

Evaluación de once clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el estado Trujillo. I Crecimiento, desarrollo y rendimiento

Evaluation of eleven promissory clones of potato (*Solanum tuberosum* L.) in Trujillo state. I. Growth, developing and yield

I. Quintero¹, F. Montero², J. Zambrano¹, N. Meza², M. Maffei¹,
A. Valera¹ y R. Alvarez¹

¹Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel, Laboratorio de Fisiología Poscosecha, Trujillo, Venezuela.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Pampanito. Trujillo, Venezuela.

Resumen

Con el propósito de evaluar el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los clones de papa (*Solanum tuberosum* L.) 392634-5, 392636-9, 392639-1, 392639-17, 392639-41, 393160-3, 393180-10, 393194-1, 393258-16, 393258-44, 393258-49 y la variedad Andinita, en las localidades, Marajabú y Páramo de Cabimbú, estado Trujillo, Venezuela, se condujo ensayos bajo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, bajo arreglo factorial 12x2. Se evaluó porte, vigor, altura de planta, número de tallos por planta, rendimiento y las fases del cultivo. Las variables cuantitativas se analizaron con el procesador de datos SAS[®]. Los clones bajo estudio presentaron un hábito de crecimiento erecto, buen vigor (6-8), adecuada altura, en Marajabú las familias 392639 y 393258 presentaron un rendimiento estadísticamente similar a Andinita y fueron más precoces que la variedad testigo. En el Páramo de Cabimbú los clones 392639-41 y 393258-44 mostraron un rendimiento significativamente superior a la variedad testigo y cumplieron sus etapas de crecimiento y desarrollo en menor tiempo que Andinita. Las características mostradas por estos clones los perfilan como promisorios y serán incluidos en etapas subsiguientes de evaluación y selección.

Palabras clave: *Solanum tuberosum*, rendimiento, mejoramiento.

Abstract

In order to evaluate the growth, development and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) clones 392639-1, 363258-44, 393160-3, 393258-16, 393180-10, 392634-5, 392639-41, 392639-17, 392636-9, 393194-1, the 393258-49 and "Andinita" variety, in "Marajabú" and "Páramo de Cabimbú", Trujillo State, Venezuela, an essay was carried out under a randomized blocks design with four replications, in a factorial arrangement 12x2. The growth habit, vigor, plant height, stems number by plant, yield and culture phases were evaluated. The quantitative variables were analyzed with the data processor SAS[®]. The studied clones showed a habit of turgid growth, good vigor (6-8), suitable height, in "Marajabú" the families 392639 and 393258 showed a statistically similar yield to "Andinita" and showed to be more precocious than the control variety. In "Páramo Cabimbú" the clones 392639-1 and 362634-1 showed a significantly superior yield to the control and fulfilled their growth and development stages in smaller time than "Andinita". The characteristics shown by these clones outline them to be including in subsequent stages of evaluation and selection.

Key words: *Solanum tuberosum*, yield, breeding.

Introducción

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es un cultivo estratégico en la producción de alimentos a nivel mundial, por su capacidad de producir carbohidratos, proteínas de elevado valor biológico, vitaminas solubles en agua (C y complejo B) y sales minerales por unidad de superficie y tiempo; además de su gran versatilidad en cuanto a formas de consumo y su amplia adaptabilidad a condiciones agroecológicas, aspectos que sustentan la incorporación de esta planta a programas de mejoramiento genético integrales, para la búsqueda de variedades con nuevas características de adaptabilidad, tolerancia a las principales plagas, adecuado rendimiento y alta calidad para el consumo fresco o para el procesamiento. Para alcanzar estos objetivos el programa de mejoramiento genético del Centro In-

Introduction

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is an strategic crop in food production at world level, because its ability to produce carbohydrates, high biological value proteins, water soluble vitamins (C and B complex) and mineral salts per surface and time unit; besides of being changeable respect to consumption ways and high adaptability to agroecological conditions, aspects that support the incorporation of this plant to genetic improvement programs, for the search of varieties with new adaptability characteristics, tolerance to main pests, adequate yield and high quality for the fresh consumption or for processing. To reach this objectives, the genetic improvement program of Centre International of Potato (CIP), uses different sources, from diploid to

ternacional de la Papa (CIP), utiliza diversas fuentes, desde especies diploides a pentaploides, provenientes del banco mundial de germoplasma, generando poblaciones avanzadas con amplia base genética, de allí la importancia de la evaluación de los diversos tipos de materiales genéticos, para estimar las respuestas diferenciales en condiciones ambientales diversas (FAO, 1994; FAO, 1998, Bonierbale *et al.*, 2004).

En Venezuela la papa es un rubro de gran importancia a nivel de pequeños y medianos productores de los estados andinos Táchira, Mérida y Trujillo, que aportan el 70% de la producción nacional, la cual para 2007 alcanzó una producción de: 454000 toneladas (FAOSTAT, 2007). Los productores del área andina siembran mayormente Granola, dado su precocidad y preferencias del mercado, con la limitante que ésta es una variedad altamente susceptible a *Phytophthora infestans*, con las consecuencias que esto conlleva, en los costos ambientales, de salud humana y mermas en la producción.

En el país, el mejoramiento genético en papa está orientado a la obtención de materiales con resistencia a *P. infestans*, el patógeno más importante a nivel mundial ya que causa grandes pérdidas en la cosecha (Fry, 2008, Bonierbale *et al.*, 2004). Con éste propósito, se introdujo a Venezuela desde el CIP un grupo de materiales genéticos, de donde se seleccionaron las variedades Andinita y Caribay (León y Varela, 1995), las cuales presentan tolerancia vertical a *P. infestans* y un ciclo productivo mayor a Granola. Posteriormente, se

pentaploid species, coming from the Germplasm World Bank, generating advanced populations with wide genetic basement, hence the importance of evaluation about different types of genetic materials, to estimate the differential responses in different environmental conditions (FAO, 1994; FAO, 1998, Bonierbale *et al.*, 2004).

In Venezuela, potato is very important for small and medium producers of Táchira, Mérida and Trujillo that contribute to the 70% of national production, which for 2007 reached a production of: 454000 tons (FAOSTAT, 2007). Producers of Andean area sow Granola, because its precocity and market preferences, with the limiting of being a variety highly susceptible to *Phytophthora infestans*, with its relative consequences on environmental values, human health and decrease on production.

In our country, genetic improvement in potato is guided to the materials obtaining with resistance to *P. infestans*, the more important pathogen at world level because the higher losses in harvest that it cause (Fry, 2008, Bonierbale *et al.*, 2004). With this purpose, a group of genetic materials was introduced to Venezuela from CIP, from "Andinita" and Caribay varieties were selected (León and Varela, 1995), which shows vertical tolerance to *P. infestans* and a productive cycle higher than Granola. After that, a group of 14 families with horizontal resistance to *P. infestans*, from which 192 clones were obtained by its tolerance to the natural pressure of

introdujo un grupo de 14 familias con resistencia horizontal a *P. infestans*, de las cuales se obtuvieron 192 clones por su tolerancia a la presión natural del inóculo en campo y patrón de preferencia de los tubérculos en el mercado; de este grupo se seleccionó un número reducido de clones tolerantes a candelilla tardía, los cuales se mantienen aún en evaluación (Rodríguez *et al.*, 2008).

La duración del ciclo de crecimiento y desarrollo que determina el rendimiento final en el cultivo de papa, es el resultado de la amplia conformación genética de esta especie y el ambiente (Kurg, 1997; Streck, *et al.*, 2006), La temperatura y el fotoperiodo han sido señalados como los factores ecológicos de mayor influencia en los procesos de crecimiento y desarrollo, que conllevan al rendimiento final de un determinado genotipo (Kooman y Rabbinge, 1996; Kooman *et al.*, 1996a; Kooman *et al.*, 1996b; Pereira *et al.*, 2008).

En la búsqueda de materiales genéticos de papa altamente rendidores, precoces y con características de adaptabilidad a las diversas condiciones agroecológicas de las zonas productoras de la región andina, se planteó la evaluación de variables de crecimiento, desarrollo y rendimiento en 11 clones promisorios de papa, en comparación con la variedad Andinita en dos zonas productoras del estado Trujillo-Venezuela.

Materiales y métodos

Los ensayos se realizaron en dos localidades de Trujillo-Venezuela, Marajabú (9°15'31" LN, 70°29'26" LO,

inoculum in field and preference pattern of tubers in market; from this group a reduced number of clones tolerant to late blight was selected, which are yet in evaluation (Rodríguez *et al.*, 2008).

Duration of growth and development cycle that determines the final yield in potato crop, is the result of wide genetic conformation of this specie and the environment (Kurg, 1997; Streck, *et al.*, 2006), Temperature and photoperiod have been detached like the ecological factors of higher influence in the growth and development processes, that takes to the final yield of a determined genotype (Kooman and Rabbinge, 1996; Kooman *et al.*, 1996a; Kooman *et al.*, 1996b; Pereira *et al.*, 2008).

Looking for highly yielding genetic materials of potato, precocious and with adaptability characteristics to the different agroecological conditions of the Andean region producers, the evaluation of growth, development and yield variables was established, in 11 promissory clones of potato, in comparison with the "Andinita" variety in two producers region of Trujillo state, Venezuela.

Materials and methods

Essays were carried out in two regions of Trujillo-Venezuela, Marajabú (9°15'31" NL, 70°29'26" WL, altitude 2100 masl) and Cabimbú (9°9'31", 70°29'26 WL", altitude 2827 masl, registration of climatic variables was made with automatic meteorological stations mark Davis, model Vantage Pro2 installed in both

altitud 2100 msnm) y Cabimbú (9°9'31", 70°29'26 LO", altitud 2827 msnm, 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 registró 294,3 mm de precipitación y humedad relativa promedio de 80,8% (cuadro1). Se evaluaron los clones: 392634-5, 392639-1, 393160-3, 393180-10, 393194-1, tres clones de las familias 392639 y 393258 provenientes del CIP, pertenecientes a la población B caracterizados por presentar resistencia a *P. infestans* en ausencia de genes mayores (Rodríguez *et al.*, 2008) y Andinita, seleccionada de la población A del CIP, caracterizada por presentar resistencia a *P. infestans*, debido a la presencia de genes mayores incorporados desde *Solanum demissum* (León y Varela, 1995), variedad comercial, la cual se consideró como testigo.

El diseño experimental fue en bloques al azar analizado bajo arreglo factorial de 12x2 (doce materiales genéticos, dos localidades) con cuatro hilos de diez plantas, distribuidos en cuatro bloques, lo que equivale a 160 tubérculos-semilla por variedad, con biomasa promedio de 70-90 g, diámetro entre 50-60mm y con tres grelos de 0,5 cm aproximadamente por tratamiento, sembrados a una distancia

places. During the crop cycle (May–September), the prevailing climate conditions on study regions were: minimum temperature of 11.5°C and maximum of 19.2°C, rainfall of 329.5 mm and mean relative moisture of 81.8% for Marajabú; in relation to Cabimbú, temperature fluctuated between 6.7 and 18.0°C, 294.3 mm of rainfall and mean relative moisture of 80.8% were registered (table 1). The following clones were evaluated: 392634-5, 392639-1, 393160-3, 393180-10, 393194-1, three clones of families 392639 and 393258 coming from CIP, belonging to the B population, characterized by showing resistance to *P. infestans* in absence of high genus (Rodríguez *et al.*, 2008) and "Andinita", selected from A population of CIP, characterized by showing resistance to *P. infestans*, by presence of high genus incorporated from *Solanum demissum* (León and Varela, 1995), commercial variety considered as control.

The experimental design was at random blocks analyzed under factorial arrangement of 12x2 (twelve genetic materials, two localities) with four rows of ten plants, distributed in four blocks, that is equivalent to 160 tubers-seed per variety, with mean biomass of 70-90 g, diameter between 50-60 mm and with three tumip tops of 0.5 cm approximately per treatment, sowed at a distance of 0.80 m between rows and 0.30 m between plants.

The horticultural management of crop was common for both places; two fertilizations were done, at the moment of sowing and earthing. Irrigation was applied by sprinkling

Cuadro 1. Condiciones climatológicas prevalcientes en las localidades de Marajabú y el Páramo de Cabimbú durante el ensayo.

Table 1. Climatological conditions prevailing in Marajabú and Cabimbú during essay.

Mes	Marajabú				Páramo de Cabimbú			
	T Min ^{°C}	T Max ^{°C}	Precipitación mm	Hr%	T Min ^{°C}	T max ^{°C}	Precipitación mm	Hr%
Mayo	11,9	17,8	37,3	84,1	10,6	17,0	25,8	79,5
Junio	11,6	18,9	76,1	81,2	6,7	18,0	65,0	81,5
Julio	11,5	18,1	83,2	81,5	7,2	16,5	82,8	82,3
Agosto	11,8	18,4	77,3	82,3	7,2	16,6	80,3	79,8
Septiembre	12,4	19,2	55,6	80,1	8,2	17,8	40,4	91,2

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 tercer día o de acuerdo al comportamiento de la precipitación; el control 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.

Se siguió la metodología establecida por el Centro Internacional de la Papa (Zosimo, 1994), para las variables:

Porte: a 60 días después de la siembra (dds) se evaluó la forma de desarrollo de las plantas:

Erecto = E; Semierecto = SE; Acamado = A; Semiacamado = SA.

Vigor: a 60 dds se evaluó el vigor según la escala 1-10, donde Muy malo = 1, Malo = 3, Regular = 5, Bueno = 6, Muy bueno = 7-8, y Excelente = 9.

Altura de la planta: se midió la distancia vertical entre el suelo y la rama terminal de la planta a los 60 dds, considerándose alturas: bajas entre 40-50 cm, medias entre 50-80 cm y altas 80 cm.

Número de tallos por planta a 60 dds se contaron los tallos principales en 5 plantas de los hilos centrales/variedad/bloque.

Rendimiento: se cosecharon los dos hilos centrales/variedad/bloque y se expresó en kg.planta⁻¹.

Las etapas del cultivo se determinaron con base a la adaptación de la escala descriptiva del desarrollo de

each third day or according to the rainfall behavior; control of biotic rivals was made according to minimum recommendations of chemical products showed in technological program for region. Harvest was accomplished 10-12 days after senescence.

Methodology established by the Center International of Potato (Zosimo, 1994), for the variables:

Aspect: 60 days after sowing (DAS) the way of plants development was evaluated:

Right = R; Semi-right = SR; Lying down = L; Semi-lying down = SL.

Vigor: 60 DAS vigor was evaluated according to the scale 1-10. Very bad = 1, Bad = 3, Regular = 5, Good = 6, Very good = 7-8, and excellent = 9.

Plant height: The vertical distance between soil and final branch of plant to 60 DAS, being consider heights: low between 40-50 cm, medium between 50-80 cm and high 80 cm.

Number of stems per plant: To 60 DAS the main stems were counted in 5 plants of central rows/variety/block.

Yield: The two central rows/variety/block were harvested and it was expressed in kg.plant⁻¹.

The crop stages were determined according to descriptive scale of potato development, proposed by Hack *et al.* (1993). Stages weekly analyzed were: emergence considered when tubers shoots were observed on the soil surface, formation and development of leaves, longitudinal growth of main stem and secondary

la papa, propuesta por Hack *et al.* (1993). Las etapas analizadas semanalmente fueron: emergencia considerable cuando los brotes de los tubérculos se observaron sobre la superficie del suelo, formación y desarrollo de hojas, crecimiento longitudinal del tallo principal y tallos secundarios. Finalización del crecimiento vegetativo, inicio del reproductivo, formación de tubérculos y senescencia.

Los análisis de varianza y las pruebas de medias por Dunnett ($P \leq 0,05$) se realizaron con el procesador de datos SAS® versión 9.0 (SAS, 2002). Los datos cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza.

Resultados y discusión

En el cuadro 2 se observa que los clones se comportaron igual en cuanto al vigor y al porte en ambas localidades; el clon 392634-5 y Andinita; mostraron valores de 8 indicando que estos materiales presentaron buen crecimiento vegetativo. A excepción de Andinita todos los clones mostraron un hábito de crecimiento erecto, plantas con éste porte, favorecen una mejor densidad poblacional y facilitan las labores culturales en campo.

En el cuadro 3 se reflejan los efectos principales localidad, materiales y la interacción localidad x material de las variables, altura de plantas (cm), número de tallos planta⁻¹ y rendimiento (kg.planta⁻¹).

Se observaron diferencias significativas entre materiales, localidad y la interacción, para la variable altura (cuadro3); en la localidad de Marajabú

stems, ending of vegetative growth, beginning of reproductive, tubers and senescence formation. The analysis of variance and the Dunnett mean test (pdH0.05) were accomplished with the data processor SAS® version 9.0 (SAS, 2002). Data fulfilled the normality and homogeneity of variance supposition.

Results and discusión

In table 2 is observed that clones had a similar behavior in relation to vigor and size in both places; clone 392634-5 and "Andinita" with values of 8 which show that these materials had good vegetative growth. With exception of "Andinita" all the clones showed a habit of right growth, plants with this size favor a better population density and makes easier the cultural tasks in field.

Table 3 shows the main effects on locality, materials and the interaction locality x material of variables, plants height (cm), number of stems plant⁻¹ and yield (kg.plant⁻¹).

Significant differences were observed between materials, locality and interaction, for the height variable (table 3); in Marajabú the clones that reached a highly significant superior to the control were 362639-41, 363258-44 and 392636-9 with 51.25; 47.00 and 45.80 cm, respectively; whereas in Cabimbú, the higher height (50.60 cm) was showed by the clone 393258-49 (figure 1). The height reached by genetic materials fluctuated in a rank between 38 and 50 cm, being materials with low height (Zosimo, 1994), a desirable characteristic permit to reduce the

Cuadro 2. Evaluación de las variables porte y vigor de 12 materiales genéticos de papa (*Solanum tuberosum*).Table 2. Evaluation of variables size and vigor of 12 genetic materials of potato (*Solanum tuberosum*).

F de V	Altura de Planta (cm)		Número de Tallos		Rendimiento (kg.planta ⁻¹)		
	gl	Cuadrado medio	F	Cuadrado medio	F	Cuadrado medio	
Localidad (L)	1	1366,875	<,0001	13,66875	0,0064	1,0585125	0,0005
Materiales (M)	11	172,931	0,0013	3,62784	0,0280	0,0642492	0,6523
L*M	11	172,879	0,0013	2,15511	0,2977	0,1334132	0,0985

Cuadro 3. Análisis de Varianza de los efectos principales (Localidad y Materiales) y la interacción Localidad *Materiales.**Table 3. Analysis of variance of main effects (locality and materials) and the interaction locality x materials.**

Material	Porte	Vigor
Andinita	SE	8
392634-5	E	8
392636-9	E	7
392639-1	E	7
392639-17	E	7
392639-41	E	7
393160-3	E	7
393180-10	E	6
393194-1	E	7
393258-16	E	6
393258-44	E	7
393258-49	E	6

Porte: E = erecto, SE = semi-erecto, A = acamado.

Vigor: Muy malo = 1, Malo = 3, Regular = 5, Bueno = 6, Muy Bueno = 7-8, Excelente = 9.

los clones que alcanzaron una altura significativamente superior al testigo Andinita fueron 362639-41, 363258-44 y 392636-9 con 51,25; 47,00 y 45,80 cm respectivamente; mientras que en Cabimbú la mayor altura (50,60 cm) la presentó el clon 393258-49 (figura 1). La altura alcanzada por los materiales genéticos fluctuó en un rango comprendido entre 38 y 50 cm, correspondiendo este tamaño a materiales de altura baja (Zosimo, 1994), característica deseable ya que permite aminorar los daños mecánicos ocasionados por los fuertes vientos que ocurren en la zona, los cuales pueden alcanzar una velocidad máxima de 67,6 km.h⁻¹.

Las plantas en el páramo de Cabimbú presentaron un número promedio de tallos significativamente inferior, que en la localidad de

mechanical damages caused by the strong winds of area, which can reach a maximum speed of 67.6 km.h⁻¹.

Plants in Cabimbú showed a mean number of stems very inferior in relation to the Marajabú locality, the clone 393194-1 and the 393180-10 formed 3.35 and 3.75 stems by plant, whereas in Cabimbú showed 3.00 and 3.45, respectively (figure 2). The high correlation have been documented between the stems number and growth (Lemage and Caesar, 1990; Lynch *et al.*, 2001); however, results obtained in this study permit to infer that the final expression of evaluated materials yield, was caused by its adaptability to the agroecological conditions of this study.

Yield was highly significant to locality level (table 3), materials

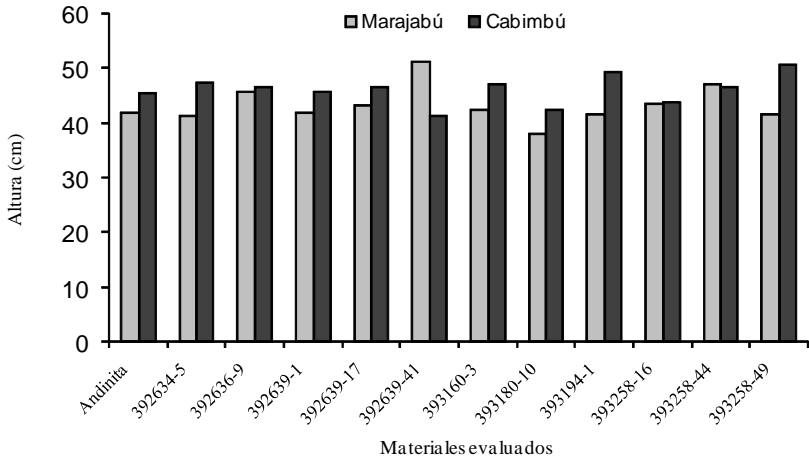


Figura 1. Altura de planta en materiales genéticos de papa (*Solanum tuberosum*) evaluados en dos localidades de Trujillo-Venezuela.

Figure 1. Plant height in genetic materials of potato (*Solanum tuberosum*) evaluated in two localities of Trujillo, Venezuela.

Marajabú, el clon 393194-1 y el 393180-10 formaron 3,35 y 3,75 tallos por planta, mientras que en Cabimbú presentaron 3,00 y 3,45 respectivamente (figura 2). Ha sido documentada la alta correlación entre el número de tallos y el rendimiento (Lemage y Caesar, 1990; Lynch *et al.*, 2001); sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio permiten inferir que la expresión final del rendimiento de los materiales evaluados, se debió más a la adaptación de los mismos a las condiciones agroecológicas bajo las cuales se llevó a cabo el estudio, que a la variable número de tallos.

El rendimiento fue altamente significativo a nivel de localidad (cuadro 3), los materiales evaluados alcanzaron mayores rendimientos en el páramo de Cabimbú destacándose los clones 393258-44, 392639-41, 393258-16,

evaluated reached higher yields in Cabimbú, being detached the clones 393258-44, 392639-41, 393258-16, 392639-17 with yields of 1.58, 1.56, 1.44 and 1.39 kg.plant⁻¹ respectively, in comparison to the "Andinita" variety which reached 1.04 kg.plant⁻¹; nevertheless, in Marajabú, this variety showed the higher yield (1.36 kg plant⁻¹) even statistically similar to the rest of clones (figure 3).

Yield reached by these clones was superior to those reported by other researchers in similar works, who showed values in a rank between 0.070 to 0.991 kg.plant⁻¹ (Castillo *et al.*, 2000; Andreu *et al.*, 2002; Aguilar *et al.*, 2006; Timlin *et al.*, 2006) and similar to those reported by Mora *et al.*, (2006), who detached in the genetic materials evaluated a higher productive potential, which could be

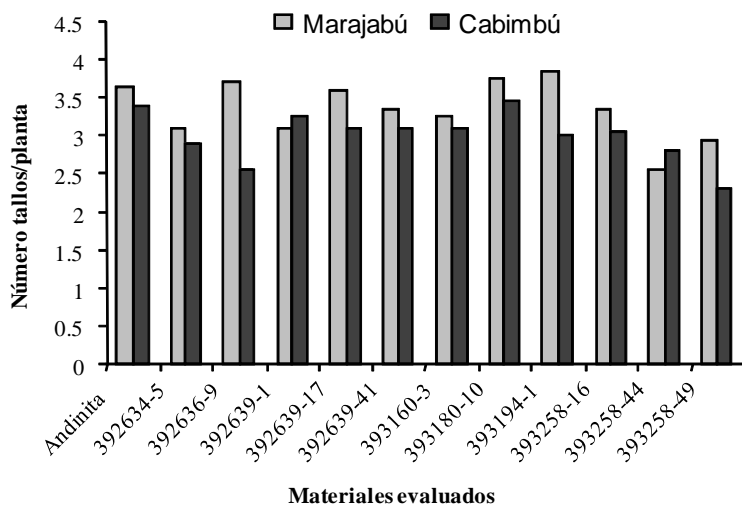


Figura 2. Número de tallos por planta de los materiales genéticos de papa (*Solanum tuberosum*) evaluados en dos localidades de Trujillo-Venezuela.

Figure 2. Number of stems per plant of genetic materials of potato (*Solanum tuberosum*) evaluated in two localities of Trujillo, Venezuela.

392639-17 con rendimientos de 1,58, 1,56, 1,44 y 1,39 kg planta⁻¹ respectivamente, en comparación a la variedad Andinita la cual alcanzó 1,04 kg planta⁻¹; sin embargo, en la localidad de Marajabú, ésta variedad presentó el mayor rendimiento (1,36 kg planta⁻¹) aunque estadísticamente similar al resto de los clones (figura 3).

El rendimiento alcanzado por estos clones fue superior a los señalados por otros investigadores en trabajos similares, quienes reportaron valores en un rango comprendido entre 0,070 a 0,991 kg planta⁻¹ (Castillo *et al.*, 2000; Andreu *et al.*, 2002; Aguilar *et al.*, 2006; Timlin *et al.*, 2006) y similares a lo reportados por Mora *et al.*, (2006), mostrando los materiales genéticos evaluados un

atribuido a su expresión genética, bajo las condiciones de este ensayo.

Rodríguez *et al.* (2008) when evaluating clones 392636-9, 392639-1, 392639-17, 392639-41, 393194-1, 392634-5 and 363258-44 to a height of 1400 masl and mean temperature of 20°C, reported lower yields to those obtained in this research, that makes evident a better response of these genetic materials to superior and altitudinal ranges; the previous information and the horizontal resistance to *P. Infestans* of these clones (Rodríguez *et al.*, 2008), showed its superiority in comparison to the "Andinita" variety.

Table 4 describes the growth and development stages of genetic materials in Marajabú and Cabimbú;

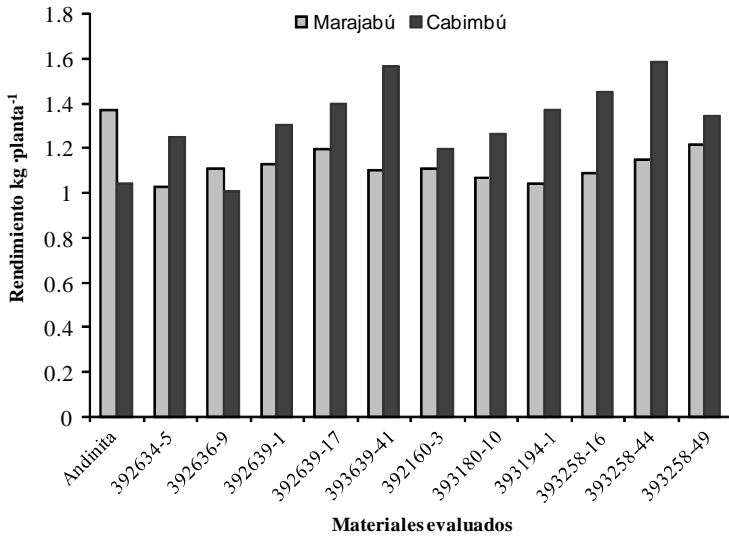


Figura 3. Rendimiento de los materiales genéticos de papa (*Solanum tuberosum*) evaluados en dos localidades de Trujillo-Venezuela.

Figure 3. Genetic materials yielding of potato (*Solanum tuberosum*) evaluated in two localities of Trujillo, Venezuela.

mayor potencial productivo, lo cual pudiera atribuirse a la expresión genética de los mismos, bajo las condiciones del ensayo.

Rodríguez *et al.* (2008) al evaluar los clones 392636-9, 392639-1, 392639-17, 392639-41, 393194-1, 392634-5 y 363258-44 a una altura de 1400 msnm y temperatura promedio de 20°C, reportaron rendimientos menores a los obtenidos en esta investigación, lo cual evidencia una mejor respuesta de estos materiales genéticos a pisos altitudinales superiores; lo anteriormente señalado, aunado a la resistencia horizontal a *P. Infestans* de estos clones (Rodríguez *et al.*, 2008), indicaron la superioridad de los mismos en comparación a la variedad Andinita.

the emergence in Marajabú occurred to 29 days in clones and 35 days in "Andinita"; whereas in Cabimbú this phase showed at 40 and 50 DAS, respectively. At 50 and 60 days after sowing leaves and lateral branches already had been developed in clones of localities, while in "Andinita", happened ten days later. In Marajabú the growth stop, flowering and tuberization beginning were showed to 75 days alter sowing in clones and 84 days in "Andinita". These phases delayed higher time in Cabimbú (85 days in clones and 92 in "Andinita"). Floral development from bud to anthesis, showed a similar duration in all the genetic materials; "Andinita" was different from clones, by its violet color flowers.

En el cuadro 4, se describe las etapas de crecimiento y desarrollo de los materiales genéticos en las localidades de Marajabú y Cabimbú; la emergencia en Marajabú ocurrió a los 29 días en los clones y 35 días en Andinita; mientras que en Cabimbú esta fase se presentó a los 40 y 50 dds respectivamente. A los 50 y 60 días posteriores a la siembra en los clones ya se habían desarrollado hojas y ramas laterales en ambas localidades, en tanto que en Andinita, ocurrió diez días más tarde. En Marajabú la paralización del crecimiento, inicio de floración y tuberización se manifestaron a los 75 días después de la siembra en los clones y 84 días en Andinita. Estas fases tardaron mayor tiempo en la localidad de Cabimbú (85 días en los clones y 92 en Andinita). El desarrollo floral desde botón a antesis, presentó una duración similar en todos los materiales genéticos, difiriendo Andinita de los clones, por el color violeta de sus flores.

En Marajabú la formación y llenado de tubérculos ocurrió en todos los clones entre los 75-100 dds, los clones: 392634-5, 393180-10 y la familia 392639 alcanzaron la senescencia a los 110 días posteriores a la siembra; el resto de los clones cumplieron sus fases a los 115 dds; en tanto que en Andinita la senescencia se presentó a los 120 días después de la siembra. En Cabimbú éstas fases se manifestaron más tarde (80-110 dds) en todos los clones, presentándose diferencias entre ellos en cuanto a la duración de éstas etapas. Los clones 392634-5, 393180-10 y la familia 392639 entraron en senescencia más tempranamente (120

In Marajabú the tubers formation and filling happened in all the clones between 75-100 DAS, clones: 392634-5, 393180-10 and the family 392639 reached senescence at 110 days after sowing; the rest of clones fulfilled its phases at 115 DAS, while in "Andinita" the senescence was observed at 120 days after sowing. In Cabimbú, these phases were later observed (80-110 DAS) in all the clones, by being showing differences between them in relation to its duration. Clones 392634-5, 393180-10 and the family 392639 showed an early senescence (120 DAS), the family 393258 to 127 DAS; in the clones 392636-9, 393160-3 and 393194-1, the foliage decrease was to 135 DAS; "Andinita" variety showed the higher time in carry out the tubers filling stage (90-120 DAS) and senescence (140 DAS).

Behavior showed by clones is in agreement with those observed by Kooman *et al.*, (1996) who detached that the early emergence and beginning of tubers, determined the early appearance of following stages and duration of productive cycle.

Rodríguez *et al.* (2008) reported for the clones 393194-1, 393258-44, 392639-41, 392634-5, 392639-17 392636-9, a duration of development cycle similar to that showed by these materials in Marajabú. Phenological cycle of "Andinita" in both localities was inferior to that observed by Segura *et al.* (2006) in five varieties of "Andigenum" sub-specie.

The higher temperatures registered in Marajabú (table 1) promoted the acceleration of shooting, vegetative development and

Cuadro 4. Etapas de crecimiento y desarrollo de 12 materiales genéticos en las localidades de Marajabú y Cabimbú, estado Trujillo-Venezuela.

Table 4. Growth and development stages of 12 genetic materials in Marajabú and Cabimbú localities, Trujillo state, Venezuela.

Localidad	DDS	Materiales	Estado y Descripción
Marajabú	29	Todos los clones	Emergencia :Los brotes de los tubérculos rompen la superficie del suelo y emergen,
	35	Andinita	
Cabimbú	40	Todos los clones	Desarrollo de hojas y de ramas laterales : Las hojas compuestas aparecen a lo largo del tallo y las ramas laterales comienzan aparecer.
	50	Andinita	
Marajabú	50	Todos los clones	Paralización del crecimiento vegetativo : el crecimiento ortotrópico y plagiotrópico de tallos y ramas se detiene los meristemos vegetativos revierten a reproductivos.
	60	Andinita	
Cabimbú	60	Todos los clones	Inicio de la floración y tuberización en esta fase los estolones se ensanchan y comienza la formación del tubérculo
	70	Andinita	
Marajabú	75	Todos los clones	Desarrollo floral : la yema apical del tallo se presenta más voluminosa, de color verde oscuro y abundante pubescencia, se hacen distinguibles el pedúnculo floral y sépalos, comienza la antesis y permanecen abiertas durante 4 días. EL desarrollo floral ocurre en 20 días.
	84	Andinita	
Cabimbú	80	Todos los clones	
	90	Andinita	
Marajabú	75-93	Todos los clones	
	82-100	Andinita	

Cuadro 4. Etapas de crecimiento y desarrollo de 12 materiales genéticos en las localidades de Marajabú y Cabimbú, estado Trujillo-Venezuela (Continuación).

Table 4. Growth and development stages of 12 genetic materials in Marajabú and Cabimbú localities, Trujillo state, Venezuela (Continuation).

Localidad	DDS	Materiales	Estado y Descripción	
Cabimbú	87-106	Todos los clones	Llenado de tubérculo: desde el ensanchamiento del estolón hasta alcanzar el máximo de masa total del tubérculo (inicio de senescencia)	
	90-110	Andinita		
Marajabú	75-100	Todos los clones		
	82-110	Andinita		
Cabimbú	80-110	Todos los clones		
	90-120	Andinita		
Marajabú	110	392634-5, 393180-10		Senescencia: El follaje se torna amarillento dando indicio que el tubérculo esta madurando
	115	familia 392639		
		familia 393258		
		392636-9.393160-3		
Cabimbú	120	393194-1,		
	120	Andinita		
Cabimbú	120	392634-5, 393180-10		
		familia 392639		
	127	familia 393258		
	135	392636-9.393160-3		
Cabimbú	140	393194-1,		
		Andinita		

dds), la familia 393258 a los 127 dds; en los clones 392636-9, 393160-3 y 393194-1, la declinación del follaje fue a 135 dds; Andinita presentó el mayor tiempo en cumplir la etapa de llenado de tubérculos (90-120 dds) y senescencia (140 dds).

El comportamiento mostrado por los clones coincidió con lo observado por Kooman *et al.*, (1996) al señalar que la anticipada emergencia e iniciación de los tubérculos, determinó la aparición temprana de las etapas subsiguientes y la duración del ciclo productivo.

Rodríguez *et al.*, (2008) reportaron para los clones 393194-1, 393258-44, 392639-41, 392634-5, 392639-17 392636-9, una duración del ciclo de desarrollo similar al mostrado por estos materiales en Marajabú. El ciclo fenológico de Andinita en ambas localidades fue menor al observado por Segura *et al.* (2006) en cinco variedades de la subespecie *Andigenum*.

Las mayores temperaturas registradas en Marajabú (cuadro 1) promovieron la aceleración de las etapas de brotación, desarrollo vegetativo e inicio de tuberización, determinando la temprana aparición del resto de las etapas y por ende el acortamiento del ciclo del cultivo; en comparación con el sector Cabimbú. Lo anterior se ajusta a lo reportado por diversos autores (Kooman *et al.*, 1996; Tekalign y Hammes, 2005; Streck *et al.*, 2006; Van Dam *et al.*, 2006, Pereira *et al.*, 2008), al señalar que en los diferentes genotipos de papa, el inicio de tuberización y sus etapas subsiguientes estuvieron fuertemente influenciados por la temperatura. En Marajabú los clones de las familias 392639 y 393258 presentaron un rendi-

tuberization beginning stages, by determining the early appearance of the rest of stages and consequently, the crop cycle shortening; in comparison to Cabimbú. That is in agreement with those reported by different authors (Kooman *et al.*, 1996; Tekalign and Hammes, 2005; Streck *et al.*, 2006; Van Dam *et al.*, 2006, Pereira *et al.*, 2008), when establishing that in different potato genotypes, the tuberization beginning and its following stages were strongly influenced by temperature. In Marajabú, the clones of families 392639 and 393258 showed a lower yield even statistically similar to "Andinita", whereas in Cabimbú, the yield of clones 392939-41 393258-16 and 393258-44 was significant superior to control.

Clones studied showed be more precocious than "Andinita" variety, the genetic materials 392634-5, 393180-10 and the family 392639 fulfilled its growth and development stages in lower time in both localities, 110 days in Marajabú, 120 DAS in Cabimbú, being "Andinita" the later one in both localities, 120 and 140 DAS respectively.

Conclusions

The evaluated materials showed a right size and good vigor, being detached the clones of families 392639 and 393258 by its high yield and lower productive cycle in both localities in comparison to the "Andinita" commercial variety. The characteristics observed in these clones permitted the classification like eligible materials for the agroecological areas.

miento menor aunque estadísticamente similar a Andinita, mientras que en Cabimbú el rendimiento de los clones 392939-41 393258-16 y 393258-44 fue significativamente superior al testigo.

Los clones bajo estudio mostraron ser más precoces que la variedad Andinita, los materiales genéticos 392634-5, 393180-10 y la familia 392639 cumplieron sus etapas de crecimiento y desarrollo en menor tiempo en ambas localidades, 110 días en Marajabú, 120 dds en Cabimbú, siendo Andinita la más tardía en ambas localidades, 120 y 140 días respectivamente.

Conclusiones

Los materiales evaluados presentaron porte erecto y buen vigor, destacándose los clones de las familias 392639 y 393258 por su mayor rendimiento y menor ciclo productivo en ambas localidades en comparación con la variedad comercial Andinita. Las características observadas en estos clones permitieron catalogarlos como materiales elegibles para las zonas agroecológicas donde se llevó a cabo el estudio.

Agradecimiento

Los autores agradecen al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes (CDCHT-ULA) y el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT) bajo los códigos NURR-C-311-02 (A) y S12002000372, respectivamente por el cofinanciamiento a este trabajo.

Acknowledgements

Authors want to express their thanks to the Consejo de Desarrollo, Científico y Tecnológico de la Universidad de los Andes (CDCHT-ULA) and to the Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACIT) under codes NURR-C-311-02 (A) and S12002000372, respectively.

End of english version

Literatura citada

- Aguilar, M., J. Carrillo, A. Rivera y A. González. 2006. Análisis de crecimiento y de relaciones fuente-demanda en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). Rev. Fitotec. Mex. 29(2):145-158.
- Andreu, M., E. Agustin, A. de Pereira. 2002. Comportamiento morfoagronómico de diez familias clonales de papa (*Solanum tuberosum* L.) en las condiciones climáticas del sur de Brasil. Rev. Latinoam. de papa. 13(1):66-74.
- Bonierbale, M., W. Amoros, J. Espinoza, E. Mihovilovich, W., Roca y R. Gómez. 2004. Recursos Genéticos de la papa: don del pasado, legado para el futuro. Supl. Rev. Latinoam. Papa. 1:9-12.
- Castillo, J., A. Estévez, J. Salomón, M. Hernández, Y. Quiñónez y D. Vargas. 2000. Comportamiento de diferentes genotipos de papa fuera de su época óptima de plantación. Disponible en: www/redepapa.org/juan23/pdf.Consultado 16-08-08.
- FAOSTAT 2007. Estadísticas de producción en línea. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/notes/units-htm> Consultado 24-10-08.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1994.

- International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). Genebank Standards. FAO-IPGRI. Rome. Italy 13 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1998. Draft report on the state of the worlds. Plant genetics resources. Roma, Italy. 35 p.
- Fry, W.E. 2008 *Phytophthora infestans*: the plant (and R gene). destroyer. *Mol Plant Pathol* 9(3):385-402.
- Hack, H., H. Gall, Th. Klemke, R. Kloce, U. Meyer, R. Stauss, y A. Witzemberger. 1993 Phänologische Entwicklungsstadien der Kartoffel (*Solanum tuberosum* L.). Codierung und Beschreibung nach der erweiterten BBCH-Skala mit Abbildungen. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 45:11-19.
- Kooman, P. y R. Rabbinge. 1996. An analysis of the relation between dry matter allocation to the tuber and earliness of a potato crop. *Annals of Botany* 77:235-242.
- Kooman, P., M. Fahem, P. Tegera, y A. Haverkort. 1996. Effects of climate on different potato genotypes. 1. Radiation interception total and tuber dry matter production. *Eur. J. Agron.* (5):193-205.
- Kooman, P., M. Fahem, P. Tegera, y A. Haverkort. 1996. Effects of climate on different potato genotypes. 2. Dry matter allocation and duration of the growth cycle. *Eur. J. Agron.* (5):207-217.
- Krug, H. 1997. Environmental influences on development growth and yield. pp. 101-180. En: Wen H.C. (Ed.). *The physiology of vegetable crops*. CABI Publishing. Londres.
- Lemage, B. y K. Caesar. 1990. Relationship between number of main stems and yield components of potato (*Solanum tuberosum* L. cv. Erntestolz) as influenced by different day lengths. *Potato Research* 33:257-267.
- León, R. y L. Varela. 1995. Caribay: una variedad nacional de papa con altos rendimientos y resistencia a candelilla tardía de la papa. Resúmen. *Memorias XVIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de la Papa*. Mérida, Venezuela. p.51.
- Lynch, D.R., G.C. Kozub y L.M. Kawchuk. 2001. The relationship between yield, mainstem number, and tuber number in five main crop and two early-maturing cultivars. *Am. J. Potato Res.* 78:83-90.
- Mora R., J. Ortiz., A. Rivera, M. Mendoza, M. Colinas y H. Lozoya. 2006. Índices de eficiencia de genotipos de papa establecidos en condiciones de secano. *Rev Chapingo* (12): 95-94.
- Pereira, A., N. Villanova, V. Ramos y A. Pereira. 2008. Potato potential yield based on climatic elements and cultivar characteristics. *Bragantia Campinas* 67(2):327-334.
- Rodríguez, D., D. Alcalá de Marcano y F. Escalona. 2008. Selección preliminar de clones de papa por resistencia a la candelilla tardía y rendimiento. *Bioagro* 20(1): 29-35.
- SAS®. 2002. *Statistical Analysis Systems*. SAS Institute Inc. Version 9.0. North Carolina SAS Institute, Inc. User's Guide. SAS Help and Documentation.
- Segura, M., M. Santos y C. Núñez. 2006. Desarrollo fenológico de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca). *Rev. Fitotecnia Colombiana* 6(2):33-43.
- Streck, N., F. Matiello de Paula, D. Bisognin, A. Heldwein y J. Dellai. 2006. Simulating the development of field growth potato (*Solanum tuberosum* L.) *Ágricultural and Forest Meteorology* 142:1-11.
- Timlin, D., S. Lutfor, J. Baker; V. Reddy, D. Fleisher y B. Quebedeaux. 2006. Whole plant photosynthesis, development, and carbon partitioning in potato as a function of temperature. *Agron. J.* 98:1195-1203.

- Tekalign, T. y P. Hammes. 2005. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth II. Growth analysis, tuber yield and quality. *Scientia Horticulture* 105:29-44.
- Van Dam, J., P. Kooman y P. Strik. 1996. Effects of temperature and photoperiod on early growth and final number of tubers in potato (*Solanum tuberosum* L.) *Potato Res.* (39):51-62.
- Zosimo, H. 1994. Potato Descriptor for a Minimum Characterization of Potato Collection. (CIP). pp 40-48.