



EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y COMPOSICIÓN POR TAMAÑO DE TUBÉRCULOS DE PLANTAS DE PAPA PARA SEMILLA

Evaluation of growth and composition by size of tubers from potato plants for seed

Eduardo Jerez Mompié✉, Roberqui Martín Martín y Donaldo Morales Guevara

ABSTRACT. The present work was carried out with the objective of evaluating the influence of foliar applications of QuitoMax® on the growth and composition of the number of tubers in a potato plantation dedicated to obtain national “seed”. Imported Roman variety was used, planted on January 2015 and February 2016, using a design of randomized blocks with three replicates and three treatments: a control without application and chitosan application of two different molecular mass (Q1 of 66,4 Kd and Q2 of 124 Kd) at reason of 300 mL ha⁻¹ at 30 and 50 days after planting (DAP). Destructive samplings were carried out at 60 and 70 DAP, taking 10 plants at random for each treatment to know the height of the stems and number of stems per plant, leaf surface and dry mass of leaves and stems. The tubers at harvest were separated by size, weighed and counted, estimating the total yield at t ha⁻¹. Data were processed using ANOVA and the determination of the mean and its confidence interval when necessary. The percentage of the tuber number in each size considered in relation to the total tubers in each treatment was calculated. It was found that both chitosans stimulated plant growth and yield, while tuber distribution by size ensured a greater amount of chitosans in the calibers with adequate quality to be used as propagules and this result was reached earlier than in the control treatment.

Key words: growth, chitosan, yield, leaf area

RESUMEN. El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la influencia de aplicaciones foliares de QuitoMax® en el crecimiento y en la composición por calibres del número de tubérculos en una plantación de papa dedicada a la obtención de ‘semilla’ nacional. Se empleó la variedad Romano importada, plantada en enero (2015) y febrero (2016) mediante un diseño de bloques al azar con tres réplicas y tres tratamientos, los que consistieron en un control sin aplicación y aplicación foliar a razón de 300 mL ha⁻¹ de QuitoMax® de diferente masa molecular (Q1 de 66,4 Kd y Q2 de 124 Kd) a los 30 y 50 días después de la plantación (DDP). Se realizaron muestreos destructivos a los 60 y 70 DDP, tomando 10 plantas al azar por cada tratamiento para conocer la altura de los tallos y número de tallos por planta, superficie foliar y masa seca de hojas y tallos. En la cosecha los tubérculos fueron separados por tamaño, se pesaron y contaron, estimándose el rendimiento total en t ha⁻¹. Los datos se procesaron mediante un ANOVA y la determinación de la media y su intervalo de confianza cuando fue necesario. Se calculó el porcentaje del número de tubérculos en cada tamaño considerado respecto al total de tubérculos en cada tratamiento. Se comprobó que ambas quitosanas estimularon el crecimiento y rendimiento de las plantas, mientras que la distribución de tubérculos por tamaño aseguró una cantidad mayor de los mismos en los calibres con calidad adecuada para ser utilizados como propágulos y este resultado se alcanzó más temprano que en el tratamiento control.

Palabras clave: crecimiento, quitosano, rendimiento, superficie foliar

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) se ha desarrollado y ampliamente estudiado en todo el mundo, siendo considerado uno de los principales alimentos para el ser humano a nivel mundial, superado solamente por el arroz, el trigo y el maíz (1).

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700
✉ ejerez@inca.edu.cu

Las oligosacarinas, en específico la quitosana, son carbohidratos complejos capaces de modelar el crecimiento y desarrollo de las plantas a bajas concentraciones, por lo que el empleo de estos bioestimulantes permite hacer un uso más racional de los recursos (2–6), disminuir los costos de producción sin afectar la calidad y los rendimientos de los cultivos, además de incrementar la resistencia de las plantas a las condiciones de estrés hídrico, salino y altas temperaturas; aspectos estos últimos importantes a considerar en cualquier área de producción de papa.

El crecimiento y desarrollo están determinados por factores genéticos y ambientales y es el resultado de la interacción entre fotosíntesis (7), respiración, transporte de asimilados, relaciones hídricas y nutrición mineral; que se traduce como el incremento irreversible en materia seca, volumen, longitud o área como resultado de la división, expansión y diferenciación celular (8).

Uno de los principales eslabones de la cadena productiva de la papa lo constituye la producción o importación de las 'semillas' que serán empleadas en las nuevas plantaciones, por lo que es tradicional en Cuba la obtención de 'semilla' nacional a partir de la importada, aun cuando los rendimientos alcanzados en este sentido resultan bajos y no satisfacen la demanda que se necesita para cubrir todas las áreas (9).

En ese sentido, resulta necesario adoptar varias alternativas para garantizar incrementar los rendimientos en las áreas productoras de 'semilla' a partir de la posibilidad del empleo de diferentes bioproductos, entre ellos el QuitoMax® (oligosacárido proveniente de carapacho de crustáceos a base de polímeros de quitosano) con excelentes resultados en el incremento de los rendimientos en áreas dedicadas a la producción de papa para consumo a la vez que el empleo de esta práctica tendría un enfoque más ecológico y amigable con el ambiente (10), es decir, disminuciones en el uso de productos químicos. Otros productos también se han empleado para satisfacer las demandas nutricionales del cultivo de la papa entre los que se encuentra el uso de las micorrizas (11).

Partiendo de lo antes expuesto, se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar la influencia de aplicaciones foliares de QuitoMax® en el crecimiento y en la composición por calibres del número de tubérculos en una plantación de papa dedicada a la obtención de 'semilla' nacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en las áreas experimentales del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) para lo cual se realizaron plantaciones de papa en la primera quincena del 2015 y segunda de febrero del 2016, empleando para ello semilla importada de la variedad Romano de procedencia holandesa,

de calibre 35-45 mm, con un marco de plantación de 0,25 x 0,90 m, atendiendo al tamaño de los tubérculos, y el suelo se corresponde con un Ferralítico Rojo Eútrico (12).

El resto de las atenciones culturales se realizaron según lo recomendado en el Instructivo Técnico para el cultivo (13), mientras que el riego se realizó por aspersión con una máquina de Pivote Central.

Durante la conducción del experimento 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, los resultados se presentan en forma de gráfico.

El experimento se desarrolló mediante un diseño de bloques al azar con tres réplicas y tres tratamientos: un testigo sin aplicación (Control) y la aplicación foliar de dos Quitosanas® de diferente masa molecular (Q1 de 66,4 Kd y Q2 de 124 Kd) las que se aplicaron a razón de 300 mL ha⁻¹ de forma manual con mochila previamente calibrada, en dos momentos del ciclo del cultivo a los 30 días después de la plantación (DDP) y la otra a los 50 DDP.

Durante la fase experimental se realizó un muestreo destructivo a los 60 y 70 DDP, tomando diez plantas al azar por cada tratamiento para conocer el comportamiento de algunas variables del crecimiento altura de los tallos, medida desde la base del cuello de la raíz hasta la yema terminal, a todo los tallos del plantón y el dato se expresa como el promedio de todos los tallos; número de tallos por planta, superficie foliar, calculada a partir de las medidas lineales de las hojas y el empleo de la ecuación: $y = (LxA)0,495 + 5,281$, y masa seca de hojas y tallos, para lo cual se introdujeron en sobres previamente identificados y colocados en estufa de circulación forzada de aire a 80 °C por 72 horas hasta lograr masa constante.

Para realizar la cosecha el follaje fue eliminado de forma manual a los 70 DDP y la recolección se realizó pasados 10 días, de manera que los tubérculos maduraran para que no perdieran la piel durante la manipulación de los mismos.

Los tubérculos se contaron y pesaron por tamaño (<28, 28-35, 35-45, 45-55 y >55 mm) tanto en el muestreo realizado a los 60 DDP como en la cosecha, excepto que para esta última se tomaron todas las plantas correspondientes a dos surcos de cada tratamiento.

Los datos se procesaron mediante un ANOVA de clasificación doble, mientras que las medias se compararon por prueba de Duncan para conocer las diferencias entre tratamientos (14); también se determinó en algunas variables el intervalo de confianza de las medias y fueron comparadas por t-Student a 1- α =0,05 (n=10). Se hizo uso del programa estadístico Statgraphics (15).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de tallos promedio por planta resultó ligeramente superior en la plantación del 2015 (Figura 1), en comparación con la del 2016 y en ninguno de los dos años evaluados, se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Hay que tener en cuenta que la aplicación del bioproducto (QuitoMax®) se realiza luego de 30 días de realizada la plantación y la brotación ocurre mucho antes, por lo que es de esperar que dichas aplicaciones no tengan ningún efecto sobre esta variable.

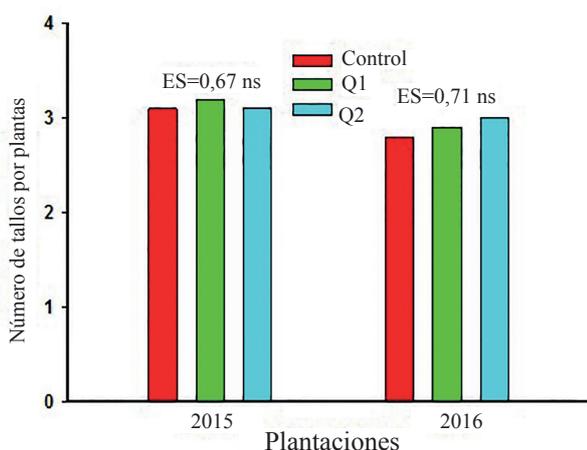


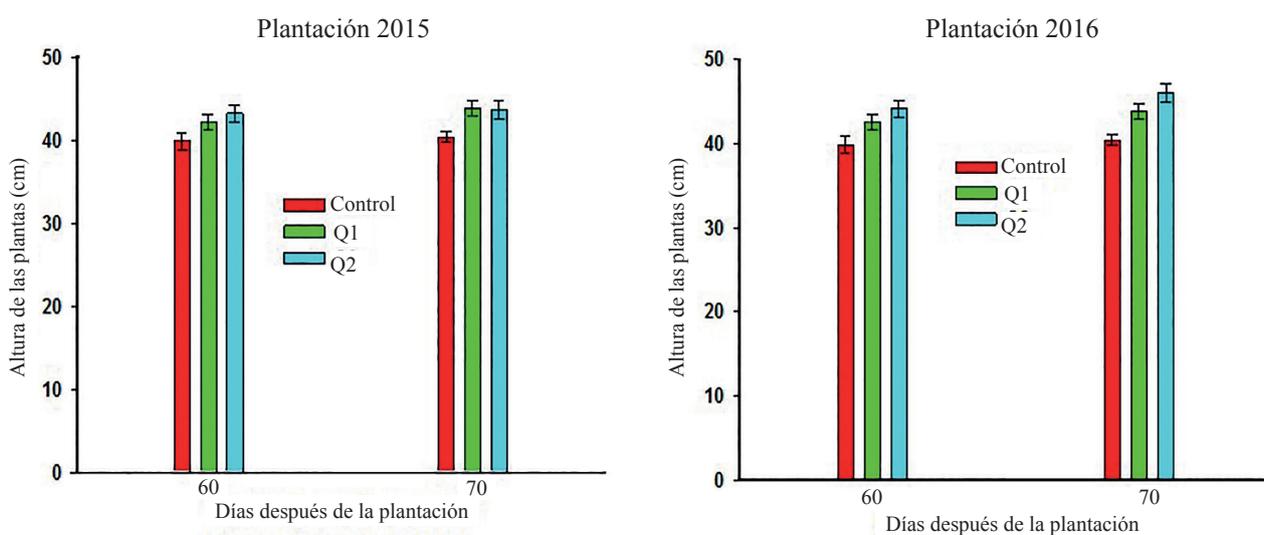
Figura 1. Número de tallos promedio por planta en dos plantaciones de papa, de plantas que fueron asperjadas con QuitoMax® de dos masa molar diferente (Q1 y Q2) y un control sin aplicación

Resultados similares fueron indicados antes por el propio autor trabajando con otra variedad (16), aunque se ha señalado que el efecto de esta variable por plantón es importante en el crecimiento y el rendimiento que alcancen las plantas de papa (17-19), por otro lado, el número de tallos, en caso de no haberse empleado algún agente estimulante para aumentar la brotación, estará en dependencia del tamaño que tenga el tubérculo semilla que se plante (20), así como también son importantes las diferencias que se puedan presentar entre variedades (21).

En la variable altura de las plantas se denota, de forma general, un incremento del crecimiento de las plantas en aquellos tratamientos en que se aplicó QuitoMax en dos momentos del ciclo del cultivo (Figura 2), aunque sin diferencias significativas entre ellos, pero sí con respecto al control, donde siempre las plantas resultaron más pequeñas.

Los valores fueron similares en ambos momentos (60 y 70 DDP) en los dos años de estudio, lo cual indica que a partir de los 60 días, y quizás antes, se ha alcanzado la estabilidad en el crecimiento en altura de las plantas, pues otras variables del crecimiento en ese momento, ya han comenzado a disminuir sus tasas de crecimiento llegando a alcanzar incluso valores negativos (22).

La altura de las plantas responde al efecto de tratamientos que promuevan el crecimiento, como lo es el caso de las quitosanas, pues se ha comprobado en diferentes cultivos su acción en cuanto al incremento de la altura en distintas especies comparadas con las plantas no tratadas (10), aunque persistan diferencias entre variedades, dadas por las características morfológicas propias de cada una de ellas.



Las barras (l), indican el intervalo de confianza para las medias en cada tratamiento para $1-\alpha=0,05$ ($n=10$)

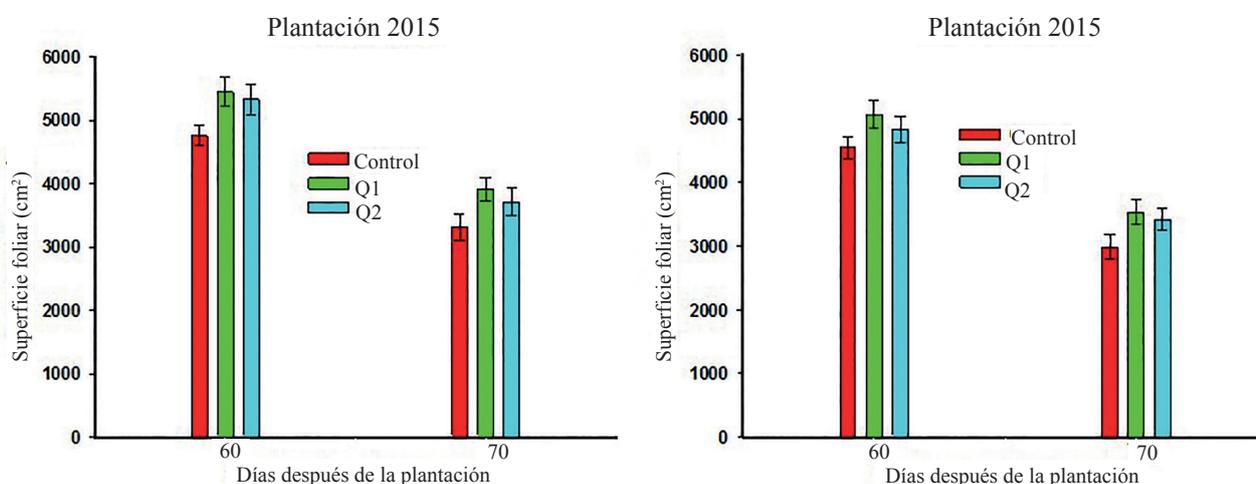
Figura 2. Altura de las plantas a los 60 y 70 DDP, en dos plantaciones de papa en plantas que fueron asperjadas con QuitoMax® de dos masa molar diferente (Q1 y Q2) y un control sin aplicación

El área foliar es un índice importante que sugiere, en caso de ser elevado, un buen desarrollo vegetativo en la planta para producir fotosimilados, capacidad de cobertura del suelo para combatir malezas, así como la relación con la tasa de llenado del tubérculo ya que existe una gran interacción entre la tuberización y la estructura del follaje de la planta (23).

De acuerdo con los resultados que se presentan en la Figura 3, la superficie foliar resultó superior en las plantas que fueron asperjadas con el bioproducto, sin diferencias significativas entre tratamientos, aunque sí con respecto al control y se destaca una disminución considerable de los 60 a los 70 días, lo cual está relacionado con el incremento de la senescencia de las hojas, en lo fundamental.

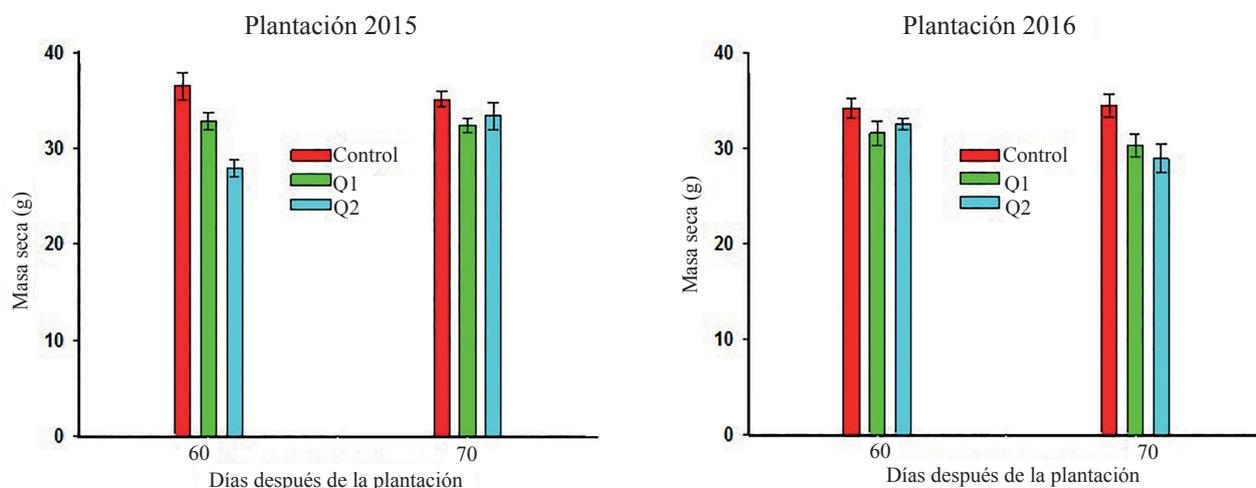
Se ha logrado establecer una estrecha relación entre el número de hojas completamente expandidas (de lo cual depende la magnitud que alcance la superficie foliar) y el tamaño que alcancen los tubérculos, pero esto debe hacerse en un estado específico del ciclo de crecimiento del cultivo (24).

La biomasa debe ser considerada para producir papa, porque es la energía solar convertida en materia orgánica, mediante la fotosíntesis y está relacionada con el crecimiento del cultivo (25). En cuanto a la producción de masa seca en la parte aérea el patrón de comportamiento en ambos años de estudio resultó similar (Figura 4), mayores valores en el control con diferencias significativas respecto a los tratamientos y entre estos últimos, solo se presentaron diferencias en el muestreo de los 60 DDP en la plantación del 2015.



Las barras (I), indican el intervalo de confianza para las medias en cada tratamiento para 1- α =0,05 (n=10)

Figura 3. Superficie foliar de las plantas a los 60 y 70 DDP, en dos plantaciones de papa en plantas que fueron asperjadas con QuitoMax® de dos masa molar diferente (Q1 y Q2) y un control sin aplicación



Las barras (I), indican el intervalo de confianza para las medias en cada tratamiento para 1- α =0,05 (n=10)

Figura 4. Masa seca de la parte aérea de las plantas a los 60 y 70 DDP, en dos plantaciones de papa en plantas que fueron asperjadas con QuitoMax® de dos masa molar diferente (Q1 y Q2) y un control sin aplicación

La producción de materia seca está relacionada con el área foliar, por lo tanto cuando esta última es alta se espera una alta acumulación de materia seca y una mayor productividad del cultivo (26,27).

Al parecer, y de acuerdo con los resultados, la presencia del QuitoMax® en la planta pudo haber propiciado en alguna medida la movilidad de los fotosintatos hacia otras partes de la planta, de hecho comprobó al aplicar quitosana a plantas jóvenes de papa (28), que las tratadas mostraron una mayor permeabilidad de las membranas que las del control, lo cual se incrementó, al aplicar una mayor concentración del bioproducto, todo lo cual redundó en una mayor movilidad de diferentes compuestos dentro de la planta, así como una posible vía para evitar los efectos de una deficiencia hídrica. Lo cual pudiera explicar que en las plantas tratadas hubo una mayor movilidad de compuestos hacia los sitios de almacenamiento representados por los tubérculos.

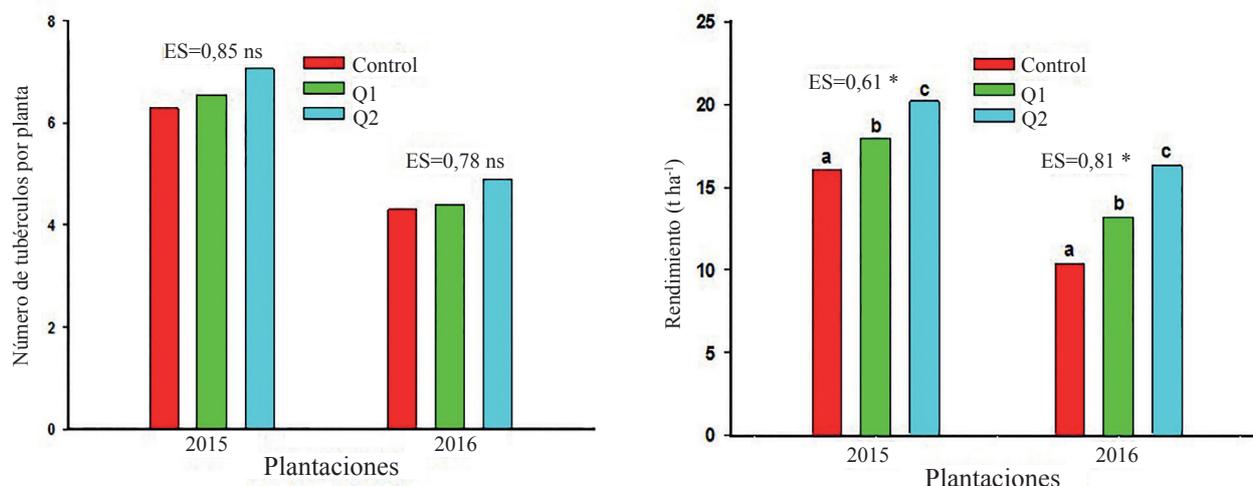
Por otra parte, la distribución de asimilados es el resultado del crecimiento y desarrollo, los cuales son mutuamente dependientes, además de estar influenciados por la interacción de las condiciones climáticas, las prácticas culturales y el genotipo (7).

La formación de tubérculos en papa depende, entre otras cosas, de la disponibilidad de asimilados y de la habilidad de los tubérculos para acumularlos. Antes de la tuberización, los fotoasimilados se destinan principalmente para el desarrollo de las hojas, los tallos y las raíces, la fuerza de la demanda de las hojas es mayor que la de cualquier otro órgano. Con el inicio de la tuberización, esta tendencia cambia, pues a medida que los tubérculos crecen, su demanda de asimilados aumenta (29).

En la Figura 5 se presenta el número de tubérculos promedio por planta, variable que no se vio modificada por el efecto de los tratamientos al no encontrarse diferencias entre los mismos en cada plantación, aunque la cantidad resultó menor en la del 2016. En cuanto al rendimiento, se pudo comprobar que resultó mayor en las plantas que fueron asperjadas con QuitoMax, aunque hubo diferencias significativas entre los tres tratamientos. Los rendimientos resultaron menores en el 2016 al compararlos con la plantación tardía realizada en ese año como ya se había señalado, además de que estuvieron en correspondencia con el número de tubérculos, previamente analizado y en este sentido, se ha comprobado una alta correlación entre ambas variables, dado porque hay una alta dependencia de uno respecto al otro, independientemente que otros factores pueden incidir en el resultado (19,30).

La plantación del 2016, coincidió con temperaturas más elevadas en el momento de la tuberización y la misma tiene efectos morfogenéticos en el crecimiento y desarrollo de la planta, interviene en la formación del tubérculo ya que existe una interacción entre esta variable ambiental y la longitud del día denominada fotoperíodo.

Los efectos de la temperatura son cruciales al inicio del crecimiento temprano del tubérculo, y por consiguiente, del llenado del mismo. Las condiciones favorables para la tuberización y el incremento del tubérculo son días cortos y temperaturas nocturnas bajas, temperaturas entre 15-19 °C son óptimas para iniciar el crecimiento del tubérculo, 17 °C es un valor promedio para una buena producción de papa. Bajo condiciones de días cortos la proporción del peso vegetativo en plantas de papa es 12 veces superior que con temperaturas altas, pero la producción de tubérculos es 19 veces mayor con temperaturas bajas (31).



Letras diferentes sobre las barras significa diferencias significativas entre tratamientos para $p \leq 0,05$

Figura 5. Número de tubérculos promedio por planta y rendimiento ($t\ ha^{-1}$) en dos plantaciones de papa, de plantas que fueron asperjadas con QuitoMax® de dos masa molar diferente (Q1 y Q2) y un control sin aplicación

Resulta interesante analizar la distribución del porcentaje que sigue el número de tubérculos por tamaño en cada uno de los tratamientos, respecto al total de tubérculos por planta, la cual se presenta en la Figura 6. Se puede observar que hubo diferencias en cuanto a la distribución en la evaluación realizada a los 60 DDP, en relación con lo ocurrido en el momento de la cosecha, pero esta distribución también se ve modificada por el efecto de los tratamientos estudiados.

Se destaca que en ambas plantaciones a los 60 DDP, la mayor proporción de tubérculos, independientemente de los tratamientos, se presenta en el tamaño de 35-45 mm, óptimos para ser empleados como tubérculos semilla, pero ya a los 70 DDP esta distribución ha cambiado, producto del desarrollo lógico que van alcanzando los tubérculos con el tiempo, tal es así, que en ese momento es posible encontrar una cantidad determinada de tubérculos en el tamaño mayor (55 mm) de acuerdo a la clasificación empleada.

Este comportamiento en la distribución asegura que desde los 60 DDP se cuenta con un número importante de tubérculos que pueden ser empleados como semilla para la nueva plantación, sin tener que esperar a los 70 días como está establecido.

No existen resultados en la producción de semilla en cuanto a la clasificación de los tubérculos una vez que las plantas han sido asperjadas con quitosana, pues su influencia se ha evaluado para conocer las respuestas de las plantas en relación con su crecimiento y el rendimiento en sentido general. No obstante se ha comprobado que el tratamiento a la semilla para alcanzar un buen gelado del tubérculo garantizará un mayor número de tallos, con lo que a su vez aumentarán las producciones si las condiciones post siembra no son adversas al cultivo (18). Por otra parte, las Quitosanas han contado con mucho interés de aplicación en la agricultura debido a su excelente biocompatibilidad, biodegradabilidad y bioactividad, al igual que otros bioproductos (2,4).

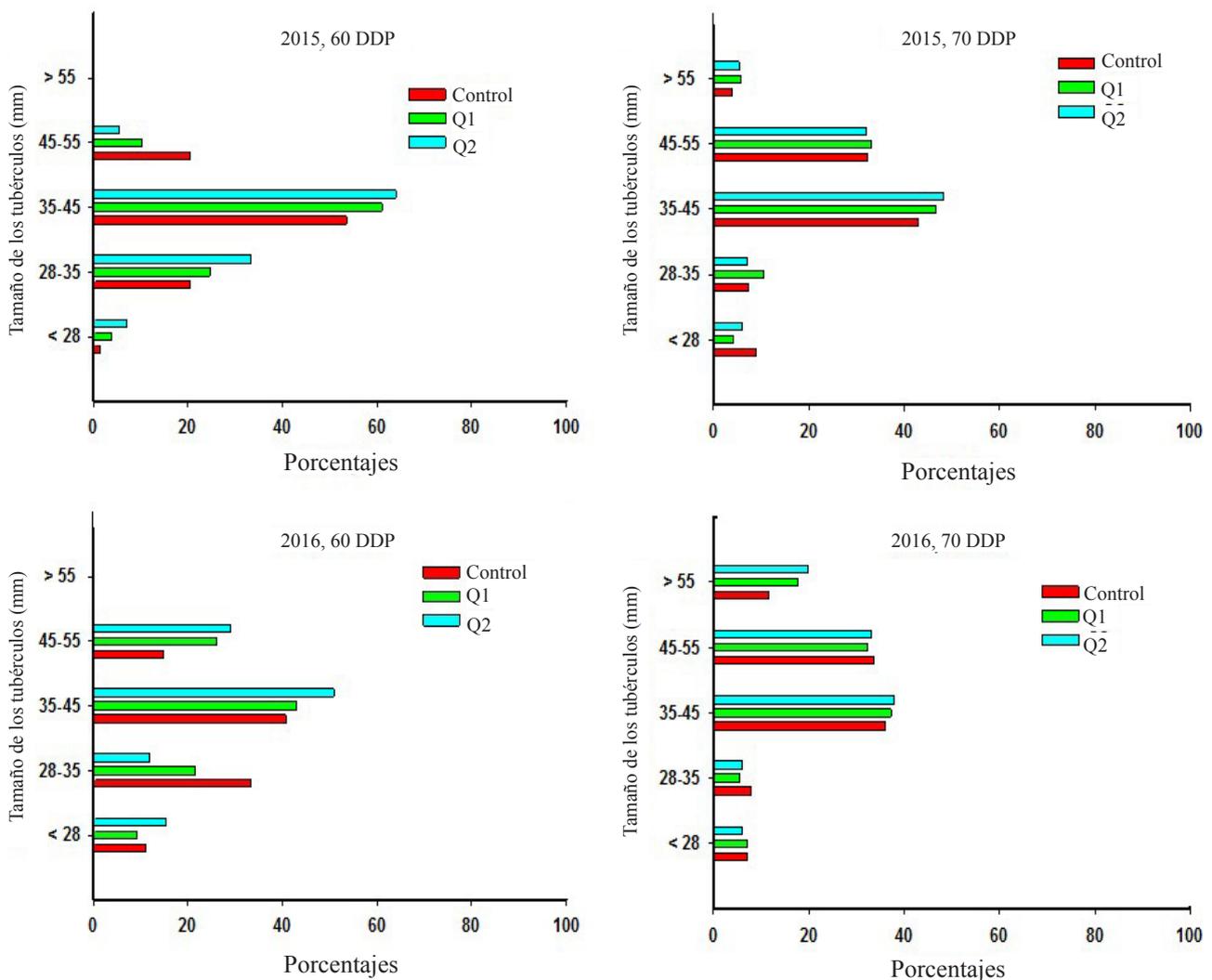


Figura 6. Porcentajes del número de tubérculos por tamaño con respecto al total en cada tratamiento en dos plantaciones de papa (2015 y 2016) a los 60 y 70 días después de la plantación

Teniendo en cuenta que las temperaturas ejercen una marcada influencia en el crecimiento y desarrollo de plantas de papa se presenta en la Figura 7 el comportamiento seguido por las mismas durante el período experimental en ambos años de estudio.

De acuerdo con la tendencia que siguieron estas variables, se denota que en el 2015, las mismas resultaron más favorables para los estadios iniciales del crecimiento de las plantas y el posterior comportamiento de las mismas en variables tales como la superficie foliar, que fue mayor ese año con respecto al 2016, lo que también propició un mayor valor de la superficie foliar. También fue superior la cantidad de tubérculos promedio por planta, causante de que los rendimientos fueran superiores en ese año (2015) en particular.

En este sentido se ha señalado a las temperaturas y al fotoperiodo como los elementos del clima más importantes que influyen en el crecimiento y desarrollo de la papa y en este caso en específico (32), el comportamiento seguido por las temperaturas medias, por encima del rango óptimo establecido tampoco favoreció a un mejor desarrollo de la plantación que les permita alcanzar rendimientos elevados (33), como sucedió en la plantación llevada a cabo en el 2016, pues temperaturas elevadas retrasan la formación de tubérculos (34). Por otra parte, el comportamiento de la producción de masa seca y su movilidad dentro de la planta en dependencia de los sitios de demanda, también dependen del comportamiento de las temperaturas (35).

En trabajos desarrollados en el país coinciden con otros autores al plantear que bajo similares condiciones del comportamiento de las temperaturas (31), el ciclo del cultivo se acorta, por lo que algunos procesos fisiológicos se producen de forma acelerada, lo cual tiene un efecto negativo en los rendimientos, sobre todo en la plantación del 2016.

Por otra parte se ha corroborado que de las múltiples interacciones entre los elementos del clima y las plantas de papa depende en gran medida la producción en general de la plantación (36).

CONCLUSIONES

La quitosana aplicada en forma de aspersión foliar a las plantas de papa estimularon el rendimiento en comparación con las plantas control, a la vez que permitieron que se contara con un mayor número de tubérculos, más temprano que en el control, en el tamaño de 35-45 mm, adecuado para realizar las nuevas plantaciones. De igual manera las variables del crecimiento evaluadas resultan favorecidas con aplicaciones de este bioproducto.

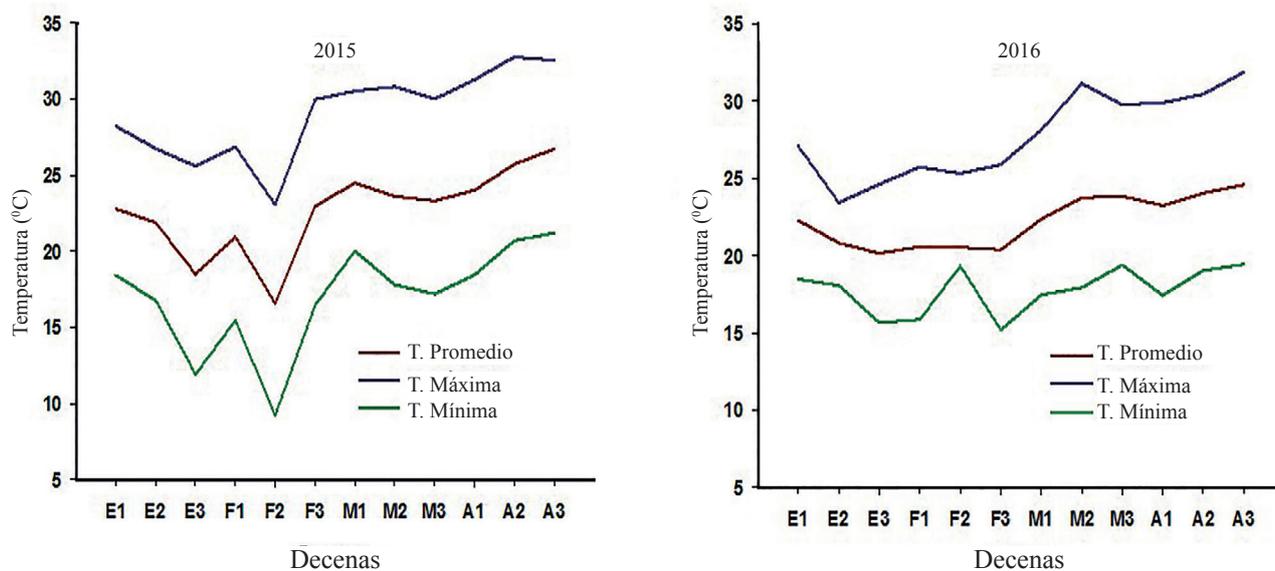


Figura 7. Comportamiento de las temperaturas media, máximas y mínimas (promedios decenales) correspondientes al periodo en que se realizaron los experimentos en los dos años de estudio

BIBLIOGRAFÍA

1. Devaux A, Kromann P, Ortiz O. Potatoes for Sustainable Global Food Security. *Potato Research*. 2014;57(3-4):185-99. doi:10.1007/s11540-014-9265-1
2. Cabrera JC, Wégria G, Onderwater RCA, González G, Nápoles MC, Falcón-Rodríguez AB, et al. Practical use of oligosaccharins in agriculture. *Acta Horticulturae*. 2013;(1009):195-212. doi:10.17660/ActaHortic.2013.1009.24
3. Rodríguez RRC, Villaverde JF, González POS. Influencia de la quitosana en tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill) var. "Amalia." *Centro Agrícola*. 2013;40(2):79-84.
4. Katiyar D, Hemantaranjan A, Singh B. Chitosan as a promising natural compound to enhance potential physiological responses in plant: a review. *Indian Journal of Plant Physiology*. 2015;20(1):1-9. doi:10.1007/s40502-015-0139-6
5. Nguyen VT, Tran TH. Application of chitosan solutions for rice production in Vietnam. *African Journal of Biotechnology*. 2013;12(4):382-4. doi:10.5897/AJB12.2884
6. Martínez-González L, Reyes-Guerrero Y, Falcón-Rodríguez A, Nápoles-García MC, Núñez-Vázquez M de la C. Efecto de productos bioactivos en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) biofertilizadas. *Cultivos Tropicales*. 2016;37(3):165-71. doi:10.13140/RG.2.1.1077.0165
7. Tekalign T, Hammes PS. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth. *Scientia Horticulturae*. 2005;105(1):29-44. doi:10.1016/j.scienta.2005.01.021
8. Franke AC, Haverkort AJ, Steyn JM. Climate Change and Potato Production in Contrasting South African Agro-Ecosystems 2. Assessing Risks and Opportunities of Adaptation Strategies. *Potato Research*. 2013;56(1):51-66. doi:10.1007/s11540-013-9229-x
9. MINAGRI (Ministerio de la Agricultura). Informe técnico de campaña de papa 2014-2015. La Habana, Cuba: MINAGRI; 2015 p. 60.
10. Morales GD, Torres HL, Jerez ME, Falcón RA, Dell'Amico RJ. Efecto del Quitomax en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales*. 2015;36(3):133-43.
11. Castillo C, Huenchuleo MJ, Michaud A, Solano J. Micorrización en un cultivo de papa adicionado del biofertilizante Twin-N establecido en un Andisol de la Región de La Araucanía. *Idesia (Arica)*. 2016;34(1):39-45. doi:10.4067/S0718-34292016000100005
12. Hernández JA, Pérez JJM, Bosch ID, Castro SN. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA; 2015. 93 p.
13. Deroncelé R. Guía técnica para la producción de papa en Cuba. La Habana, Cuba: Liliana; 2000. 42 p.
14. Duncan DB. Multiple Range and Multiple F Tests. *Biometrics*. 1955;11(1):1-42. doi:10.2307/3001478
15. Statistical Graphics Crop. STATGRAPHICS® Plus [Internet]. Version 5.1. 2000. (Profesional). Available from: <http://www.statgraphics.com/statgraphics/statgraphics.nsf/pd/pdpricing>
16. 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.
17. Rodríguez L. Formación del rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) y su estimación a partir de diferentes variables [Tesis de Maestría]. [Matanzas, Cuba]: Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"; 2011. 73 p.
18. Torres GS, Cabrera MJL, Hernández AM, Portela DY, Figueroa Eduardo García. El número de tallos por plantón afecta el crecimiento y rendimiento de la papa variedad Cal White. *Centro Agrícola*. 2012;39(1):11-16.
19. Rojas LP, Seminario JF. Productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) de la región Cajamarca. *Scientia Agropecuaria*. 2014;5(4):165-75.
20. de Almeida FM, Arzuaga J, Torres W, Cabrera JA. Efectos de diferentes distancias de plantación y calibres de tubérculos-semilla sobre algunas características morfo-productivas de la papa en Huambo, Angola. *Cultivos Tropicales*. 2016;37(2):88-95.
21. López ME, Carmen ZS, Gastelo BM, Siccha RR, Cáceda TJ. Rendimiento comparativo de cuatro variedades nuevas de *Solanum tuberosum* L. "papa" en el anexo Chaquicocha, Distrito Tayabamba, Pataz-La Libertad. *Arnaldoa*. 2013;20(1):155-70. doi:10.22497/142
22. Jerez EI, Martín R, Morales D, Díaz Y. Análisis clásico del crecimiento en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales*. 2016;37(2):79-87. doi:10.13140/RG.2.1.4860.0568
23. Groza HI, Bowen BD, Kichefski D, Peloquin SJ, Stevenson WR, Bussan AJ, et al. Millennium Russet: A dual purpose russet potato variety. *American Journal of Potato Research*. 2005;82(3):211-9. doi:10.1007/BF02853587
24. Papastylianou I, Soteriou G. Estimating Maximum Tuber Length of Potato Based on the Number of Fully Expanded Leaves. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2008;39(9-10):1460-6. doi:10.1080/00103620802004276
25. Almeida RJ, Rodríguez CM, García HE, Madriz P, Figueroa R, Mantilla JE. Comparación de la biomasa de dos cultivares de papa (*Solanum tuberosum* L.) de distintos orígenes, plantados en Chirgua, estado Carabobo, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*. 2013;13(1):39-49.
26. Santos CM, Segura AM, Núñez LCE. Análisis de Crecimiento y Relación Fuente-Demanda de Cuatro Variedades de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Municipio de Zipaquirá, Cundinamarca, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*. 2010;63(1):5253-66.
27. Solís CS, Vanegas CL, Méndez UJ, Cadenas VW, Castro BM, Pavón W, et al. Comportamiento de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), en zonas de poca altitud de clima cálido en Nicaragua. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 2014;18(1):156-72.
28. Jiao Z, Li Y, Li J, Xu X, Li H, Lu D, et al. Effects of Exogenous Chitosan on Physiological Characteristics of Potato Seedlings Under Drought Stress and Rehydration. *Potato Research*. 2012;55(3-4):293-301. doi:10.1007/s11540-012-9223-8
29. Jerez ME, Martín MR, Morales GD. Comportamiento de la acumulación y distribución de masa seca en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales*. 2015;36(4):70-6.

30. Pulido MS, Contrera GE, Perea JM. Estudio de los componentes del rendimiento: tamaño de tubérculos y número de tubérculos por planta en cuatro variedades de papa andígena (*Solanum tuberosum* spp. Andígena). *Biología en Agronomía*. 2014;4(1):7–16.
31. Martín MR, Jeréz ME. Evaluación del rendimiento en papa (*Solanum tuberosum*, L.) a partir del comportamiento de las temperaturas. *Cultivos Tropicales*. 2015;36(1):93–7.
32. Molahlehi L, Steyn JM, Haverkort AJ. Potato Crop Response to Genotype and Environment in a Subtropical Highland Agro-ecology. *Potato Research*. 2013;56(3):237–58. doi:10.1007/s11540-013-9241-1
33. Rykaczewska K. The Effect of High Temperature Occurring in Subsequent Stages of Plant Development on Potato Yield and Tuber Physiological Defects. *American Journal of Potato Research*. 2015;92(3):339–49. doi:10.1007/s12230-015-9436-x
34. Rodríguez PL. Ecofisiología del cultivo de la papa. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícola*. 2010;4(1):97–108.
35. Haverkort AJ, Franke AC, Engelbrecht FA, Steyn JM. Climate Change and Potato Production in Contrasting South African Agro-ecosystems 1. Effects on Land and Water Use Efficiencies. *Potato Research*. 2013;56(1):31–50. doi:10.1007/s11540-013-9230-4
36. Kharshiing E, Sinha SP. Plant Productivity: Can Photoreceptors Light the Way? *Journal of Plant Growth Regulation*. 2015;34(1):206–14. doi:10.1007/s00344-014-9454-9

Recibido: 28 de octubre de 2016

Aceptado: 21 de marzo de 2017