



Comunicación corta

EMPLEO DE PECTIMORF® PARA ESTIMULAR LA TUBERIZACIÓN EN PAPA (*Solanum tuberosum* L.)

Short communication

Pectimorf® employment to stimulate tuberization in potato (*Solanum tuberosum* L.)

Roberqui Martín Martín✉, Eduardo Jerez Mompie, Donaldo Morales Guevara e Inés Reynaldo Escobar

ABSTRACT. An experiment was carried out for two years in areas belonging to the National Institute of Agricultural Sciences (INCA) to evaluate the influence of Pectimorf® in the potato plant tuberization process, in order to evaluate the influence of Pectimorf® on the number of stems per plant and number of stolons and tubers per stem. The work consisted in applying Pectimorf® at a concentration of 10 mg L⁻¹ at the time of planting, sprayed on the seed tubers and at 20, 25 and 30 days after planting the foliage and a control without application, following a completely randomized design. The plants were grown in containers of six liters capacity (two plants in each) containing a Ferralitic Red Eutric Compact soil and imported seed of the Romano variety of Dutch provenance for planting. Ten days after the last application, the following indicators were evaluated: number of stems per plant, number of stolons, and number of tubers per stem. The differences among treatments were evaluated using the confidence interval calculation of means from their standard error and means were compared using the t-student test $p < 0,05$. All statistical processing was performed using Statgraphics v. 5.1 and the graphs were performed with the program SigmaPlot v. 11. The results showed influence of Pectimorf® on the induction of stolons and a greater number of tubers when applied at 25 days after planting when compared to plants that had not been treated.

Key words: growth, nutrition, potato, yield

RESUMEN. Se realizó un experimento durante dos años en áreas pertenecientes al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) para evaluar la influencia del Pectimorf® en el proceso de tuberización de plantas de papa, con el objetivo de evaluar la influencia del Pectimorf® en los indicadores número de tallos por planta y número de estolones y de tubérculos por tallo. El trabajo consistió en aplicar Pectimorf® a una concentración de 10 mg L⁻¹ en el momento de la plantación, asperjado a los tubérculos semilla y a los 20, 25 y 30 días después de la plantación al follaje y un testigo sin aplicación, siguiendo un diseño completamente aleatorizado. Las plantas se desarrollaron en recipientes de seis litros de capacidad (dos plantas en cada uno) los que contenían un suelo Ferralítico Rojo Éutrico Compactado y se empleó semilla importada de la variedad Romano de procedencia holandesa para la plantación. Diez días después de la última aplicación se evaluaron los indicadores: número de tallos por planta, número de estolones y el de tubérculos por tallo. Las diferencias entre tratamientos se evaluaron mediante el cálculo del intervalo de confianza de las medias a partir de su error estándar y las medias se compararon por la prueba de t-Student a $p < 0,05$. Todo el procesamiento estadístico se realizó con el empleo del programa Statgraphycs v. 5.1 y los gráficos se realizaron con el programa SigmaPlot v. 11. Los resultados mostraron influencia del Pectimorf® en cuanto a la inducción de estolones y un mayor número de tubérculos cuando se realizó la aplicación a los 25 días después de la plantación al comparar con las plantas que no se habían tratado.

Palabras clave: crecimiento, nutrición, papa, rendimiento

INTRODUCCIÓN

El Pectimorf® es un biorregulador sintetizado por el Laboratorio de Oligosacarinas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), constituido por una mezcla de oligopectatos obtenidos a partir de residuos de la industria cítrica (1).

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32 700

✉ rmartin@inca.edu.cu

Los resultados demuestran que este producto no solo puede sustituir de forma parcial o total a los reguladores del crecimiento tradicionales, sino que en la mayoría de los casos, se obtienen resultados superiores a los obtenidos con las fitohormonas tradicionales, en el desarrollo morfológico de los cultivos vegetales^A. Es considerado un potente elicitador de defensa en las plantas (2) y estimulante del crecimiento de la diferenciación celular de diferentes especies vegetales, además puede activar los mecanismos de defensa y disminuir o atenuar el estrés ambiental de las plantas, según se describe en la patente del producto (3).

La papa (*Solanum tuberosum*, L.) es el cuarto cultivo alimenticio en orden de importancia, después del trigo, el arroz y el maíz. Aunado con estos cereales, tiene gran relevancia en la dieta alimentaria de la población mundial. Se encuentra entre los diez alimentos más importantes producidos en los países en vías de desarrollo^B.

La producción de papa debería tener un enfoque más ecológico (4), aspecto al cual se le presta una gran atención en los momentos actuales, considerando las experiencias en otras regiones, donde se busca incrementar la productividad de la papa a costo de una alta inversión en agroquímicos, que a la larga repercute en la economía del productor y en el medio ambiente.

Por otra parte, resulta necesaria la búsqueda de nuevas alternativas (5) que permitan hacer un uso más racional de los recursos, disminuir los costos de producción sin afectar la calidad y los rendimientos de los cultivos, lo que ha propiciado el uso de bioestimulantes del crecimiento de uso agrícola en diferentes cultivos. Teniendo en cuenta lo antes mencionado el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la influencia del Pectimorf[®] en los indicadores número de tallos por planta y número de estolones y de tubérculos por tallo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo durante los años 2015 y 2016, empleando tubérculos semilla de la variedad Romano de procedencia holandesa, en condiciones semicontroladas, plantadas en la primera quincena de enero 2015 y primera quincena de febrero del 2016, para lo cual se emplearon recipientes de seis litros de capacidad, los cuales fueron llenados con un suelo Ferralítico Rojo Eútrico Compactado (6), colocados en condiciones ambientales, en áreas del Departamento de Servicios Agrícolas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas,

situada a los 23° 00' de Latitud Norte y 82° 12' de Longitud Oeste, a una altura aproximada de 138 m sobre el nivel del mar en San José de las Lajas, Mayabeque.

Los recipientes se dividieron en cinco grupos homogéneos de diez recipientes con dos plantas en cada uno. A cuatro de ellos se le realizaron aplicaciones de Pectimorf[®] a una concentración de 10 mg L⁻¹ en el momento de la plantación (solo en el 2016), asperjando a los tubérculos semilla y a los 20, 25 y 30 días después de la plantación al follaje, mientras que el quinto grupo correspondió al testigo sin aplicación. Se siguió un diseño completamente aleatorizado. Posteriormente a los diez días de realizada la última aplicación fueron evaluados el número de tallos por planta, el número de estolones y el de tubérculos por tallo. Las atenciones culturales se realizaron según lo recomendado en el Instructivo Técnico para el cultivo^C mientras que el riego se realizó de forma manual, asegurando que no existiera falta de humedad.

Durante el tiempo que permanecieron los experimentos se registraron las temperaturas máximas, mínimas y media en la Estación Meteorológica aledaña al área experimental, procesándose los datos de las tres variables de forma decenal.

Las diferencias entre tratamientos se evaluaron mediante el cálculo del intervalo de confianza de las medias a partir de su error estándar y las medias se compararon por la prueba de t-Student a $p < 0,05$. Todo el procesamiento estadístico de los datos se realizó con el empleo del Programa Statgraphics Plus v. 5.1 (7) y los gráficos se realizaron a través del Programa SigmaPlot v. 11.0 (8).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las temperaturas constituyen un factor importante dentro de las condiciones climáticas presentes, con una gran influencia en el comportamiento y desarrollo del cultivo. Como se puede observar en la Figura 1, en el año 2015 las temperaturas mostraron valores menores, manteniéndose por más tiempo en esa condición, lo cual favorece el desarrollo del cultivo.

En la Figura 2 se presenta el número de tallos promedio por planta en cada uno de los tratamientos. Esta variable está relacionada en gran medida con el crecimiento y el rendimiento en general de las plantas de papa y si bien en algunos trabajos esto no ha quedado esclarecido^D totalmente, muchos autores lo han corroborado (9,10).

^A Cabrera JC. Obtención de una mezcla de (1-4)-D, oligogalacturónidos bioactivos a partir de subproductos de la industria citrícola [Tesis de Doctorado]. [La Habana, Cuba]: INCA; 1999. 99 p.

^B FAO. Statistical Yearbook 2013: World Food and Agriculture. Rome, Italy; 2013. 289 p.

^C Deroncelé R. Guía técnica para la producción de papa en Cuba. La Habana: Editorial Liliana; 2000. 42 p.

^D Morales FSD. Crecimiento, contenido de azúcares y capacidad de brotación en semilla tubérculo de papa (*Solanum tuberosum* L.) [Tesis de Doctorado]. [México]: Universidad Autónoma Chapingo; 2011. 102 p.

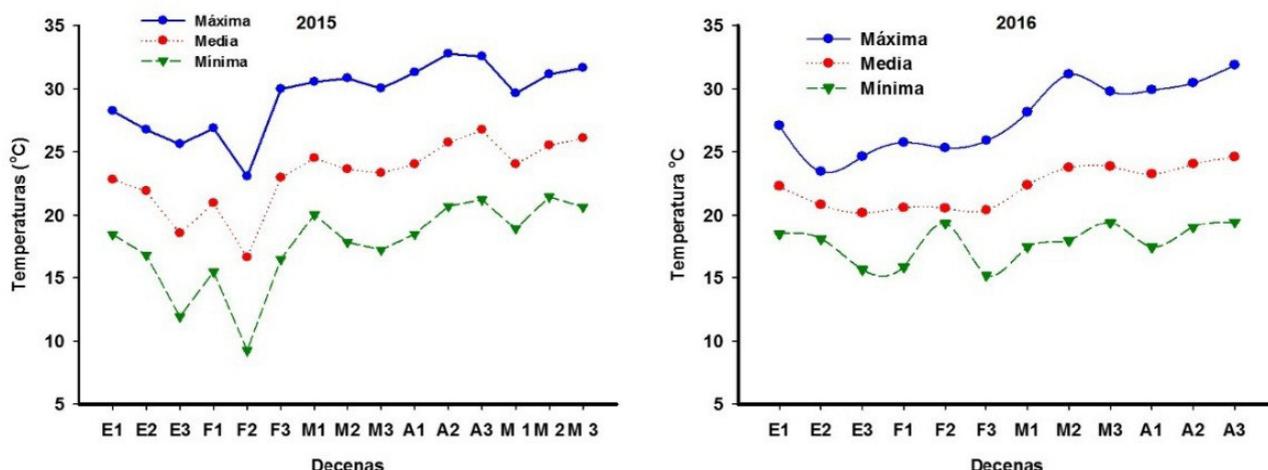


Figura 1. Comportamiento de las temperaturas máximas, medias y mínimas durante los dos años de estudio

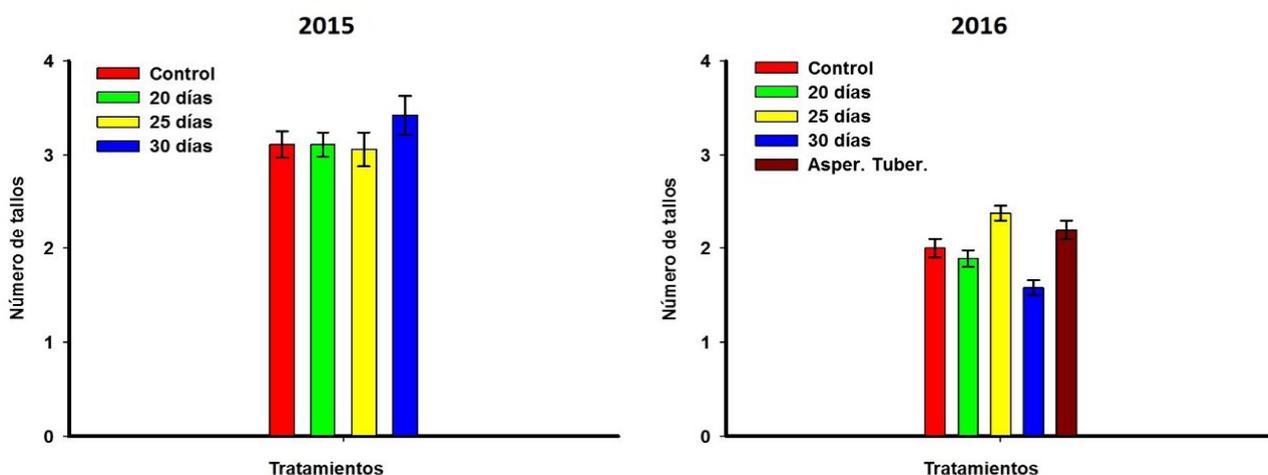


Figura 2. Número de tallos promedio por plantas para $p < 0,05$

De acuerdo con los resultados en el año 2015 los tratamientos no mostraron diferencias significativas para esta variable, encontrándose valores que estuvieron alrededor de los tres tallos por planta, comportamiento que resulta lógico, si se tiene en cuenta que las aplicaciones se realizaron luego de los 20 días después de la plantación, cuando ya la brotación había tenido lugar. Sin embargo, en el año 2016 en los que se realizó la aplicación a los 25 días, mostraron diferencias significativas con respecto a los demás, aunque no superan los resultados del año anterior. Resultó también significativo la aplicación al tubérculo, aun cuando este tratamiento no se realizó en el 2015.

El número de tallos resultó bajo en la plantación del 2016, aspecto en el que también juega un factor importante la calidad de la semilla (11) y el momento de la plantación que fue más tardía que en el 2015.

En la Figura 3 se presenta el número de estolones por tallo donde se muestra que en el año 2015 los valores estuvieron entre cuatro y cinco, siendo mayores en el tratamiento en que se realizó la aplicación a los 30 días después de la plantación sin diferencias con el control,

pero si con los tratamientos donde se aplicó a los 20 y 25 días; estos dos últimos no mostraron diferencias con respecto al control. En un momento dado su extremo comienza a hincharse inmediatamente después de una curvatura del estolón, como consecuencia de la proliferación del tejido de reserva que resulta de un rápido desarrollo y división celular, para formar el tubérculo (12).

Un comportamiento similar se obtuvo en el año 2016 en el resto de los tratamientos con respecto donde se realizó la aplicación a los 25 días después de plantado, que fue el que mostró los valores superiores a los del año anterior.

En sentido general se destaca que la aplicación a los 25 y 30 días después de la plantación estimula en alguna medida la emisión de estolones, quizás por el estado en que se encuentran las plantas en ese momento y dicha aplicación ejerce un mayor efecto que cuando las plantas son más jóvenes.

Entre las etapas de desarrollo del ciclo de la papa se encuentra el proceso de tuberización, el cual es regulado por las características propias de la variedad, la edad de la semilla, los factores ambientales y la acción de fitoreguladores,

entre otros^E. Se considera el inicio de la tuberización a partir del ensanchamiento de los estolones, este proceso ocurre, dependiendo de la precocidad de la variedad, pero en las condiciones climáticas de Cuba se verifica en etapas iniciales del crecimiento, donde los asimilados producidos por el follaje son utilizados para el crecimiento del estolón e iniciación de la tuberización (13).

Se conocen muchos factores con efecto sobre la tuberización (14), pero uno de los de mayor influencia es la temperatura^F, la cual ejerce un efecto inhibitorio sobre la tuberización. A pesar de que estos factores muestran consistencia en sus efectos,

es importante considerar también la variación en la respuesta a dichos estímulos que depende del genotipo así como de la edad y estado fisiológico de la planta.

El número de tubérculos tiene estrecha relación con la densidad de plantación, puesto que cada tubérculo-semilla dará origen a un cierto número de tallos, los que a su vez producirán tubérculos. Es decir, a mayor producción de tallos, un número superior de tubérculos por planta. Esto ocurre hasta cierto punto, puesto que la relación se hace inversa sobre cierto número de tallos al peso de los tubérculos (15).

Los resultados obtenidos para número de tubérculos por tallo se muestran en la Figura 4, en el año 2015 se observan diferencias significativas entre los tratamientos donde se realizó la aplicación de Pectimorf[®] a los 20 y 25 días, influenciado en gran medida al comportamiento de las temperaturas (Figura 1), las cuales fueron favorables para ese año; sin embargo, en el año 2016 a pesar de tener menor número de tallos (Figura 2), su diferencia estuvo marcada solo cuando se realizó la aplicación a los 25 días.

^E Tapia F. INIA, Ururi, 2014 [Internet]. [cited 2016 May 30]. Available from: http://scholar.google.com/cu/scholar_url?url=http%3A%2F%2Fbiblioteca.inia.cu%2Fmedios%2Fbiblioteca%2Fboletines%2FNFR39749.pdf&hl=es&sa=T&oi=gpp&ct=res&cd=0&ei=B15MV92cEoXOmAGt1q6oCA&scisig=AAGBfm1FbEj0OvPAgZComVegm448Jm7qLA&noss=1&ws=976x587

^F Pais SM. Caracterización de fosfatasa de proteínas 2 A en *Solanum tuberosum* L. y su participación en vías de señalización asociadas a tuberización y estrés [Internet]. [Buenos Aires, Argentina]: Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; 2010 [cited 2016 May 30]. Available from: http://digital.bl.fcen.uba.ar/gsd/282/cgi-bin/library.cgi?a=d&c=tesis&d=Tesis_4723_Pais.

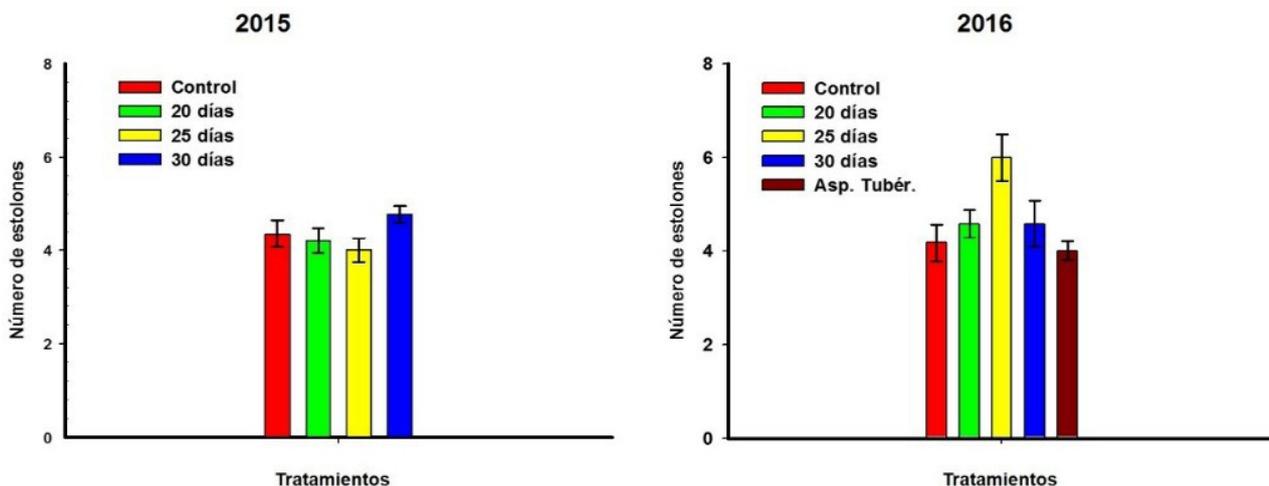


Figura 3. Número de estolones por tallo para p<0,05

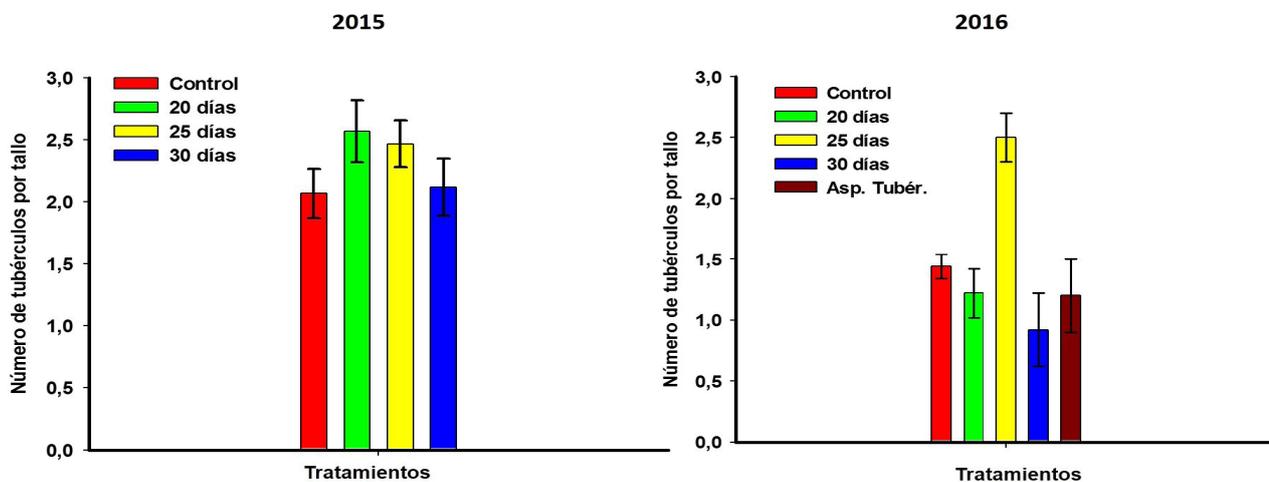


Figura 4. Número de tubérculos por tallo en plantas asperjadas con Pectimorf[®] en estadios iniciales del ciclo de crecimiento y el intervalo de confianza para las medias en cada tratamiento a p<0,05

En cuanto a la aplicación de productos para estimular la tuberización, se ha comprobado que estos mejoran los procesos vitales de las plantas, su resistencia al estrés y la salud, lo que se traduce en un mayor rendimiento y una mejor calidad (16), además pueden mejorar los parámetros bioquímicos y la resistencia de la papa a condiciones ambientales adversas, pero resultan más efectivo cuando se hacen en estadios tempranos luego de la plantación, no al tubérculo semilla (17).

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados encontrados, se puede concluir que la aplicación de Pectimorf[®] estimula en alguna medida la producción de tubérculos, lo cual es el resultado del efecto positivo en el crecimiento en general de las plantas, aunque se deben valorar otras concentraciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Hernández RM, Lara RM, Diosdado E, Cabrera JC, González C, Valdés M, Xiqués X. Evaluación de la actividad del pectimorf en la embriogénesis somática de Mandarina Cleopatra (*Citrus reshni* Hort. ex Tan) mediante marcadores isoenzimáticos. *Cultivos Tropicales*. 2007;28(4):25-31.
- Suárez GL, Espinosa H. Efecto del Pectimorf[®] en el cultivo de ápices de plantas in vitro de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) clones 'CMC-40' y 'Señorita'. *Cultivos Tropicales*. 2015;36(4):55-62.
- Cabrera JC, Gómez R, Diosdado E, Hormaza JV, Iglesias R, Gutiérrez A, et al. Procedimiento de obtención de una mezcla de oligosacáridos pécticos estimuladora del enraizamiento vegetal. La Habana, Cuba; RES 155/2003, AO1N9/12, CO 7H/033, Certificado 22859, 2003.
- Ortiz LY, Flórez VJ. Comparación cuantitativa de ácido abscísico y citoquininas en la tuberización de *Solanum tuberosum* L. y *Solanum phureja* Juz. et Buk. *Agronomía Colombiana*. 2008;26(1):32.
- Terry AE, Ruiz PJ, Tejeda PT, Reynaldo EI. Efectividad agrobiológica del producto bioactivo Pectimorf[®] en el cultivo del Rábano (*Raphanus sativus* L.). *Cultivos Tropicales*. 2014;35(2):105-11.
- Hernández JA, Pérez JJM, Bosch ID, Castro SN. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA; 2015. 93 p.
- Statistical Graphics Corp. STATGRAPHICS[®] Plus [Internet]. 2000. (Profesional). Available from: <http://www.statgraphics.com/statgraphics/statgraphics.nsf/pd/pdpricing>
- Systat Software Inc. SigmaPlot[®] - Scientific Data Analysis and Graphing Software [Internet]. San Jose, CA, US; 2008. Available from: <https://www.laboratorynetwork.com/doc/scientific-graphing-software-sigmaplot-0001>
- González POS, Figueredo VJ. Influencia de la quitosana en tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) var. «Amalia». *Centro Agrícola*. 2013;40(2):79-84.
- Jerez ME, Martín MR. Comportamiento del crecimiento y el rendimiento de la variedad de papa (*Solanum tuberosum* L.) Spunta. *Cultivos Tropicales*. 2012;33(4):53-8.
- García ST, Morera JLC, Aro MH, Díaz YP, Figueroa EG. El número de tallos por plantón afecta el crecimiento y rendimiento de la papa variedad Cal White. *Centro Agrícola*. 2012;39(1):11-6.
- Egusquiza BR. La papa: producción, transformación y comercialización [Internet]. International Potato Center; 2000 [cited 2016 Jun 1]. Available from: http://scholar.google.com/cu/scholar_url?url=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2Fbooks%3Fhl%3Des%26lr%3D%26id%3D6ci-GbBX0uFwC%26oi%3Dfnd%26pg%3DPA167%26dq%3Destolones%2Ben%2Bpapa%26ots%3D3a-74US-2F1%26sig%3D4JhOZTM5GqbaL1GsOk-rsrzlr-HA&hl=es&sa=T&oi=ggp&ct=res&cd=0&ei=49pOV4Ad2L6YAeqJuPAJ&scisig=AAGBfm2Gxkg-ob-td-WT-C1EWwQq80Qbb8w&nossl=1&ws=976x587
- Rojas MLP, Cunya S, Juan F. Productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum* grupo Phureja) de la región Cajamarca. *Scientia Agropecuaria*. 2014;5(4):165-75.
- Rodríguez LE, Moreno LP. Factors and mechanisms related to tuber dormancy in potato: an overview. *Agronomía Colombiana*. 2010;28(2):189-97.
- Mamani-Rojas P, Limachi-Villalba J, Ortuño-Castro N. Uso de microorganismos nativos como promotores de crecimiento y supresores de patógenos en el cultivo de la papa en Bolivia. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 2015;17(1).
- Wierzbowska J, Cwalina-Ambroziak B, Glosek M, Sienkiewicz S. Effect of biostimulators on yield and selected chemical properties of potato tubers. *Journal of Elementology*. 2015;20(3):757-68.
- Pavlista AD. Growth regulators increased yield of Atlantic potato. *American Journal of Potato Research*. 2013;88(6):479-84.

Recibido: 18 de julio de 2016

Aceptado: 9 de febrero de 2017