

Caracterización morfo-agronómica de plantas de papa cv. 'Andinita' a partir de la siembra en campo de microtubérculos obtenidos en sistemas de inmersión temporal

Janet Igarza¹, Manuel de Feria^{2*}, Yelenys Alvarado-Capó², Tatiana Pugh³, Miguel Pérez⁴, Mario San Roman⁴ Daniel Agramonte² *Autor para correspondencia

¹Laboratorio de Biotecnología Vegetal (CITMA), Holguín, Cuba.

²Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Carretera a Camajuani km 5.5. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54 830. e-mail: mdeferia@ibp.co.cu

³Escuela Socialista de Agricultura Tropical (INIA), Maracay, Venezuela.

⁴Laboratorio Cultivo de Tejidos y el Campo Experimental de Mucuchíes (INIA). Mérida, Venezuela.

RESUMEN

La papa (*Solanum tuberosum* L.), es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial. Utilizar microtubérculos como material vegetal de plantación podría significar un importante avance para los programas de producción de semilla. El presente trabajo tuvo como objetivos determinar en campo las características morfológicas y la respuesta agronómica de plantas de papa cv. 'Andinita' obtenidas de microtubérculos de diferentes diámetros y masa fresca producidos en sistemas de inmersión temporal. Los microtubérculos fueron clasificados en cuatro diámetros, < 4.0 mm, de 4.0 – 6.9 mm, de 7.0 – 10 mm y > 10 mm y se conservaron en contenedores plásticos a una temperatura que osciló entre 11.0 y 15.0°C. Al momento de la siembra se observó que los microtubérculos con un diámetro inferior a 4.0 mm se habían deshidratado y por lo tanto no fueron utilizados. A los 21 días de realizada la plantación existían diferencias significativas en la supervivencia de las plantas, el mayor porcentaje (93.9%) se alcanzó al plantar microtubérculos con un diámetro superior a 10 mm. La obtención de los microtubérculos en sistemas de inmersión temporal no afectó las características morfológicas de las plantas durante su ciclo vegetativo y desde el punto de vista agronómico se logró un promedio de 8.5 a 9.5 tubérculos por planta. Con un rendimiento relativo por planta entre 1.9 - 2.3 kg y de 16 a 23% de tubérculos con características deseadas para su conservación como semilla. Se demostró que tanto el desarrollo vegetativo de la plantación como el número y masa fresca de los tubérculos obtenidos, dependió del diámetro y la masa fresca de los microtubérculos utilizados como material vegetal de plantación y que es posible utilizarlos para su siembra directa en campo.

Palabras clave: microtubérculos, *Solanum tuberosum* subsp. *andigenum*, semilla

Morphological and agronomic characterization of potato plants cv. 'Andinita' starting from planting in field of microtubers obtained in temporary immersion systems

ABSTRACT

The potato (*Solanum tuberosum* L.) is one of the most important crops worldwide. Use microtubers as planting material could mean a breakthrough for seed production programs. This study aimed to determine the morphological characteristics and field agronomic response of potato plants cv. 'Andinita' obtained from microtubers of different diameters and fresh mass produced in temporary immersion systems. The microtubers were classified in four diameters, < 4.0 mm, of 4.0 - 6.9 mm, of 7.0 - 10 mm and > 10 mm and stored in plastic containers at a temperature ranging between 11.0 and 15.0°C. At the time of planting was observed the microtubers with a diameter less than 4.0 mm were dehydrated and therefore were not used. At 21 days of the plantation differences in the survival of plants were significant, the highest percentage (93.9%) was achieved by planting microtubers with more than 10 mm diameter. Microtubers obtaining in temporary immersion systems did not affect the morphological characteristics of the plants during their growth cycle and from the point of view agricultural an average of 8.5 at 9.5 tubers by plant was achieved. With a relative yield per plant between 1.9 - 2.3 kg and 16 to 23% of tubers with desired characteristics for conservation as seed. It was

shown that both the vegetative development of the plantation as the number and fresh weight of tubers obtained depended on the size and fresh weight of microtubers used as planting material and that may use them for direct planting in the field.

Key words: microtubers, seed, *Solanum tuberosum* subsp. *andigenum*

INTRODUCCIÓN

Más de medio siglo ha transcurrido desde que la obtención de microtubérculos fue descrita en papa por primera vez, pero su adopción como semilla o material vegetal de plantación ha sido irregular a nivel mundial. Según Donnelly *et al.* (2003), falta consenso con respecto a la producción de microtubérculos y su relativa productividad con relación a otros tipos propágulos empleados en este cultivo.

Aunque se ha descrito que el diámetro y la masa fresca de los microtubérculos de papa son importantes y pueden determinar la respuesta de una plantación en campo (Striuk y Lomme, 1999; Teisson y Alvard, 1999), aún son pocos los trabajos científicos que informan sobre este particular.

En la mayoría de los casos referidos anteriormente, los microtubérculos se obtienen en recipientes de cultivo pequeños (de 250 a 300 ml de volumen total). Por consiguiente, la altura de las plantas *in vitro* está limitada por las dimensiones de los recipientes y para obtener un elevado número de microtubérculos se requiere manipular un elevado número de estos frascos, lo cual incrementa los costos. Además, se obtienen entre uno y dos microtubérculos por planta, que generalmente son pequeños y con masa fresca inferior a 0.5 g lo cual dificulta su conservación. Todo ello ha atentado contra el uso de microtubérculos a escala comercial para la obtención de semilla de papa.

Jiménez *et al.* (1999) y Pérez-Alonso *et al.* (2001) han documentado la factibilidad del uso de Sistemas de Inmersión temporal (SIT) para producir microtubérculos con características que permiten su plantación directamente en campo. Pérez-Alonso *et al.* (2001), hacen referencia, además, a un grupo de características y resultados que justifican porque es mejor emplear microtubérculos de papa que no plantas propagadas *in vitro* como material vegetal de plantación para su siembra directo a campo.

La subespecie objeto de estudio *Solanum tuberosum* subsp. *andigenum* cv. 'Andinita' se ha propagado *in vitro* (Salas, 1995) y se han obtenido microtubérculos (Mogollón *et al.*, 2000; Lugo *et al.*, 2009) tanto con fines investigativos como productivos. Sin embargo, la masa fresca de dichos microtubérculos ha oscilado entre 0.38 – 0.68 g valores que se consideran insuficientes para ser utilizados como material vegetal para plantar directo a campo sobre todo por los bajos porcentajes de supervivencia que se obtiene.

A partir de los antecedentes mencionados, el presente estudio tuvo como objetivo determinar si los microtubérculos de papa cv. 'Andinita' obtenidos en SIT podían ser utilizados como material vegetal para su plantación directa en campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en una parcela del Campo Experimental Mucuchíes en el Estado de Mérida en Venezuela, entre los meses de marzo a julio del 2011.

Material vegetal

Microtubérculos obtenidos en Sistemas de Inmersión Temporal (SIT) de acuerdo con el procedimiento descrito por Igarza *et al.* (2011). Estos habían sido conservados a temperaturas entre 11 y 15°C en contenedores de plástico que permitían el intercambio de gases con el ambiente del local (Fig. 1) según el procedimiento descrito por Salas (1995) sin aplicar ningún tratamiento para estimular la brotación.

Para su conservación los microtubérculos se habían clasificado de acuerdo con su diámetro en cuatro categorías: menores de 4.0 mm, de 4.0 – 6.9 mm, de 7.0 – 10 mm y mayores de 10 mm. Al momento de la siembra se observó que todos los microtubérculos con un diámetro inferior a 4.0 mm se habían deshidratado, razón por la cual fueron descartados. Al mismo tiempo se pudo apreciar que el resto de los microtubérculos independientemente de su diámetro se encontraban brotados.



Figura 1. Microtubérculos de papa del cv. Andinita' obtenidos en sistemas de inmersión temporal y conservados a temperaturas entre 11 y 15°C en áreas interiores del Laboratorio de Cultivo de Tejidos del Campo Experimental Mucuchíes.

Caracterización morfo-agronómica de las plantas

Con el objetivo de determinar la respuesta morfo-agronómica de plantas obtenidas a partir de microtubérculos al ser utilizados como material vegetal plantación directo a campo se realizó el ensayo que se describe a continuación.

El diseño experimental fue bloques al azar, la plantación se realizó de forma manual, las parcelas tuvieron 4.0 m² de área y se utilizó un distancia de plantación de 0.90 entre surcos x 0.10 m entre plantas, con tres repeticiones para cada tratamiento (3). Los tratamientos se establecieron a partir de los diámetros de los microtubérculos: de 4.0 – 6.9 mm, de 7.0 – 10 mm y mayores de 10 mm.

El suelo donde fue del tipo franco-arenoso. Antes de la plantación se realizó una fertilización de fondo con fórmula completa NPK (12:12:17), la cual se repitió acompañada de una labor de aporque a los 45 días de cultivo. Posteriormente, se realizaron otras dos fertilizaciones a base de un fertilizante foliar enriquecido en fósforo [HACHE UNO 2000, Butil 2 (3-5 trifluorometil-2-piridiloxi-fexoxi) propinato]. A los tres días de efectuada la plantación se realizó una aplicación de herbicida [Triazina, (4 amino-6 tert-butil-4,5 dihidro-3 metitio-1,2,4 triazin 5-ona), con una dosis de 1.0 l ha⁻¹. A los ocho días de plantados los microtubérculos, se inició un programa de riego por aspersion en

días alternos el cual se mantuvo durante todo el ciclo. El control de plagas y enfermedades se realizó a partir de la detección en campo de la aparición y grado de incidencia de estas afectaciones de acuerdo con los protocolos establecidos para este tipo de acción en el Campo Experimental Mucuchíes.

A los 21 días de plantados los microtubérculos, se cuantificó el número de plantas vivas por tratamiento y el número de tallos por planta, al tiempo que se calculó el porcentaje de supervivencia. Posteriormente, a los 30, 45, 60, 75, 90 y 120 días de iniciado el experimento se midió la altura de las plantas (cm).

Cuando aproximadamente el 50% de la plantación estaba florecida y hasta el momento de la cosecha, se realizaron evaluaciones de caracteres morfológicos, según lo estipulado en el Registro del Campo Experimental Mucuchíes y para ello se emplearon, los Descriptores Morfológicos de la papa (Huamán, 2007).

A los 120 días de cultivo, se verificó por observación visual, el estado físico de madurez de los tubérculos (cateo), para definir el momento de la cosecha.

Posteriormente, a los 150 días de cultivo se realizó el corte del follaje para cosechar de forma manual a los 165 días y evaluar caracteres agronómicos como el número de tubérculos por planta y la masa fresca (kg) de

los tubérculos de 15 plantas seleccionadas al azar en cada tratamiento.

Los tubérculos cosechados fueron clasificados de acuerdo con el criterio referido por García y Salas (2005) en tres categorías: comercial (> 80 g), semilla (25 – 80 g) y descarte (< 25 g). Con esta información se estableció el rendimiento relativo (porcentaje de cada categoría).

Los datos relativos número de plantas vivas, el número de tallos por planta, su altura, así como el número y masa fresca de los tubérculos cosechados se analizaron estadísticamente mediante la prueba de *Kruskal Wallis*. Las medias entre los tratamientos se compararon mediante la prueba de *Mann Whitney*.

RESULTADOS

Caracterización morfo-agronómica de las plantas

Los resultados demostraron que los microtubérculos de papa cv. 'Andinita' obtenidos en SIT pueden ser utilizados como material vegetal de plantación para su siembra directa a campo y que la supervivencia de las plantas obtenidas de estos se vio influenciada por el diámetro.

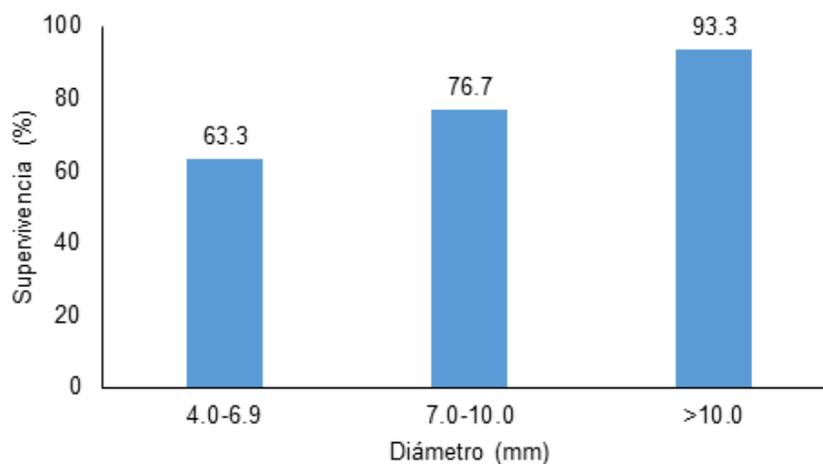
El porcentaje de supervivencia fue superior al 60% en todos los tratamientos y alcanzó el

93.9% en las plantas obtenidas al sembrar microtubérculos con un diámetro mayor a 10 mm (Fig. 2).

A los 21 días de plantados los microtubérculos, el número de tallos por planta no presentó diferencias significativas. Durante el desarrollo del ciclo vegetativo de las plantas, la altura tampoco no mostró diferencias significativas entre los tratamientos y los valores más altos se alcanzaron en todos los casos después de 120 días de realizada la plantación.

En la figura 3 se puede observar el desarrollo y coloración de las plantas cuando aproximadamente el 50% de la plantación estaba florecida, momento en el cual se evaluaron los caracteres morfológicos y se comprobó que existía correspondencia con los descriptores definidos para la variedad (Tabla 1).

A los 165 días de cultivo se realizó la cosecha y el número promedio de tubérculos por planta fue significativamente superior en el tratamiento donde que emplearon microtubérculos con un diámetro mayor a 10 mm (Tabla 2). Los tubérculos obtenidos (Fig. 4) fueron clasificados y se determinó que en todos los tratamientos se obtuvo una mayor producción de tubérculos con categoría comercial (> 80 g) que de semillas (25 - 80 g) y que el rendimiento relativo en relación con la producción de tubérculos con categoría de semilla varió entre 16 y 23% (Tabla 2).



Medias sobre barras con letras diferentes difieren significativamente según la prueba de *Kruskal Wallis/Mann Whitney* $p < 0.05$

Figura 2. Supervivencia de las plantas a los 21 días de realizada la plantación en campo de microtubérculos de papa cv. 'Andinita' con diferentes diámetros (mm).



Figura 3. Aspecto y desarrollo en campo de plantas de papa del cv. 'Andinita' a partir de microtubérculos obtenidos en sistemas de inmersión temporal.

Tabla 1. Caracterización en campo de las plantas de papa cv. 'Andinita' obtenidas a partir de microtubérculos producidos en sistemas de inmersión temporal, según los descriptores del cultivo (Huamán, 2007) para varios caracteres cualitativos observados cuando la plantación tenía aproximadamente un 50% de floración.

Características	cv. 'Andinita'
Hábito de la planta	Semi-erecto
Forma de la hoja	
a). Tipo de disección	Diseccionada
b). No de folíolos laterales	Tres pares
Color del tallo	Verde
Forma de las alas del tallo	Ondulado y angosto
Grado de floración	Moderado
Color de piel del tubérculo	Amarilla
Color de la carne	Amarillo claro
Formas del tubérculo	Elíptico, largo oblongo
Profundidad del ojo	Superficial

Independientemente del tratamiento, el rendimiento por planta alcanzó valores superiores a 1.9 kg. No obstante, este parámetro se vio influenciado por el diámetro de los microtubérculos utilizados como material vegetal de plantación, pues al plantar microtubérculos con un diámetro superior a 10 mm se obtuvo un rendimiento de 2.3 kg planta⁻¹ con diferencias significativas con respecto al resto de los tratamientos.

DISCUSIÓN

Varios factores pueden incidir en la supervivencia en campo de las plantas obtenidas de microtubérculos, entre ellos se mencionan: su masa fresca, manipulación *in vitro*, atenciones culturales y condiciones climáticas adversas (Park *et al.*, 2009). Los resultados de este trabajo (entre 63.3 y 93.3%) se corresponden con los descritos por otros autores.



Figura 4. Tubérculos de papa de cv. 'Andinita' obtenidos a partir de la siembra directa en campo de microtubérculos de diferentes diámetros producidos *in vitro* en sistemas de inmersión temporal.

Tabla 2. Efecto del diámetro de los microtubérculos utilizados como material vegetal de plantación, en la respuesta productiva del cv. 'Andinita' al finalizar el ciclo de cultivo (165 días).

Tratamiento	Número de tubérculos por planta*	Producción (kg planta ⁻¹)			Total
		Comercial (>80 g)	Semilla (25-80 g)	Descarte (<25 g)	
Microtubérculos (4.0-6.9 mm)	8.7 b	1.4 (71%)	0.4 (23%)	0.1 (6.0%)	1.9b
Microtubérculos (7.0-10 mm)	8.5 b	1.6 (79%)	0.3 (16%)	0.1 (5.0%)	2.0b
Microtubérculos (> 10 mm)	9.5 a	1.7 (71%)	0.5 (23%)	0.1 (6.0%)	2.3a

Medias con letras diferentes en una columna difieren entre sí según la prueba de Kruskal Wallis/ Mann Whitney, $p < 0.05$. *valores medios, $n=15$

Por ejemplo, Pérez-Alonso *et al.* (2001) indicaron valores de 77.3% de supervivencia de las plantas obtenidas de microtubérculos de papa cv. 'Atlantic', obtenidos en SIT a los 35 días de plantados en campo, mientras que, Montoya *et al.* (2008) describen un 80% de supervivencia cuando plantaron directo en campo microtubérculos de papa cv. 'Diacol Capiro' obtenidos también en SIT.

Por su parte, Ojeda *et al.* (2010) indicaron porcentajes de supervivencia en el cv. 'Andinita' de 89.9% y 1.88 tallos por planta, pero con un material vegetal de plantación con una masa fresca promedio por tubérculo de aproximadamente 50 g.

En este sentido, los resultados de este estudio muestran que las plantas formaron entre 1.37-1.54 tallos por planta, pero con microtubérculos con una masa fresca que no superó los 3.5 g, lo cual valida la alternativa de emplearlos como

material vegetal de plantación para la siembra directa en campo.

Varios han sido los trabajos que han demostrado que en condiciones de campo la siembra de tubérculos de mayor calibre permite obtener un mayor número de tallos, mayor rendimiento por planta y mayor porcentaje de tubérculos comercializables (Pozo, 1997). En este estudio, los resultados validan la anterior afirmación, pues los microtubérculos con mayor diámetro fueron los que mostraron los mejores resultados en cuanto a las variables agronómicas que fueron evaluadas.

Los descriptores de papa propuestos por Huamán (2007) resultaron adecuados para describir las plantas obtenidas de los microtubérculos del cv. 'Andinita' obtenidas en campo. Las características observadas con respecto al tubérculo (color de la carne, color de la piel, profundidad de los ojos) coincidieron

con las descritas por otros autores (García y Salas, 2005; Rodríguez *et al.*, 2009).

Algunos autores han referido que el diámetro de los microtubérculos es determinante en el desarrollo en longitud de las plantas en campo, al menos en los primeros días después de la plantación (Kawakami *et al.*, 2003). Sin embargo, en esta investigación, a partir de los 30 días de evaluación no se encontraron diferencias significativas para la altura de las plantas. Se conoce que en general los cultivares de *S. tuberosum* subsp. *andigenum* desarrollan más follaje y alcanzan una mayor altura, por ello se recomiendan distancias de plantación mayores que para *S. tuberosum* subsp. *tuberosum*. Se ha descrito que las plantas de papa cv. 'Andinita' pueden llegar a medir entre 100 y 160 cm de altura (Coraspe, 2009).

Con respecto al rendimiento relativo por planta, los resultados coincidieron con los referidos previamente por Rodríguez *et al.* (2009) en ensayos realizados también en el Estado de Mérida (3150 msnm) con este cultivar pero con semilla convencional y por Ojeda *et al.* (2010) aunque en condiciones climáticas diferentes, pero siempre logrando una proporción de tubérculos con categoría comercial superior al 70%.

En estudios realizados en Venezuela donde se ha incluido el cv. 'Andinita' mencionan que los valores de producción por planta pueden variar según las condiciones climáticas del lugar. Así por ejemplo, Rodríguez *et al.* (2008) informaron que en la zona alta de Sanare en el Estado Lara, ubicada a 1400 msnm, se puede llegar a producir más de 1.0 kg planta⁻¹. Sin embargo, Ojeda *et al.* (2010) en la localidad de Duaca en este mismo estado (729 msnm) obtuvieron valores cercanos a 0.5 kg.planta⁻¹.

Según Ojeda *et al.* (2010) un factor clave en la producción lo constituye la proporción de tubérculos que se obtienen por cada categoría, ya que el destino de los tubérculos (industria, semilla o mercado fresco) dependerá de las características específicas de cada uno.

Se conoce que el diámetro de los tubérculos está determinado entre otros factores por la duración del ciclo de cultivo de la variedad o cultivar. A medida que avanza el ciclo vegetativo del cultivo, el rendimiento y el porcentaje de tubérculos grandes se incrementa. Algunos

productores de semilla para evitar la formación de tubérculos muy grandes emplean prácticas agronómicas como el corte del follaje. Según Pozo (1997), se puede obtener hasta el 100% de tubérculos para semilla en períodos menores a 90 días, independientemente del diámetro de semilla usado para la plantación. Se requieren otros estudios para determinar el efecto de estas estrategias en la producción de semilla de papa cv. 'Andinita', ya que el 23% de producción de semilla que se refleja en el presente trabajo es el resultado del desarrollo a ciclo completo del proceso de tuberización de la planta y no por la incorporación de un manejo específico en esa dirección.

La obtención de microtubérculos de papa en medios de cultivo en estado semisólido o líquido se ha documentado ampliamente (Gopal *et al.*, 2004; Bolandi y Zarghai, 2004). Resultados de otros autores indican que tienen ventajas sobre las plantas *in vitro* ya que sufren menores daños durante su transferencia a las casas de cultivo, ofrecen mayor facilidad para su manejo, traslado y conservación, además de facilitar la plantación mecanizada si ese fuera el caso (Jiménez-Terry *et al.*, 2010; Bolandi *et al.*, 2011).

En aras de que los microtubérculos puedan ser utilizados para la producción comercial de semilla de papa diferentes autores coinciden en que deben poseer una masa fresca mínima de 0.5 g (Yu *et al.*, 2000). Sin embargo, pocos sistemas de producción de microtubérculos referidos en la literatura científica producen microtubérculos con una masa fresca promedio mayor a 0.5 g.

Bolandi *et al.* (2011) refirieron como una desventaja de los microtubérculos que estos tienen dormancia. En este estudio se garantizó la brotación de los microtubérculos antes de llevarlos al campo, pero ciertamente para su producción a escala comercial durante todo el año se requiere de condiciones de conservación que permitan almacenarlos y romper el llamado período de latencia o dormancia de los tubérculos, para luego poder emplearlos como material vegetal de plantación.

CONCLUSIONES

Es posible la plantación directa en campo de microtubérculos de papa del cv. 'Andinita'

producidos en sistemas de inmersión temporal lo cual garantizó un promedio entre 8.5 y 9.5 tubérculos por planta. El rendimiento relativo por planta fue de 1.9 a 2.3 kg y entre un 16 y 23% de tubérculos con características deseadas para su conservación como semilla (25-80 g) según las normas de Venezuela. Estos resultados demostraron que la obtención de microtubérculos en SIT no afecta las características morfológicas de las plantas durante su ciclo vegetativo en campo.

REFERENCIAS

- Bolandi, AR, Hamidi H, Ghavidel RA (2011) The Effects of Size and Microtuber Dormancy on Production of Potato Minitubers. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science* 10(2): 169-173
- Bolandi, AR, Zarghai R (2004) The study of effective factors on growth of buds and microtubers in potato *in vitro* condition *Agriculture Research* 4(2): 24-32
- Coraspe, HM (2009) Absorción de formas de nitrógeno amoniacal y nítrica por plantas de papa en la producción de tubérculo-semilla. *Revista Científica Agronomía Tropical* Vol. 59(1) 45-58
- Donnelly, DJ, Coleman WK, Coleman SE (2003) Potato microtuber production and performance. *American Journal of Potato Research*, Edition USA 80: 103-115
- García, R, Salas J (2005) Aspectos generales del cultivo de la papa. En: Rosaima García, José Salas y Gladys Ramos (Eds). *Producción de Semilla de Papa en Venezuela*, Serie Manuales de Cultivo INIA No. 5, pp. 18-29. INIA, Venezuela
- Gopal, J, Chamail A, Sarkar D (2004) *In vitro* production of microtubers for conservation of potato germoplasma: effect of genotype, abscisic acid and sucrose. *In vitro Cellular and Developmental Biology-Plant* 40: 485-490
- Huamán, Z (2007) Descriptores morfológicos de la papa (*Solanum tuberosum* L.). INT PAPAS: 08509. p. 32
- Igarza, J, Agramonte D, de Feria M, Jaime J, Pérez M, San Román M (2011) Obtención de microtubérculos de papa cv. 'Andinita' en Sistemas de Inmersión Temporal. *Biotecnología Vegetal* 11 (1): 59-62
- Jiménez, E, Pérez N, de Feria M, Barbón R, Capote A, Chávez M, Quiala E, Pérez J (1999) Improved production of potato microtubers using a temporary immersion system. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 59: 19-23
- Jiménez-Terry, F, Agramonte D, Pérez M, León M, Rodríguez M, de Feria M, Alvarado-Capó Y (2010) Producción de minitubérculos de papa var. 'Desirée' en casa de cultivo con sustrato zeolita a partir de plantas cultivadas *in vitro*. *Biotecnología Vegetal* 10(4): 219-228
- Kawakami, J, Iwamak T, Hasegawa, Jitsuyama Y (2003) Growth and yield of potato plants grown from microtubers in fields. *American Journal of Potato Research* 80: 371-378
- Lugo, JG, Mogollón N, Rodríguez ZF, Díaz JG (2009) Efecto del intercambio gaseoso sobre el crecimiento y tuberización de vitroplantas de papa *Revista de la Facultad de Agronomía* 26: 3
- Mogollón, N, Gallardo M, Hernández N (2000) Effects of benzylaminopurine, sucrose and culture method on microtuberization of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) cv. Andinita. *Annual Meeting Interamerican Society for Tropical Agriculture* 42: 451-455
- Montoya, N, Castro D, Díaz J, Rios G (2008) Tuberización *in vitro* de papa (*Solanum tuberosum* L.), variedad Diacol Capiro, en biorreactores de inmersión temporal y evaluación de su comportamiento en campo. *Ciencia* 16(3): 288-295
- Ojeda, M, Pérez de Camacaro M, Rodríguez D, Gallardo M, Valera R (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
- Park, TH, Vleeshouwers VGAA, Jacobsen E, van der Vossen E, Visser RGF (2009) Molecular breeding for resistance to *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary in potato (*Solanum tuberosum* L.): A perspective of cisgenesis. *Plant Breeding* 128: 109-117
- Pérez-Alonso, N, de Feria M, Jiménez E, Capote A, Chávez M, Quiala E (2001) Empleo de sistemas de inmersión temporal para la producción a gran escala de tubérculos *in vitro* de *Solanum tuberosum* L var. Atlantic y estudio de su comportamiento en campo. *Biotecnología Vegetal* 1(1): 17-21
- Pozo, CM (1997) Producción de Tubérculos-semillas de Papa. Manual de Capacitación. Fascículo 2.3 Tuberización, tamaño de la semilla y corte de tubérculos. Centro Internacional de la Papa. Lima.
- Rodríguez, D, Alcalá de Marcano D, Escalona F (2008) Selección preliminar de clones de papa por resistencia a la candelilla tardía y el rendimiento. *Bioagro* 20: 29-35
- Rodríguez, D, Ojeda M, Pérez de Camacaro M, Gallardo M, Valera R, Bittara F (2009) Producción,

incidencia de la sarna polvorienta y calidad de clones avanzados de papa. Revista de la Facultad de Agronomía 26(4): 455-629

Salas, RJ (1995) Producción de semilla pre-básica de Papa. En: FONAIAP Divulga N° 48. Abril-junio. Maracay, Venezuela. p

Struik, PC, Lommen WJ (1999) Improving the field performance of micro-minitubers. Potato Research 42: 59-568

Teisson, C, Alvard D (1999) *In vitro* production of potato microtubers in liquid medium using temporary immersion. Potato Research 42: 499-504

Yu, W, Joyce P, Cameron D, McCown B (2000) Sucrose utilization during potato microtuber growth in bioreactors. Plant Cell Reports 19: 407-413

Recibido: 21-01-2014

Aceptado: 5-03-2014