

Comportamiento agronómico de plantas *in vitro* de clones promisorios de papa, bajo condiciones invernadero

Agricultural *in vitro* plant behavior of potato promising clones under greenhouse conditions

N. Meza¹, H. Coraspe¹, I. Quintero² y J. Rincón³

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Trujillo.

²Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel, Trujillo, Venezuela. ³Técnico Superior Agrícola en libre ejercicio de la profesión.

Resumen

La producción de papa en los Andes venezolanos se sustenta en las variedades Granola, Caribay, Andinita y Capiro R-12, siendo necesaria la evaluación de nuevos materiales genéticos. Diez clones de papa (vitroplantas) fueron evaluados en invernadero en La Cristalina, estado Trujillo, Venezuela. Las vitroplantas se obtuvieron de los clones: 392634-21, 392636-1, 392636-4, 392636-31, 392639-1, 393180-10, 393180-32, 393193-16, 393465-1 y 393636-50. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado. Las variables evaluadas fueron las establecidas por el Centro Internacional de la Papa, (CIP). El mayor rendimiento y número de tubérculos por planta se alcanzó en los clones 392636-4, 393180-10, 393636-50 y 393180-32. La forma (redonda), el tamaño (mediano) y el color de la peridermis (amarilla) fueron considerados buenos en estos clones. Los materiales genéticos evaluados son promisorios para una futura liberación.

Palabras clave: papa, invernadero, crecimiento.

Abstract

The potato production in the Venezuelan Andes is based on Granola, Caribay, Andinita and Capiro R-12 varieties, being necessary the evaluation of new genetic materials. Ten clones of potato (vitroplants) were evaluated under greenhouse conditions in La Cristalina, Trujillo state, Venezuela. Clones were obtained from: 392634-21, 392636-1, 392636-4, 392636-31, 392639-1, 393180-10, 393180-32, 393193-16, 393465-1 and 393636-50. A completely randomized split plot design

was used. The evaluated variables were those indicated by the International Potato Center (CIP). Results showed that the highest yield and number of tubers per plant were registered in 392636-4, 393180-10, 393636-50 and 393180-32 clones. Shape (round) and size (medium) of tubers and peridermis color (yellow) were considered good in these clones. Genetic materials evaluated are promissory for a future liberation.

Key words: Potato, Greenhouse, growth.

Introduccion

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.), ocupa el cuarto puesto a nivel mundial después del trigo, el arroz y el maíz como cultivo alimenticio (Meza *et al.*, 2008). Para el 2007, a nivel mundial se conoció un área cosechada de 19.327.731 ha, con una cantidad de 325.302.445 t y un rendimiento de 16,8 t.ha⁻¹ (FAOSTAT, 2007). En Venezuela se cultiva en gran parte en la zona Andina y parte del estado Lara y Carabobo, (Quintero *et al.*, 2009). El área de siembra se ha mantenido constante en los últimos años, así como su volumen de producción generando un problema de desabastecimiento en algunos meses del año, lo que trae como consecuencia la importación de papa consumo y semilla de países como Colombia, Canadá y Alemania. (Meza *et al.*, 2009).

Debido a la demanda de los productores de nuevas variedades de ciclo corto, con buen comportamiento en postcosecha y resistencia a candelilla tardía, en el país se introdujeron en forma de semilla botánica un grupo de 14 familias con resistencia horizontal a *Phytophthora infestans*, de las cuales se obtuvieron 192 clones por su tolerancia a la presión natural del inóculo en campo y por el patrón de preferencia de los tubérculos en el mercado. Se seleccionó un número reducido de clones toleran-

Introduccion

Crop potato (*Solanum tuberosum* L.), occupies the fourth place Worldwide after wheat, rice and corn, as a food crop (Meza *et al.*, 2008). In 2007, a sowing area of 19.327.731 ha was known Worldwide, with a quantity of 325.302.445 t and a yield of 16.8 t.ha⁻¹ (FAOSTAT, 2007). In Venezuela, potato is cropped a big part of the Andean area and Lara and Carabobo states (Quintero *et al.*, 2009). The sowing area has kept steady in the last years as well as its production volume, generating shortage in some months of the year; consequently, the importing of potato and seeds to countries such as Colombia, Canada and Germany (Meza *et al.*, 2009).

Due to the demand of producers of new short-cycle varieties with good post-harvest behavior, 14 families were introduced in the country with horizontal resistance towards *Phytophthora infestans*, out of which were obtained 192 clones by their tolerance to the natural pressure of the inoculum in the field and by the preference pattern of the tubers in the market. A reduced number of clones tolerant to *P. infestans* were introduced, which are still under evaluation (Rodríguez *et al.*, 2008) to evaluate in this group of genetic materials their response to the

tes a candelilla tardía (*P. infestans*), los cuales se mantienen aún en evaluación (Rodríguez *et al.*, 2008) para estudiar en este grupo de materiales genéticos su respuesta a la inoculación con diversas razas del patógeno.

Con esta investigación se pretende en parte solventar la problemática de escasez de materiales adaptados a las condiciones agro-climáticas de la región andina. Los clones de papa evaluados en esta investigación provienen del Centro Internacional de la Papa (CIP), y están en la lista de elegibles como futuras variedades nacionales. Además, se contribuirá con la producción de semilla de alta calidad para los estados productores de papa. Por lo antes expuesto en esta investigación se evaluaron características agronómicas de diez clones avanzados de papa (vitroplantas), bajo condiciones de invernaderos.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Campo Experimental La Cristalina, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) del estado Trujillo, ubicado a 2.630 msnm, con temperatura promedio de 14°C, precipitación anual de 890 mm y humedad relativa de 87%. Las vitroplantas se obtuvieron en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Lara (INIA- LARA), a partir de meristemas de los clones identificados como: 392634-21, 392636-1, 392636-4, 392636-31, 392639-1, 393180-10, 393180-32, 393193-16, 393465-1 y 393636-50. El ensayo se estableció bajo un diseño de bloques completamente aleatorizado de 10 tratamientos (clones), con seis repe-

inoculation with different strains of the pathogen.

With this research it is intended to solve the shortage problem of materials adapted to the agro-climatic conditions in the Andean region. Potato clones evaluated in this research come from the International Potato Center (IPC), and are in the eligible list as future national varieties. Likewise, it will contribute to the production of high quality seed for the states that produce potato. Because of the latter, agronomic characteristics of ten advanced clones of potato were evaluated (vitroplants) under greenhouse conditions.

Materials and methods

The research was carried out at the experimental field La Cristalina, belonging to the National Agriculture Research Institute (INIA) of Trujillo, located at 2.630 masl, with average temperature of 14°C, and annual precipitation of 890 mm and relative humidity of 87%. The vitroplants were obtained at the Tissue Cop Laboratory of National Research of Agriculture Research in Lara state (INIA-LARA), after the clone meristem identified as 392634-21, 392636-1, 392636-4, 392636-31, 392639-1, 393180-10, 393180-32, 393193-16, 393465-1 and 393636-50. The essay was established under a completely split plot design with 10 treatments (clones), six replications of six rows of plants, with seven plants each. The vitroplants were sowed at a distance of 0.15 m between rows and 0.10 m between plants for a population density of 66.7 plants/m². In the greenhouse, all the practices and cul-

cciones de seis hileras de plantas, con siete plantas cada una. Las vitroplantas se sembraron a una distancia de 0,15 m entre hilera y 0,10 m entre planta, para una densidad poblacional de 66,7 plantas/m². Dentro del invernadero se realizaron todas las prácticas y labores culturales necesarias para garantizar que los clones desarrollarán y expresarán su potencial productivo y genético. El ciclo de crecimiento se desarrollo durante cinco meses.

Las variables evaluadas fueron las establecidas de acuerdo a las normas del Centro Internacional de la Papa, (CIP) (Zosimo 1994) entre estas: número de tallo, altura de la planta, características de las hojas como: color del follaje, tamaño y número de hoja por planta, tamaño y consistencia del folíolo central, y el rendimiento. Esta última variable se expresó en número de tubérculos por m², obtenido en cada clon. Las características físicas poscosecha como forma y tamaño del tubérculo, tipo y color de peridermis, color de la pulpa y la profundidad de los ojos (yemas) se evaluaron una vez cosechados los materiales. Los análisis de varianza y las pruebas de medias se realizaron a través del programa estadístico INFOSTAT.

Resultados y discusión

Número de tallos

El numero de tallos fue similar en todos los clones, en promedio presentaron 1,20 tallos por plantas, este valor se considera bajo cuando se compara con minitubérculos en invernadero o en campo donde se puede encontrar hasta cuatro tallos por planta. En la figura 1 se observa la altura de la plantas de los

tural works were done, to guarantee that the clones would develop and express their productive and genetic potential. The growing cycle developed for five months.

The evaluated variables were the ones established according to the norms of the International Potato Center (IPC) (Zosimo, 1994) among these: number of stem, height of the plant, characteristics of the leaves such as: color of the foliage, size and number of the leaf per plant, size and consistency of the central leaflet and the yield. This last variable was expressed in number of tubers by m², obtained on each clone. The physical post-harvest characteristics such as shape and size of the tuber, type and color of the pulp and depth of the eyes (buds) were evaluated once harvested the materials. The variance analyses and the mean tests were done using the statistical software INFOSTAT.

Results and discussion

Number of stems

The number of stems was similar in all the clones, presenting an average of 1.20 stems per plants, this value is considered low when compared to mini-tubers in greenhouse or in the field, where there can be even four stems per plant. In figure 1 is observed the height of plants of the different clones; the highest height was reached by the clone 392636-4 followed by the clones 393193-16 and 393180-32 who registered values of 31.8; 29.8 and 28.75 cm, respectively.

Characteristics of leaves

In table 1 are presented the foliar characteristics observed in the

diferentes clones, la mayor altura la alcanzó el clon 392636-4 seguidos de los clones 393193-16 y 393180-32 quienes registraron valores de 31,8; 29,8 y 28,75 cm, respectivamente.

Características de las hojas

En el cuadro 1 se presentan las características foliares observadas en los clones evaluados. El color del follaje vario entre verde, verde claro y verde grisáceo, el número de hoja por planta osciló entre 8,30 y 6 hojas, mientras que la longitud alcanzó valores de 17, 55 y 33,93 cm, respectivamente.

Rendimiento

En la figura 2 A y B se presentan los resultados obtenidos del número y el peso de los tubérculos/m² en los clones evaluados. Todos los materiales produjeron abundantes tubérculos entre 200 y 800 con excepción de los clones 392634-21 y 392636-1, los cuales solo produjeron 129 y 120 tubérculo.m², respectivamente. El mayor número de tubérculos lo alcanzaron los clones 392636-4, 393180-10, 393636-50 y 393180-32 con 820,631,629, y 613 tuberculos.m², seguidos de los clones 392636-31, 393193-16393465-1392639-1,392634-21 y 32636-1 quienes produjeron 405;370;396;255;129 y 120 tubérculos.m², respectivamente. En los clones 392636-4 y 393636-50 se obtuvo abundante semilla pero semilla muy pequeña con un valor de 3,4 y 3,8 kg.m². Las semillas de mayor tamaño se produjeron en los clones 393193-16 y 393465-1 lográndose alcanzar 15 y 16 kg de semilla.m² (figura 2B).

Características físicas de los tubérculos

El cuadro 2 muestra las características físicas observadas en los clones

evaluated clones. The color of the foliage varied from green, light green to grayish green, the number of leaf per plant varied from 8.30 to 6 leaves, meanwhile, the longitude reached values of 17. 55 and 33.93 cm, respectively.

Yield

In figure 2 A and B are presented the results obtained from the number and weight of tubers.m² in the evaluated clones. All the materials produced abundant tubers from 200 to 800 excepting the clones 392634-21 and 392636-1, which only produced 129 and 120 tuber.m², respectively. The highest number of tubers was reached by the clones 392636-4, 393180-10, 393636-50 and 393180-32 with 820.631.629, and 613 tubers.m², followed by the clones 392636-31.393193-16393465-1392639-1.392634-21 and 32636-1 which produced 405;370;396;255;129 and 120 tubers/m², respectively. In the clones 392636-4 and 393636-50 abundant seed was obtained but with small size with a value of 3.4 and 3.8 kg.m². The seeds with higher size were produced in the clones 393193-16 and 393465-1 reaching 15 and 16 kg of seed.m² (figure 2B).

Physical characteristics of tubers

Table 2 shows the physical characteristics observed in the evaluated clones. The shapes of the tuber varied from round, oval round, elongated oval to elongate. These shapes are commercially accepted for both the fresh consumption and the agro-industry. All the clones had smooth skin. The color of the skin was yellow for the clones 392634-21.392636-1;392636-31;392636-4; 393180-32 and

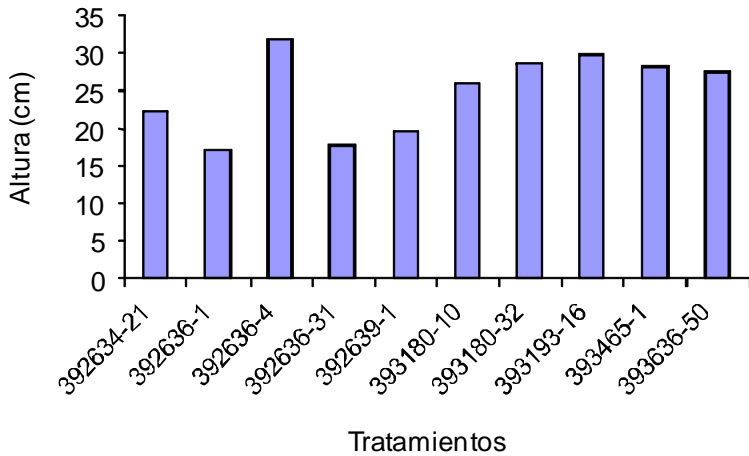


Figura 1. Altura de plantas (cm), de 10 clones promisorios de papa, establecidos bajo condiciones de invernadero.

Figure 1. Height of the plants (cm) of 10 promissory clones of potato established under greenhouse conditions.

evaluados. Las formas del tubérculo variaron entre redondo, oval redondo, oval alargado y alargado. Estas formas son aceptables comercialmente tanto para el consumo fresco y para la agroindustria. Todos los clones presentaron piel lisa. El color de la piel fue amarillo para los clones 392634-21, 392636-1; 392636-31; 392636-4; 393180-32 y 393636-50; sin embargo, en los clones 393180-10; 393193-16 y 393465-1, el color predominante de la piel fue rosado mientras que el color secundario fue el amarillo. La profundidad de los ojos predominante fue superficial, solo los clones 393180-32 y 393465-1 presentaron ojos superficiales. Todos los clones presentaron color predominante de pulpa amarillo y sin distribución de colores secundarios en la misma.

Zambrano *et al.* (2005), obtuvieron en la zona de Marajabú en Vene-

393636-50; however, in the clones 393180-10; 393193-16 and 393465-1, the predominating color of the skin was pink; meanwhile, the secondary color was yellow. The depth of the eyes was predominantly superficial, only clones 393180-32 and 393465-1 presented superficial eyes. All the clones had the same predominant color of yellow pulp and without distribution of secondary colors on it.

Zambrano *et al.*, (2005) obtained in Marajabú, Venezuela, similar results to the ones of this research, excepting with the skin color in the clone 393465-1 which had pink skin.

Conclusions

All the clones showed good horticulture behavior in the greenhouse, with acceptable characteristics for both the fresh

Cuadro 1. Color de follaje, número y tamaño de las hojas, tamaño y consistencia del foliolo de 10 clones promisorios de papa, establecidas bajo condiciones de invernadero.

Table 1. Color of the foliage, number and size of leaves, size and consistency of the leaflet of 10 promissory clones of potato established under greenhouse conditions.

Clones	Color del follaje	N° Hojas/planta	Tamaño de la hoja cm	Tamaño del foliolo central cm	Consistencia del foliolo
392634-21	Verde	7,33 ^{ab}	33,42 ^a	13,62 ^a	Flexible
392636-1	Verde Claro	6,60 ^{bc}	17,55 ^d	9,45 ^c	Flexible
392636-4	Verde Gris	8,30 ^a	26,90 ^b	14,10 ^a	Flexible
392636-31	Verde Claro	6,60 ^{bc}	17,95 ^d	11,00 ^{bc}	Flexible
392639-1	Verde	6,00 ^c	17,95 ^d	9,85 ^c	Flexible
393180-10	Verde	6,80 ^{bc}	32,20 ^a	14,45 ^a	Rugosa
393180-32	Verde Gris	7,10 ^{bc}	22,70 ^c	11,02 ^{bc}	Flexible
393193-16	Verde	7,40 ^{ab}	33,00 ^a	14,57 ^a	Rugosa
393465-1	Verde	7,30 ^{ab}	33,93 ^a	14,25 ^a	Rugosa
393636-50	Verde Gris	7,60 ^{ab}	21,80 ^c	11,80 ^b	Flexible

Letras distintas indican diferencias significativas $P \leq 0,05$.

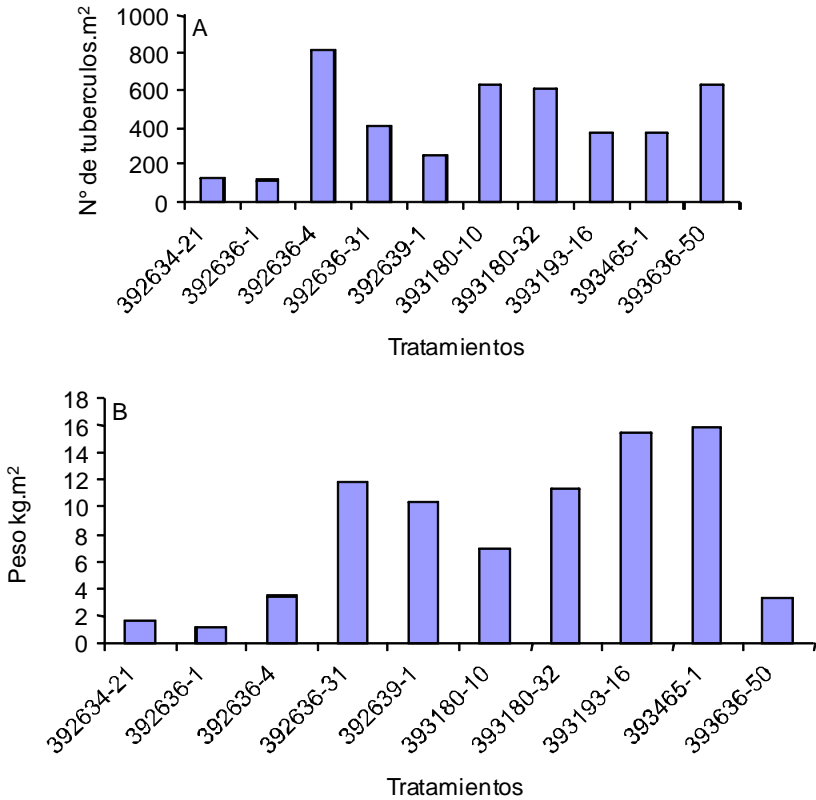


Figura 2. Número de tubérculos y peso (kg.m²) de 10 clones promisorios de papa, establecidos bajo condiciones de invernadero.

Figure 2. Number of tubers and weight (kg.m²) of 10 promissory potato clones established under greenhouse conditions.

zuela, resultados similares a los obtenidos en esta investigación, a excepción del color de la piel en el clon 393465-1 el cual mostró piel rosada.

Conclusiones

Todos los clones mostraron buen comportamiento hortícola en el invernadero, además poseen características aceptables tanto para el consumo fres-

consumption and the agroindustry compared to the varieties Kennebec and Granola, widely used in the country.

The evaluated materials presented agronomic characteristics which allow to be considered as promissory in this liberation process of new potato varieties for the country.

End of english version

Cuadro 2. Características físicas observadas en los clones de papa evaluados.

Table 2. Physical characteristics observed in evaluated potato clones.

Clones	Forma	Tipo de piel	Color piel	Profundidad de ojos	Color pulpa
392634-21	Redondo	Lisa	Amarilla	Superficiales	Amarilla
392636-1	Redondo	Lisa	Amarilla	Superficiales	Amarilla
392636-31	Oval redondo	Lisa	Amarilla	Superficiales	Amarilla
392636-4	Alargado	Lisa	Amarilla	Superficiales	Amarilla
392639-1	Redondo	Lisa	Amarilla clara	Superficiales	Amarilla
393180-10	Oval redondo	Lisa	Rosadas y amarillas	Superficiales	Amarilla
393180-32	Redondo	Lisa	Amarillas	SSemiprofundos	Amarilla
393193-16	Oval alargado	Lisa	Amarillas y rosadas	Superficiales	Amarilla
393465-1	Oval redondo	Lisa	Rosadas	Semiprofundos	Amarillo
93636-50	Oval alargado	Lisa	Amarillas	Superficiales	Amarilla

co y agroindustria en comparación con las variedades Kennebec y Granola utilizadas ampliamente en el país.

Los materiales evaluados presentaron características agronómicas las cuáles permiten considerarlas como promisorias en este proceso de liberación de nuevas variedades de papa para el país.

Literatura citada

- Faostat. 2007. Estadísticas de producción en línea. <http://www.fao.org/faostat/note/units-htm>. (consulta del 19/8/11)
- Meza N., J. Herrera, S. Gudiño y S. Tejera. 2008. Evaluación de tres clones de papa (*Solanum tuberosum* L.), en dos localidades del estado Trujillo, Venezuela. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 52: 58-60.
- Meza N., J. Herrera y S. Gudiño 2009. Comportamiento de clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la localidad de Cuencas, estado Trujillo Venezuela. Bioagro 21(2): 149-151
- Quintero I, F. Montero, J. Zambrano, N. Meza, M. Maffei, A. Valera y W. Materano. 2009. Evaluación de once clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el estado Trujillo. I Características agronómicas y fenológicas. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 26:362-361.
- Rodríguez D., Alcalá de Marcano D. y Escalona F. 2008. Selección inicial de clones de papa por resistencia a la candellilla tardía y rendimiento. Rev. Bioagro 20(1): 29-35.
- Zambrano J., F. Montero, I. Quintero, W. Materano, M. Maffei, J. Briceño y R. Infante. 2005. Evaluación de clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L.), en la localidad de la Cristalina, municipio Trujillo, Trujillo, Venezuela. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 48: 57-59..
- Zosimo H. 1994. Potato descriptor for a minimum characterization of potato collection. Publicación de Centro Internacional de la papa(CIP) 265p