una alta variación de precios a lo largo del año y sujeta más a la disponibilidad del producto en el mercado que a las características del tubérculo.

En la localidad de Marajabú, los clones 393258-16 y 393180-10 mostraron valores de gravedad específica de 1,076 y 1,074 g.cm^{-3} respectivamente, estadísticamente superiores al testigo; mientras que en la localidad de Cabimbú, el testigo conjuntamente con los clones 393160-3 y 392634-5

materials commercialization with reddish tonalities skin is unusual and restricted to the Andean region. In relation to the pulp color, in our country the potato producers receive better price by potatoes with clear pulp, like those exhibited by "Sebago", "Kennebec" and "Atlantic" varieties (INIA, 2005). Nevertheless, this is subordinated to the supply and demand law, therefore, there is a high price variation along year and it is more subject to the product availability in market than tubers characteristics.

In "Marajabú", clones 393258-16 and 393180-10 showed specific gravity values 1.076 and 1.074 g.cm^{-3} respectively, statistically superior to control; whereas in "Cabimbú", control with clones 393160-3 and 392634-5 showed the higher specific gravity values (table 3). Probable, the climatic conditions of both localities, inherent to altitude ("Marajabú": 2100 masl; "Cabimbú": 2827 masl) could influence in this quality parameter. Salunkhe and Desai (1984) consider that best materials for processing, are those with specific gravity values superior to 1.010 g.cm^{-3} by its higher yield and low oil consumption; Andrade (1997) reports that each increase of 0.005 g.cm^{-3} in the specific gravity produces an increase of 1% in leaflets or chips yield.

Both places, content values of dry matter of materials varied between 18.06 and 23.41%, being detach in "Marajabú" the clones 393180-10, 393258-16, 393194-1, 392639-17 and 392636-9, with values of 23.11, 21.99, 21.39, 21.38 and 21.26% respectively; while in

presentaron los más altos valores de gravedad específica (cuadro 2). Probablemente las condiciones climáticas presentes en ambas localidades, inherentes a la altitud (Marajabú: 2100 msnm; Cabimbú: 2827 msnm) podrían estar influyendo en este parámetro de calidad. Salunkhe y Desai (1984) consideran que los mejores materiales para procesamiento, son aquellos con valores de gravedad específica superiores a 1,010 g.cm³ por su mayor rendimiento y menor consumo de aceite; en este sentido, Andrade (1997) señala que por cada incremento de 0,005 g.cm⁻³ en la gravedad específica se produce un aumento del 1% en el rendimiento de hojuelas o chips.

En ambas localidades los valores del contenido de materia seca de los materiales variaron entre 18,06 y 23,41%, destacándose en la localidad de Marajabú los clones 393180-10, 393258-16, 393194-1, 392639-17 y 392636-9, con valores de 23,11, 21,99, 21,39, 21,38 y 21,26% respectivamente; mientras que en la localidad de Cabimbú el testigo Andinita presentó el mayor porcentaje de materia seca (23,41%), estadísticamente similar a 22,22 y 21,62% que mostraron los clones 393194-1 y 392639-17. Normalmente, en procesamiento el contenido de materia seca determina el rendimiento del producto terminado. Así por ejemplo, aumenta el rendimiento de las hojuelas por menores pérdidas cuantitativas de evaporación de agua. Los valores de materia seca encontrados en los materiales utilizados en esta investigación son similares a los reportados por Andréu y Da Silva Pereira (2007) y Pérez de Camacaro

"Cabimbú" the "Andinita" control showed the high percentage of dry matter (23.41%), statistically similar to 22.22 and 21.62% showed by clones 393194-1 and 392639-17. Normally, in processing of dry matter content determine yield of final product. Thereby, yield increases of leaflets by lower quantitative water evaporation losses. The dry matter values found in materials used in this research are similar to those reported by Andréu and Da Silva Pereira (2007) and Pérez de Camacaro *et al.*, (2006). The equatorial diameter of tubers was significant different to locality level (table 2); in "Marajabú" varied between 50.85 and 62.23 mm, corresponding these values to clones 393258-49 and 392634-5; in "Cabimbú" the clone 393258-16 reached an equatorial diameter of 62.21 mm, whereas "Andinita" and the clone 392639-17 showed 51.01 mm. (table 3). Highly significant differences were observed in polar diameter at level of materials and locality, "Andinita" showed the high polar diameter in comparison with the rest of clones, while in "Marajabú" the control polar diameter was 81.86 mm, being the diameter of clones 393194-1, 393258-44, 392634-5, 393180-10, 392639-41 and 393258-49 significant lower (table 3). Values found in this parameter are inside the adequate rank for the potatoes elaboration in leaflets (Andrade, 1997).

The pH variables and titrable acidity showed highly significant differences for factors like locality, materials and the interaction (table 2). In relation to pH values fluctuates between 6.51 for clone 393258-44 and

Cuadro 2. Gravedad específica, contenido de materia seca (%), diámetros ecuatorial y polar (mm) en doce materiales de papa provenientes de las localidades de Marajabú y Cabimbú, estado Trujillo, Venezuela.

Table 2. Analysis of variance for the specific gravity, dry matter, equatorial diameter, polar diameter, pH, Acidez Titulable, TSS, reducing sugars and starch content, variables in twelve genetic materials evaluated from "Marajabú" and "Cabimbú" localities, Trujillo state, Venezuela.

Materiales	Gravedad específica (g.cm ⁻³)		Materia seca (%)		Diámetro ecuatorial (mm)		Diámetro polar (mm)	
	Marajabú	Cabimbú	Marajabú	Cabimbú	Marajabú	Cabimbú	Marajabú	Cabimbú
Andinita	1,066 ^c	1,080 ^a	19,28 ^{bcd}	23,41 ^a	58,23 ^{ab}	51,01 ^b	81,86 ^a	88,07 ^a
393194-1	1,071 ^{abc}	1,072 ^b	21,39 ^{abc}	22,22 ^{ab}	58,97 ^a	58,81 ^{ab}	71,51 ^{bc}	63,31 ^c
393160-3	1,072 ^{abc}	1,076 ^{ab}	19,70 ^{bcd}	21,29 ^{abc}	59,22 ^a	56,37 ^{ab}	76,95 ^{ab}	61,66 ^c
393258-16	1,076 ^a	1,060 ^c	21,99 ^{ab}	20,16 ^{bcd}	60,56 ^a	62,21 ^a	74,33 ^{abc}	75,11 ^b
393258-44	1,067 ^{bc}	1,072 ^b	19,24 ^{cd}	19,59 ^{bc}	61,48 ^a	57,07 ^{ab}	70,49 ^{bc}	62,13 ^c
392634-5	1,067 ^{bc}	1,076 ^{ab}	16,89 ^d	19,10 ^{cd}	62,23 ^a	53,04 ^b	69,50 ^{bc}	62,67 ^c
393180-10	1,074 ^{ab}	1,071 ^b	23,11 ^a	19,43 ^{cd}	61,49 ^a	52,56 ^b	66,44 ^c	61,72 ^c
392639-1	1,071 ^{abc}	1,070 ^b	19,84 ^{bcd}	19,09 ^{cd}	62,22 ^a	57,04 ^{ab}	72,87 ^{abc}	61,23 ^c
392639-41	1,068 ^{bc}	1,070 ^b	19,30 ^{bcd}	19,89 ^{bcd}	55,24 ^{ab}	56,09 ^{ab}	71,20 ^{bc}	74,17 ^b
393258-49	1,067 ^{bc}	1,070 ^b	18,06 ^d	19,34 ^{bcd}	50,85 ^b	58,44 ^{ab}	68,56 ^{bc}	59,37 ^c
392636-9	1,072 ^{abc}	1,071 ^b	21,26 ^{abc}	19,72 ^{bc}	60,21 ^a	54,48 ^{ab}	72,38 ^{abc}	67,77 ^{bc}
392639-17	1,065 ^c	1,072 ^b	21,38 ^{abc}	21,62 ^{abc}	59,58 ^a	51,01 ^b	75,61 ^{abc}	64,66 ^c

En cada columna, medias seguidas por diferente letra indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$), según la prueba de medias de Rango Múltiple de Duncan.

et al., (2006). El diámetro ecuatorial de los tubérculos fue significativamente diferente a nivel de localidad (cuadro 3); en Marajabú varió entre 50,85 y 62,23 mm, correspondiendo estos valores a los clones 393258-49 y 392634-5; en Cabimbú el clon 393258-16 alcanzó un diámetro ecuatorial de 62,21 mm, mientras que Andinita y el clon 392639-17 mostraron 51,01 mm. (cuadro 2). En el diámetro polar se observaron diferencias altamente significativas a nivel de materiales y localidad, Andinita mostró el mayor diámetro polar en comparación con el resto de los clones, en tanto que en Marajabú el diámetro polar del testigo fue de 81,86 mm, siendo significativamente menor el diámetro de los clones 393194-1, 393258-44, 392634-5, 393180-10, 392639-41 y 393258-49 (cuadro 2). Los valores encontrados en este parámetro están dentro del rango adecuado para la elaboración de papas en hojuelas (Andrade, 1997).

Las variables pH y acidez titulable mostraron diferencias altamente significativas para los factores localidad, materiales y la interacción (cuadro 3). En relación al pH los valores fluctuaron entre 6,51 para el clon 393258-44 y 6,74 para el clon 393194-1 en la localidad de Marajabú; y en la localidad de Cabimbú los valores de pH oscilaron entre 6,93 y 6,58 para los clones 393160-3 y 393258-49, respectivamente. El rango de la acidez titulable fluctuó entre 0,36% para los tubérculos de los clones 393258-44 y 392636-9, y de 0,42% en los clones 393194-1 y 393160-3 en Marajabú; mayores valores de acidez titulable fue detectada en los tubérculos de los

6.74 for clone 393194-1 in "Marajabú"; and in "Cabimbú" the pH values oscillated between 6.93 and 6.58 for clones 393160-3 and 393258-49, respectively. The titrable acidity rank fluctuated between 0.36% for tubers of clones 393258-44 and 392636-9, and of 0.42% in clones 393194-1 and 393160-3 in "Marajabú"; in tubers of clones 392639-1 and 393180-10 in "Cabimbú" were detected higher titrable acidity values (0.41-0.64%). The content of total soluble solids of clones coming from "Cabimbú" oscillated between 4.06 and 5.30°Brix; in case of clones of "Marajabú", this variable was located with values between 4.23 and 4.90 (table 4).

Respect to the reducing sugar content, tubers of clones 393160-3 and 392634-5 coming from "Cabimbú", accumulated a statistically superior quantity of reducing sugars (3.23 and 3.08 mg.g⁻¹); while "Marajabú", the clone 392639-41 showed the higher content of reducing sugars (3.34 mg.g⁻¹) (table 4). High values in content of reducing sugars caused colorations in fried leaflets and during dehydration process (Andrade, 1997; Salunkhe and Desai, 1984) therefore, materials with high values in content of reducing sugars are suitable for this use. Borruey *et al.*, (2000) says that for the industry the content of reducing sugars have to be inferior to 0.15%. Values of reducing sugars content found in this study are inferior to those showed by Pérez de Camacaro *et al.*, (2006). According other researchers the sugars content is determined by genotype and several pre and post-harvest factors (Kumar *et al.*, 2005; Kumar and Ezekiel, 2006).

Cuadro 3. Análisis de varianza para las variables Gravedad Específica, Materia Seca, Diámetro Ecuatorial, Diámetro Polar, pH, Acidez Titulable, SST, Azúcares Reductores y contenido de Almidón, en doce materiales genéticos evaluados provenientes de las localidades de Marajabú y Cabimbú, estado Trujillo, Venezuela.

Table 3. Specific gravity, dry matter content (%), equatorial and polar diameters (mm) in twelve potato materials from "Marajabú" and "Cabimbú", Trujillo state, Venezuela.

Variables	Fuente de variación	gl	Cuadrado medio	P	CV (%)
Gravedad específica (g.cm ⁻³)	Localidad (L)	1	0,000075	0,0313	0,36
	Material (M)	11	0,0000214	0,2065	
	L*M	11	0,0000810	<0,001	
Materia seca(%)	L	1	0,148512	0,7904	7,11
	M	11	8,852930	0,0002	
	L*M	11	6,424348	0,0033	
Diámetro Ecuatorial (mm)	L	1	508,9912	0,0005	10,94
	M	11	63,5378	0,1066	
	L*M	11	83,9673	0,0239	
Diámetro Polar (mm)	L	1	1219,290	<0,001	10,95
	M	11	402,4511	<0,001	
	L*M	11	120,6811	0,0277	
pH	L	1	0,037355	<0,001	0,53
	M	11	0,018431	<0,001	
	L*M	11	0,0074131	<0,001	
Acidez Titulable (%)	L	1	0,131618	<0,001	5,77
	M	11	0,007866	<0,001	
	L*M	11	0,005792	<0,001	
SST(°Brix)	L	1	0,0868055	0,2052	5,03
	M	11	0,257714	<0,001	
	L*M	11	0,196805	0,0007	
Azúcares Reductores mg.g ⁻¹ ps	L	1	33,9790	<0,001	7,91
	M	11	0,611861	<0,001	
	L*M	11	0,415494	<0,001	
Almidón mg.g ⁻¹ ps	L	1	0,000236	0,7547	2,32
	M	11	0,225419	<0,001	
	L*M	11	0,064643	<0,001	

clones 392639-1 y 393180-10 en Cabimbú (0,41-0,64%). El contenido de sólidos solubles totales de los clones provenientes de Cabimbú osciló entre 4,06 y 5,30 °Brix; para el caso de los clones de Marajabú, esta variable se ubicó con valores comprendidos entre 4,23 y 4,90 (cuadro 4).

Con respecto al contenido de azúcares reductores, los tubérculos de los clones 393160-3 y 392634-5 provenientes de la localidad de Cabimbú, acumularon una cantidad estadísticamente superior de azúcares reductores (3,23 y 3,08 mg.g⁻¹); en tanto que en la localidad de Marajabú, el clon 392639-41 presentó el mayor contenido de azúcares reductores (3,34 mg.g⁻¹) (cuadro 4). Valores altos en el contenido de azúcares reductores ocasionan coloraciones en las hojuelas fritas y durante el proceso de deshidratación (Andrade, 1997; Salunkhe y Desai, 1984) por lo cual, materiales con altos valores en el contenido de azúcares reductores no son recomendables para este uso. Borruey *et al.*, (2000) acotan que para la industria el contenido de azúcares reductores debe ser inferior al 0,15%. Los valores del contenido de azúcares reductores encontrados en este estudio son inferiores a los mostrados por Pérez de Camacaro *et al.*, (2006). Se encontró documentado por otros investigadores que el contenido de azúcares es determinado por el genotipo y varios factores pre y poscosecha (Kumar *et al.*, 2005; Kumar y Ezekiel, 2006).

En la localidad de Marajabú se observó el mayor contenido de almidón en los clones 393258-16 y 393180-10 (2,31 y 2,35 mg.g⁻¹); y en Cabimbú el clon 393180-10 mostró 2,67 mg.g⁻¹,

The higher starch content was observed in "Marajabú" in clones 393258-16 and 393180-10 (2.31 and 2.35 mg.g⁻¹); and in "Cabimbú" the clone 393180-10 showed 2.67 mg.g⁻¹, a quantity statistically superior to the rest of materials (table 4). The starch content constitutes from 60 to 80% of dry weight of tuber, being both parameters a significant component for industry (Andrade, 1997). The firmness of processed potatoes is a characteristic of texture related to the starch content (Trincherio *et al.*, 2007). The values of starch content found in materials studied are superior to those reported by Pérez de Camacaro *et al.*, (2006) in the evaluation of eleven materials coming from CIP. Potatoes with high starch content are well adapted for the direct consumption, processing or for the starch production (Liu *et al.*, 2003)

Conclusions

As a result of the analysis of qualitative variables of materials evaluated, the following clones 393194-1, 393180-10 and 392636-9 can be suggested like an alternative of used materials diversification for industry; whereas the rest of clones can be recommended for fresh consumption. The quality attributes of evaluated clones will be considered in subsequent stages in the selection process of selectable materials to be later released.

Cuadro 4. Valores de pH, contenido de sólidos solubles totales (°Brix), Acidez titulable (%), contenido de azúcares reductores (mg.g⁻¹) y almidón (mg.g⁻¹) en doce materiales de papa provenientes de las localidades de Marajabú y Cabimbu, estado Trujillo, Venezuela.

Table 4. pH values, total soluble solids content (°Brix), titrable acidity (%), reducing sugars content (mg.g⁻¹) and starch (mg.g⁻¹) in twelve potato materials from "Marajabú" and "Cabimbu", Trujillo state, Venezuela.

Materiales	pH	Acidez titulable%		SST (°Brix)		Azúcares Reductores mg.g ⁻¹ ps		Almidón mg.g ⁻¹ ps	
		Marajabú	Cabimbu	Marajabú	Cabimbu	Marajabú	Cabimbu	Marajabú	Cabimbu
Andinita	6,55 ^{ef}	0,38 ^{ab}	0,54 ^b	4,26 ^{bc}	4,50 ^b	2,35 ^{cd}	2,72 ^{bc}	2,07 ^{def}	2,25 ^b
393194-1	6,74 ^a	0,42 ^a	0,44 ^{efg}	4,70 ^{ab}	4,70 ^b	2,28 ^d	2,72 ^{bc}	2,03 ^{ef}	1,79 ^f
393160-3	6,64 ^{cd}	0,42 ^a	0,53 ^{bc}	4,90 ^a	5,30 ^a	2,77 ^b	3,23 ^a	2,15 ^{bcd}	2,15 ^c
393258-16	6,72 ^{ab}	0,40 ^{ab}	0,43 ^{fg}	4,43 ^{bce}	4,50 ^b	2,65 ^{bc}	2,55 ^{cd}	2,31 ^a	1,92 ^e
393258-44	6,51 ^f	0,36 ^b	0,43 ^{fg}	4,30 ^{bc}	4,50 ^b	2,25 ^d	1,78 ^d	2,10 ^{cde}	2,05 ^d
392634-5	6,58 ^{de}	0,40 ^{ab}	0,45 ^{defg}	4,63 ^{abc}	4,56 ^b	2,36 ^{cd}	3,08 ^a	2,02 ^f	2,03 ^d
393180-10	6,55 ^{ef}	0,41 ^a	0,64 ^a	4,23 ^c	5,16 ^a	2,15 ^d	2,97 ^{ab}	2,35 ^a	2,77 ^a
392639-1	6,56 ^{ef}	0,38 ^{ab}	0,41 ^g	4,43 ^{bc}	4,50 ^b	2,91 ^b	2,71 ^{bc}	2,20 ^b	2,14 ^c
392639-41	6,67 ^{bc}	0,40 ^{ab}	0,47 ^{def}	4,56 ^{abc}	4,50 ^b	3,34 ^a	2,70 ^{bc}	2,20 ^b	2,25 ^b
393258-49	6,58 ^{ef}	0,40 ^{ab}	0,48 ^{de}	4,63 ^{abc}	4,33 ^{bc}	2,30 ^{cd}	2,68 ^{bcd}	1,66 ^g	1,82 ^f
392636-9	6,68 ^{abc}	0,36 ^b	0,49 ^{cd}	4,63 ^{abc}	4,50 ^b	1,40 ^e	2,60 ^{bcd}	2,17 ^{bc}	2,03 ^d
392639-17	6,64 ^{cd}	0,40 ^{ab}	0,44 ^{efg}	4,56 ^{abc}	4,06 ^c	1,65 ^e	2,56 ^{cd}	2,00 ^f	2,10 ^{cd}

En cada columna, medias seguidas por diferente letra indican diferencias significativas (P≤0,05), según la prueba de medias de Rango Múltiple de Duncan.

cantidad estadísticamente superior al resto de los materiales (cuadro 4). El contenido de almidón constituye del 60 al 80% del peso seco del tubérculo, siendo ambos parámetros un componente significativo para la industria (Andrade, 1997). En efecto, la firmeza de las papas procesadas es una característica de la textura que se relaciona con el contenido de almidón (Trincherro *et al.*, 2007). Los valores del contenido de almidón encontrados en los materiales objeto del estudio son superiores a los mostrados por Pérez de Camacaro *et al.*, (2006) en la evaluación de once materiales provenientes del CIP. Papas con alto contenido de almidón se adaptan muy bien para el consumo directo, procesamiento o para la producción de almidón (Liu *et al.*, 2003)

Conclusiones

Como resultado del análisis de las variables cualitativas y cuantitativas de los materiales evaluados, se pueden sugerir los clones 393194-1, 393180-10 y 392636-9 como una alternativa de diversificación de los materiales utilizados para la industria; mientras que el resto de los clones pueden ser recomendados para consumo fresco. Los atributos de calidad de los clones aquí evaluados serán considerados en etapas subsiguientes en el proceso de selección de materiales elegibles a ser liberados posteriormente.

Agradecimiento

Los autores agradecen el cofinanciamiento brindado, al Consejo

Acknowledgements

Authors want to express their thanks to the Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico, Universidad de Los Andes (CDCHT-ULA) and to the Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT) by its support to this research. NURR-C-311-02 (A) and S12002000372, respectively.

End of english version

jo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes (CDCHT-ULA) y al Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT) bajo los códigos NURR-C-311-02 (A) y S12002000372, respectivamente.

Literatura citada

- Alvarado, J., E. Ortega y J. Acevedo. 1993. Evaluación de la densidad de trampas de Feromona en la capsula de la polilla centroamericana de la papa (*Tecia solanivora* Povolny). Revista Latinoamericana de la papa 5/6 (1): 77-88.
- Andrade, H. 1997. Requerimientos cualitativos para la industrialización de la papa. Revista INIAP 9:21-23
- Andréu, M., y A. Da Silva. 2007. Asociación entre el color de la peridermis de la papa con características de importancia industrial. Agricultura Técnica 67:72-77.
- AOAC. 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Agricultural Chemist. 14th ed, Washington, DC. pp 1141.

- Bonierbale, M., W. Amorós y J. Espinoza. 2000. Estrategias y desafíos para el mejoramiento de papa para procesamiento. Simposio Internacional Avances en la Agroindustria de la papa. Nov 28 a Dic 01. 12p.
- Booth, R., y R. Shaw. 1981. Principles of potato storage. International Potato Center: CIP. Perú. 105 p
- Borruey, A. F. Cotrina, J. Mula y C. Vega. 2000. En: Pascualena J., Ritter E. (ed) Actas Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo en patata. Julio Vitoria Gaoteis, España 15p.
- COVENIN 1984. Determinación de la acidez y vitamina C en frutas y productos derivados. 151-77.
- Christensen, D.H. y M. H., Madsen. 1996. Changes in potato starch quality during growth. Potato Research 39:43-50.
- FAOSTAT 2003. Estadísticas de producción en línea. Disponible en: <http://f.fao.org/faostat/note/units-s.htm> Consultado el 11 de Septiembre de 2006
- FAOSTAT 2007. Estadísticas de producción en línea. Disponible en: <http://f.fao.org/faostat/note/units-s.htm> Consultado el 11 de Septiembre de 2006
- Gray, D. y J. Hughes. 1978. Tuber quality. In: P.M. Harris (Ed.), The potato crop. Chapman and Hall, London. pp. 504-544.
- Haase, N. y L. Weber. 2003. Variability of sugar content in potato varieties suitable for processing. Food Agriculture & Environment 1:80-81.
- Iritani, W.M. y L. Weller. 1974. The development of translucent end tubers. American Potato Journal 50:223-233.
- Kader, A. 1981. Postharvest Biology and Technology an overview In: Postharvest Technology of Horticultural Crops Special publications 3311 (Ed) A Kader *et al* Cooperative Extension University of California, Davis pp 3-7.
- Kadam, S., S. Dhumal, y N. Jambhale. 1991. Structure, nutritional composition and quality. pp 9-35. In: SALUNKHE, D.K.; KADAM, S.S.; JADHAV, S.J. (Ed.) Potato production, processing and products. CRC Press Boca Raton.
- Kleinkopt, G., D. Westerman, , M. Wille y G. Klein. 1987. Specific Gravity of Russet Burbank potatoes. American Potato Journal 64: 579-587.
- Kumar, D., B.Singh y P. Kumar. 2005. An overview of the factors affecting sugars content of potatoes. Annals of Applied Biology 145(3):247-256.
- Kumar, D. y R. Ezekiel. 2006. Developmental changes in sugars and dry matter content of potato tuber under sub-tropical climates. Scientia Horticulturae 110:129-134.
- INIA, 2005. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Producción de Semilla de Papa en Venezuela. 288p (Serie de Manuales de Cultivo INIA No 5).
- Liu, Q., E. Weber V. Currie y R. Yada. 2003. Physicochemical properties of starches during potato growth. Carbohydrate Polymers 51: 213-221.
- Mackay, G., J. Brown y C. Torrance. 1990. The processing potential of tubers of the cultivated potato *Solanum tuberosum* L after storage at low temperature 1. Fry color. Potato Res. 33:211-218.
- Martínez, N. y G. Ligarreto. 2005. Evaluación de cinco genotipos promisorios de papa *Solanum tuberosum* sp andigena por caracteres agronómicos y de calidad industrial. Agronomía Colombiana 23:17-27.

- MPPAT. 2007. Ministerio del Poder Popular de Agricultura y Tierra. Resultados no publicados. (UEMPPAT-Trujillo).
- Pérez de Camacaro, M., M. Ojeda y D. Rodríguez. 2006. Evaluación de la calidad de nuevas papas (*Solanum tuberosum*) cosechadas en la localidad de Sanare, estado Lara, Venezuela. Proc Interamer. Soc. Trop. Hort. 50:46-53.
- Salamoni, A., A. Pereira, J. Viégas, A. Campos, C. Chalá. 2000. Variância genética de açúcares reductores e materia seca e suas correlações com características agronômicas em batata. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 35:1441-1445.
- Salunkhe, D. y B. Desai. 1984. Potato and sweet Potato. Postharvest Biotechnology of Vegetables. 1:83.
- Samotus, B., M. Niedzwiedz, Z. Olodziej, M. Leja y B. Czajkowska. 1974. Storage and reconditioning of tubers of polish potato varieties and strains II. Changes in sugar level in potato tubers of different varieties and strains during reconditioning cold storage potatoes. Potato Res. 17:82-96.
- SAS®. 2002. Statistical Analysis Systems. SAS Institute Inc. Version 9.0. North Carolina SAS Institute, Inc. User's Guide. SAS help and Documentation.
- Schmieder, R. y P. Keeney. 1980. Characterization and quantification of starch in cocoa beans and chocolate products. J. Food Sci. 45:555-557.
- Sinha, N., J. Cash y R. Chase. 1992. Differences in sugar, chip color, specific gravity and yield of selected potato cultivars grown in Michigan. American Potato Journal 69:385-389.
- Ting, S. 1956. Rapid colorimetric methods for simultaneous determination of total reducing sugar and fructose in citrus juices. Agric. Food Chem. 43: 263-266.
- Trincherro J., M. Monti, P. Ceroli. 2007. Características sensoriales de papas fritas en bastones. Revista Latinoamericana de la Papa. 14(1): 33-40.