



RESPUESTA MORFOAGRONÓMICA EN CASA DE CULTIVO DE PLANTAS CULTIVADAS *In Vitro* DE DOS VARIEDADES DE PAPA CUBANA

Morphological and agronomic response in greenhouse the *in vitro* plantlets of two varieties of cuban potato

Novisel Veitía Rodríguez[✉], Amanda Martirena-Ramírez, Michel Leiva Mora, Carlos Romero Quintana, Miladys León Quintana y Ortelio Hurtado Ribalta

ABSTRACT. The use of cuban potato varieties for the production of original seed by biotechnological methods help to reduce imports by the concept of buying seed. The present study was to determine the morphological and agronomic response of cultivated *in vitro* plantlets of two varieties of Cuban potato. Grettel and Yara varieties from breeding program of the National Institute of Agricultural Sciences (INCA) were used and planted in the greenhouse. The plant height and number of stems per plant was measured. Subsequently at the time of harvest the number, weight and size of the tubers per plant were quantified. Furthermore, the form of tubers and the skin color in each variety were evaluated. As a result, to produce of original seed of two Cuban varieties included in the national seed production program were gotten. The morphological differences between varieties of Cuban potato Yara and Grettel in greenhouse from *in vitro* plantlets were found. The Grettel variety had the highest number of tubers per plant but smaller calibre than Yara. These results allow to plan the production of original seed potatoes of two varieties by biotechnological methods.

RESUMEN. El empleo de variedades de papa cubanas para la producción de semilla original mediante métodos biotecnológicos contribuye a disminuir las importaciones por el concepto de compra de semilla. El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la respuesta morfológica y agronómica de plantas cultivadas *in vitro* en dos variedades de papa cubanas. Para ello se emplearon plantas de papa cultivadas *in vitro* de las variedades Grettel y Yara procedentes del programa de mejoramiento genético del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), las cuales fueron plantadas en casa de cultivo. Se midió la altura de las plantas y el número de tallos por planta. Posteriormente en el momento de la cosecha se cuantificó el número, peso y calibre de los tubérculos por planta. Además se evaluó la forma de los tubérculos y el color de la piel en cada variedad. Como resultado se logró la producción de semilla original de dos variedades cubanas incluidas en el programa Nacional de producción de semilla. Se constataron diferencias en cuanto a la altura de las plantas (cm) y el número de entrenudos entre las dos variedades de papa en casa de cultivo a partir de plantas obtenidas *in vitro*. La variedad Grettel presentó el mayor número de minitubérculos por planta pero de menor calibre que los de la Yara. Estos resultados permiten planificar la producción de semilla original de papa de ambas variedades mediante métodos biotecnológicos.

Key words: seed, *Solanum tuberosum*, tubers

Palabras clave: semilla, *Solanum tuberosum*, tubérculo

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa ocupa el cuarto lugar a nivel mundial con una producción de 325 millones de toneladas (1). La semilla de papa es uno de los eslabones más importantes en la cadena de producción del tubérculo en Cuba. Dado el valor

Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, carretera a Camajuan km 5,5, Santa Clara, Villa Clara, Cuba, CP 54830.

✉ novisel@ibp.co.cu

nutritivo y la demanda de la población como un producto importante en la dieta, en nuestro país la semilla es importada desde Europa y Canadá (2).

En América Latina y varios países en el mundo las plantas cultivadas *in vitro*, los microtubérculos y minitubérculos constituyen la base para la producción de semilla original o pre-básica (3, 4).

El empleo de semilla en el cultivo de la papa de material procedente del cultivo de tejidos permite iniciar la producción de tubérculos a partir de material sano. Además, favorece una rápida multiplicación en un periodo de corto de tiempo, el almacenamiento y la transportación de la semilla es relativamente más fácil debido al pequeño tamaño del tubérculo favoreciendo un mayor intercambio internacional (5).

En el proceso de producción de semilla certificada se incluyen las fases de laboratorio (semilla prebásica), invernadero (básica) y ciclos en el campo (6). La producción en invernaderos de papa se realiza con el propósito de obtener semilla libre de plagas y enfermedades, que muestre todo su potencial de producción en el campo. Por ello se requiere de tubérculos mayores de 10 mm de diámetro, para que puedan ser cultivados en campo y aseguren la emergencia y la mayor cantidad de tallos por metro lineal; para así lograr el establecimiento adecuado del cultivo y mayor productividad de los mismos (7).

Las variedades de papa cultivadas en Cuba, son el resultado de la introducción y selección de material foráneo que se adapte a nuestras condiciones climáticas (8). Sobre esta base, se comenzó a trabajar desde 1985 en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba, el mejoramiento genético en el cultivo por hibridación y selección, para obtener nuevas variedades adaptadas a las condiciones climáticas del país con elevados rendimientos. Por su parte, en el Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP), se trabajó el mejoramiento genético del cultivo con el empleo de métodos biotecnológicos y la mutagénesis *in vitro*. Se lograron mutantes con resultados prometedores en campo (9) así como, se potenciaron las investigaciones relacionadas con la producción *in vitro* y la evaluación en casa de cultivo y campo de tubérculos semilla de papa (10).

Sin embargo, independientemente de los esfuerzos realizados la producción de semilla de papa de las variedades cubanas no ha sido de forma masiva por la falta de producción de tubérculos de semilla en Cuba. Es por ello, que reviste gran importancia las posibilidades que brindan las técnicas biotecnológicas para la producción de semilla de papa de calidad genética y fitosanitaria. Teniendo en cuenta los anteriormente planteado, el presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la respuesta morfológica y agronómica de plantas cultivadas *in vitro* en dos variedades de papa cubanas (inscritas en el listado oficial de variedades comerciales) Grettel y Yara;

procedentes del programa de mejoramiento genético del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) las cuales fueron plantadas en casa de cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon plantas de papa cultivadas *in vitro* de las variedades cubanas Grettel y Yara (procedentes del programa de mejoramiento genético del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, INCA). Las plantas fueron establecidas y multiplicadas *in vitro* según la metodología propuesta por investigadores del Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP). La siembra se realizó en la campaña 2012-2013.

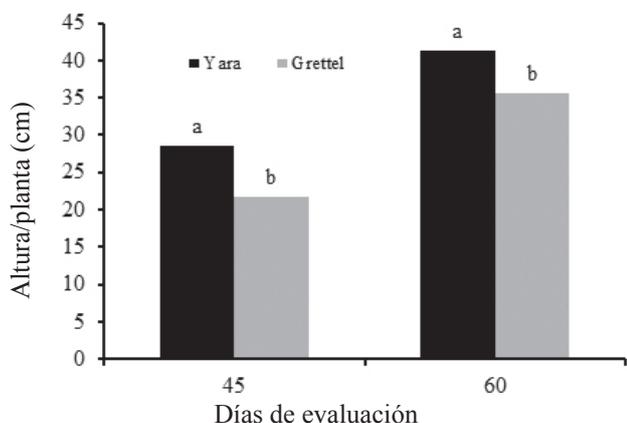
Previo a la siembra en casa de cultivo, las plantas fueron aclimatizadas durante 14 días en condiciones ambientales semicontroladas con intensidad luminosa reducida al 60,0-70,0 %, mediante una malla zarán con tamaño de poro de 1,5x1,5 mm, con intensidad de la luz con valores entre 116 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Las plantas de ambas variedades se plantaron en recipientes de polietileno de 247 alveolos de 32 mL de capacidad. Se empleó un sustrato compuesto por 85 % de cachaza (v/v) y 15 % de zeolita con fertilización de fondo con fórmula 10-13-21 y dosis de 2,5 kg m^{-3} , según el instructivo técnico para la producción de papa en Cuba (11). Posteriormente, a los 15 días se trasladaron a casa de cultivo en canteros que contenían 100 % de cachaza y se empleó fertilizante fórmula completa 9-13-17, a razón de 0,67 t ha^{-1} . El trasplante se realizó de forma manual con un marco de plantación de 0,40x0,10 m. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos (variedad) y dos repeticiones a razón de 525 plantas/cantero. El riego fue por microaspersión con caudal de 35 l h^{-1} con dos bar de presión. Se emplearon 15 microaspersores en cada cantero con una norma de 20,46 m^3 por hora de riego para 0,046 ha. La cosecha se realizó de forma manual a los 90 días.

Las variables medidas a los 20, 45 y 60 días después de la plantación en canteros fueron: longitud del tallo (cm), desde la base del tallo hasta la yema apical mediante una regla milimetrada. Además se evaluó el número de entrenudos y el número de tallos por planta. Se determinó a los 90 días el número de minitubérculos por planta, el peso (g) y el calibre por planta. Los mismos se clasificaron de la siguiente manera: calibre I (minitubérculos con diámetro menor de 21 mm), calibre II (minitubérculos con diámetro entre 22-36 mm), calibre III (minitubérculos con diámetro entre 37-45 mm) y calibre IV (minitubérculos con diámetro mayor de 45 mm). Se realizó la evaluación de la forma de los tubérculos y el color de la piel, según descriptor (12). En las evaluaciones tanto morfológicas como agronómicas realizadas se emplearon 60 plantas por tratamiento.

Los datos de altura, número de entrenudos, número de tallos por planta, número y masa de los tubérculos se compararon mediante una prueba no paramétrica de *Mann Withney* para $p < 0,05$. Lo anterior se realizó previa comprobación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante el paquete estadístico *SPSS* (13) versión para Window.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado se encontraron diferencias en la respuesta morfológica de las variedades de papa cubanas evaluadas en casa de cultivo a los 45 y 60 días de cultivo. Mientras que a los 20 días no se observaron diferencias significativas entre las dos variedades desde el punto de vista morfológico. Las principales diferencias estuvieron asociadas a las variables altura de la planta (cm) y número de entrenudos. Los mayores valores de altura de la planta (cm) se registraron en la variedad Yara con diferencias significativas con la otra variedad (Figura 1). Los valores de altura de las plantas logrados a los 45 días de cultivo son similares a los descritos en plantas de papa cultivadas *in vitro* de la variedad Desireé desarrolladas en casa de cultivo sobre sustrato zeolita (14). Estos autores lograron valores de altura entre 33,2 hasta 40,1 cm en dependencia de los tratamientos que utilizaron.



Barras con letras desiguales para cada evaluación difieren significativamente por prueba no paramétrica de Mann Whitney para $p < 0,05$

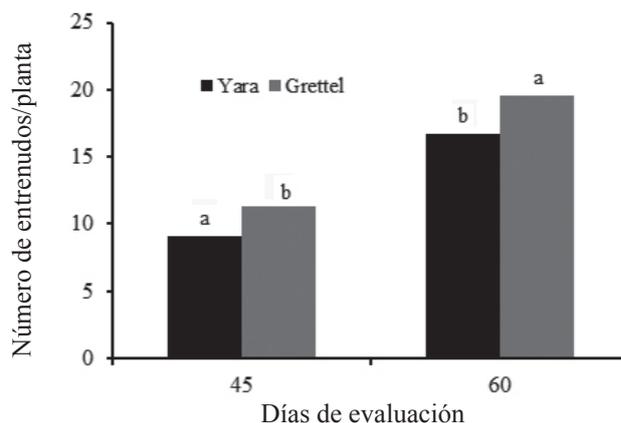
Figura 1. Altura de las plantas de papa cultivadas *in vitro* en casa de cultivo

Según el informe de estas nuevas variedades (15) la variedad Grettel puede alcanzar valores de altura del tallo superior a 45 cm y llegar a 60 cm. Los valores registrados para esta variedad procedentes de plantas cultivadas *in vitro*, en el presente trabajo, no sobrepasaron los 40 cm de longitud del tallo. Por su parte, en la variedad Yara los tallos pueden alcanzar una altura media de 50-60 cm (16); sin embargo, las

plantas cultivadas *in vitro* no sobrepasaron los 45 cm de altura. Estos resultados pudieron estar relacionados con las temperaturas registradas en este periodo; las cuales según registros obtenidos en la casa de cultivo, oscilaron en el horario de la mañana entre 12 y 28 °C. Mientras que en la tarde las temperaturas mínimas alcanzaron valores de 22 °C y las máximas de 37 °C.

El incremento de la temperatura tiene un efecto acelerador sobre los procesos químicos y con frecuencia sobre los biológicos hasta alcanzar un valor óptimo; que en el caso de la papa es entre 20-25 °C, después del cual se observa una disminución en el crecimiento dependiendo de la temperatura. Lo anterior conduce a la formación de poco follaje, que no es suficiente para completar la captación de la energía solar necesaria para la formación de materia seca. Conjuntamente con el efecto sobre el crecimiento del follaje y el desarrollo de la planta está el efecto de la temperatura sobre la respiración, ya que las pérdidas en la respiración son proporcionalmente mayores. Por tanto, las ganancias netas de energía por unidad de radiación interceptadas son menores, por lo que la energía es convertida de forma menos eficiente en materia seca (17).

Respecto al número de entrenudos, la variedad Grettel se caracterizó por presentar mayores valores con diferencias significativas a la Yara (Figura 2). Los resultados del presente trabajo coinciden con los descritos en la literatura (18), ya que se encontraron diferencias significativas en esta variable en estudios comparativos de minitubérculos de cuatro variedades de papa. Estos autores plantearon que en condiciones ambientales diferentes esta variable es un indicador del vigor de la planta, la sanidad y de altos rendimientos.



Barras con letras desiguales para cada evaluación difieren significativamente por prueba no paramétrica de Mann Whitney para $p < 0,05$.

Figura 2. Número de entrenudos de las plantas de papa cultivadas *in vitro* en casa de cultivo

En cuanto al número de tallos por planta no se encontraron diferencias significativas entre ambas variedades tanto a los 45 como a los 60 días. Los valores oscilaron entre, 1,20 para la variedad Yara y 1,45 para la variedad Grettel. Los mismos autores informaron valores similares en cuanto al número de tallos por planta en cuatro cultivares de papa procedente de minitubérculos con valores de 1,38 hasta 1,72 (18).

En relación con el número de minitubérculos por planta, la variedad Grettel mostró los mayores valores con diferencias significativas respecto a la Yara, con valores que oscilaron entre tres y seis minitubérculos por planta respectivamente (Tabla). En la literatura científica se refiere que a partir de plantas cultivadas *in vitro* es posible obtener desde dos hasta diez minitubérculos y que el tamaño de estos depende de la densidad de plantas por m² (19). Sin embargo, otros autores plantearon que a partir de plantas cultivadas *in vitro* se pueden obtener de dos a cinco minitubérculos (20). Por ejemplo, en estudios de campo en plantas cultivadas *in vitro* de papa variedad Atlantic, se lograron 5,40 minitubérculos por planta (21). Sin embargo, en otros estudios para la variedad Desiree se refirieron valores de 2,70 hasta 5,30 minitubérculos por planta en condiciones de casa de cultivo con el empleo de elicitores (22).

Los resultados de este trabajo mostraron que la variedad Grettel produjo mayor número de minitubérculos que la Yara. Este resultado pudiera estar relacionado con las características genéticas de cada variedad. Los obtentores de la variedad Grettel en la descripción de la variedad indicaron de 10 y 15 tubérculos por planta y los de la Yara informaron de 8 a 10.

Tabla. Número de minitubérculos por planta de dos variedades de papa cubanas en casa de cultivo a partir de plantas cultivadas *in vitro*

| Variedades | Número de minitubérculos planta ⁻¹ (u) | Rangos medios |
|------------|---|---------------|
| Yara | 3,30±0,348 b | 14,38±0,348 b |
| Grettel | 6,68±0,790 a | 26,63±0,790 a |

Rangos medios con letras desiguales difieren significativamente por prueba no paramétrica de Mann Whitney para p<0,05.

Al analizar el peso de los minitubérculos por planta se encontró que las dos variedades mostraron valores similares 57,10 g para la variedad Yara y 56,55 g para la Grettel. Sin embargo, al considerar la estructura de calibres de los minitubérculos, la variedad Yara se caracterizó por mostrar el mayor porcentaje de minitubérculos en los calibres III (37-45 mm) y IV (mayor de 45 mm). Mientras que los de la variedad Grettel se concentran en los calibres II y III, los cuales

se ajustan a los establecidos para la producción de semilla (Figura 3).

Estos resultados indican que las plantas cultivadas *in vitro* de la variedad Yara produjeron en casa de cultivo el 30 % de los minitubérculos con calibres superiores a los 45 mm; lo cual debe ser tenido en cuenta en la producción de semilla, manejando aspectos como la distancia de plantación o el momento de la cosecha.

La producción de semilla a partir de plantas cultivadas *in vitro* está determinada por varios factores como: el cultivar, el riego, la iluminación y la densidad de plantación por lo que se precisa realizar estos estudios tanto en casa de cultivo como en campo (23). De forma general, la variedad Yara presentó menor número de minitubérculos por planta pero de mayor calibre, mientras que la Grettel presentó mayor número de minitubérculos pero de menor calibre.

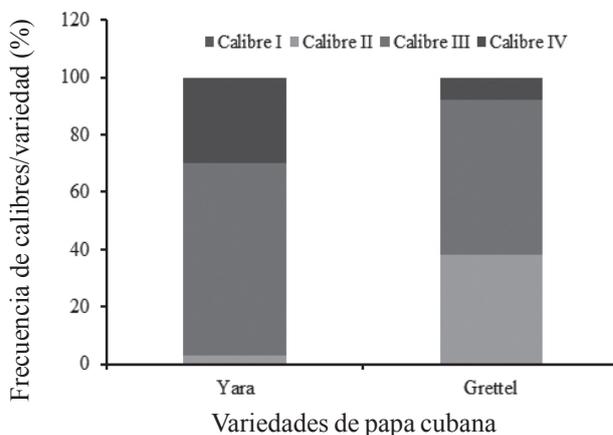


Figura 3. Frecuencia de calibres de los minitubérculos obtenidos de plantas cultivadas *in vitro* de las variedades cubanas Yara y Grettel en casa de cultivo

Las plantas cultivadas *in vitro* de las dos variedades cubanas estudiadas, produjeron minitubérculos con forma oval-oblonga (Imagen). La variedad Grettel mostró una coloración amarilla en la piel de los minitubérculos y la Yara rosado.

El empleo de las técnicas biotecnológicas ha incidido en la producción de tubérculos de semilla en Cuba; con la reducción de los ciclos de producción, con un adecuado número de semillas y con un alto nivel de sanidad del material vegetal básico. Por otro lado, dichos resultados permiten planificar la producción de semilla original; ya que según la capacidad de la casa de cultivo del IBP, la biofabrica debe producir 70 000 plantas cultivadas *in vitro* entre ambas variedades para obtener 80 850 y 209 475 minitubérculos en los calibres II y III de Yara y Grettel.



Variedad Yara



Variedad Grettel

Minitubérculos obtenidos en casa de cultivo de dos variedades de papa cubanas

Esta cantidad de semilla original permitiría sembrar 2 ha de Yara y 5 ha de Grettel para obtener semilla básica y continuar la producción hasta obtener la semilla certificada y de consumo. Es por ello, que el presente trabajo es una contribución al programa de producción de semilla que se desarrolla en el IBP, con la introducción y evaluación en el mismo de variedades de papa obtenidas en el país específicamente en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

CONCLUSIONES

- ♦ Se logró la producción de semilla original de dos variedades cubanas incluidas en el programa de producción de semilla del IBP, a partir de plantas cultivadas *in vitro*.
- ♦ Se constataron diferencias morfológicas y agronómicas entre las variedades de papa cubanas Yara y Grettel cultivadas en casa de cultivo a partir de plantas obtenidas *in vitro*.
- ♦ La variedad Grettel presentó el mayor número de minitubérculos por planta con tamaños entre 22 y 45 mm ajustados a los calibres de semilla.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hemmat, G.; Kashani, A.; Vazan, S. y Hasani, F. "Evaluation of some quantitative properties of potato mini-tubers affected by genotype, different planting bed composition and pot size". *International Journal of Biosciences (IJB)*, vol. 4, no. 2, 2014, pp. 55-62, ISSN 2220-6655.
2. Salomón, J. L.; Estévez, A.; Castillo, J. G.; Varela, M. y Cordero, M. "Estudio de la composición de calibres en variedades de papa (*Solanum tuberosum*, L.) para la producción nacional de tubérculos-semilla". *Cultivos Tropicales*, vol. 30, no. 1, marzo de 2009, pp. 69-72, ISSN 0258-5936.
3. Wang, B.; Ma, Y.; Zhang, Z.; Wu, Z.; Wu, Y.; Wang, Q. y Li, M. "Potato viruses in China". *Crop Protection*, vol. 30, no. 9, septiembre de 2011, pp. 1117-1123, ISSN 0261-2194, DOI 10.1016/j.cropro.2011.04.001.
4. Halterman, D.; Charkowski, A. y Verchot, J. "Potato, viruses, and seed certification in the USA to provide healthy propagated tubers". *Pest Technology*, vol. 6, no. 1, 2012, pp. 1-14, ISSN 1526-4998.
5. Wróbel, S. "Assessment of Possibilities of Microtuber and *in vitro* Plantlet Seed Multiplication in Field Conditions. Part 1: PVY, PVM and PLRV Spreading". *American Journal of Potato Research*, vol. 91, no. 5, 2 de mayo de 2014, pp. 554-565, ISSN 1099-209X, 1874-9380, DOI 10.1007/s12230-014-9388-6.
6. Mateus, R. J. R.; de Haan, S.; Andrade, P. J. L.; Maldonado, L.; Hareau, G.; Barker, I.; Chuquillanqui, C.; Otazú, V.; Frisancho, R. y Bastos, C. "Technical and economic analysis of aeroponics and other systems for potato mini-tuber production in Latin America". *American journal of potato research*, vol. 90, no. 4, 2013, pp. 357-368, ISSN 1099-209X, 1874-9380, DOI 10.1007/s12230-013-9312-5.
7. Flores, L. R.; Sánchez, del C. F.; Rodríguez, P. J. E.; Colinas, L. M. T.; Mora, A. R. y Lozoya, S. H. "Densidad de población en cultivo hidropónico para la producción de tubérculo-semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.)". *Revista Chapingo. Serie horticultura*, vol. 15, no. 3, diciembre de 2009, pp. 251-258, ISSN 1027-152X.
8. Castillo, J. G.; Salomón, J. L.; Hernández, M. M.; Pérez, A. y Hernández, M. "Evaluación de una muestra representativa del germoplasma cubano de papa (*Solanum tuberosum* L.) para calidad del tubérculo". *Cultivos Tropicales*, vol. 34, no. 2, junio de 2013, pp. 46-51, ISSN 0258-5936.
9. Rodríguez, N. V.; Kowalski, B.; Rodríguez, L. G.; Caraballoso, I. B.; Suárez, M. A.; Pérez, P. O.; Quintana, C. R.; González, N. y Ramos, R. Q. "In vitro and ex vitro Selection of Potato Plantlets for Resistance to Early Blight". *Journal of Phytopathology*, vol. 155, no. 10, 1 de octubre de 2007, pp. 582-586, ISSN 1439-0434, DOI 10.1111/j.1439-0434.2007.01282.x.

10. Igarza, C. J.; Daniel, A.; Alvarado, C. Y.; de Feria, M. y Pugh, T. "Empleo de métodos biotecnológicos en la producción de semilla de papa". *Biotecnología Vegetal*, vol. 12, no. 1, 2012, pp. 3-24, ISSN 2074-8647, 1609-1841.
11. Ministerio de la Agricultura. *Instructivo Técnico para la producción de la papa en Cuba*. Ed. Dirección Nacional de cultivos varios-Instituto de Investigaciones de viandas Tropicales, 2012, La Habana, Cuba.
12. UPOV. *Guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability* [en línea]. Internationaler Verband Zum Schutz Von Pflanzenzüchtungen, Union Internationale Pour la Protection Des Obtentions Vegetales, International Union For The Protection of New Varieties of Plants, 1994, [Consultado: 21 de marzo de 2016], Disponible en: <<http://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg003.pdf>>.
13. IBM Corporation. *PASW Statistics* [en línea]. versión 18.0, [Windows], Multiplataforma, Ed. IBM Corporation, 2009, U.S, Disponible en: <<http://www.ibm.com>>.
14. Jiménez, T. F.; Agramonte, D.; Pérez, M.; León, M.; de Feria, M. y Alvarado, C. Y. "Producción de minitubérculos de papa var. Desirée en casas de cultivo con sustrato zeolita a partir de plantas cultivadas *in vitro*". *Biotecnología Vegetal*, vol. 11, no. 1, 2010, pp. 55-58, ISSN 2074-8647, 1609-1841.
15. Castillo, J. G.; Estévez, A.; González, M. E. y Salomón, J. L. "Grettel, una nueva variedad cubana de papa para el consumo fresco e industrial". *Cultivos Tropicales*, vol. 27, no. 2, 2006, pp. 63-64, ISSN 0258-5936.
16. Salomón, J. I.; Estévez, A.; Castillo, J. y Manso, F. "Yara: una nueva variedad cubana de papa (*Solanum tuberosum*, L.) para los productores". *Cultivos Tropicales*, vol. 28, no. 1, 2007, p. 61, ISSN 0258-5936.
17. Bonilla, M. I. y Gárate, O. A. *Fundamentos de fisiología vegetal* [en línea]. (eds. Azcón B. J. y Talón C. M.), 2.ª ed., Ed. McGraw-Hill Interamericana de España, 2008, España, 280 p., ISBN 978-84-481-5168-3, [Consultado: 21 de marzo de 2016], Disponible en: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=556962>>.
18. Akhtar, P.; Abbas, S. J.; Aziz, M.; Shah, A. H. y Ali, N. "Effect of Growth Behavior of Potato Mini Tubers on Quality of Seed Potatoes as Influenced by Different Cultivars". *Pakistan Journal of Plant Sciences*, vol. 16, no. 1, enero de 2010, pp. 1-9, ISSN 1023831X.
19. Struick, C. y Wiersema, S. G. *Seed Potato technology*. Ed. Wageningen Pers, 1999, Wageningen, 383 p., ISBN 90-74134-65-3.
20. Bradshaw, J. E. *Root and Tuber Crops*. Ed. Springer Science & Business Media, 11 de septiembre de 2010, 304 p., ISBN 978-0-387-92765-7.
21. Jiménez, T. F.; Kowalski, B.; Agramonte, D.; Pérez, M.; Collado, R.; Barbón, R. y La O, M. "Evaluación del efecto de la quitosana en la fase de enraizamiento *in vitro* de papa var. «Desirée» y en la producción de minitubérculos en casa de cultivo". *Biotecnología Vegetal*, vol. 6, no. 1, 2006, pp. 29-33, ISSN 2074-8647, 1609-1841.
22. Mbiyu, M. W.; Muthoni, J.; Kabira, J.; Elmar, G.; Muchira, C.; Pwaiswai, P.; Ngaruiya, J.; Otieno, S. y Onditi, J. "Use of aeroponics technique for potato (*Solanum tuberosum*) minitubers production in Kenya". *Journal of Horticulture and Forestry*, vol. 4, no. 11, 2012, pp. 172-177, ISSN 2006-9782.
23. Khodadadi, M.; Hassanapah, D.; Pirovates, S. P. y Masoumi, H. "Evaluation of different planting beds effects on minituber production of potato cultivars under greenhouse Condition". *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, vol. 11, no. 3, 2011, pp. 365-370, ISSN 1818-6769, 1990-4053.

Recibido: 17 de diciembre de 2014

Aceptado: 30 de octubre de 2015