

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EN PAPA (*Solanum tuberosum*, L.) A PARTIR DEL COMPORTAMIENTO DE LAS TEMPERATURAS

Performance evaluation of potato (*Solanum tuberosum* L.) behavior as temperatures

Roberqui Martín Martín[✉] y Eduardo Jeréz Mompié

ABSTRACT. The work was developed at the National Institute of Agricultural Sciences in order to evaluate the responses elicited in product yield variations in temperature during the crop cycle. Plants of three varieties of potatoes Call White, Santana and Spunta harvested during the years 2010, 2011 and 2012 respectively were used. The behavior of minimum temperatures, average of temperature and maximum temperature, amplitude of these and accumulated temperature too, were evaluated. The average of yield per plant in kilograms and inferred in t.ha⁻¹ were determined. All statistical processing was performed with the use of the program Statgraphycs v5.1 and graphics were performed with the program Sigma Plot v3.1.

Key words: potato, performance, temperature

RESUMEN. El trabajo se desarrolló en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) con el objetivo de evaluar las respuestas provocadas en el rendimiento, producto de las variaciones de las temperaturas durante el ciclo del cultivo. Se utilizaron plantas de tres variedades de papa Call White, Spunta y Santana cosechadas durante los años 2010, 2011 y 2012, respectivamente. Se evaluó el comportamiento de las temperaturas mínimas, medias y máximas así como la amplitud de estas, además se determinó el rendimiento promedio por planta en kilogramos y se infirió en t.ha⁻¹. Todo el procesamiento estadístico se realizó con el empleo del programa Statgraphycs v5.1 y los gráficos se realizaron con el programa Sigma Plot v3.1.

Palabras clave: papa, rendimiento, temperatura

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*, L.) es el cuarto cultivo alimenticio en orden de importancia a nivel mundial, después del trigo, el arroz y el maíz. Se encuentra entre los diez alimentos más importantes producidos en los países en vías de desarrollo (1). En Cuba ocupa el primer lugar entre las raíces y tubérculos, plantándose cada año alrededor de 7 515 hectáreas, con rendimiento medio de 22,02 t ha⁻¹ y una producción anual de 165 508,6 toneladas^A. Constituye un alimento muy valorado en la dieta de la población cubana, por lo que resulta una necesidad para científicos y productores lograr incrementos en la producción y calidad de este cultivo.

Aunque se planta en muchas zonas geográficas debido a su gran plasticidad ecológica (2) las condiciones idóneas para su producción en Cuba, se presentan en un corto período de tiempo, en el cual las temperaturas resultan más bajas coincidiendo

con el período comprendido entre los meses de diciembre-abril. Por esta razón y teniendo en cuenta sus exigencias edafoclimáticas, efecto que también se contrarresta en alguna medida al ubicar las áreas de producción en aquellos suelos más productivos y en las épocas más frías del año, además de aplicarse las exigencias establecidas por el instructivo técnico; no obstante, bajo estas condiciones el ciclo del cultivo se ve reducido (3).

En otras regiones la obtención de altos rendimientos en el cultivo depende del potencial productivo de las variedades cultivadas y el tratamiento o manejo agrotécnico realizado a las mismas; sin embargo, en nuestra región la temperatura constituye un factor determinante en el desarrollo fisiológico del cultivo, por lo que se hace necesario valorar cada vez más el comportamiento del rendimiento, teniendo en cuenta las variaciones que se producen en esta variable cada año, lo cual constituye el objetivo del presente trabajo.

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

✉ rmartin@inca.edu.cu; ejerez@inca.edu.cu

^AManso, F. Informe Técnico de campaña de papa 2010-2011. MINAGRI. 2011. 11 pp.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló durante los años 2010, 2011 y 2012 en plantaciones de papa (*Solanum tuberosum* L.), en áreas experimentales perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Para el estudio se utilizaron tres variedades Call White, Spunta y Santana, con tubérculos de semillas importadas de procedencia canadiense la primera y las otras dos holandesas, mayores de 45 mm, plantados a 0,30 x 0,90 m y mediante un diseño muestral. El riego se aplicó por aspersión de forma mecanizada, mediante una máquina de Pivote Central, el resto de las atenciones culturales se realizaron según los Instructivos Técnicos para este cultivo (3).

La medición de las temperaturas mínimas, medias y máximas se consideraron a partir de los datos registrados en la Estación Meteorológica aledaña al área experimental, con los cuales se determinó la amplitud de las mismas, es decir la diferencia entre la temperatura máxima y mínima diaria. A partir de las temperaturas medias se determinó la temperatura efectiva temperatura superior a 10 °C a partir de la cual se calculó la suma de temperaturas por fase, considerando la Fase 1 desde la plantación hasta 30 días inicio de tuberización, la Fase 2 desde inicio de tuberización hasta fin de crecimiento de follaje 70 días y la Fase 3 desde este momento hasta la cosecha (4).

Al final de la cosecha se determinó el rendimiento promedio por planta en kilogramos, además se estimó el rendimiento total en $t\ ha^{-1}$. Todo el procesamiento estadístico se realizó con el empleo del programa Statgraphycs v5.1 y los gráficos se realizaron con el empleo del programa Sigma Plot v3.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 A y B, se presenta el rendimiento total y comercial tubérculos mayores de 35 mm, respectivamente, durante los años evaluados. Se puede observar que en el caso del rendimiento total fue superior para la variedad Call White ($58,0\ t\ ha^{-1}$), seguido de las variedades Spunta y Santana ($35,6$ y $32,3\ t\ ha^{-1}$, respectivamente). Se denotan diferencias significativas con respecto a las demás variedades, lo cual evidencia su alto potencial productivo por encima de las demás. Valores similares han sido alcanzados para esta variedad en estudios anteriores (5)

Para el caso del rendimiento comercial (Figura 1B) la variedad Call White presentó diferencias significativas en los años 2010 y 2012; sin embargo, en el año 2011 las diferencias estuvieron marcadas solo con respecto a la variedad Santana. En ambas variables se evidenció una disminución de los rendimientos durante los años de estudio.

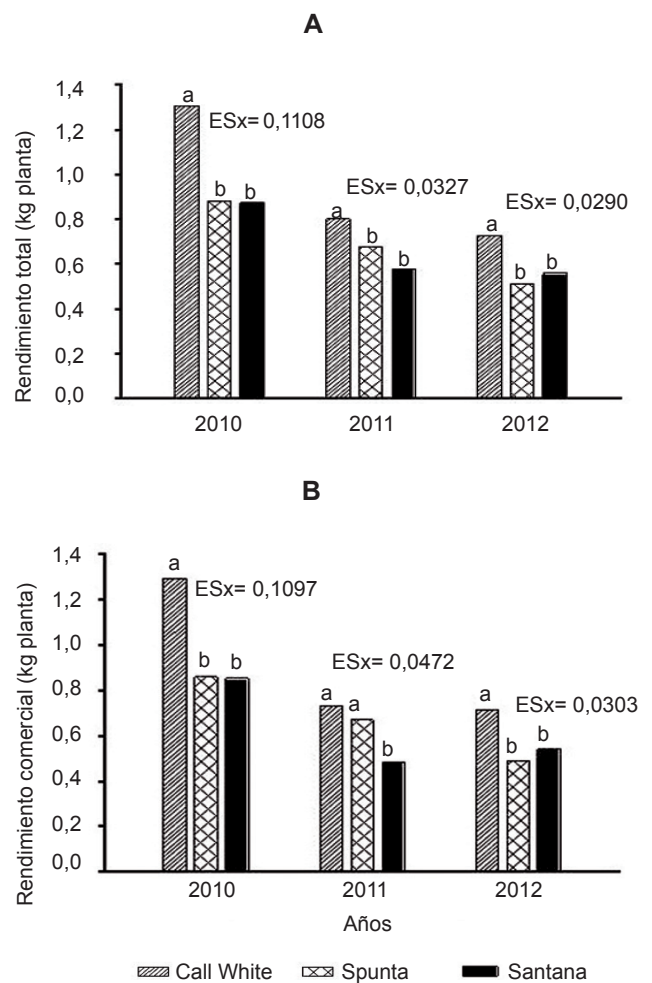


Figura 1. Comportamiento del rendimiento total (A) y comercial (B) durante los años de estudio.

Teniendo en cuenta que las temperaturas constituyen un factor importante dentro de las condiciones climáticas presentes, con una gran influencia en el comportamiento de los rendimientos, se denota que las mismas ejercieron una menor influencia en la variedad Call White, al mostrar en todo momento los mayores rendimientos.

Como se puede observar en la Figura 2, en el año 2010 las temperaturas máximas mostraron valores menores, manteniéndose por más tiempo en esa condición, lo cual favoreció el desarrollo del cultivo, permitiendo que este, a su vez, tuviera mayor rendimiento que en el resto de los años evaluados.

No obstante, lo más significativo del comportamiento de las temperaturas (Figura 2), resultó ser el año 2010, donde las mismas fueron favorables en la etapa de desarrollo del tubérculo, apropiado para la formación y desarrollo de estos (18 a $22\ ^\circ C$). Como se puede observar las medias informadas para los años 2011 y 2012 sobrepasan a las establecidas como óptimas 15 - $20\ ^\circ C$ (6, 7, 8), aunque algunas variedades

rinden el máximo con temperaturas mayores (9, 10), lo cual no es el caso de las variedades empleadas, si se tiene en cuenta su procedencia.

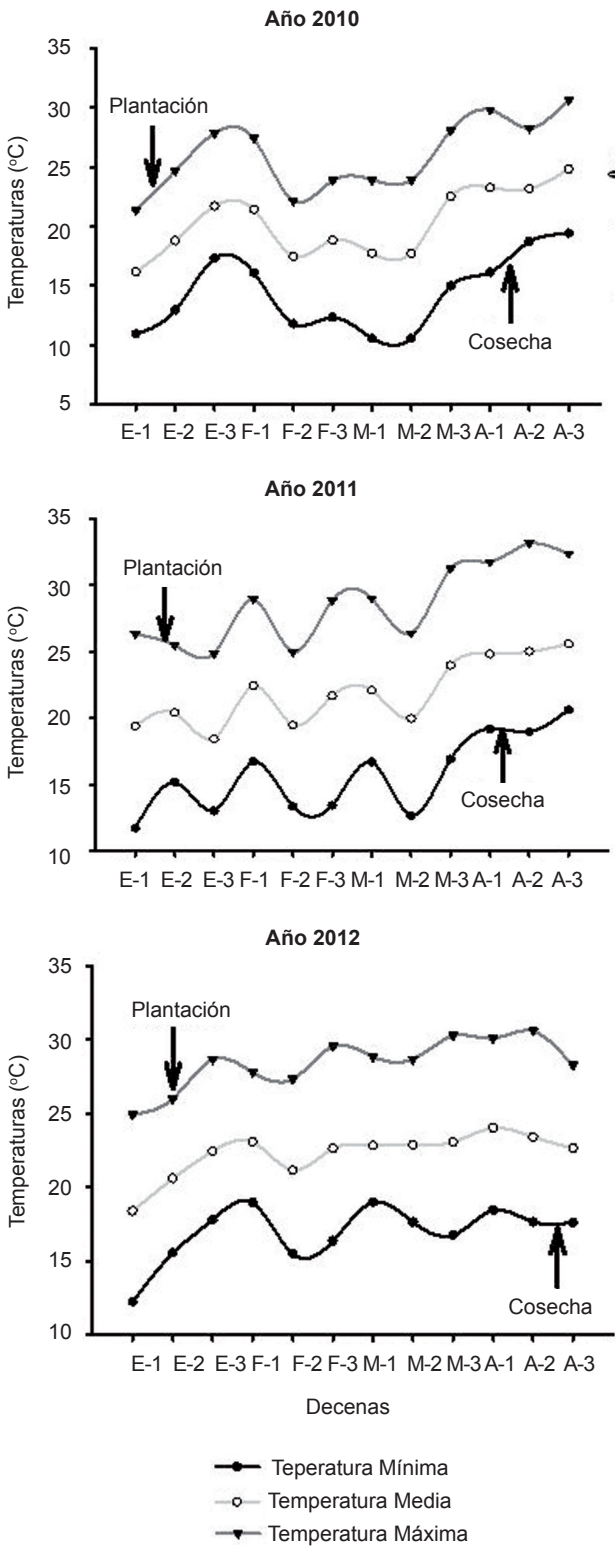


Figura 2. Comportamiento de las temperaturas durante los tres años de estudio.

Estudios realizados para evaluar el efecto de las temperaturas en el rendimiento (11, 12) demuestran que un incremento de las temperaturas, por encima de los valores antes mencionados, disminuye la fotosíntesis y aumenta la respiración, lo cual trae como consecuencia el consumo de carbohidratos almacenados en los tubérculos. El efecto del aumento de la temperatura puede variar desde un incremento hasta un decremento marcado del rendimiento y el contenido de materia seca de los tubérculos. Así mismo, se ha comprobado que temperaturas altas inducen la formación tardía de tubérculos, hojas más pequeñas y plantas más altas, con un resultado negativo en el rendimiento del cultivo (13).

Por otra parte, se plantea que variaciones repentinas de las temperaturas tal y como ocurrió en los años 2011 y 2012 en comparación con el 2010 afectan el comportamiento en general del cultivo, lo que trae como consecuencia un menor rendimiento (14).

La mayor influencia de esta variable meteorológica sobre el cultivo radica en el rango de amplitud que se produzca entre las temperaturas máximas y mínimas (Figura 3), donde los años evaluados presentan un buen comportamiento en este indicador, destacándose el año 2010, ya que se mantuvo estable durante el crecimiento y desarrollo del tubérculo, favoreciendo los rendimientos alcanzados.

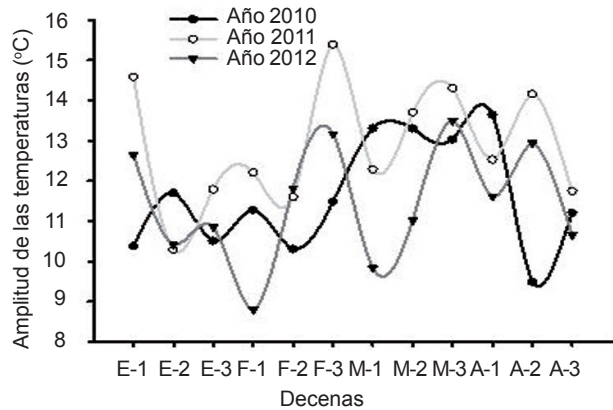


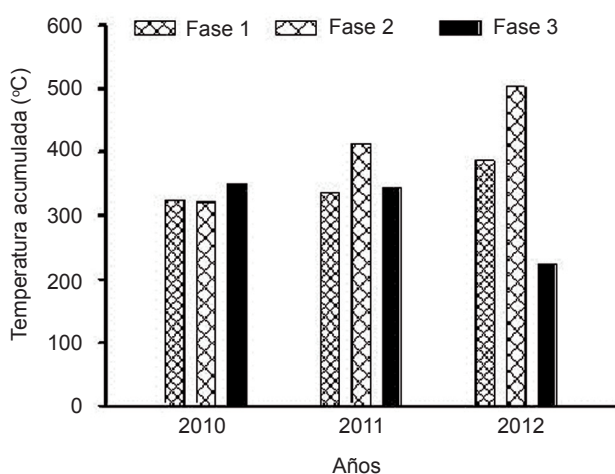
Figura 3. Amplitud térmica de las temperaturas durante los tres años de estudio.

De acuerdo con la Figura 3, se puede inferir que una mayor amplitud de estas en el periodo correspondiente al final del ciclo del cultivo, permitió una mayor traslocación de materia seca hacia los tubérculos, lo cual favoreció el incremento de los rendimientos en el año 2010, como ya había sido analizado.

Como se aprecia en la figura, la tendencia en los años 2011 y 2012 a mostrar una mayor variabilidad en esta variable en comparación con el año 2010, en que se mantuvo más estable, sobre todo en los primeros momentos del ciclo del cultivo, favoreció el alcanzar

en ese año rendimientos más elevados. En estudios realizados con respecto al cambio climático en América Latina y su influencia en el sector agrícola y en la producción del cultivo de papa en específico, se espera que para el período 2010–2040, la productividad de este cultivo se reduzca entre 10 y 19 %, si no se incorporan medidas de adaptación (15), aspecto en el que también coinciden otros autores (16).

Partiendo de que cada fase de desarrollo de un cultivo requiere un mínimo de acumulación de temperatura para llegar a su término y que la planta pueda pasar a la fase siguiente, en la Figura 4 se presentan las sumas de temperatura acumulada para cada una de las fases fenológicas en los tres años de estudio.



(Fase 1, desde la plantación hasta 30 días (inicio de tuberización), la Fase 2 desde inicio de tuberización hasta fin de crecimiento de follaje (70 días) y la Fase 3 desde este momento hasta la cosecha).

Figura 4. Temperatura acumulada por fase del cultivo durante los años evaluados.

Se denota en los años 2011 y 2012 un comportamiento diferente al año 2010 en cuanto a la magnitud de la temperatura acumulada en cada una de las fases consideradas. Es de destacar que para el año 2010, los valores acumulados de temperatura son similares entre las fases y se corresponde con el año en que se lograron mayores rendimientos en las variedades evaluadas. El hecho de registrarse temperaturas más altas para la segunda fase en los años 2011 y 2012, propició de hecho un mayor acumulado, pero esta situación va en detrimento de un mayor crecimiento de los tubérculos aspecto que ha sido señalado por otros autores (4) al plantear que las temperaturas altas (28–30 °C) impiden el crecimiento de los tubérculos al gastar la planta en respiración, la mayor cantidad de materia producida en el proceso fotosintético.

Por otra parte, se señala a la temperatura y al fotoperíodo (17) como los factores ecológicos de

mayor influencia en los procesos de crecimiento y desarrollo, que conllevan al rendimiento final de un determinado genotipo. De igual manera otros investigadores (18, 19, 20) en estudios realizados en cultivos tales como albahaca (*Ocimum basilicum* L.) y maíz (*Zea mays* L.), demuestran que la temperatura es uno de los factores físicos de mayor importancia que influye directamente en el crecimiento y longitud de la planta durante su ciclo vegetativo, lo cual va aparejado de no lograrse el óptimo crecimiento, de mermas en los rendimientos de cualquier especie.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del trabajo se comprobó que a pesar de realizarse la plantación en una misma época cada año, las temperaturas mostraron un comportamiento diferenciado de los años 2011 y 2012 con respecto al 2010, lo cual influyó de forma decisiva en lograrse un menor rendimiento en esos dos años, condición ambiental que determina en gran medida los rendimientos que se alcancen en este cultivo. Otro elemento relacionado con el comportamiento de las temperaturas que permitió que los rendimientos fueran superiores en la primera plantación, lo constituyó el hecho de que en el período de crecimiento de los tubérculos las temperaturas se mantuvieron bajas por más tiempo que en las otras dos, donde las fluctuaciones decenales fueron mayores.

BIBLIOGRAFÍA

- López, R.; Barandilla, L.; Ritter, E.; Hasse, U. N. y Galarreta, J. I. R. Evaluación del valor nutricional de germoplasma nativo de patata para su incorporación en programas de mejora genética. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 2009, vol. 15, no. 1, pp. 55-57. ISSN 1853-4961.
- Olteanu, Gh.; Bujuc, M.; Puic, I. y Aldea, C. New aspects of climatic changes in Central area of Romania. *Potato Research*, 2010, vol. 53, pp. 393-419. ISSN 1871-4528.
- Deroncelé, R. Guía técnica para la producción de papa en Cuba. La Habana: Editorial Liliana. 2000. 42 pp. ISBN 959-711-05-05.
- Aldabe, L. y Dogliotti, S. Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). [en línea]. 2010. [Consultado: 2 de mayo de 2012]. Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/~horticultura/CURSO_HORTICULTURA/PAPA/Manejo_cultivo_Papa.pdf>.
- Martín, R.; Jerez, E.; de la Rosa, Yenisel y Gerrero, A. Formación del rendimiento en papa (*Solanum tuberosum* L.) y su estimación a partir de diferentes variables. En: Congreso Científico del INCA (17:2010, nov 22-26, La Habana). Memorias. [CD-ROM] La Habana: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2010. ISBN 978-959-7023-48-7.

6. Haverkort, A. J. Ecology of potato cropping systems in relation to latitude and altitude. *Agr. Syst.*, 1990, vol. 32, pp. 251-272. ISSN 1572-9680.
7. Sarquis, J. I.; Gonzalez, H. y Bernal-Lugo, I. Response of two potato clones (*S. tuberosum* L.) to contrasting temperature regimes in the field. *Potato Research*, 1996, vol. 73, pp. 285-300. ISSN 1871-4528.
8. Yuan, F. y Bland, W. Light and temperatura modulated expolinear growth model for potato (*Solanum tuberosum* L.). *Agric. For. Meteor.*, 2004, vol. 121, pp. 141-151. ISSN 0168-1923.
9. López, M.; Vázquez, E. y López, R. Raíces y tubérculos. Editorial Pueblo y Educación. Cuba, 1995. 312 pp.
10. FAO. La Papa tesoro enterrado ¿Por qué la papa? Año Internacional de la Papa. [en línea]. Roma. FAO. 2008. [Consultado: mayo 2012]. Disponible en: <<http://www.potato.2008.org>>.
11. Infantes, Erika. Papa. [en línea]. [Consultado: abril 2012]. Disponible en: <<http://www.monografias.com/trabajos35/papa/papa.shtml>>.
12. Haverkort, A. J. y Verhager, A. Climate change and its repercussions for the potato supply Chain. *Potato Research*, 2008, vol. 51, pp. 223-227. ISSN 1871-4528.
13. Rubio, O. y Kira, W. Efecto de la temperatura y fotoperíodo sobre la fisiología de la planta y susceptibilidad al tizón tardío de la papa. En: Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa y Seminario Latinoamericano de uso y comercialización de la papa. (23 y 6: 2008, Mar del Plata). Memorias [CD-ROM] Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata, 2008. p. 516. ISBN 978-987-544-275-7.
14. Luciano Lulli, L.; Palchetti, E.; Vecchio, G. y Caruso, A. M. Capítulo 14. Potato (*Solanum tuberosum* L.). Manual of Methods for Soil and Land Evaluation. Italia: Science Publishers. 2009. 221 pp. ISBN 978-1-57808-571-2.
15. Magrin, G. Cambio climático en América latina: su influencia en el sector agrícola y en la producción del cultivo de papa. En: Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa y Seminario Latinoamericano de uso y comercialización de la papa. (23 y 6: 2008, Mar del Plata). Memorias [CD-ROM] Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata, 2008. 516 pp. ISBN 978-987-544-275-7.
16. Hermans, T. y Verhagen, J. Spatial impacts of climate and market changes on agriculture in Europe. Alterra report 1697, Wageningen UR, Wageningen, 2008. 80 pp. ISBN 1566-7197.
17. Pereira, A.; Villanova, N.; Ramos, V. y Pereira, A. Potato potential yield base on climatic elements and cultivar characteristics. *Bragantia*, 2008, vol. 67, no. 2, pp. 327-334. ISSN 1678-4499.
18. Ruiz, F. H.; Marrero, P.; Cruz, O.; Murillo, B. y García, J. L. Agroclimatic factor influences in the basil productivity (*Ocimum basilicum* L.) in an arid area of Baja California Sur, Mexico. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 2008, vol. 17, no. 1, pp. 44-47. ISSN 2071-0054.
19. Noriega, L. A.; Preciado, R. E.; Andrio, E.; Terrón, A. D. y Covarrubias, J. Fenología, crecimiento y sincronía floral de los progenitores del híbrido de maíz qpm h-374c*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2011, vol. 2, no. 4, pp. 489-500. ISSN 2007-0934.
20. Hernández, N. y Soto, F. Determinación de índices de eficiencia en los cultivos de maíz y sorgo establecidos en diferentes fechas de siembra y su influencia sobre el rendimiento. *Cultivos Tropicales*, 2013, vol. 34, no. 2, pp. 24-29. ISSN 1819-4087.

Recibido: 3 de enero de 2014

Aceptado: 6 de octubre de 2014

¿Cómo citar?

Martín Martín, Roberqui y Jeréz Mompí, Eduardo. Evaluación del rendimiento en papa (*Solanum tuberosum*, L.) a partir del comportamiento de las temperaturas. [en línea]. *Cultivos Tropicales*, 2015, vol. 36, no. 1, pp. 93-97. ISSN 1819-4087. [Consultado: ____]. Disponible en: <-----/>.