

Producción, incidencia de la sarna polvorienta y calidad de clones avanzados de papa

Production, powdery scab incidence and quality of potato advanced clones

D. Rodríguez¹, M. Ojeda¹, M. Pérez de Camacaro¹,
M. Gallardo², R. Valera¹ y F. Bittara¹

¹Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Postgrado de Agro-
nomía. Barquisimeto, estado Lara. Apartado Postal 400.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, El Cují, estado Lara.
Venezuela.

Resumen

Con el objeto de seleccionar materiales genéticos de papa adaptables a dos zonas productoras de Venezuela, se llevó a cabo el presente trabajo con 5 clones avanzados, tres cultivares y un clon proveniente de Perú. Las pruebas se llevaron a cabo en Mucurubá, estado Mérida, a 3150 msnm y Sabana Grande, estado Lara, a 1400 msnm. El manejo del cultivo fue realizado por los agricultores y se llevaron a cabo evaluaciones del rendimiento de tubérculos por planta, clasificados por la categoría de tamaño, la incidencia y la severidad de *Spongospora subterranea*, y variables de calidad en poscosecha. El mejor rendimiento en Mucurubá se obtuvo con el cultivar 'Esperanza' (2,011 k.planta⁻¹), seguido por 'Granola' y 'Andinita'; los clones 393194-1 (1,250 k.planta⁻¹) y 393180-23 (1,144 k.planta⁻¹) estuvieron, igualmente, en segundo lugar. En Sabana Grande, no se encontraron diferencias estadísticas significativas, pero los cultivares mostraron rendimientos superiores, con 'Andinita' (0,823 k.planta⁻¹) como el mejor, seguido por AL-624 (0,806 k.planta⁻¹). De los clones avanzados, los mejores fueron 393134-10 (0,579 k.planta⁻¹) y 393194-1 (0,568 k.planta⁻¹). En cuanto a la incidencia y la severidad de *S. subterranea*, los materiales con los menores valores fueron 'Esperanza' y los clones 393180-23 y 393194-1. En relación a la calidad en poscosecha, 393134-10, 393180-23 y 'Esperanza' mostraron valores de materia seca superior al 20% y gravedad específica superior a 1,010 g×cm⁻³. En general, los clones evaluados presentaron valores de almidón similares a los cultivares comerciales. El contenido de azúcares reductores fue alto en la mayoría de los materiales. En conclusión, los análisis de calidad realiza-

Recibido el 7-11-2008 ● Aceptado el 6-7-2009

Autor de correspondencia e-mail: rdorian@ucla.edu.ve; rdorian7@yahoo.com

dos en esta investigación, considerando las variables como tamaño, materia seca, gravedad específica y contenidos de almidón y azúcares señalan la potencialidad de la mayoría de los clones para consumo fresco.

Palabras clave: *Spongospora subterranea*, *Solanum tuberosum*, incidencia, rendimiento, postcosecha

Abstract

To select potato genetic materials adaptable to two producing areas in Venezuela, this research was carried out with 5 advanced clones, three cultivars and a Peruvian clone. Essays were installed in Mucurubá, Mérida state, at 3150 masl, and Sabana Grande, Lara state, at 1400 masl. Agronomical practices were performed by the farmers and evaluations were made on tuber yield per plant, categorized by tuber size, incidence and severity of *Spongospora subterranea*, and quality variables at post-harvest. The best yield in Mucurubá was obtained with cv 'Esperanza' (2.011 k.plant⁻¹), followed by 'Granola' and 'Andinita'; clones 393134-10 (1.250 k.plant⁻¹) and 393180-23 (1.144 k.plant⁻¹) were also in a second place. In Sabana Grande, there was not significant difference between materials, however, cultivars showed higher yields, with 'Andinita' (0,823 k.plant⁻¹) as the best, followed by AL-624 (0,806 k.plant⁻¹). The best advanced clones were 393134-10 (0,579 k.plant⁻¹) and 393194-1 (0,568 k.plant⁻¹). With regard to incidence and severity of *S. subterranea*, materials with less value were 'Esperanza' and the clones 393180-23 and 393194-1. With respect to post-harvest quality, 393134-10, 393180-23 and 'Esperanza' showed dry matter over 20% and specific gravity more than 1,010 g.cm⁻³. In general, the evaluated clones and cultivars showed similar starch values. Reducing sugar content was high in most of the materials. In conclusion, based on tuber size, dry matter, specific gravity, starch and sugar content, the potentiality of most of the clones is for table stock.

Key words: *Spongospora subterranea*, *Solanum tuberosum*, incidence, yield, post-harvest.

Introducción

En los últimos cinco años, en Venezuela se ha cultivado un promedio de 20.796 ha.año⁻¹ (FAO, 2007), distribuidas entre la región andina (50%) y los estados Lara, Carabobo y Aragua. En estos últimos tres estados, la papa se cultiva a una altitud de 800–1.500 m y donde, principalmente, se cultivan las variedades

Introduction

In Venezuela during the last five years, an average of 20.796 ha.year⁻¹ (FAO, 2007) of potato have been cultivated and distributed along the Andean region (50%) and the states of Lara, Carabobo and Aragua. In these states, potato is cultivated at an altitude of 800–1.500 m where "Kennebec" (fresh consumption) and

Kennebec (consumo fresco) y Atlantic (procesamiento). En el estado Lara, el rendimiento promedio está estimado en 11.770 kg.ha⁻¹ (UEMPPAT, 2007). En la región andina, las siembras se ubican entre los 2000 y 4000 m y las variedades mas comúnmente utilizadas son "Granola" (*Solanum tuberosum* spp *tuberosum*) y algunas de origen colombiano (*S. tuberosum* spp. *andigena*), como "Unica", para el consumo fresco, y "Diacol-Capiro", para ambas formas de consumo. Estas variedades son responsables de un rendimiento promedio estimado en el estado Mérida de 23.412 kg.ha⁻¹ (García y Salas, 2005).

En la década de 1980, Venezuela inició un programa de mejoramiento del cultivo con la selección de materiales a partir de familias de papa (semilla sexual) pertenecientes a la Población A del Centro Internacional de la Papa (CIP), la cual poseía resistencia horizontal al tizón tardío. De esta selección, surgieron las variedades "Andinita" y "Caribay" (Alcala *et al.*, 1995; León y Varela, 1995) y el clon avanzado "Tibisay" (González *et al.*, 2005), las cuales se cultivan en pequeña escala en las zonas altas de Lara, Trujillo y Mérida. Una segunda población de materiales genéticos, conocida como Población B (con resistencia horizontal en ausencia de genes R), fue generada por el CIP a partir de la primera (Landeo *et al.*, 2000).

Catorce familias de la Población B, se sometieron a la selección por resistencia a *Phytophthora infestans* y por su capacidad productiva, bajo condiciones controladas y de campo (Rodríguez *et al.*, 2008). Las evaluaciones de campo permitieron seleccio-

"Atlantic" (processing) varieties. In Lara state, the main yield is estimated in 11.770 kg.ha⁻¹ (UEMPPAT, 2007). In the Andean region, crops are located between 2000 and 4000 m and the most common varieties are "Granola" (*Solanum tuberosum* spp *tuberosum*) and some Colombian (*S. tuberosum* spp. *andigena*), like "Unica", for fresh consumption, and "Diacol-Capiro", for both consumption ways. These varieties are responsible of a mean yield estimated in Mérida state of 23.412 kg.ha⁻¹ (García and Salas, 2005).

In decade of 1980, Venezuela began a program of crop improvement with the selection of materials from potato families (sexual seed) belonging to the population A of the Centro Internacional de la Papa (CIP), which had horizontal resistance to the late blight. "Andinita" and "Caribay" were selected from this population (Alcala *et al.*, 1995; León and Varela, 1995) and the advanced clone "Tibisay" (González *et al.*, 2005), which are cultivated in little scale in the high regions of Lara, Trujillo and Mérida. A second population of genetic materials, known as population B (with horizontal resistance in absence of R genes) was generated by CIP from the first one (Landeo *et al.*, 2000).

Fourteen families of population B were subject to the selection for its productive to *Phytophthora infestans* and by its productive capacity, under controlled and field conditions (Rodríguez *et al.*, 2008). The field evaluations permitted to select materials with desirable

nar materiales con características deseables por el mercado nacional; en ese sentido, los materiales que actualmente evalúa el programa se caracterizan por ser de forma oval a redonda, ojos superficiales, con la piel lisa y de color amarilla y la pulpa crema (Zambrano *et al.*, 2005). Una selección de 5 clones avanzados de estos materiales fue evaluada en dos zonas importantes de producción de papa: Sanare, estado Lara y Mucurubá, estado Mérida. Ambas zonas están ubicadas en pisos altitudinales distintos y con características fitosanitarias diferentes; aunque *P. infestans* se presenta en forma similar en las dos, otros patógenos, como *Spongospora subterranea*, se muestran con mayor intensidad en el estado Mérida, donde puede causar daños hasta del orden del 100% (Gil *et al.*, 1998).

Spongospora subterranea (Wallr.) Lagerh, un miembro de los Plasmodiophoromycetes (Down *et al.*, 2002), es un patógeno obligado que habita en el suelo y causa la enfermedad conocida como la sarna polvorienta de la papa. El organismo afecta las raíces y los tubérculos, ocasionando lesiones severas que reducen su valor comercial. Para el manejo de la enfermedad se ha sugerido la utilización de prácticas culturales, productos químicos y el uso de cultivares resistentes o tolerantes (Falloon *et al.*, 2003); pero es esta última práctica la que puede evitar el incremento del inóculo en el suelo y asegurar una producción estable (Merz *et al.*, 2004). Aunque la sarna polvorienta de la papa se conoce en Venezuela desde hace mucho tiempo, los bajos niveles de infección en el pasado no estimu-

characteristics by the national market; materials currently evaluated the program are characterized by being oval to round shape, superficial eyes, with yellow smooth skin and the cream flesh (Zambrano *et al.*, 2005). A selection of 5 advanced clones from these materials was evaluated in two important regions of potato production: Sanare, Lara state and Mucurubá, Mérida state. Both regions are located at different altitude and varied phytosanitary characteristics; even though *P. infestans* is shown in similar way in both of them, other pathogens like *Spongospora subterranea* are shown with high intensity in Mérida state, where damages are closed to 100% (Gil *et al.*, 1998).

Spongospora subterranea (Wallr.) Lagerh, a member of Plasmodiophoromycetes (Down *et al.*, 2002), it is a pathogen living in soil and causes the disease known as powdery scab of potato. The organism affect roots and tubers, causing severe lesions that reduces its commercial value. For managing the disease, cultural practices, chemical products, and resistant or tolerant cultivars have been suggested (Falloon *et al.*, 2003); but is the last one which can avoid the increase of inoculum in soil and to assure a stable production (Merz *et al.*, 2004). Even though the powdery scab of potato is known in Venezuela long time ago, the low levels of infection in the past did not stimulate the research about it; however, recently important epiphytotics have induced to begin to look for alternatives of disease management.

laron la investigación en el problema; sin embargo, recientemente, se han presentado importantes epifitias que han inducido a iniciar la búsqueda de alternativas de manejo de la enfermedad.

El objetivo del presente trabajo fue a) determinar el rendimiento de clones avanzados de papa en dos pisos altitudinales; b) evaluar su reacción frente *S. subterranea* en una zona donde el patógeno es endémico y c) analizar las características de postcosecha de los materiales que indiquen su potencial de uso.

Materiales y métodos

Producción de los clones

Los ensayos se realizaron en las localidades de Mucurubá, municipio Rangel del estado Mérida a 3150 msnm y Sabana Grande de Sanare, municipio Andrés Eloy Blanco del estado Lara, a 1400 msnm. Los materiales evaluados en ambas fueron clones experimentales seleccionados de familias de papa provenientes del Centro Internacional de la Papa (CIP) en el Perú identificados como: 392639-14, 393134-10, 393180-23, 393180-32 y 393194-1, AL-624 y el cultivar "Esperanza" y, como testigos, los cultivares "Andinita" y "Granola". En Sabana Grande se incluyó, además, "Kennebec", por ser la utilizada comercialmente por los productores. En la localidad de Mucurubá, se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar, con cinco repeticiones y cinco tubérculos por parcela experimental, cuatro hileras por parcela separadas a 0,90 m y 0,40 m entre tubérculos. El ensayo de Saba-

The objectives of this paper was a) to determine the yield of advanced potato clones at two altitudes ranges; b) to evaluate their reaction before *S. subterranea* in a region where pathogen is endemic and c) to analyze post-harvest characteristics of genetic materials which indicate their potential use.

Materials and methods

Clones production

Trials were conducted in Mucurubá, Rangel municipality, Mérida state to 3.150 masl and Sabana Grande, Sanare, Andrés Eloy Blanco municipality, Lara state at 1.400 masl. Materials evaluated in both locations were experimental clones selected from potato families coming from the Centro Internacional de la Papa (CIP) in Perú identified like: 392639-14, 393134-10, 393180-23, 393180-32 and 393194-1, AL-624 and "Esperanza" cultivar and as a control, the "Andinita" and "Granola" cultivars. In Sabana Grande "Kennebec" was also included, because it is commercially used by producers. A random complete block design was used in Mucurubá, with five replications and five tubers by experimental plot, four rows per plot separated 0.90 m and 0.40 m between tubers. The Sabana Grande experiment was also installed in a random complete blocks design, with three replications, four rows of 11 tubers each by replication, separated 0.25 m and 0.90 m between rows.

In both places, fertilization, irrigation, and pest control were carried out by producers. The harvest

na Grande, se instaló, igualmente, en un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones, cuatro hileras de 11 tubérculos cada una por repetición, separados a 0,25 m y 0,90 m entre hileras.

En ambas localidades, las labores de fertilización, riego y controles fitosanitarios fueron realizadas por el productor. La cosecha fue realizada a los 5 meses en Mucurubá y a los 4 meses en Sabana Grande, para lo cual se colectaron los tubérculos y se clasificaron en dos grupos de acuerdo al peso: entre 25 y 80 g y mayor de 80 g.

Reacción de los clones a la sarna polvorienta de la papa

Al momento de la cosecha se realizó la evaluación de la incidencia y severidad de la sarna polvorienta en una muestra de 100 tubérculos por parcela, para lo cual se utilizó la escala gráfica propuesta por Falloon *et al.* (1995), la misma consta de 10 categorías, donde la primera es 0, para tubérculos totalmente sanos y la máxima es 10, para aquellos con 100% de infección. Por otra parte, se registraron los kilogramos obtenidos por parcela experimental para cada clase y se realizaron observaciones sobre la incidencia de la candelilla tardía

Calidad de los clones en postcosecha

Los materiales de ambas localidades se evaluaron en el laboratorio de postcosecha del Posgrado de Agronomía de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", en Cabudare, estado Lara donde se analizaron características físicas y químicas de los tubérculos. De los materiales evaluados en campo en

was done at 5 months in Mucurubá and at 4 months in Sabana Grande; tubers were classified in two groups according to their weight: between 25 and 80 g and higher than 80 g.

Reaction of clones to the powdery scab of potato

At harvest time, powdery scab incidence and severity were evaluated in a sample of 100 tubers per plot using the graphic scale proposed by Falloon *et al.* (1995) was used for that, which have 10 categories, where the first one is 0, for totally healthy tubers and the maximum is 10, for those with 100% infection. On the other hand, kilograms obtained per experimental plot for each class was recorded and observations on late blight incidence were also taken.

Postharvest clones quality

Materials from both locations were analyzed at the post-harvest laboratory of the Agronomy Graduate School, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", in Cabudare, Lara state, where physical and chemical characteristics of tubers were analyzed. Of the evaluated materials in Mucurubá, only the clones 392639-14, 393134-10, 393180-23, "Andinita" and "Granola" were included. For quality evaluations 12 tubers were taken for material, and analyses were repeated three times. The physical characterization was evaluated through measurement of equatorial and polar diameters with the use of a digital vernier. For the content of dry matter, samples of grinded flesh were taken from tubers of different materials; they were placed in an oven to 70°C until obtaining the constant weigh during

Mucurubá, solo se incluyeron los clones 392639-14, 393134-10, 393180-23, 'Andinita' y 'Granola'. Para las evaluaciones de calidad se tomaron 12 tubérculos por material, y las determinaciones fueron realizadas por triplicado. La caracterización física se evaluó a través de la medición de los diámetros polares y ecuatoriales con el uso de un vernier digital. Para el contenido de materia seca se tomaron muestras de pulpa molida de los tubérculos de los diferentes materiales, se colocaron en una estufa a 70°C hasta obtener el peso constante durante 72 horas (AOAC., 1984). La gravedad específica se determinó a través del método del volumen desplazado (Kleinkopt *et al.*, 1987).

Para la caracterización química, se determinaron los contenidos de azúcares reductores mediante la técnica de Ting (1956) y los contenidos de almidón de acuerdo a lo señalado por Joslyn (1970). Al momento de la cosecha del ensayo en Mucurubá, se tomó una muestra de 2 kg de tubérculos mayores de 80 g y se envió a los laboratorios de Snack SurAmérica, en el estado Aragua, Venezuela, donde fueron evaluados por sus características para freído, siguiendo los estándares de la compañía; entre los parámetros evaluados se incluyó los porcentajes de color indeseable, decoloración externa e interna y de sólidos totales.

Análisis de datos

Los resultados, de la producción, la incidencia de la sarna polvorienta y la calidad fueron sometidos al análisis de varianza y prueba de medias según Tukey utilizando el programa PC-SAS (SAS, 1999).

72 hours (AOAC, 1984). The specific gravity was determined through the method of displaced volume (Kleinkopt *et al.* 1987).

For chemical characterization, the reducing sugars contents were determined by the Ting's technique (1956) and the starch content following Joselyn (1970). At harvest time in Mucurubá trial, a sample of 2 kg tubers larger than 80 g was taken and sent to Snack SurAmérica's laboratories in Aragua state, Venezuela, where it was evaluated by its frying characteristics following company's standard; among the evaluated parameters, the percentages of undesirable color, external and internal discoloration and total solids were included.

Data analysis

Results of production, incidence of powdery scab and quality were subject to the analysis of variance and Tukey mean test by using the program PC-SAS (SAS, 1999).

Results and discussion

Clones production

The analysis of results carried out in Mucurubá showed significant differences between materials ($P \leq 0.05$) (table 1). The higher yield was obtained in the "Esperanza" cultivar (2.0 kg.plant⁻¹), followed by "Granola" (1.4 kg.plant⁻¹), "Andinita" (1.3 kg.plant⁻¹), clones 393194-1 (1.2 kg.plant⁻¹), 393180-23 (1.1 kg.plant⁻¹) and cultivar AL-624 (1.1 kg.plant⁻¹).

In relation to production of tubers larger than 80 g, "Esperanza", "Granola" and "Andinita" were superior ($P \leq 0.05$), followed by 393180-23

Resultados y discusión

Producción de los clones

El análisis de los resultados del ensayo realizado en Mucurubá mostró diferencias significativas entre los materiales ($P \leq 0,05$) (cuadro 1). El rendimiento más alto fue obtenido con el cultivar "Esperanza" ($2,0 \text{ kg.planta}^{-1}$), seguido por "Granola" ($1,4 \text{ kg.planta}^{-1}$), Andinita ($1,3 \text{ kg.planta}^{-1}$), los clones 393194-1 ($1,2 \text{ kg.planta}^{-1}$), 393180-23 ($1,1 \text{ kg.planta}^{-1}$) y el cultivar AL-624 ($1,1 \text{ kg.planta}^{-1}$).

En cuanto a la producción de tubérculos con peso mayor a 80 g, "Esperanza", "Granola" y "Andinita" fueron superiores ($P \leq 0,05$), seguidos por 393180-23 y AL-624 (cuadro 1).

and AL-624 (table 1). "Granola" and "Andinita", they also showed the higher proportion ($>70\%$) of larger tubers; of advanced clones, it was observed that 393180-23 and 392639-14 showed more than 60% of larger tubers.

In relation to production per plant in Sabana Grande, significant differences were not found among materials ($P > 0.05$) (table 2); nevertheless, a tendency to higher yields in "Andinita" ($0.82 \text{ kg.plant}^{-1}$), AL-624 ($0.80 \text{ kg.plant}^{-1}$) and "Granola" ($0.70 \text{ kg.plant}^{-1}$) were observed. The advanced clones produced more than $0.50 \text{ kg.plant}^{-1}$, except 392634-14, which produced less than $0.30 \text{ kg.plant}^{-1}$. "Kennebec",

Cuadro 1. Producción (kg.planta^{-1}) y clasificación según el peso total (%) de los tubérculos de siete materiales de papa cultivados en Mucurubá, estado Mérida, 2005.

Table 1. Production (kg.plant^{-1}) and classification according tubers total weight (%) of seven potato material cultivated in Mucurubá, Mérida. 2005.

Material	Producción (kg.planta^{-1}) ¹		
	> 80 g	25 – 80 g	Total (g)
Granola	1,062 (75%) ^{ab}	0,332 (23%) ^c	1,418 ^b
Andinita	0,998 (73%) ^{abc}	0,320 (23%) ^c	1,369 ^b
Esperanza	1,168 (58%) ^a	0,803 (40%) ^a	2,011 ^a
AL-624	0,730 (63%) ^{bcd}	0,368 (32%) ^c	1,161 ^{bc}
393180-23	0,731 (64%) ^{bcd}	0,387 (34%) ^{bc}	1,144 ^{bc}
393180-32	0,416 (57%) ^e	0,282 (38%) ^c	0,736 ^d
393194-1	0,587 (47%) ^{de}	0,580 (46%) ^{ab}	1,250 ^{bc}
393134-10	0,587 (47%) ^{de}	0,301 (32%) ^c	0,927 ^{cd}
392639-14	0,666 (64%) ^{cde}	0,322 (31%) ^c	1,039 ^{bcd}
CV	16,74	16,79	13,8

¹Comparación de medias Tukey con valores transformados ($\sqrt{x+1}$). Letras iguales significan que no mostraron diferencias significativas

"Granola" y "Andinita", igualmente, presentaron la mayor proporción (>70%) de tubérculos grandes; de los clones avanzados, se observó que 393180-23 y 392639-14 presentaron más del 60% de tubérculos grandes.

En cuanto a la producción por planta en Sabana Grande, no se encontraron diferencias significativas entre los materiales ($P>0,05$) (cuadro 2); sin embargo, se observó una tendencia a mayores rendimientos en "Andinita" (0,82 kg.planta⁻¹), AL-624 (0,80 kg.planta⁻¹) y "Granola" (0,70 kg.planta⁻¹). Los clones avanzados mostraron una producción superior a 0,50 kg.planta⁻¹, excepto 392634-14, el

the region control, had a lower production than the clones (0.48 kg.plant⁻¹). Statistical differences were not observed ($P>0.05$) among materials for any of the two classes of tubers, >80 g and 25–80 g; however, all the materials showed a proportion higher than 70% of larger tubers, outstanding cv. "Kennebec" with a value of 91%, followed by 393134-10, "Andinita" and "Granola" with values higher than 80%.

In general, potato clones were yielder in Mucurubá, probably because in the parental materials of the advanced clones there are mainly genotypes from *S. tuberosum* spp

Cuadro 2. Producción (kg.planta⁻¹) y clasificación según el peso total (%) de los tubérculos de diez materiales genéticos de papa. Sabana Grande, Sanare, estado Lara, 2006.

Table 2. Production (kg.plant⁻¹) and classification according tubers total weight (%) of ten genetic materials of potato. Sabana Grande, Sanare, estado Lara, 2006.

Material	Rendimiento (kg.planta ⁻¹) ¹		
	> 80 g	25 – 80 g	Total (g)
Granola	0,573 (81%)	0,133 (19%)	0,706
Kennebec	0,444 (91%)	0,045 (9%)	0,485
Andinita	0,675 (82%)	0,147 (17%)	0,823
Esperanza	0,336 (61%)	0,210 (38%)	0,553
AL-624	0,650 (80%)	0,156 (19%)	0,806
393180-23	0,414 (78%)	0,111 (21%)	0,525
393180-32	0,363 (69%)	0,166 (31%)	0,529
393194-1	0,434 (76%)	0,134 (23%)	0,568
393134-10	0,484 (83%)	0,096 (16%)	0,579
393134-12	0,294 (76%)	0,095 (24%)	0,389
392639-14	0,215 (74%)	0,074 (25%)	0,289
CV	4,4 ns	2,5 ns	5,5 ns

¹Comparación de medias según Tukey con valores transformados ($\sqrt{x+1}$).
ns: diferencias no significativas

cual produjo menos de 0,30 kg.planta⁻¹. "Kennebec", el testigo de la zona, tuvo una producción menor que los clones (0,48 kg.planta⁻¹). Tampoco se observaron diferencias estadísticas ($P>0,05$) entre los materiales para ninguna de las dos clases de tubérculos, >80 g y 25–80 g; sin embargo, todos los materiales mostraron una proporción mayor del 70% para los tubérculos grandes, destacándose el cultivar "Kennebec" con un valor del 91%, seguido por 393134-10, "Andinita" y "Granola" con valores superiores al 80%.

En general, los clones de papa fueron más rendidores en Mucurubá, esto puede deberse a que en los materiales parentales de los clones avanzados se encuentran principalmente genotipos pertenecientes a *S. tuberosum* spp *andigena* (Landeo *et al.*, 2000), las cuales tienden a adaptarse mejor a pisos superiores a los 2000 m. Los cultivares "Esperanza", así como "Granola" y "Andinita", que son materiales utilizados por los productores comercialmente en la zona, fueron los más productivos, al igual que los clones avanzados 393194-1, 393180-23 y 392639-14, con valores que oscilaron entre 1,04 y 1,25 kg.planta⁻¹, lo cual significaría, con las distancias de plantación utilizadas, unos 29.000 a 35.000 kg.ha⁻¹. En Sabana Grande, la mayoría de los clones avanzados, así como también "Andinita" y "Granola", fueron más rendidores que "Kennebec", el cual es el testigo de la zona. Este último cultivar produjo en esta investigación el equivalente a 21.000 kg.ha⁻¹, mientras que los clones produjeron entre 23.000 y 25.000 kg.ha⁻¹ (10 a 20% más). Estos rendimientos fueron superiores a los estimados oficiales (UEMPAT, 2007).

andigena (Landeo *et al.*, 2000), which have a tendency to be well adapted to ranges superior to 2.000 m. "Esperanza", as well as "Granola" and "Andinita", which are materials used by local growers, were the more productive, just like the advanced clones 393194-1, 393180-23 and 392639-14, with values that ranged between 1.04 and 1,25 kg.plant⁻¹, which would mean, with the plantation distances used, 29.000 to 35.000 kg.ha⁻¹. In Sabana Grande, most of the advanced clones, as well as "Andinita" and "Granola" yielder more than "Kennebec", which is the control. The last cultivar produced in this research, equivalent to 21.000 kg.ha⁻¹, whereas clones produced between 23.000 and 25.000 kg.ha⁻¹ (10 to 20% more). These yields were superior to the local estimates (UEMPAT, 2007).

In both locations, clones showed a higher production of large tubers than the small ones, according to classification of category per size, which indicates that its vegetative cycle was comparable with control. The clones, 393194-1 and 393134-10 were the exception in Mucurubá because the tubers production with a size superior than 80 g was lower.

In a previous experimental research, in the same location of Sabana Grande, Rodríguez *et al.* (2008) found that "Kennebec" produced 0.894 kg.plant⁻¹ (37.000 kg.ha⁻¹) and the clones 393194-1, 393134-10 and 393180-32 gave a yield of 0.872, 0.791 and 0.639 kg.plant⁻¹, respectively; showing that the control and advanced clones have a higher production, but with less difference

En ambas localidades, los clones mostraron una mayor producción de tubérculos grandes que pequeños, de acuerdo a la clasificación según categoría por tamaño, lo que indica que su ciclo vegetativo fue comparable con el de los testigos. Los clones, 393194-1 y 393134-10 fueron la excepción en Mucurubá ya que la producción de tubérculos con tamaño mayor a 80 g fue baja.

En un trabajo experimental anterior, en la misma localidad de Sabana Grande, Rodríguez *et al.* (2008) encontraron que "Kennebec" produjo 0,894 kg.planta⁻¹ (37.000 kg.ha⁻¹) y los clones 393194-1, 393134-10 y 393180-32 rindieron 0,872, 0,791 y 0,639 kg.planta⁻¹, respectivamente; demostrando que tanto el testigo como los clones avanzados pueden producir más que en el presente trabajo, pero con menos diferencia entre ellos, con excepción de 393180-32. Estas diferencias pueden deberse a las variaciones climáticas, estado general de la semilla o al manejo, especialmente de la fertilización.

Incidencia de sarna polvorienta de la papa

En relación a la incidencia de la sarna polvorienta, ésta no se presentó en Sabana Grande. En Mucurubá, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los materiales en cuanto a la incidencia y la severidad de la enfermedad (cuadro 3). El cultivar "Esperanza" mostró la menor incidencia de la enfermedad en tubérculos totales (3,1%) y los clones 393134-10 y 392639-14 la mayor (20,1 y 17,9%, respectivamente). Los clones 393180-23, 393180-32 y 393194-1 presentaron una incidencia intermedia,

among them, with exception of 393180-32. These differences are probably caused by the climatic variations, general state of seed or crop management, especially fertilization.

Incidence of powdery scab on potato

In relation to the incidence of powdery scab, the disease was not observed in Sabana Grande. In Mucurubá, there were found significant differences ($P \leq 0.05$) among materials in relation to the incidence and severity of disease (table 3). The "Esperanza" cultivar showed the lower incidence of the disease in total tubers (3.1%) and clones 393134-10 and 392639-14 the higher (20.1 and 17.9%, respectively). Clones 393180-23, 393180-32 and 393194-1 showed an intermediate incidence, below those observed in "Granola" and "Andinita". In general, the higher incidence was found in tubers >80 g, with exception of "Granola", where the incidence was similar in both classes.

The severity was low in all the materials, however, "Esperanza" showed the lower value, as in the two tubers categories as in the total of them. The higher severity was observed in clones 393134-10 and 392639-14 ($>0.3\%$). Clones 393180-23, 393180-32 and 393194-1 had intermediate severities but lower than "Granola" and "Andinita". With exception of AL-624, 393180-32 and 393194-1, in the rest of materials, the higher severity was found in the small tubers.

The results showed resistance of "Esperanza" to the powdery scab of potato, likewise, the clones 393180-23,

Cuadro 3. Incidencia y severidad de la sarna polvorienta de la papa en tubérculos con tamaños de 25 a 80 g y > 80 g de nueve materiales de papa. Mucurubá, estado Mérida, 2005.

Table 3. Incidence and severity of potato powdery scab in tubers with sizes of 25 to 80 g and > 80 g of nine materials of potato. Mucurubá, Mérida state, 2005.

Material	Incidencia (%)			Severidad (%)		
	25-80 g	> 80 g	Total	25-80 g	> 80 g	Total
Granola	10,9 ^{ab}	10,9 ^{abcd}	11,4 ^{abc}	0,312 ^{ab}	0,172 ^b	0,242 ^{ab}
Andinita	11,7 ^{ab}	14,9 ^{ab}	13,9 ^{ab}	0,220 ^{abc}	0,192 ^b	0,206 ^{ab}
Esperanza	1,2 ^c	3,50 ^d	3,1 ^d	0,024 ^e	0,001 ^c	0,009 ^{bc}
AL-624	11,2 ^{ab}	8,2 ^{cd}	5,6 ^{cd}	0,094 ^{cde}	0,140 ^{bc}	0,103 ^{bc}
393180-23	8,7 ^b	6,4 ^{bcd}	6,7 ^{bcd}	0,174 ^{abcd}	0,094 ^{bc}	0,131 ^{abc}
393180-32	10,1 ^{ab}	12,7 ^{abc}	9,6 ^{abcd}	0,116 ^{bcd}	0,196 ^b	0,131 ^{abc}
393194-1	3,2 ^c	7,9 ^{bcd}	8,1 ^{bed}	0,068 ^{de}	0,106 ^{bc}	0,127 ^{abc}
393134-10	13,4 ^{ab}	26,1 ^a	20,1 ^a	0,286 ^{ab}	0,484 ^a	0,365 ^a
392639-14	16,7 ^a	21,1 ^a	17,9 ^a	0,361 ^a	0,512 ^a	0,326 ^a

por debajo de la observada en "Granola" y "Andinita". En general, se encontró una incidencia mayor en los tubérculos >80 g, con la excepción de "Granola", donde la incidencia fue similar en ambas clases

La severidad fue baja en todos los materiales, sin embargo, "Esperanza" mostró el menor valor, tanto en las dos categorías de tubérculos como en el total de ellos. La mayor severidad fue observada en los clones 393134-10 y 392639-14 (>0,3%). Los clones 393180-23, 393180-32 y 393194-1 tuvieron severidades intermedias pero inferiores a "Granola" y "Andinita". Con excepción de AL-624, 393180-32 y 393194-1, en todos lo demás materiales la mayor severidad se presentó en los tubérculos pequeños.

Los resultados mostraron resistencia de "Esperanza" a la sarna pol-

393180-32 and 393194-1 seems to have certain degree of this resistance if compared with "Granola" and "Andinita" controls. "Granola" comparatively showed, a high level of susceptibility, as observed in certain times of year; however, there are reports of a medium level of resistance in this cultivar (Merz *et al.*, 2004), which probably is caused by differences in pathogenicity of pathogen strains in Venezuela respect to Europe.

The no presence of powdery scab in tubers harvested in Sabana Grande shows that the pathogen were not found in land used or probably the environmental conditions did not allow disease development. *S. subterranea*, nevertheless has been reported in Lara state (Bravo *et al.*, 2007), thus, it would be important to

vorienta de la papa, así mismo, los clones, 393180-23, 393180-32 y 393194-1 parecen tener cierto grado de esta resistencia si los comparamos con los testigos "Granola" y "Andinita". "Granola" mostró, comparativamente, un alto nivel de susceptibilidad, tal como es observado en ciertas épocas del año; sin embargo, existen reportes de un nivel medio de resistencia en este cultivar (Merz *et al.*, 2004), lo que puede deberse a diferencias en la patogenicidad de las cepas del patógeno en Venezuela con respecto a las de Europa.

La no presencia de sarna polvorienta en los tubérculos cosechados en Sabana Grande indica que el patógeno no se encontraba en el terreno utilizado o que probablemente las condiciones ambientales no permitieron el desarrollo de la enfermedad. *S. subterranea*, sin embargo, ha sido señalada recientemente en el estado Lara (Bravo *et al.*, 2007), por lo que sería importante evaluar los clones en las áreas donde se ha detectado este patógeno.

Se desconoce la naturaleza de la resistencia y este es el primer trabajo en Venezuela que intenta determinar su existencia en los cultivares locales. Es necesario continuar evaluando materiales en pruebas de campo y bajo condiciones controladas, asimismo, caracterizar las poblaciones del patógeno para determinar si existe alguna diferencia genética y de virulencia entre ellas.

Calidad postcosecha de los clones

Se detectaron diferencias significativas para las variables físicas y químicas evaluadas en las dos localidades ($P \leq 0,05$). El cuadro 4 presenta las variables físicas de los tubérculos

evaluar los clones en áreas donde este patógeno ha sido detectado.

The nature of the resistance is unknown and this is the first research in Venezuela looking for determining its existence in the local cultivars. It is necessary to continue evaluating materials in field tests and under controlled conditions, likewise to characterize the pathogen populations to determine if there is some genetic difference and virulence among them.

Postharvest quality of clones

Significant differences were found for the physical and chemical variables evaluated in the two localities ($P \leq 0.05$). Table 4 shows the physical variables of tubers from Mucurubá, where it is observed that "Andinita" and "Granola" cultivars showed the higher polar diameter. In relation to equatorial diameter, "Granola", 392639-14 and 393134-10 showed the higher value, between 54.33 and 55.54 mm.

The higher content of dry matter was found in 393180-23 and the lower in Granola, with values of 22.02 and 17.12%, respectively (table 4). The other materials showed intermediate values, between a range of 18.94 and 20.20%.

Respect to the specific gravity, the higher values were in a range between 1.09 and 1.07 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, corresponding to the clones 393180-23, "Andinita" and 392639-14 (table 4). Likewise, the best values were shown by "Granola" and 393134-10 with a value of 1.05 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

In relation to chemical variables in Mucurubá, the starch contents (figure 1a) oscillated between 36.73 and 87.39 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$. The higher value

Cuadro 4. Caracterización física de la calidad poscosecha en tubérculos de cinco materiales genéticos de papa cultivados en Mucurubá, estado Mérida, 2005.

Table 4. Physical characterization of post-harvest quality in tubers of five genetic materials of potato cultivated in Mucurubá, Mérida state, 2005.

Material	Diámetro polar (mm)	Diámetro ecuatorial (mm)	Masa seca (%)	Gravedad específica (g.cm ³)
392639-14	60,80 ^c	54,35 ^a	18,94 ^b	1,07 ^{ab}
393134-10	71,14 ^b	55,54 ^a	18,94 ^b	1,05 ^b
393180-23	65,64 ^{bc}	50,07 ^b	22,02 ^a	1,09 ^a
Andinita	87,04 ^a	46,02 ^c	20,20 ^b	1,08 ^{ab}
Granola	88,39 ^a	54,33 ^a	17,12 ^c	1,05 ^b

Valores con la misma letra en las columnas se consideran estadísticamente iguales según la prueba de Tukey (P≤0,05)

para la localidad de Mucurubá, donde se observa que los cultivares "Andinita" y "Granola" presentaron el mayor diámetro polar. En cuanto al diámetro ecuatorial, "Granola", 392639-14 y 393134-10 presentaron el mayor valor, entre 54,33 y 55,54 mm.

El mayor contenido de materia seca fue encontrado en 393180-23 y el menor en "Granola", con valores de 22,02 y 17,12%, respectivamente (cuadro 4). Los otros materiales mostraron valores intermedios, entre un rango de 18,94 y 20,20%.

Con respecto a la gravedad específica, los mayores valores estuvieron en un rango entre 1,09 y 1,07 g.cm⁻³, correspondiendo a los clones 393180-23, "Andinita" y 392639-14 (cuadro 4). Asimismo, los menores valores lo presentaron "Granola" y 393134-10 con un valor de 1,05 g.cm⁻³.

En cuanto a las variables químicas en la localidad de Mucurubá,

was shown by materials 392639-14 and "Granola", and the lower was 393134-10. Figure 1b shows the content of reducing sugars where the higher values were shown by material 392639-14 and the lower 393180-23 with 1128.41 and 580.26 mg.100 g⁻¹, respectively.

The physical variables of tubers in Sabana Grande locality are shown in table 5. The higher polar diameters were observed on "Kennebec" with value of 101.42 mm and the lower 392639-14 with 47.01 mm. The rest of materials showed intermediate values, with a range between 56.81 and 72.32 mm. In relation to the equatorial diameter, the clone 393134-10 and "Kennebec" showed the higher values, and the lower AL-624; with a range between 44.32 and 63.84 mm, for these materials.

Most of the materials in Sabana Grande locality showed dry matter

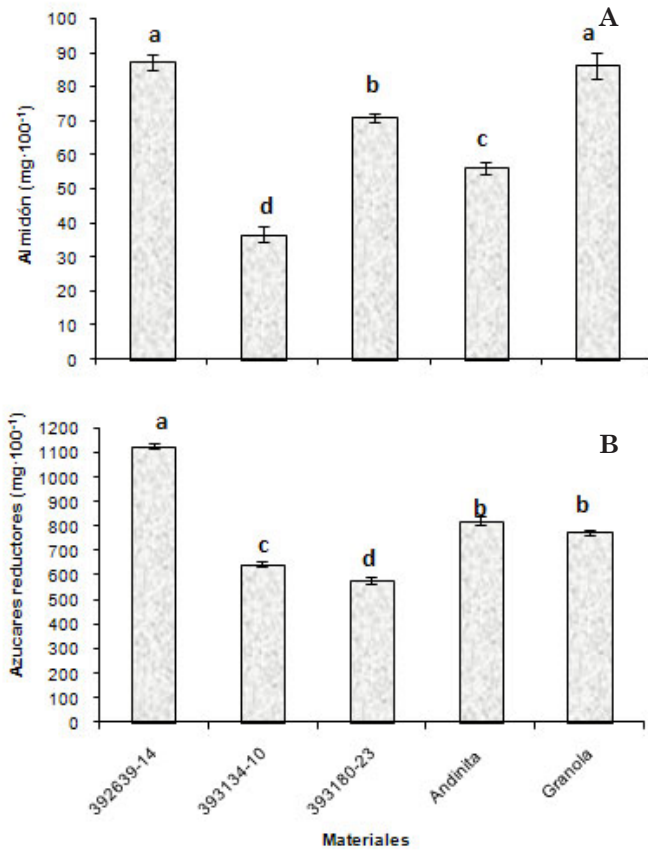


Figura 1. Caracterización química de la calidad poscosecha en tubérculos de papa de materiales genéticos cultivados en Mucurubá, estado Mérida, 2005. Las barras representan el error estándar. Prueba de media según Tukey ($P \leq 0,05$).

Figure 1. Chemical characterization of post-harvest quality in potato tubers of genetic materials cultivated in Mucurubá, Mérida state, 2005. Bars shown the standard error. Mean test according Tukey ($P \leq 0.05$).

los contenidos de almidón (figura 1a), oscilaron entre 36,73 y 87,39 mg.100 g⁻¹. El mayor valor lo presentaron los materiales 392639-14 y "Granola", y el menor 393134-10. La figura 1b muestra los contenidos de azúcares reductores donde los mayores valores

values superior to 20%. The higher percentages were observed in 393134-10, "Esperanza" and 393180-23, with values around 25% (table 5). Significant differences were found for the specific gravity of tubers, in Sabana Grande locality; nevertheless, it is important to

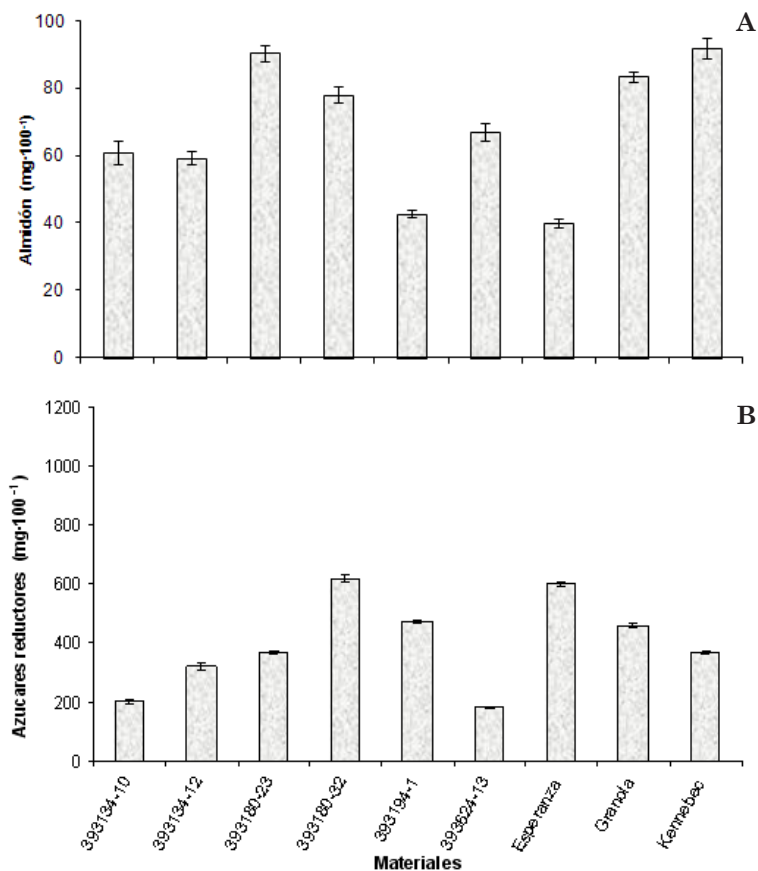


Figura 2. Caracterización química de la calidad poscosecha en tubérculos de once materiales genéticos de papa cultivados en Sabana Grande, Sanare, estado Lara, 2006. Las barras representan el error estándar. Prueba de media según Tukey ($P \leq 0,05$).

Figure 2. Chemical characterization of post-harvest quality in tubers of eleven genetic materials of potato cultivated in Sabana Grande, Sanare, Lara state. 2006. Bars shown the standard error. Mean test according Tukey ($P \leq 0.05$).

los presentó el material 392639-14 y los menores 393180-23 con 1128,41 y 580,26 mg.100 g⁻¹, respectivamente

Las variables físicas de los tubérculos en la localidad de Sabana

highlight that all the materials showed values superior to 1. 010 g.cm⁻³.

In relation to the chemical variables in Sabana Grande locality, the starch values oscillated between 39.98

Grande se presentan en el cuadro 5. Los mayores diámetros polares los presentó "Kennebec" con valor de 101,42 mm y el menor 392639-14 con 47,01 mm. El resto de los materiales presentaron valores intermedios, con un rango entre 56,81 y 72,32 mm. En relación al diámetro ecuatorial, el clon 393134-10 y "Kennebec" presentaron los mayores valores, y el menor AL-624; con un rango entre 44,32 y 63,84 mm, para estos materiales.

La mayoría de los materiales en la localidad de Sabana Grande mostraron valores de materia seca superior al 20%. Los mayores porcentajes se observaron en 393134-10, "Esperanza" y 393180-23, con valores al-

and 92.02 mg.100 g⁻¹ corresponding the lower one to "Esperanza" and the higher ones to 393180-23 and "Kennebec" mg.100 g⁻¹, respectively (figure 2a). The higher reducing sugar contents were observed in 393180-32 and "Esperanza", and the lower ones in 393134-10 and 393624-13 (figure 1b), with a rank between 181.53 and 617.16 mg.100 g⁻¹.

The frying characteristics of potato materials in Mucurubá showed an undesirable color above 90%, an external discoloration of 1 to 5%, this value was shown by the 393180-32 clone; an internal discoloration with rank between 0.56 and 5%, with the lower value observed with the 393180-

Cuadro 5. Caracterización física de la calidad poscosecha en tubérculos de once materiales genéticos de papa cultivados en Sabana Grande, Sanare, estado Lara, 2006.

Table 5. Physical characterization of post-harvest quality in tubers of eleven genetic materials of potato cultivated in Sabana Grande, Sanare, Lara state, 2006.

Material	Diámetro polar (mm)	Diámetro ecuatorial (mm)	Masa seca (%)	Gravedad específica (g.cm ³)
392639-14	47,01 ^e	51,41 ^{bc}	NE	1,06 ^a
393134-10	71,71 ^b	63,84 ^a	25,58 ^a	1,09 ^a
393134-12	66,36 ^{bc}	53,08 ^{bc}	19,90 ^{ef}	1,10 ^a
393180-23	58,03 ^{cd}	51,67 ^{bc}	24,24 ^{ab}	1,09 ^a
393180-32	66,37 ^{bc}	52,22 ^{bc}	20,36 ^{def}	1,08 ^a
393194-1	56,81 ^d	53,84 ^b	22,94 ^{bcd}	1,06 ^a
393624-13	60,01 ^{cd}	52,95 ^{bc}	18,28 ^f	1,06 ^a
AL-624	64,84 ^{bcd}	44,32 ^d	NE	1,09 ^a
Esperanza	66,31 ^{bc}	49,21 ^{bcd}	24,28 ^a	1,10 ^a
Granola	72,32 ^b	48,68 ^{cd}	20,24 ^{def}	1,09 ^a
Kennebec	101,42 ^a	62,30 ^a	20,10 ^{ef}	1,05 ^a

Valores con la misma letra en las columnas se consideran estadísticamente iguales según la prueba de Tukey (P≤0,05). (NE): No evaluado por falta de material.

rededor de 25% (cuadro 5). No se detectaron diferencias significativas para la gravedad específica de los tubérculos, en la localidad de Sabana Grande; sin embargo, es importante resaltar que todos los materiales presentaron valores superiores a 1, 010 g.cm⁻³.

En relación a las variables químicas en la localidad de Sabana Grande, los valores de almidón oscilaron entre 39,98 y 92,02 mg.100 g⁻¹ correspondiendo el menor para "Esperanza" y los mayores para el 393180-23 y "Kennebec" mg100 g⁻¹, respectivamente (figura 2a). El mayor contenido de azúcares reductores se observó en 393180-32 y "Esperanza", y el menor en 393134-10 y 393624-13 (figura 1b), con un rango comprendido entre 181,53 y 617,16 mg.100 g⁻¹.

Las características de freído de los materiales de papa de la localidad de Mucurubá mostraron un color indeseable por encima del 90%, una decoloración externa de 1 a 5%, este último valor lo presentó el clon 393180-32; una decoloración interna con rango entre 0,56 y 5%, con el menor valor observado con el clon 393180-23 y el máximo con 393180-32. En cuanto a los sólidos totales, se observó un máximo de 14,2% (cuadro 6).

La calidad postcosecha de los materiales muestra que todos los clones evaluados en las dos localidades presentaron valores de diámetros ecuatoriales similares a los cultivares comerciales "Kennebec", "Andinita" y "Granola", con un rango entre 40 y 60 mm considerado como adecuado para la elaboración de papas en hojuelas (Andrade, 1997). Con respecto, al diámetro polar, todos los clones evaluados presentaron valores superiores a

23 clone and the maximum with 393180-32. In relation to the total solids, a maximum of 14.2% was observed (table 6).

The post-harvest quality of materials showed that all the evaluated clones had ecuatorial diameters values similar to the commercial cultivars "Kennebec," "Andinita" and "Granola", with a rank between 40 and 60 mm considered adequate for potato chips making (Andrade, 1997). In relation to the polar diameter, all the evaluated clones showed values superior to 60 mm, the recommend ones for French fry making, French type (Andrade, 1997), with exception of clones 392639-14, 393194-1 and 393180-23.

Most of the evaluated clones showed dry matter values superior to 20%, considered high according to Cacace *et al.* (1994). The dry matter content in potato is an important quality characteristic for the agro industry, being this variable directly determined by its genetic condition (Dale and Mackay, 1995). Between the common materials evaluated, the clone 393180-23 showed dry matter values relatively similar in the two localities, evidencing stability of genetic component; because in previous studies carried out in Chirgua, Carabobo state, this clone showed values superior to 20% dry matter (Pérez de Camacaro *et al.*, 2005), even though in these areas there are annual temperatures higher than those of Mucurubá and Sabana Grande. In contrast, "Andinita" would be the most affected by the environmental conditions (Kumar *et al.*, 2004) since in Chirgua its dry

Cuadro 6. Evaluación del freído de nueve materiales de papa colectados en Mucurubá, estado Mérida. 2005. Prueba realizada por cortesía de Snacks América Latina.

Table 6. Fried evaluation of nine potato materials collected in Mucurubá, Mérida state, 2005. Test courtesy of Snacks, Latin América.

Material	Color indeseable (%)	Decoloración externa (%)	Decoloración interna (%)	Sólidos totales (%)
Granola	98	1	2	12,8
Andinita	98	1	2	12,8
Esperanza	96	1	2	12,8
AL-624	99	1	2	11,8
393180-23	99	1	0,56	14,2
393180-32	90	5	5	12,8
393194-1	95	3	2	12,8
393134-10	99	1	2	12,8
392639-14	99	1	2	12,8

Variables evaluadas según estándares de Snacks SurAmérica Latina.

60 mm, valor este recomendado para la elaboración de papas fritas tipo francesa (Andrade, 1997), con la excepción de los clones 392639-14, 393194-1 y 393180-23.

La mayoría de los clones evaluados presentaron valores de materia seca superiores al 20%, considerados altos según Cacace *et al.* (1994). El contenido de materia seca en la papa es una característica de calidad importante para la agroindustria, siendo esta variable directamente determinada por su condición genética (Dale y Mackay, 1995). Entre los materiales comunes evaluados, el clon 393180-23 presentó valores de materia seca relativamente similares en las dos localidades, evidenciando la estabilidad del componente genético del mismo; ya que también en ensa-

matter content was 16%, values lower than those reported in this research.

Likewise, the higher dry matter content of tuber, implies a low oil consumption for frying them and a higher yield for those potatoes that are industrialized for flour, mashed potatoes, flakes or French fried potatoes (Andrade, 1997).

The evaluated materials in both locations showed a specific gravity superior to 1,010 g.cm⁻³, which is considered as recommendable for potato processing (Salunkhe and Desai, 1984). In the same way, similar values to those found in this research have been reported in other materials classified adequate for industrializing (Ganga *et al.*, 2006; Gorsa *et al.*, 2005). Likewise, the specific gravity have been reported to

yos previos en la localidad de Chirgua, estado Carabobo este clon presentó valores superiores al 20% de materia seca (Pérez de Camacaro *et al.*, 2005), aún cuando en dichas zonas se registran temperaturas anuales superiores a las de Mucurubá y Sabana Grande. En contraste, "Andinita" pareciera ser más afectada por las condiciones ambientales (Kumar *et al.*, 2004), ya que en Chirgua su contenido de materia seca fue de 16%, valores inferiores a los reportados en esta investigación.

Asimismo, el mayor contenido de materia seca del tubérculo, implica un menor consumo de aceite para la fritura de los mismos y un mayor rendimiento para aquellas papas que se industrializan para harina, puré, hojuelas o papas fritas francesas (Andrade, 1997).

Los materiales evaluados en ambas localidades presentaron una gravedad específica mayor a 1,010 g.cm⁻³, la cual se considera recomendable para el procesamiento de la papa (Salunkhe y Desai, 1984). Igualmente, valores similares a los encontrados en esta investigación se han reportado en otros materiales clasificados como adecuados para la industrialización (Ganga *et al.*, 2006; Gorsa *et al.*, 2005). Asimismo, se ha reportado que la gravedad específica varía según la localidad, y está positivamente relacionada con el contenido de materia seca (Vakis, 1878), y consecuentemente con un mayor rendimiento para la industria (González y Carreño, 1993). Los atributos de calidad de algunos de estos clones han sido evaluados por otros investigadores, encontrando que 393180-23, 393180-32 y Andinita presentaron 1,073 de gravedad específi-

vary according to location and it is positively related to dry matter content (Vakis, 1878), and consequently with a higher yield for the industry (González and Carreño, 1993). The quality attributes of some of these clones have been evaluated by other researchers, and found that 393180-23, 393180-32 and "Andinita" showed 1.073 of specific gravity, with dry matter above 20% and cooking time of 20 min. so, they were considered adequate for fresh consumption (Zambrano *et al.*, 2005).

In relation to chemical variables of quality in tubers, starch is the main carbohydrates source in potato, being determinant in the energetic contribution for human consumption. Starch represents the higher component of dry matter and includes a rank between 60-80% of its value (Dale and Mackay, 1995). In general, the evaluated clones showed starches values similar to the commercial cultivars, except 393134-10 in Mucurubá and 393194-1 and 392639-14 in Sabana Grande, respectively. The results of this research agree with starch values reported for the 393180-32 clone and the Kennebec cultivar in the same region (Pérez de Camacaro *et al.*, 2006)

The high reducing sugars contents are related to darkening responses during the industrializing process (Andrade, 1997; Pérez de Camacaro, 2005), so, the materials with high values are not recommendable for this use. In general, the reducer sugar values are correlated in a negative way with dry matter contents (Gil *et al.*, 1998; Salamoni *et al.*, 2000). Sugar content

ca, con materia seca por encima de 20% y tiempo de cocción de 20 min., por lo que fueron considerados adecuados para el consumo fresco (Zambrano *et al.*, 2005).

En cuanto a las variables químicas de calidad en los tubérculos, el almidón es la principal fuente de carbohidratos de la papa, siendo esto determinante en el aporte energético para el consumo humano. El almidón representa el mayor componente de la materia seca y comprende un rango entre el 60-80% de su valor (Dale y Mackay, 1995). En general, los clones evaluados presentaron valores de almidón similares a los cultivares comerciales, excepto 393134-10 en Mucurubá y 393194-1 y 392639-14 en Sabana Grande, respectivamente. Los resultados de esta investigación coinciden con valores de almidón reportados para el clon 393180-32 y el cultivar "Kennebec" en la misma zona (Pérez de Camacaro *et al.*, 2006)

Los altos contenidos de azúcares reductores están relacionados con respuestas de oscurecimiento durante el proceso de industrialización (Andrade, 1997; Pérez de Camacaro, 2005), por lo que materiales con altos valores no son recomendables para este uso. En general, los valores de azúcares reductores se correlacionan negativamente con los contenidos de materia seca (Gil *et al.*, 1998; Salamoni *et al.*, 2000). El contenido de azúcar varía en función a la época de producción durante el año (Dale y Mackay, 1995), variedad (Kumar *et al.*, 2004) y la localidad (Pérez de Camacaro, 2006). En general, en la localidad de Mucurubá se observaron valores más altos que Sabana Grande. Los menores conteni-

varies as a function of production time during year (Dale and Mackay, 1995), variety (Kumar *et al.*, 2004) and location (Pérez de Camacaro, 2006). In general, higher values were observed in Mucurubá than in Sabana Grande. The lower sugar contents in Mucurubá were accomplished in 393134-10 and 393180-23, and in Sabana Grande, 393624-13 and 393134-10. In contrast, in a previous paper in Chirgua, where some of these materials were included, the 393180-23 clone had a dry matter content of 21%, an specific gravity of 1.075 and a high reducing sugar and starch content, so it was recommend for fresh consumption (Pérez de Camacaro *et al.*, 2005).

In general, quality of these advanced clones was superior in intermediate ranges, included between 800 and 2000 masl. From the fried analysis made by Snack SurAmérica, it was concluded that based on the color and percentage of total solids, that they are not suitable for the industrial use as chips, according its quality standards, because values of total solids were lower to 16% (table 6).

Conclusion

These studies show the production potential of advanced clones in Mucurubá, Mérida state, and Sabana Grande, Lara state. Likewise, some clones show certain level of resistance to the powdery scab of potato which requires more research about its nature and its relationship with the inoculum level present. Clones showed its capacity to commercially compete with the

dos de azúcares en Mucurubá fueron encontrados en 393134-10 y el 393180-23 y en Sabana Grande, 393624-13 y el 393134-10. En contraste, en un trabajo anterior en la localidad de Chirgua, donde se incluyeron algunos de estos materiales, se encontró que el clon 393180-23 tuvo un contenido de materia seca de 21%, una gravedad específica de 1,075 y un contenido alto de azúcares reductores y almidón por lo que se recomendó para el consumo fresco (Pérez de Camacaro *et al.*, 2005).

En general, la calidad de estos clones avanzados fue superior en pisos intermedios, comprendidos entre 800 y 2000 msnm. Del análisis de freído realizado por la empresa Snack SurAmérica se concluyó, en función del color y porcentaje de sólidos totales, que los mismos no son aptos para el uso industrial como hojuela, de acuerdo a sus estándares de calidad, debido principalmente a que los valores de sólidos totales fueron menores a 16% (cuadro 6).

Conclusión

Estos estudios indican el potencial de producción de los clones evaluados en las localidades de Mucurubá, estado Mérida, y de Sabana Grande, estado Lara. Así mismo, algunos clones presentan cierto nivel de resistencia a la sarna polvorienta de la papa lo cual requiere mayor investigación acerca de su naturaleza y su relación con el nivel de inóculo presente. Los clones mostraron su capacidad de competir comercialmente con los cultivares actuales y de ser usados para el consumo fresco.

current cultivars and be used for fresh consumption.

Acknowledgements

Authors want to express their thanks to the CDCHT-UCLA by the partial financing of essays through the Project 009-AG-2004, to the Ministerio Popular para la Ciencia y la Tecnología for the partial financing through the Sub-Project BID-FONACIT No. 26133. Likewise, authors want to thank producers of Mucurubá, Mérida and Sabana Grande, Sanare, Sanare, Lara state, by its cooperation in the installation and care about essays, and to Snack SurAmérica for their cooperation in the frying analysis of materials for Mucurubá, Mérida state.

End of english version

Agradecimientos

Los autores desean expresar su agradecimiento al CDCHT-UCLA por el financiamiento parcial de los ensayos a través del Proyecto 009-AG-2004, al Ministerio Popular para la Ciencia y la Tecnología por el financiamiento parcial a través del Sub-Proyecto BID-FONACIT No. 26133. Asimismo, desean agradecer a los productores de Mucurubá, estado Mérida y Sabana Grande de Sanare, estado Lara por su cooperación en la instalación y cuidados de los ensayos y a Snack SurAmérica por su cooperación en el análisis de freído de los tubérculos para la localidad de Mucurubá, Mérida.

Literatura citada

- Alcalá de Marcano, D., J. Salas, A. Pire y D. Narvaez. 1995. Aceptación de la variedad Andinita por productores de papa en Cubiro, estado Lara. Resumen. XVII Reunión Asociación Latinoamericana de la Papa. Mérida, Venezuela. 97 p.
- Andrade, H. 1997. Requerimientos cualitativos para la industrialización de la papa. Revista INIAP. N° 9:21-23.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1984. Official methods of analysis. 14th edition. Washington, D.C. 1141 p.
- Bravo, V., F. Moronta, I. Galindo. 2007. Detección molecular de *Spongospora* subterránea en suelos de cultivo de papa naturalmente infestados. Fitopatol. Venez. 20:69-70.
- Cacace, J. E., M. Huarte y M. Monti. 1994. Evaluation of potato cooking quality in Argentina. Am. Potato J. 71:145-153
- Dale, M. F. B. y G. R. Mackay, 1995. Inheritance of Table and Processing Quality. In: Potato Genetics. J. E. Bradshaw y G.R. Mackay (eds.). Dundee, UK. Potato Res. 38:285-315
- Down, G., L. Grenville and J. Clarkson. 2002. Phylogenetic analysis of *Spongospora* and implications for the taxonomic status of the Plasmidiophorids. Mycol. Res. 106:1060-1065.
- Falloon, R., R. Genet, A. Wallace and R. Butler. 2003. Susceptibility of potato (*Solanum tuberosum*) cultivars to powdery scab (caused by *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea*), and relationships between tuber and root infection. Australasian Plant Pathol. 32:377-385.
- Falloon, R., S. Viljanen-Rollinson, G. Coles and J. Poff. 1995. Disease severity keys for powdery an downy mildews of pea, and powdery scab of potato. New Zealand J. Crop and Hort. Sci. 23:31-37.
- FAO. 2007. Anuario Estadístico. Disponible en: http://www.fao.org/statistics/yearbook/vol_1_2/site_en.asp?page=cp. Revisado 08/02/2008.
- Ganga, Z. N., G. A. Porter, D. H. Lambert, G. Sewell, A. Bushway y B. de los Reyes. 2006. Reeves Kingpin: A High-Yielding Mid-season potato variety suitable for fry processing. Am. J. Potato Res. 84:141-147.
- García, R., L. Niño, A. Vargas. 2005. Problemas sanitarios relacionados con la producción de tubérculos-semillas de papa. Páginas 53-116 en: Producción de Semilla de Papa en Venezuela. Editores Rosaima García, José Salas y Gladys Ramos. Serie Manuales de Cultivo INIA No. 5. Mérida, Venezuela. 260 p.
- García, R., J. Salas. 2005. Aspectos generales del cultivo de la papa. Páginas 18-29 en: Producción de Semilla de Papa en Venezuela. Editores Rosaima García, José Salas y Gladys Ramos. Serie Manuales de Cultivo INIA No. 5. Mérida, Venezuela. 260 p.
- Gil, R., G. Olmos, J. Zambrano e I. Quintero. 1998. Comparación de métodos para la determinación de algunos parámetros de calidad de los tubérculos de papa, variedades *Granola* y *Lirio Rojo*. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 42:456-460.
- González L., Vargas, A., Niño, L. y Salas J. 2005. Experiencias generales del mejoramiento de la papa en Venezuela. Páginas 117-140 en: Producción de Semilla de Papa en Venezuela. Editores Rosaima García, José Salas y Gladys Ramos. Serie Manuales de Cultivo INIA No. 5. Mérida, Venezuela. 260 p.
- González, M. y R. Carreño. 1993. Evaluación de la calidad de papas de las variedades Kennebec y Sebago en relación con su industrialización. Agronomía Tropical 43(5-6):287-303.

- Groza, H.I., B.D. Bowen, D.Kichefski, S. J.Peloquin, W.R. Stevenson, A.J.Bussan y J. Jiang. 2005. Millennium Russet: A Dual purpose Russet Potato Variety. *Am. J. Potato Res.* 82:211-219
- Joslyn, M. 1970. *Methods in Food Analysis*. Academic Press 2nd. Edition. New York. 42 p.
- Kleinkopt, G., D. Westerman, M. Wille y G. Klein. 1987. Specific gravity of Russet Burbank potatoes. *Am. Potato J.* 60:17-26.
- Kumar, D., B. P. Singh y P. Kumar. 2004. An overview of the factors affecting sugar content of potatoes. *Ann. Appl. Biol.* 145: 247 - 256.
- Landeo, J., M. Gastelo, G. Beltran and L. Díaz. 2000. Quantifying genetic variance for horizontal resistance to late blight in potato population B3C1. In: *Scientist and Farmer Partners in Research for the 21st Century*. Program Report 1999-2000. International Potato Center. 192 p.
- León P., R., Varela, R. 1995. Caribay, una variedad nacional de papa con altos rendimientos y resistencia a la candelilla tardía. XVII Reunión. Asociación Latinoamericana de Papa. Memorias. Mérida, Venezuela. 97 p.
- Merz, U., Martinez, V., and Schwarzel. 2004. The potential for rapid screening of potato cultivars (*Solanum tuberosum*) for resistance to powdery scab (*Spongospora subterranea*) using a laboratory bioassay. *European J. Plant Pathol.* 110:71-77.
- Pérez de Camacaro, M., Ojeda, M., Rodríguez, D., Gallardo, M. 2006. Evaluación de nuevos materiales de papa (*Solanum tuberosum* L.) cosechados en la localidad de Sanare, Estado Lara, Venezuela. *Proc. Interamer. Soc. Tropi. Hort.* 50:46-53.
- Pérez de Camacaro, M., Rodríguez, D., Ojeda, M., Gallardo, M. 2005. Caracterización física y química de ocho materiales de papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivados en la localidad de Chirgua, Carabobo, Venezuela. *Proc. Interamer. Soc. Tropi. Hort.* 48:60-64.
- Rodríguez, D., Alcalá de Marcano, D., Escalona, F. 2008. Selección preliminar de clones de papa por resistencia a la candelilla tardía y el rendimiento. *Bioagro* 20:29-35.
- Salamoni, A. T., A. Da Silva, J. Viégas, A. Diniz y C. Simone. 2000. Variância genética de açúcares reductores e matéria seca e suas correlações com características agronômicas em batata. *Pesq. Agropec. Bras.* 35: 1441-1445.
- Salunkhe, D. y B. B. Desai. 1984. *Postharvest Biotechnology of Vegetables*. Volume I. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. USA. 218 p.
- SAS Institute. 1999. *SAS user's guide: Statistics*. 8th edition. SAS Inst Inc., Cary, North Carolina, EEUU.
- Ting, S. V. 1956. Rapid colorimetric methods for simultaneous determinations of total reducing sugar and fructose in citrus juices. *Agric and Food Chemistry* 4:263-266.
- Unidad de Estadística del Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierra (UEMPPAT). 2007. *Producción agrícola del estado Lara*. Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierra. Datos sin publicar.
- Vakis, N. J. 1978. Specific gravity, dry matter content and starch content of 50 potato cultivars grown under Cyprus conditions. *Potato Res.* 21:171-181
- Zambrano, J., Montero, F., Quintero, I., Materano, W., Maffei, M., Briceno, J., Infante, R. 2005. Evaluación de clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum*) en la localidad de La Cristalina, municipio Trujillo, Trujillo, Venezuela. *Proc. Interamer. Soc. Tropi. Hort.* 48:57-59.