

EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), VARIEDADES ATLANTIC Y 1625 FRITO LAY, CRECIDAS *in vitro*

Rafael Orozco

Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional

Heredia Costa Rica

Cristina López, Víctor González y Alfredo Carballo

Centro de Genética Colegio de Postgraduados

Montecillos, México

RESUMEN

En esta investigación, se estudió el efecto que causa sobre el crecimiento vegetativo de dos variedades de papa (1625 Frito Lay y Atlantic), el aumento de la temperatura en condiciones *in vitro*, para lo cual se usaron dos valores de temperatura (30/26 °C y 27/25 °C día/noche). El medio de cultivo utilizado fue el MS (1962) de laboratorios Gibco, el cual se usó a razón de 17 g/L y se suplementó con vitaminas y aminoácidos del mismo medio.

En ambas variedades la alta temperatura (30/26 °C) causó una disminución en el diámetro del tallo y en el número de nudos por planta, así como un incremento en la longitud internodal y en la altura de la planta. Por otro lado, la alta temperatura disminuyó significativamente ($P < 0,05$) la longitud de la raíz en la variedad Frito Lay mientras que la variedad Atlantic mostró un incremento no significativo.

ABSTRACT

The effect of two temperature cycles (30/26 °C and 27/25 °C, day/night) on the growth of two varieties of potato plants (1625 Frito Lay and Atlantic) was studied. Plants were grown in MS (1962) cultivation medium (Gibco Laboratories) at a concentration of 17 g/L, supplemented with vitamins and aminoacids.

In both varieties the high temperature (30/26 °C) caused a decrease in stem diameter and in number of nodes per plant, as well as an increment in the internodal length and in overall plant height. On the other hand, the higher temperature decreased significantly ($P < 0,05$) the root length in the Frito Lay variety while the Atlantic variety showed a non significant increase.

INTRODUCCION

En las plantas todos los procesos fisiológicos elementales que no sean los fotoquímicos dependen de la temperatura (WELLENSICK 1967). Los primeros estudios extensivos sobre el efecto de la termoperiodicidad, fenómeno de fluctuación de temperatura diurna y nocturna que permite el crecimiento y desarrollo óptimo de las plantas, fueron realizados en tomate encontrándose que el óptimo para el crecimiento de plántulas jóvenes fue de 26 °C durante el día y de 30 °C durante la noche, pero a medida que las plantas crecían el requerimiento de temperatura nocturna variaba entre los 13 a 18 °C dependiendo del genotipo (WELLENSICK 1967).

En general, la práctica indica que la temperatura que se mantiene en los laboratorios de cultivo de tejidos vegetales en promedio se ubica en los 25 °C (con un rango entre 17 a 32 °C), obviándose en algunas ocasiones las necesidades de fluctuaciones de temperatura diurna y nocturna requeridas

para el normal desarrollo de las plantas. Es de esperar que los máximos beneficios de la micropropagación de una determinada especie se logren conociendo sus requerimientos de temperatura (MURASHIGE 1974, GEORGE y SHERRINGTON 1984). En condiciones *in vitro*, es necesario conocer y entender los efectos de los factores ambientales para así regular la tasa de multiplicación de las plantas y obtener un material de mejor calidad y con un mayor rendimiento (CHARLES y ROSSIGNOL 1992).

En papa específicamente, HUSSEY y STACEY (1981), trabajando con tres genotipos en condiciones *in vitro* para evaluar el efecto de la temperatura sobre la producción de nudos establecieron que los valores de temperatura de 15 a 25 °C fueron los óptimos.

En países en vía de desarrollo, muchos laboratorios dedicados a la micropropagación, acostumbran tener en un solo cuarto de crecimiento varios cultivos a la vez (por ejemplo, banano, piña, arroz, papa, etc.), con un solo rango de temperatura, lo que puede provocar alteraciones en la morfología y vigor de las plantas. Esto puede redundar en una menor capacidad de adaptación y crecimiento en condiciones de invernadero. Es importante recordar que las exigencias de microclima de un cultivo a otro varían y obviar esto podría causar efectos negativos en la calidad de vitroplanta obtenida.

Considerando lo anterior se propuso la presente investigación con el objetivo de analizar el efecto que causa el aumento de la temperatura sobre la morfología de la planta de papa (*Solanum tuberosum* L.) al ser cultivada *in vitro*.

MATERIALES Y METODOS

Los explantes utilizados en esta investigación procedían de plantas de papa de la variedad Atlantic y la variedad 1625 Frito Lay, las cuales inicialmente provenían de plantas nucleares obtenidos por cultivo de meristemas apicales.

Con el fin de determinar el efecto que provoca el aumento de temperatura sobre el crecimiento de plantas de papa *in vitro* de los genotipos mencionados, se procedió a hacer crecer las plántu-

las en cuartos de crecimiento separados: uno en donde la temperatura se encontraba en el valor de 27/25 °C (día/noche), y otro en el cual el valor de temperatura era de 30/26 °C (día/noche). Los tratamientos evaluados fueron cuatro, los cuales estuvieron constituidos por la interacción de los dos genotipos con los dos valores de temperatura planteados.

El medio de cultivo utilizado para el crecimiento de los explantes fue el de MURASHIGE y SKOOG (1962), cuyas sales inorgánicas, así como la tiamina e inositol vienen integradas en un solo complejo. Este medio es comercializado por los laboratorios Gibco (Grand Island, New York 14072 U.S.A.) y se usa a razón de 17 g/L.

Una vez homogeneizados los componentes se procedió a ajustar el pH a $5,7 \pm 0,1$ con NaOH 1N, y posteriormente se adicionó como agente gelificante el Phytigel a razón de 2,0 g/L. Inmediatamente se procedió a depositar 45 ml del medio en cajas Magenta (Magenta Corp., 3800 No Milwaukee Ave, Chicago IL 4160041). La esterilización del medio se hizo en un autoclave a 121 °C, durante 20 minutos a una presión de 103,4 Kpa.

Posteriormente, en una cámara de flujo laminar se procedió a cortar microestacas de ambos genotipos, las cuales fueron sembradas *in vitro* (8 nudos por caja magenta) y colocadas en los rangos de temperatura estudiados.

El fotoperíodo utilizado en ambos cuartos fue de 16 horas de luz y 8 de oscuridad, proporcionado por lámparas fluorescentes de luz de día de 75 W (400-700 mm) y una radiación fotosintética activa de $56 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Las variables evaluadas fueron: diámetro del tallo (mm), altura de planta (cm), longitud de internudos (cm), longitud de raíz (cm) y el número de nudos. La toma de datos se llevó a cabo 20 días posterior a la siembra cuando las plántulas alcanzaron los 5 nudos.

Los tratamientos estudiados se distribuyeron siguiendo un diseño experimental irrestrictamente al azar. Se usaron cuatro repeticiones por tratamiento considerando como unidad experimental a

una caja magenta con ocho explantes. El análisis de los datos se llevó a cabo utilizando un arreglo factorial de 2 x 2 (2 niveles de temperatura y 2 genotipos). La comparación de medias de los tratamientos se hizo según la prueba de rango múltiple de Tukey ($\alpha = 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en esta investigación, indican que el diámetro del tallo en ambas variedades se redujo en mayor grado en el rango de temperatura de 30/26 °C. En lo que respecta a la altura de planta y la longitud de los internudos la variedad 1625 Frito Lay mostró en este mismo régimen de temperatura, los mayores valores (cuadro 1).

En relación a la longitud de la raíz principal, el régimen térmico de 30/26 °C causó una disminución, la cual no fue observada en la variedad Atlantic. Sin embargo, en ambos genotipos el número de nudos por planta se redujo por efecto de este régimen de temperatura y esta reducción fue mayor en la variedad 1625 Frito Lay en comparación con la variedad Atlantic.

Es posible que las diferencias en la altura y la longitud de internudos estén asociadas con variaciones en niveles endógenos de giberelinas, de

manera que en la variedad 1625 Frito Lay, éstos sean mayores que en la variedad Atlantic en el régimen térmico de 30/26 °C, mientras que estas diferencias dejan de existir cuando el régimen es de 27/25 °C. Quizás la fluctuación de 4 °C en el primer régimen térmico logró activar en mayor grado el metabolismo del AG₃.

Al respecto, MENZEL (1983) al trabajar con papa en condiciones *in vitro*, encontró que temperaturas superiores al valor de 18 a 22 °C provocaron un incremento en la producción endógena y en la actividad de las giberelinas, fitohormonas que estimulan el crecimiento vegetativo al encontrarse en mayor cantidad en las hojas, que en las yemas.

MOREL (1973), indica que el efecto más característico de las giberelinas es el provocar una elongación extrema de los internudos sin aumentar su número, en este caso el alargamiento es producido por la cantidad y tamaño de las células, lo que coincide con los resultados obtenidos en esta investigación. En este sentido, TREWAVAS (1981), destaca que el AG₃ tiene la capacidad de estimular la altura de plantas enanas de arveja y maíz al ser aplicado exógenamente.

Por otro lado, tanto BORAH y MILTHOPE (1962), como MAROTO (1989) mencionan que en condiciones de campo la temperatura debe

Cuadro 1

Efecto de la temperatura sobre cinco características morfológicas de papa (*Solanum tuberosum* L.), variedades Atlantic y 1625 Frito Lay, a los 20 días de sembradas *in vitro*

Variedad	Temperatura (°C)	Variables				
		DT (mm)	AP (cm)	LR (cm)	LI (cm)	NN
Atlantic	27/26	0,840a	7,458c	6,254c	0,779c	7,432a
	30/26	0,597b	8,286b	6,591c	1,231b	5,247c
1625	27/25	0,873a	7,398c	7,964a	0,755c	7,599a
	30/26	0,598b	11,969a	7,287b	1,460a	6,732b

Medias seguidas por la misma letra en la misma columna, no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$). DT= Diámetro de tallo, AP= Altura de planta, LR= Longitud de raíz, LI= longitud de internudos, NN= número de nudos por planta.

mantenerse entre 20 a 22 °C para lograr un buen desarrollo vegetativo del cultivo de la papa. Posteriormente se necesita una temperatura mayor para el crecimiento del follaje, aunque no debe de pasar de los 30 °C.

Los resultados obtenidos nos sugieren la necesidad de planear experimentos futuros que nos permitan determinar las concentraciones endógenas de giberelinas al iniciar el ensayo y su medición posterior al ponerse en interacción con temperaturas fluctuantes, esto corroboraría la hipótesis de que el efecto observado se debe al incremento del AG₃ y no a otro tipo de factor como podría ser una reducción en la eficiencia de la fotosíntesis, aspecto señalado por PRANGE *et al.* (1990) al determinar el efecto de la alta temperatura en diez clones de papa.

CONCLUSION

El régimen térmico 30/26 °C (día/noche) afectó negativamente la mayoría de las características morfológicas estudiadas, al compararse con el rango de temperatura (27/25 °C día/noche), siendo la variedad Frito Lay la más sensible. Lo anterior, nos indica que bajo las condiciones en que se llevó a cabo el experimento, las plantas de la variedad Atlantic y Alfa pueden ser crecidas en el segundo rango de temperatura en donde la fluctuación fue de 2 °C, sin afectar negativamente la mayoría de las características evaluadas.

REFERENCIAS

- Borah, M. N. y F. L. Miltorpe. 1962. Growth of the potato as influenced by temperature. *Indian J. Plant Physiol. Sci.* 53-72.
- Charles, G. L. y M. Rossignol. 1992. Environmental effects on potato plants *in vitro*. *J. Plant Physiol.* 139: 708-713.
- George, E.F. y Sherrington. 1984. *Plant Propagation by tissue culture*. Exegetics Ltd, Basinstoke. 709 pp.
- Hussey, G., y W.J. Stacey. 1981. *In Vitro Propagation of Potato (Solanum tuberosum L.)*. *Annals of Botany* 48:787-796.
- Maroto, B. J.V. 1989. *Horticultura Herbácea Especial*. 3ª Edición. Madrid, Esp. Ediciones Mundi-Prensa, p. 79-106.
- Menzel, C. M. 1983. Tuberization in Potato at High Temperature: Gibberellin content and transport from buds. *Ann. Bot.* 52: 697-702.
- Morel, G. 1973. Propiedades fisiológicas y forma de actuar de las auxinas y giberelinas. En: *Reguladores del Crecimiento*. Traducido al español por Rosendo Castelles. Editado por Oikos-Tau S.A., Barcelona, España. p.31-51.
- Murashigue, T. y F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with Tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15: 473-497.
- Murashigue, T. 1974. *Plant Propagation Through Tissue Cultures*. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 25:135-166.
- Prange, R.K., K.B. Micrae, D.J. Midmore y R. Deng. 1990. Reduction in potato growth at high temperature, role of photosynth and dark respiration. *Am. Potato J.* 67: 357-370.
- Wellensick, J.J. 1967. La Planta y su Ambiente. En: *Control del medio ambiente de la planta*. Ediciones Omega S.A. Barcelona, España. p.19-34.