

Evaluación del crecimiento de las vitroplantas y la microtuberización de dos materiales de papa

Vitroplants growth and the microtuberization of two potato materials

M. Ojeda, N. Mogollón, M. Pérez de Camacaro, E. Suárez y N. Hernández

Postgrado de Horticultura. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA). Apartado 400. Barquisimeto. Lara. Venezuela.

Resumen

La micropropagación es una alternativa en la producción de semilla prebásica de papa en Venezuela. A tal efecto, se evaluó el crecimiento de vitroplantas y microtuberización de papa ‘Kennebec’ y clon 393193-16 (CIP). Las vitroplantas se obtuvieron a partir de segmentos nodales cultivados en medio MS, y para la microtuberización a este medio se adicionaron 40 y 60 g.L⁻¹ de sacarosa (SA), en combinación con 2, 4 y 6 mg.L⁻¹ de benciladenina (BA). ‘Kennebec’ presentó mayor crecimiento, pero la ramificación tendió a favorecer al clon. Este último produjo más microtubérculos que ‘Kennebec’ (7,37 vs. 5,43 por repetición). La biomasa del microtubérculo fue mayor para ‘Kennebec’ en cualquier concentración de SA, y en la combinación con 6 mg.L⁻¹ BA. ‘Kennebec’ presentó mayor crecimiento y el clon más producción de microtubérculos.

Palabras clave: micropropagación, papa, *Solanum tuberosum*.

Abstract

Micropropagation is an alternative in the production of pre-basic seed potatoes in Venezuela. For this purpose, the growth of vitroplants and microtuberization of potato ‘Kennebec’ and clone 393193-16 (CIP) were evaluated. Vitroplants were obtained from nodal segments cultured on MS medium, and for microtuberization, this medium received 40 and 60 g.L⁻¹ sucrose (SU), in combination with 2, 4 and 6 mg.L⁻¹ benzyladenine (BA). ‘Kennebec’ showed greater

growth, while branching tended to be higher in the clone. The clone produced greater number of microtubers than 'Kennebec' (7.37 vs. 5.43 per repeat). The microtuber biomass was superior for 'Kennebec' at any concentration of SU, and in combination with 6 mg.L⁻¹ BA. 'Kennebec' showed highest growth and the clone more production of microtubers.

Key word: micropropagation, potato, *Solanum tuberosum*.

Introducción

La papa constituye uno de los principales rubros hortícolas del estado Lara, donde mayormente se producen los cultivares Kennebec y Andinita (para consumo fresco), y Atlantic (para procesamiento). Igualmente, clones avanzados provenientes de poblaciones de familias de papa (semilla sexual) del Centro Internacional de la Papa (CIP) han sido seleccionados por su resistencia horizontal a la candelilla tardía (*Phytophthora infestans*) (Rodríguez *et al.*, 2008), y por su capacidad productiva bajo condiciones del estado Lara (Ojeda *et al.*, 2010). Sin embargo, la producción de papa depende principalmente de la importación de semilla, lo cual implica erogaciones de divisas, aumento de los costos de producción, riesgo de introducción al país de nuevas plagas y enfermedades, y pérdidas por deterioro de los tubérculos-semillas durante la importación y almacenamiento. Una de las alternativas en el esquema de la producción de semilla prebásica de papa es la micropropagación, a través del uso de las vitroplantas y los microtubérculos. Estas técnicas mejoran la eficiencia, ya que se obtiene material sano a gran escala durante todo el año. Los microtubérculos en comparación con las vitroplantas, aún cuando requieren un tiempo extra para su gelación,

Introduction

Potato constitutes one of the most important agriculture products in Lara state, where Kennebec and Andinita are mainly consumed for fresh consumption and Atlantic for processing. Likewise, advanced clones coming from potato families (sexual seed) of the International Center of Potato (ICP) have been selected by their horizontal resistance to the delayed candelilla (*Phytophthora infestans*) (Rodríguez *et al.*, 2008), and by their productive capacity under conditions of Lara state (Ojeda *et al.*, 2010). However, the potato production mainly depends on the importation of the seed, which implies currency expenditure, increments in the production costs, risk of introducing to the country new pests and diseases and losses by deterioration of tuber-seed during importing and storing. One of the alternatives in the production scheme of pre-basic seed of potato is the micro-propagation through vitroplants and micro-tubers. These techniques improve the efficiency, since healthy material is obtained at great scale during all the year.

Micro-tubers, compared to the vitroplants, even when they require an extra gelation, have a storing advance for more time, ease and redu-

tienen ventajas como un almacenamiento por mayor tiempo, facilitan y reducen los costos de transporte, no requieren periodo de aclimatación en invernadero, facilita el manejo en el momento de la plantación, factibilidad de ser usados como fuente de germoplasma, entre otros (Coleman *et al.*, 2001; Donnelly *et al.*, 2003).

Sin embargo, el proceso de producción de tubérculos *in vitro* es muy complejo y depende no sólo del material vegetal, sino también, de los métodos de inducción y medio del cultivo. Entre los componentes del medio que más influyen se reporta la concentración de carbohidratos, así como los reguladores de crecimiento, especialmente las citocininas (Mogollón *et al.*, 1998; Donnelly *et al.*, 2003). Por tal motivo, la finalidad de esta investigación fue evaluar el crecimiento de las vitroplantas y la microtuberización de dos materiales de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo diferentes concentraciones de sacarosa y benciladenina.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el laboratorio de Biotecnología Vegetal del Postgrado de Horticultura, Decanato de Agronomía, UCLA, ubicado en Tarabana, municipio Palavecino del estado Lara. Los materiales de papa (*S. tuberosum*) usados fueron el cultivar comercial Kennebec y el Clon 393193-16 (CIP) por su potencial productivo para el estado Lara (Ojeda *et al.*, 2010).

1. Crecimiento de vitroplantas. Las mismas se obtuvieron a partir de la multiplicación masiva de segmentos nodales de los dos materiales, se-

ce the transportation costs, do not require an acclimatization period in the greenhouse, ease the handling at the moment of the plantation, feasibility to be used as a germplasm source, among others (Coleman *et al.*, 2001; Donnelly *et al.*, 2003).

However, the production process of tubers *in vitro* is very complex and does not only depend on the vegetal material but also on the induction methods and culture medium. Among the medium components with more influence are reported the carbohydrate concentration and the growth regulators, especially cytokinines (Mogollón *et al.*, 1998; Donnelly *et al.*, 2003). For that reason, the aim of this research was to evaluate the growing of vitroplants and microtuberization of two potato materials (*Solanum tuberosum* L.) under different concentrations of sucrose and benzyladenine.

Materials and methods

The research was carried out at the Vegetal Biotechnology Laboratory of the Horticulture Master Program, Agronomy Dean Office, UCLA, located in Tarabana, Palavecino parish, Lara state. Potato materials (*S. tuberosum*) used were the commercial cultivar Kennebec and the Clon 393193-16 (ICP) by its productive potential for Lara state (Ojeda *et al.*, 2010).

Vitroplants growing. These were obtained after the massive multiplication of nodal segments of two materials, selected from banks of mother plants preserved *in vitro* in the laboratory, in a semi-solid medium of Murashige and Skoog (SM). A

leccionados de bancos de plantas madres conservados *in vitro* en el laboratorio, en un medio semisólido de Murashige y Skoog (MS). Se utilizó un diseño completamente al azar, con 15 repeticiones constituidas cada una por 10 unidades experimentales. Las variables evaluadas fueron: altura de las vitroplantas, medida desde la base del brote (extremo proximal) hasta la última yema terminal (extremo distal); número de nudos y número de hojas. Así mismo, se determinó el porcentaje de enraizamiento y ramificación expresando la presencia de dichas estructuras en forma porcentual en relación al total de vitroplantas en cada repetición. Todas las variables se evaluaron semanalmente durante 28 días.

2. Obtención de microtubérculos.

La tuberización se indujo cultivando las vitroplantas de ambos materiales en un medio MS con diferentes niveles de sacarosa (SA): 40 y 60 g.L⁻¹, combinadas con tres concentraciones de benciladenina (BA): 2, 4 y 6 mg.L⁻¹, y se mantuvieron en la oscuridad a temperatura promedio de 24±1°C por 60 días. Se utilizó un diseño completamente al azar en arreglo factorial 2 (materiales) x 2 (SA) x 3 (BA) con 15 repeticiones. Al finalizar, se cuantificó el número de microtubérculos/repetición y la biomasa de los mismos. Los datos se procesaron mediante análisis de varianza y separación de medias según la prueba de Tukey (P≤0,05), usando el programa estadístico Statistix versión 8.

Resultados y discusión

Crecimiento de vitroplantas. El crecimiento de las vitroplantas de

completely randomized design was used with 15 replications each constituted by 10 experimental units. The evaluated variables were: height of the vitroplants measured from the base of the sprout (proximal extreme) until the last terminal bud (distal extreme), number of knots and number of leaves. Likewise, the rooting percentage and branching were determined, expressing the presence of such structures as percentage, in relation to the total of vitroplants on each replication. All the variables were evaluated every week for 28 days.

Micro-tuber obtaining.

Tuberization induced cultivating the vitroplants of both materials in a SM medium with different sucrose levels (SU: 40 and 60 g.L⁻¹, combined with three concentrations of benzyladenine (BA): 2, 4 and 6 mg.L⁻¹, and kept in the dark at an average temperature of 24±1°C for 60 days. A completely split plot randomized design of 2 (materials) x 2 (SU) x 3 (BA) was used with 15 replications. At the end, the number of micro-tubers/replication and their biomass was quantified. The data was processed with the variance analysis and the mean separation was done with Tukey test (P≤0.05), using the statistical software Statistix, version 8.

Results and discussion

Growing of vitroplants. The growing of vitroplants from both materials of potato presented statistical significant differences during the evaluation (figure 1). In this sense, the final height of the vitroplants was superior for 'Kennebec' (7.1 cm) compared to the clone (6.2 cm),

ambos materiales de papa presentó diferencias estadísticamente significativas durante el tiempo de evaluación (figura 1). En este sentido, la altura final de las vitroplantas fue superior para 'Kennebec' (7,1 cm) en comparación con el clon (6,2 cm), observándose la mayor tasa de crecimiento entre los 7 y 14 días (figura 1A). Es importante resaltar que una altura de 5 cm de la vitroplanta fue considerada como suficiente para iniciar el proceso de aclimatación (Lugo *et al.*, 2009), y poder garantizar un alto porcentaje de sobrevivencia durante dicha fase. En relación al número de hojas y de nudos, se observó una tendencia similar a la altura en el sentido que incrementaron a medida que transcurrió el tiempo, con los mayores valores para 'Kennebec' a partir de los 14 días (figuras 1B y 1C); sin embargo, al final del periodo de evaluación los dos materiales alcanzaron valores similares estadísticamente, con promedios de 6,04 hojas y 6,03 nudos. La mayor altura alcanzada por 'Kennebec' aun teniendo similar número de nudos que el clon, podría explicarse porque los entrenudos de 'Kennebec' fueron más largos, confirmando esta característica un aspecto más compacto al clon. Por otra parte, Bizarri *et al.* (1995) encontraron que vitroplantas con 6 a 8 nudos fueron adecuadas para usarlas como material para la microtuberización.

En el cuadro 1 se observa que 'Kennebec' tendió a presentar más enraizamiento (99%) en relación al clon (97%), el cual fue medible desde el inicio de las evaluaciones. El alto porcentaje de enraizamiento de ambos materiales garantiza su buen anclaje y

observing the highest growing rate within 7 and 14 days (figure 1A). It is important to mention that a height of 5 cm of the vitroplant was considered enough to start the acclimatization process (Lugo *et al.*, 2009), thus, guaranteeing a high survival percentage during this phase. In relation to the number of leaves and knots, a similar tendency was observed to the height, in a way that increased at the time that time passed with the highest values for 'Kennebec' after 14 days (figures 1B and 1C); however, at the end of the evaluation period, both materials reached similar values statistically, with averages of 6.04 leaves 6.03 knots. The highest height reached for 'Kennebec' even when a similar number of knots in the clone might be explained because the internodes of 'Kennebec' were longer, giving this characteristic a more compact aspect to the clone. On the other hand, Bizarri *et al.* (1995) found that vitroplants with 6 to 8 knots were adequate to be used as material for the micro-tuberization.

In table 1 is observed that 'Kennebec' tended to root more (99%) than the clone (97%), which was measured from the beginning of the evaluations. The high rooting percentage of both materials guarantees a good anchorage and survival of the vitroplants during the acclimatization process, *ex vitro* period where the plant starts its development as an independent organism.

On the contrary, the highest branching of vitroplants was observed by the clone (45%) compared to 'Kennebec' (28%), which became evident for both varieties of potato after

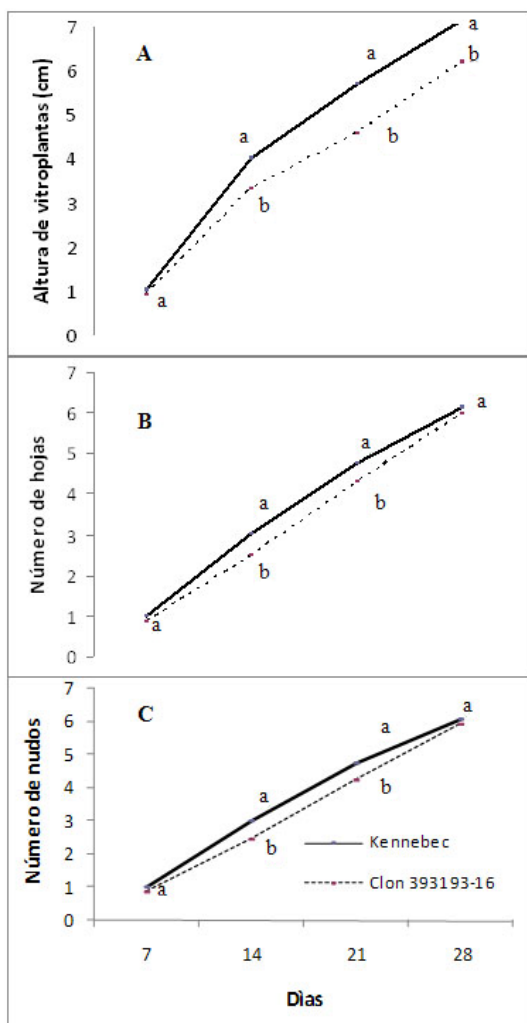


Figura 1. Evaluación de la altura (1A), número de hojas (1B) y número de nudos (1C) de las vitroplantas de ‘Kennebec’ y clon 393193-16 (CIP) durante 28 días. Letras distintas significan diferencias estadísticas entre los materiales de papa según prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Figure 1. Evaluation of the height (1A), number of leaves (1B), and number of knots (1C) of vitroplants ‘Kennebec’ and the clone 393193-16 (ICP) for 28 days. Different letters mean statistical differences among the potato materials, according to Tukey test ($P \leq 0.05$).

Cuadro 1. Evaluación del enraizamiento y ramificación de las vitroplantas de ‘Kennebec’ y clon 393193-16 (CIP) a los 28 días.

Table 1. Rooting and branching evaluation of ‘Kennebec’ vitroplants and the clone 393193-16 (ICP) at 28 days.

Material	Enraizamiento (%)	Ramificación (%)
‘Kennebec’	99	28
Clon 393193-16	97	45

n.: 15

sobrevivencia de las vitroplantas durante el proceso de aclimatación, periodo *ex vitro* durante el cual la planta inicia su desarrollo como un organismo independiente.

En contraste, la mayor ramificación de las vitroplantas la mostró el clon (45%) comparado con la de ‘Kennebec’ (28%); la cual se hizo evidente para los dos materiales de papa a partir de los 21 días. Esta superior ramificación refleja la potencialidad del clon para la micropropagación, ya que facilita la obtención de los segmentos nodales para la fase de multiplicación *in vitro*.

Estos resultados mostraron que en general ‘Kennebec’ tuvo una mayor tasa de crecimiento con respecto al clon, lo cual coincidió con lo reportado por otros autores, quienes señalaron un adecuado crecimiento de este cultivar en condiciones *in vitro* (Lugo *et al.*, 2009).

Obtención de microtubérculos.

El efecto simple de la concentración de sacarosa y la benciladenina sobre el número de microtubérculos y su biomasa en ambos materiales de papa fue variable. En general, el clon produjo estadísticamente el mayor número

de 21 días. This superior branching shows the potentiality of the clone for the micropropagation, since it facilitates the obtaining of nodal segments for the *in vitro* multiplication phase.

These results show that generally ‘Kennebec’ had a higher growing rate regarding the clone, which agrees to the reported by other authors, who mention an adequate growing of this cultivar *in vitro* conditions (Lugo *et al.*, 2009).

Obtaining of tubers. The simple effect of the sucrose concentration and benzyladenine on the number of tubers and their biomass in both potato materials was a variable. In general, the clone produced statistically the highest number of micro-tubers/replication (7.37) compared to ‘Kennebec’ (5.43). In contrast, the average biomass of the micro-tubers of the clone was significantly lower (10.36 mg) regarding ‘Kennebec’ (93.69 mg). In table 2 is observed that the interaction vegetal material x sucrose was not significant for the number of micro-tubers; however, this variable tended to be higher in the clone independently

ro de microtubérculos/repetición (7,37) en comparación con 'Kennebec' (5,43). En contraste, la biomasa promedio de los microtubérculos del clon fue significativamente menor (10,36 mg) con respecto a la de 'Kennebec' (93,69 mg).

En el cuadro 2 se observa que la interacción de material vegetal x sacarosa no fue significativa para el número de microtubérculos; sin embargo, esta variable tendió a ser superior en el clon independientemente de la concentración de sacarosa. Contrariamente, la biomasa de los microtubérculos fue significativa y con los mayores valores promedios para 'Kennebec' en cualquiera de las dos concentraciones de sacarosa (90,65 y 96,73 mg), presentando un incremento realmente apreciable con respecto al clon (10,08 y 10,63 mg).

El número de microtubérculos obtenidos en 'Kennebec' y el clon fueron ligeramente inferiores a los reportados por Mogollón *et al.* (1998) en el

the sucrose concentration. On the opposite, the biomass of micro-tubers was significant and with the highest average values for 'Kennebec' in any of both concentrations of sucrose (90.65 and 96.73 mg), presenting an evident increment regarding the clone (10.08 and 10.63 mg).

The number of micro-tubers obtained in 'Kennebec' and the clone was slightly inferior to the reported by Mogollón *et al.* (1998) in Andinita cultivar, who found from 7.8 to 9.9 microtubers/replication using sucrose concentrations from 60 to 100 g.L⁻¹. It is interesting to mention that the concentration of 60 g.L⁻¹ used in this research showed the best results in both of the studied variables of potato, which was inferior to the concentration reported in other researchers of potato (Mogollón *et al.*, 1998). This might be significant since at lower concentrations of sucrose, a similar production of microtubers was obtained, which implies to reduce the input costs.

Cuadro 2. Efecto de la concentración de sacarosa sobre el número y biomasa de microtubérculos de 'Kennebec' y clon 393193-16 (CIP) a los 60 días.

Table 2. Effect of the sucrose concentration on the number and microtuber biomass of 'Kennebec' and clone 393193-16 (ICP) at 60 days.

Material	Sacarosa (g.L ⁻¹)	Número de microtubérculos	Biomasa de microtubérculos (mg)
'Kennebec'	40	4,80 ns	90,65 a
	60	6,07	96,73 a
Clon 393193-16	40	7,30	10,08 b
	60	7,43	10,63 b

Letras distintas significan diferencias en las columnas según de Prueba Tukey ($P \leq 0,05$).

cultivar Andinita, quienes encontraron de 7,8 a 9,9 microtubérculos/repetición usando concentraciones de sacarosa de 60 a 100 g.L⁻¹. Es interesante señalar que la concentración de 60 g.L⁻¹ usada en esta investigación produjo los mejores resultados en las dos variables evaluadas para ambos materiales de papa, lo cual fue inferior a la concentración reportada en otras investigaciones de papa (Mogollón *et al.*, 1998). Esto pudiera ser significativo ya que con menores concentraciones de sacarosa se obtuvo una producción similar de microtubérculos, lo cual implicaría disminuir los costos de insumos.

Estos resultados podrían deberse a las funciones de la sacarosa en el desarrollo de los microtubérculos, no solo como fuente de carbono fácilmente asimilable y convertible en almidón, manteniendo en el medio de cultivo un óptimo potencial osmótico, sino también por su rol en la señalización en la formación del microtubérculo (Coleman *et al.*, 2001; Borges y Campos, 2003; Donnelly *et al.*, 2003).

En el cuadro 3 se observa que la interacción material vegetal x benciladenina no fue significativa para el número de microtubérculos, aunque tendió a ser superior en las combinaciones 'Kennebec' con 4 mg.L⁻¹ y el clon con 2 mg.L⁻¹, al analizar cada material vegetal en forma individual. Contrariamente, la biomasa de los microtubérculos fue significativa con el mayor valor de 128,38 mg para la combinación 'Kennebec' con 6 mg.L⁻¹, en comparación con los menores valores que presentó el clon en un rango de 9,56 a 11,31 mg. Estos resultados fueron comparables a los reportados por Mogollón *et al.* (1998), quienes ob-

These results might be due to the function of the sucrose in the development of microtubers, not only as a carbon source easily absorbable and convertible in starch, keeping in the culture medium an optimum osmotic potential, but also by its role in the formation of the microtuber (Coleman *et al.*, 2001; Borges y Campos, 2003; Donnelly *et al.*, 2003).

In table 3 is observed that the interaction of vegetal materia x benzyladenine was not significant for the number of microtuber, even though it tended to be superior in the combinations 'Kennebec' with 4 mg.L⁻¹ and the clone with 2 mg.L⁻¹, when analyzing each vegetal material individually. On the contrary, the biomass of the microtubers was significant with the highest value of 128.38 mg for the combination 'Kennebec' with 6 mg.L⁻¹, compared to the lowest values that the clone presented in a rank from 9.56 to 11.31 mg. These results were compared to those reported by Mogollón *et al.* (1998), who obtained a biomass of microtubers of 'Andinita' in a rank from 55 to 126 mg when combining a sucrose concentration of 60 g.L⁻¹ with 8 to 12 mg.L⁻¹ of BA. Likewise, Bizarri *et al.* (1995) found an average biomass of microtubers of 51.7, 57.0 and 65.3 mg when using concentrations of 2, 5 and 10 mg.L⁻¹ of BA, respectively, in the cultivars Monalisa, Primura and Spunta. It must be said that most of the BA concentrations employed in this research were inferior, which implies a reduction in the cost. The variation found in the microtuber biomass might be due to the different genotypes used, and their response towards the

Cuadro 3. Efecto de la concentración de benciladenina sobre el número y biomasa de microtubérculos de ‘Kennebec’ y clon 393193-16 (CIP) a los 60 días.

Table 3. Concentration effect of benzyladenine on the number and microtuber biomass of ‘Kennebec’ and the clone 393193-16 (ICP) at 60 days.

Material	Benciladenina (mg.L ⁻¹)	Número de microtubérculos	Biomasa de microtubérculos (mg)
‘Kennebec’	2	4,40 ns	80,67 ^{ab}
	4	6,30	72,03 ^{ab}
	6	5,6	128,38 ^a
Clon 393193-16	2	7,55	10,20 ^b
	4	7,05	11,31 ^b
	6	7,50	9,56 ^b

Letras distintas significan diferencias en las columnas según Prueba Tukey ($P \leq 0,05$).

tuvieron una biomasa de los microtubérculos de ‘Andinita’ en un rango de 55 a 126 mg al combinar una concentración de sacarosa de 60 g.L⁻¹ con 8 a 12 mg.L⁻¹ de BA. Así mismo, Bizarri *et al.* (1995) encontraron una biomasa promedio de microtubérculos de 51,7; 57,0 y 65,3 mg al usar concentraciones de 2, 5 y 10 mg.L⁻¹ de BA, respectivamente, en los cultivares Monalisa, Primura y Spunta. Se debe señalar que la mayoría de las concentraciones de BA empleadas en esta investigación fueron inferiores, lo cual implica una disminución en los costos. La amplia variación encontrada en la biomasa de los microtubérculos posiblemente se debió a los distintos genotipos empleados, y las respuestas de éstos a las diferentes concentraciones de los reguladores de crecimiento adicionadas a los medios. En tal sentido, las citocininas (BA) estimularon el proceso de iniciación del

different concentrations of growing regulators added to the medium. On this sense, cytokinines (BA) stimulate the initiation process of microtuber and the growth (Donnelly *et al.*, 2003), consequently the size.

The biomass of the microtubers shows the accumulation of carbohydrates, which represent the reservoirs that the micro-propagation structures will use to grow until forming foliar organs, thus, this variable might be related to a higher possibility of field development.

These results indicated that the micropropagation of these materials is a feasible alternative in the production scheme of the pre-basic seed of potato in the country, specially clone 393193-16, which has been selected by its resistance to the candelilla and has showed its production capacity to compete with the commercial cultivars.

microtubérculo y su crecimiento (Donnelly *et al.*, 2003), y consecuentemente su tamaño.

La biomasa de los microtubérculos refleja la acumulación de carbohidratos, los cuales representan las reservas que usarán estas estructuras de micropropagación para crecer hasta que puedan formar sus órganos foliares; por lo tanto, esta variable podría asociarse con una mayor posibilidad de desarrollo en campo.

Estos resultados indicaron que la micropropagación de estos materiales fue una alternativa factible en el esquema de la producción de semilla prebásica de papa en el país, en especial el clon 393193-16 que ha sido seleccionado por su resistencia a la candelilla y ha mostrado en campo su capacidad de producción para competir con los cultivares comerciales.

Conclusiones

Las vitroplantas de 'Kennebec' presentaron un mayor crecimiento, y su biomasa de microtubérculos fue superior en cualquiera de las concentraciones de sacarosa, y en combinación con 6 mg.L⁻¹ BA; mientras que el clon 393193-16 produjo más microtubérculos.

Agradecimiento

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" por la subvención de esta investigación (Proyecto 36-AG-2009).

Conclusions

Vitroplants of 'Kennebec' presented a higher growth, and its biomass of microtubers was superior in any of sucrose concentrations, and in combination to 6 mg.L⁻¹ BA; meanwhile the clone 393193-16 produced more microtubers.

Acknowledgment

The authors thank the Scientific, Humanistic and Technological Board of the University "Centroccidental Lisandro Alvarado", by the economic support provided to this research (Project 36-AG-2009).

End of english version

Literatura citada

- Bizarri, M., L. Borghi y P. Ranalli. 1995. Effects of activated charcoal on induction and development of microtubers in potato (*Solanum tuberosum* L.). Ann. Appl. Biol. 127:175-181.
- Borges de Paiva, V. y W. Campos. 2003. Carbon sources and their osmotic potential in plant tissue culture: does it matter?. Sci. Hortic. 97:193-202.
- Coleman, W., D. Donnelly y S. Coleman. 2001. Potato microtubers as research tools: a review. J. of Potato Res. 78:47-55.
- Donnelly, D., W. Coleman y S. Coleman. 2003. Potato microtuber production and performance: a review. Amer. J. of Potato Res. 80:103-115.
- Lugo, J.G., N. Mogollón, Z.F. Rodríguez y J.G. Díaz. 2009. Efecto del intercambio gaseoso sobre el crecimiento y tuberización de vitroplantas de papa. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 26:325-339.

- Mogollón, N., M. Gallardo y N. Hernández. 1998. Efecto de la combinación de benzilaminopurina, sacarosa y método de inducción sobre la microtuberización de papa (*Solanum tuberosum* L.). variedad Andinita. Proc. Interameric. Soc. Trop. Hort. 42:451-455.
- Ojeda, M., M. Pérez de Camacaro, D. Rodríguez, M. Gallardo y R. Valera. 2010. Evaluación hortícola, producción y calidad postcosecha de clones avanzados de papa en la localidad de Duaca, estado Lara, Venezuela. Bioagro 22(1):17-28.
- Rodríguez, D., D. Alcalá de Marcano y F. Escalona. 2008. Selección inicial de clones de papa por resistencia a la candelilla tardía y rendimiento. Bioagro 20(1):29-35.