

COMPORTAMIENTO DEL CRECIMIENTO Y EL RENDIMIENTO DE LA VARIEDAD DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) SPUNTA

Behavior of growth and yield of the potato (*Solanum tuberosum* L.) variety Spunta

Eduardo Jerez Mompies[✉] y Roberqui Martín Martín

ABSTRACT. The work was developed in the National Institute of Agricultural Sciences with the objective of evaluating the behaviour of the growth and its relationship with the yield in one commercial variety of potato (Spunta). The plantation was carried out following a muestral design during two years, 2009 and 2010. They were carried out destructive samplings in different moments after the plantation until the crop, to determine the number of shafts average for plant, the number of leaves average for shafts, the leaf area from the lineal measures (Long and Wide) of the leaves, the accumulation of dry mass in the different organs and the yield (expressed as average by plant). In the moment to do the evaluations were took 10 plants at random every time from the experimental area, they were separated in their different organs. In general was demonstrated the influence of the years in the behaviour of the plantation in the values reached in all variables considered, except in the number of shafts average for plant, aspect were the climatic conditions had a beg influence, but too the more efficiency of application of the raining in the second year.

Key words: *Solanum tuberosum* L., leaf area, biomass, yield

RESUMEN. El trabajo se desarrolló en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) con el objetivo de evaluar el comportamiento del crecimiento y su relación con el rendimiento en un cultivar comercial de papa (Spunta). La plantación se realizó siguiendo un diseño muestral durante los años 2009 y 2010. Se realizaron muestreos destructivos en diferentes momentos después de la plantación y hasta la cosecha para determinar el número de tallos promedio por planta, el número de hojas promedio por tallos, la superficie foliar a partir de las medidas lineales (largo y ancho) de las hojas, la acumulación de masa seca en los diferentes órganos y el rendimiento (expresado como promedio por planta). En el momento de realizar las evaluaciones se tomaron 10 plantas al azar cada vez, que fueron separadas en sus diferentes órganos. Se pudo comprobar la influencia de los años en el comportamiento de la plantación en general en cuanto a los valores alcanzados en la acumulación de masa seca en los diferentes órganos, no así en el patrón de crecimiento que siguen las variables que fueron consideradas en el estudio, aspecto en el que además de las condiciones climáticas de cada año en específico, también influyó la forma mas eficiente de aplicación del riego en el segundo año.

Palabras clave: *Solanum tuberosum* L., superficie foliar, biomasa, rendimiento

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es el vegetal más producido y consumido en el mundo, originaria de Los Andes, actualmente ocupa el cuarto lugar entre los cultivos de mayor producción a nivel mundial. Aunque hasta cierto punto, la elevada incidencia de plagas y enfermedades son responsables de que se alcancen bajos rendimientos, además de producirse en muchas zonas geográficas en que las condiciones para su producción se presentan en un corto periodo de tiempo.

El estudio del crecimiento reviste singular importancia en cualquier cultivo por cuanto de el depende la producción

que se alcance. En el caso de la papa, en específico, el rendimiento estará determinado en gran medida por el desarrollo que alcance la superficie foliar, aspecto en el que además de los factores abióticos, juega un papel importante la variedad de que se trate, de ahí que se le preste una especial atención a esta variable (1), de la cual depende el índice de área foliar (2) y por consiguiente la cantidad de radiación que las plantas puedan interceptar. Este índice cumple la función de retroalimentación entre las plantas y el régimen de radiación (3) y de esta forma actúa controlando la capacidad fotosintética del cultivo.

El ciclo del cultivo también influye en el rendimiento que alcance el cultivo y en este sentido su afectación provocará reducciones en los rendimientos*.

Dr.C. Eduardo Jerez Mompies, Investigador Titular; Roberqui Martín Martín, Especialista del departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700.

✉ ejerez@inca.edu.cu

*Niño, L. /et al./ Meioramiento participativo de variedades de papa en el estado Mérida-Venezuela. Memorias XXII Congreso ALAP. Toluca. México. 2006.

Por otra parte, el rendimiento en última instancia (4), dependerá de la interacción de muchos factores.

La papa puede producir una gran cantidad de alimento en un periodo de tiempo muy corto, pero los rendimientos se verán afectados no solo por el comportamiento de las diferentes variedades, sino también por la variabilidad espacial (5) que influye decisivamente en los mismos, además de la presencia de plagas y enfermedades propias del cultivo.

Dada la importancia que este cultivo representa para la alimentación del hombre, múltiples son los trabajos de investigación que en el mismo se realizan, en lo fundamental, para explicar las causas de la no obtención de rendimientos elevados, cuando su plantación se lleva a cabo en zonas de clima tropical; por esta razón con este trabajo se pretende evaluar el comportamiento del crecimiento de una variedad comercial de papa y su relación con el rendimiento, constituyendo este el objetivo del presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló durante los años 2009 y 2010 en el área experimental del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. En el mes de enero, de ambos años, se plantaron tubérculos importados, mayores de 45 mm de la variedad Spunta, a 0.30x0.90 m y mediante un diseño muestral. El riego fue por aspersión (estacionario el primer año y mecanizado, mediante máquina de Pivote Central, el segundo), el resto de las atenciones culturales se realizaron según los Instructivos Técnicos para el cultivo (6).

Las evaluaciones del crecimiento se realizaron en distintos momentos durante el ciclo del cultivo a partir de los 30 días después de la plantación y se determinó cada vez, en 10 plantas tomadas al azar del área experimental, el número de tallos por planta, el número de hojas por tallo, la superficie foliar por planta a partir de las medidas lineales de las hojas (largo y ancho) estimándose la misma a partir de la ecuación previamente obtenida para esta variedad ($y = 0,59x + 3,96$, donde x , representa el producto del largo por el ancho); la masa seca de los diferentes órganos de la planta y el rendimiento por planta, en todos los casos se expresó el resultado como el promedio de una planta. Se determinó además en el muestreo final, el porcentaje que representa la masa seca de cada uno de los diferentes órganos considerados con respecto al total producido.

Los datos se procesaron mediante un ANOVA de clasificación simple y las medias se compararon por la prueba de Rangos Múltiples de Duncan a una $p \leq 0,05$, en los casos en que se analizó la dinámica, se estimó el error estándar de las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presenta el resultado del ciclo del cultivo en los dos años de estudio, como puede observarse, la plantación del 2009 solo llegó a 82 días, sobrepasando los 105 días en el 2010, este comportamiento determinó, en gran medida, el resultado alcanzado en el crecimiento en general, y en particular en el rendimiento, como será analizado posteriormente.

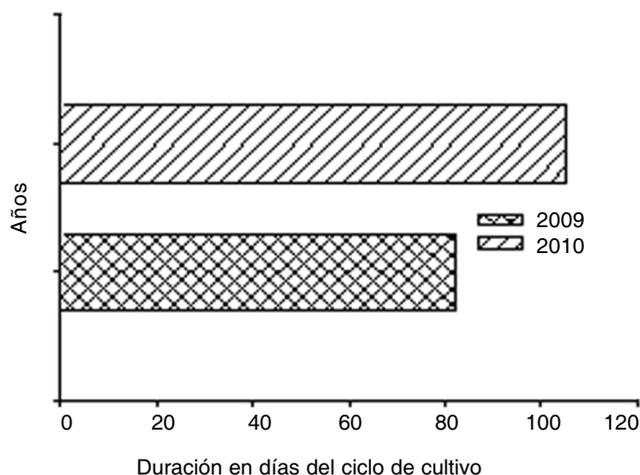


Figura 1. Comportamiento del ciclo de cultivo en los dos años de estudio

La diferencia que se presenta en cuanto a la duración del ciclo de cultivo, en lo fundamental estuvo determinado por la ocurrencia en el primer año (alrededor de los 75 días) de temperaturas elevadas que aceleraron el proceso de envejecimiento del follaje.

La duración del ciclo del cultivo tiene un mayor efecto en los rendimientos que se alcancen en papa, pero no en el número de tallos por planta (7).

El número de tallos (Figura 2) no mostró diferencias significativas entre las dos plantaciones, comportándose como valores promedio entre 3,5 y 4,3 tallos por plantón, por lo que el efecto que esta variable puede tener en el número de tubérculos y su repercusión en el rendimiento, no se hace evidente (8). Otros autores lograron mayores rendimientos en la medida que las variedades por ellos evaluadas tuvieron una mayor cantidad de tallos, aun cuando en otros casos no se haya verificado dicho comportamiento (7).

Al analizar el número de hojas promedio por tallo (Figura 3), se destaca un incremento hasta alcanzar valores máximos que fueron mucho mayores en la plantación del 2010 en relación con la del 2009. Se destaca también que el mayor número de hojas se alcanzó de forma rápida en la primera plantación, no así en la segunda, y a partir de ese momento comienza una franca disminución que se corresponde con el proceso de senescencia de las hojas más viejas que ocurre normalmente y de forma muy similar en las dos plantaciones.



Figura 2. Comportamiento del número de tallos promedio por planta en los dos años de estudio

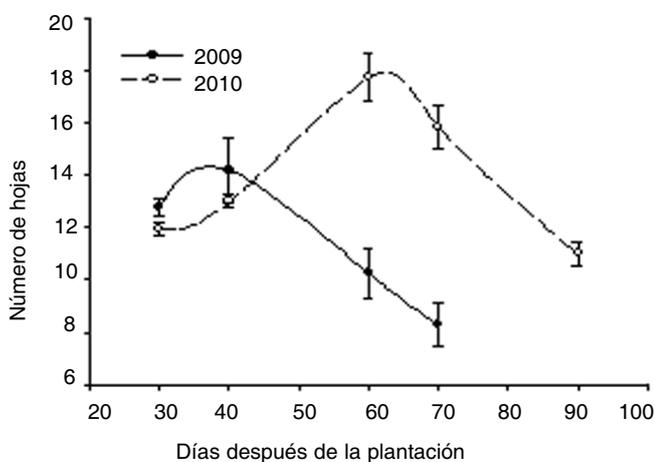


Figura 3. Dinámica del número de hojas promedio por tallo durante el ciclo del cultivo en las dos plantaciones

Se ha asumido que la velocidad del incremento foliar (9) dado por el número de hojas presentes en algún momento y el desarrollo que estas alcancen, estará en dependencia directa del incremento de las temperaturas; no obstante, se ha logrado establecer que existe una estrecha relación entre el número de hojas completamente expandidas y el tamaño que alcancen los tubérculos (10), lo cual debe hacerse en un estado específico del ciclo de crecimiento del cultivo.

Por otra parte, también se ha comprobado que el tiempo que transcurre entre la aparición de una hoja y la nueva, puede cambiar en dependencia del comportamiento de la amplitud de la temperatura en una misma región (9), pudiendo cambiar de un año a otro, aun cuando las condiciones climáticas imperantes sigan siendo las mismas.

Si se tiene en cuenta que del número de hojas presentes y el desarrollo que las mismas alcancen, depende en gran medida la magnitud de la superficie foliar, es lógico entonces que el mayor valor de esta variable se presente en la plantación del 2010 (Figura 4).

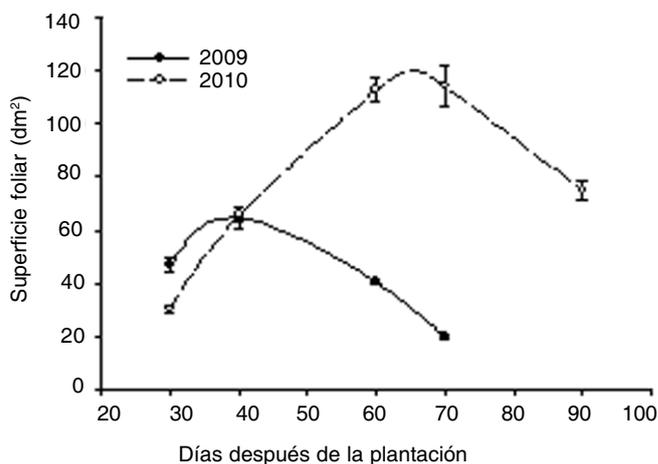


Figura 4. Dinámica del comportamiento de la superficie foliar en plantas de papa en las dos plantaciones consideradas

Se comprobó que en la plantación del 2010, se alcanzó un máximo en la superficie foliar alrededor de los 65 días después de la plantación, momento a partir del cual comienza a declinar de forma pronunciada, a diferencia del comportamiento de la primera plantación, donde esto también ocurre, pero de forma más lenta, aun cuando el máximo de la superficie foliar, se alcanzó en este caso, mucho antes.

Se ha comprobado que el desarrollo de la parte aérea de las plantas de papa, no siempre asegura un mayor rendimiento (11) pues un excesivo desarrollo del follaje está relacionado con un desarrollo tardío de los tubérculos, mientras que el desarrollo temprano de los mismos, pueda dar lugar a la presencia de un follaje menos abundante, lo cual se relaciona con el movimiento y distribución de asimilatos en la planta y la demanda de los sitios de consumo, en este caso, en lo fundamental, los tubérculos.

La superficie foliar tiene una gran importancia, pues de ella depende la intercepción de la radiación fotosintéticamente activa, necesaria para la producción de biomasa y el correspondiente aporte al incremento del tamaño en masa de los tubérculos, lo cual asegurará un adecuado rendimiento, en dependencia del valor que alcance el índice de área foliar (2). Por otra parte, la superficie foliar a partir de la cual es posible determinar el índice de área foliar (12) es indispensable para estimar la productividad y el consumo de agua de los cultivos.

La acumulación de materia seca en un vegetal es un proceso que además de los factores internos de la planta, gobernado en este caso específico por el comportamiento de la fotosíntesis y la respiración, depende en gran medida también, de los externos del ambiente. En este sentido se debe tener en cuenta que un aumento de la temperatura provoca aumentos tanto de la fotosíntesis como de la respiración, pero después de alcanzarse cierto valor, la respiración puede continuar incrementando, mientras que la fotosíntesis disminuye, por lo que se puede presentar una disminución del peso seco.

En la Figura 5, se presenta la dinámica de la acumulación de masa seca total durante el ciclo del cultivo.

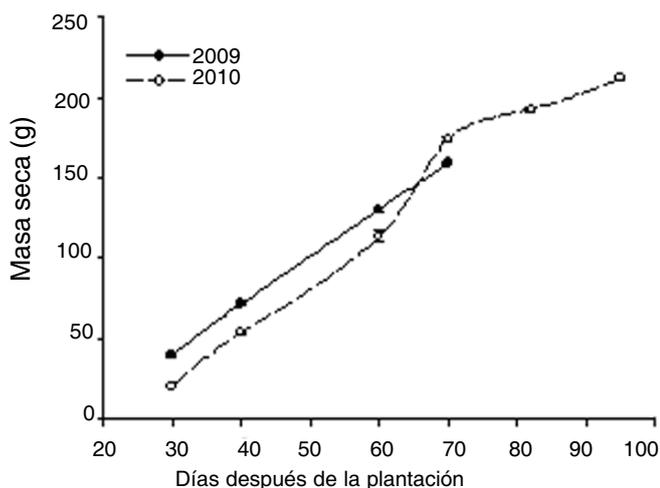


Figura 5. Dinámica de la acumulación de masa seca total durante el ciclo del cultivo en las dos plantaciones consideradas

Se destacan valores superiores de masa seca en la plantación del 2009, que solo fueron superados al final del ciclo por los alcanzados en la segunda plantación, aun cuando en la misma la superficie foliar hasta ese momento (70 días después de la plantación), resultó significativamente mayor, lo cual permite plantear que hasta ese momento se verificó una mayor eficiencia en la producción de masa seca en la primera plantación.

La producción de materia seca total es el resultado de la eficiencia del follaje del cultivo en la intercepción y utilización de la radiación solar disponible durante el ciclo de crecimiento (13). Sin embargo, esta eficiencia puede estar influenciada por la cantidad de radiación solar, la habilidad de las hojas para fotosintetizar, el índice de área foliar, la arquitectura de la planta, la respiración, entre otros, lo que se resume en factores internos de crecimiento relacionados con el genotipo y factores externos relacionados con el ambiente y las prácticas de manejo utilizadas durante el ciclo.

En la práctica, la concentración de materia seca que se alcance en los tubérculos (14) resulta un índice útil que define la calidad de los tubérculos y el uso que de ellos se haga para diferentes fines.

La distribución de los asimilatos por órganos resulta una variable interesante para valorar el comportamiento de los sitios de producción y de consumo de los mismos. En la Figura 6 se presenta el comportamiento de la distribución de materia seca por órganos para ambos años, expresados como porcentaje respecto al total.

En ambos años, independientemente de la duración del ciclo y de una mayor producción de masa seca total en la segunda plantación, la distribución por órganos al final del ciclo siguió un mismo patrón, y en el caso de los tubérculos fue de un 86 %; las pequeñas diferencias se encontraron en el resto de los órganos; en las hojas,

resultó 2 % mayor el primer año respecto a lo alcanzado en el segundo; en el caso de los tallos y con esa misma diferencia fue mayor en la segunda plantación, para alcanzar el mismo valor en el caso de las raíces.

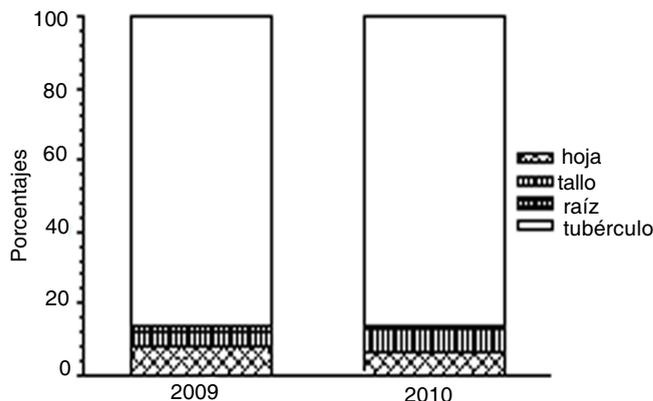


Figura 6. Porcentajes de distribución de la materia seca por órgano respecto al total acumulado en las dos plantaciones consideradas

En estudios encaminados a este tipo de comportamiento se han encontrado patrones de distribución de la materia seca similares entre las variedades evaluadas (15, 16), siempre con un mayor porcentaje en los tubérculos, hacia el final del ciclo del cultivo.

En trabajos realizados en condiciones de invernaderos también se ha comprobado que la reducción de hasta un 30 % de la radiación incidente, no afectó la distribución de asimilatos hacia los diferentes órganos de la planta, ni la producción de masa seca en general, lo cual asegura que independientemente del sistema de producción empleado el patrón de distribución de la materia seca es similar (17).

La presencia de órganos en la planta con una demanda neta por asimilados, influye fuertemente en los patrones de producción y distribución de la materia seca. La producción de asimilados por las hojas (fuente) y el punto hasta el cual pueden ser acumulados por el sumidero, representados en este caso por los órganos que son cosechados, tiene una gran influencia en los rendimientos (18); sin embargo, grandes diferencias entre variedades en cuanto a la forma de hacer esta distribución en las diferentes partes de la planta y su influencia en el rendimiento, pueden ser encontradas (15); además, se señala también que la caracterización de estos indicadores fisiológicos de acumulación y distribución de materia seca pueden permitir un manejo agronómico más adecuado de las diferentes variedades.

La mayor demanda por asimilatos se presenta en estadios iniciales en las hojas y en los tallos, pero esto cambia con el crecimiento de los tubérculos, los que constituyen el principal sitio de almacenamiento (19).

El estudio del crecimiento es uno de los elementos más importantes a valorar para analizar el comportamiento del rendimiento en general (20) (Figura 7).

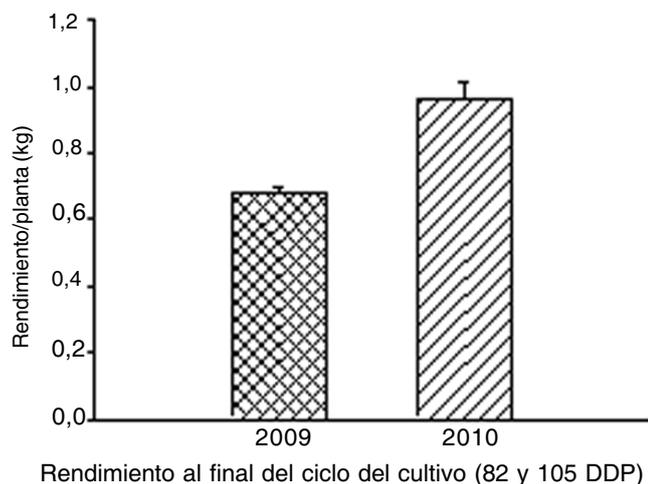


Figura 7. Comportamiento del rendimiento en la cosecha en las dos plantaciones consideradas

En condiciones de campo donde acontecen todos los factores limitantes o no que influyen en la producción del cultivo, el rendimiento es una respuesta a los factores meteorológicos que influyen directamente sobre el mismo (21) y que regulan los procesos de transpiración, fotosíntesis y respiración, de tal manera que definen el crecimiento y desarrollo del cultivo en cuestión, aun cuando las respuestas de esa interacción resultan en extremo complejas y en ocasiones difíciles de interpretar.

En sentido general, el rendimiento alcanzado en ambas plantaciones está por debajo del potencial logrado por esta variedad en las condiciones del país, aspecto en el que pudo influir, entre otros factores, el haber realizado una plantación tardía, lo que a su vez afectó el ciclo del cultivo (22) mucho más que en la realizada en el 2009.

El comportamiento de las diferentes variables del crecimiento analizadas en este trabajo, que tienen una estrecha relación con el rendimiento, así como la duración del ciclo del cultivo, ejercieron una influencia directa en la producción alcanzada, por lo que resulta necesario continuar trabajando en este sentido (23), de manera que se pueda contar con una información mucho más precisa acerca de las interacciones que se ponen de manifiesto entre los factores del clima y el comportamiento de las plantas de papa, lo cual a su vez permitirá en el futuro poder hacer estimaciones del rendimiento mucho más precisas.

REFERENCIAS

- Rodríguez, A. /et al./ Determinación del área foliar en papa (*Solanum tuberosum* L. var. Spunta) por medio de fotografías digitales conociendo la relación en el número de píxeles y la altura de adquisición. *Revista Brasileira de Agrometeorología*, 2000, vol. 8, p. 215-221.
- Casa de la, A. /et al./ Uso del índice de área foliar y del porcentaje de cobertura del suelo para estimar la radiación interceptada en papa. *Agricultura Técnica*, 2007, no. 67, p. 78-85.

- Kadaja, J. y Tooming, H. Potato production model based on principle of maximum plant productivity. *Agric. For. Meteorol.*, 2004, no. 127, p. 17-33.
- Ferreira, T. C. y Gonçalves, D. A. Crop-yield/water-use production functions of potatoes (*Solanum tuberosum*, L.) grown under differential nitrogen and irrigation treatments in a hot, dry climate. *Agric. Water Manag.*, 2007, vol. 90, no. 1/2, p. 45-55.
- Shillito, R. /et al./ Economic implications of spatial variability in crop yield predictions. *BARC Poster Day*, 2005. 20 p.
- Deroncelé, R. /et al./ Guía técnica para la producción de papa en Cuba. La Habana : Editorial Liliana. 2000. 42 p. ISBN 959-711-05-05.
- Quintero, I. /et al./ Evaluación de once clones promisorios de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Estado Trujillo. I. Crecimiento, desarrollo y rendimiento. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 2009, no. 26, p. 362-381.
- Zamora, F. R.; Sánchez, A. y Tua, D. Evaluación biométrica de dos variedades de papa, en la zona alta del estado falcón, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 2008, vol. 58, no. 1, p. 41-43.
- Fleischer, D. H. /et al./ Approaches to Modeling Potato Leaf Appearance Rate. *Agron. J.*, 2006, no. 98, p. 522-528.
- Papastylianou, I. y Soteriou, G. Estimating maximum tuber length of potato based on the number of fully expanded leaves. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2008, vol. 39, no. 9/10, p. 1460-1466.
- Alonso, J. L. /et al./ Ecofisiología del rendimiento de la planta de papa. *Boletín de la Papa*, 2002, vol. 4, no. 11.
- Casa de la, A. /et al./ El índice de área foliar en papa estimado a partir de la cobertura del follaje. *Agronomía Trop.*, 2008, vol. 58, no. 1, p. 61-64.
- Santos, M.; Segura, M. y Núñez, C. E. Análisis de crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 2010, vol. 63, no. 1, p. 5253-5266.
- Subedi, P. P. y Walsh, K. B. Assessment of Potato Dry Matter Concentration Using Short-Wave Near-Infrared Spectroscopy. *Potato Research*, 2009, no. 52, p. 67-77.
- Núñez, C. E.; Santos, M. y Segura, M. Acumulación y distribución de materia seca de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Zipaquirá, Cundinamarca (Colombia). *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 2009, vol. 62, no. 1, p. 4823-4834.
- Sánchez-Bernal, A. /et al./ Crecimiento de plantas de papa (*Solanum Tuberosum* L.) cv. Alpha, inducido por diversas soluciones salinas. *Interciencia*, 2008, vol. 33, no. 9, p. 643-650.
- Flores-López, R. /et al./ Influencia de la radiación solar en la producción de semilla-tubérculo de papa bajo cultivo sin suelo. *Revista Chapingo, Serie Horticultura*, 2009, vol. 15, no. 1, p. 25-30.
- Tekalign, T. y Hammes, P. S. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth. II. Growth analysis, tuber yield and quality. *Scientia Horticulturae*, 2005, no. 105, p. 29-44.
- Aguilar, Ma. G. /et al./ Análisis de crecimiento y de relaciones fuente-demanda en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Rev. Fitotec. Mex.*, 2006, vol. 29, no. 2, p. 145-156.

20. MacKerron, D. K. L. Advances in modelling the potato crop: sufficiency and accuracy considering uses and users, *data*, and errors. *Potato Research*, 2008, no. 51, p. 411-427.
21. Pereira, A. B. *et. al.*. Potato potential yield based on climatic elements and cultivar characteristics. *Bragantia, Campinas*, 2008, vol. 67, no. 2, p. 327-334.
22. Xiao, G. *et al.*. Effects of temperature increase on water use and crop yields in a pea-spring wheat-potato rotation. *Agric. Water Manag.*, 2007, no. 91, p. 86-91.
23. Iwama, K. Physiology of the Potato: New Insights into Root System and Repercussions for Crop Management. *Potato Research*, 2008, no. 51, p. 333-353.

Recibido: 8 de diciembre de 2010

Aceptado: 3 de julio de 2012

¿Cómo citar?

Jerez Mompies, Eduardo y Martín Martín, Roberqui. Comportamiento del crecimiento y el rendimiento de la variedad de papa (*Solanum tuberosum* L.) Spunta. *Cultivos Tropicales*, 2012, vol. 33, no. 4, p. 53-58. ISSN 1819-4087