EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL BALANCE GA/ABA DE TRES CULTIVARES DE PAPA (Solanum tuberosum L.)

Marta L. Fernández[1], W. Torres[1], R. Iglesias[1] y María M. Díaz[2]

[1]Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas e [2]Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana

Palabras claves: *Solanum tuberosum, fisiología vegetal, ácido giberélico, temperatura, papa*

ABSTRACT. This experiment was aimed at studying the performance of gibberellins and ABA, as expressed by GA/ABA balance of three potato cultivars: Spunta, Desirée and Red Pontiac, planted in two different dates over 1987–1988 season. A close relationship was evident between temperature and GA/ABA, the latter being greater under higher temperatures. Also, there were different responses among all cultivars studied, Red Pontiac being notable for its high GA/ABA values, showing little differences between both planting dates, and the least yield damage. A promoting activity was recorded between fractions 1–3 in I FP at 30 days, which has to be deepened.

RESUMEN. Se estudió el comportamiento de las giberelinas y el ABA, expresado a través del balance GA/ABA de tres cultivares de papa: Spunta, Desirée y Red Pontiac, plantados en dos fechas durante la campaña 1987–1988. Se evidenció una estrecha relación entre la temperatura y la relación GA/ABA, siendo esta última mayor a temperaturas más elevadas. Asimismo se encontraron diferentes respuestas en los cultivares estudiados, destacándose Red Pontiac por los valores mayores de la relación GA/ABA, con pocas diferencias entre ambas fechas de plantación y los menores daños en cuanto al rendimiento. Se detectó actividad promotora entre las fracciones 1–3 a los 30 días en la I FP, lo cual requiere de mayor profundización.

INTRODUCCION

La tuberización en el cultivo de la papa está relacionada con los niveles de giberelinas y ABA. Según han señalado diversos autores, el contenido de estas hormonas puede variar con las fluctuaciones de temperatura, la duración del día e intensidad luminosa, haciéndose necesario un balance adecuado que permita el óptimo desarrollo del follaje, para un buen abastecimiento de carbohidratos durante la formación de los tubérculos (Burton, 1966; Menzel, 1984)

Durante la tuberización los contenidos de ABA en la planta son altos, considerándose esta la hormona fundamental asociada a este proceso. Su producción se ve favorecida cuando se manifiestan condiciones de bajas temperaturas y fotoperíodos cortos, mientras que las altas temperaturas y fotoperíodos largos propician la síntesis de giberelinas (Ewing, 1981). Ambas, giberelinas y ABA, expresan su actividad a través de su propio equilibrio interno.

El clima cálido en las regiones tropicales y subtropicales resulta adverso para el cultivo, es por ello que en nuestro país se siembra en un período corto que abarca los meses de octubre–febrero, en que se manifiestan condiciones más favorables, aunque los rendimientos no son comparables con los obtenidos en países templados.

Este trabajo se desarrolló con el objetivo de estudiar el comportamiento de la relación GA/ABA, en tres cultivares de papa sometidos a diferentes temperaturas.

MATERIALES Y METODOS

En el Area Central del INCA, San José de las Lajas, durante la campaña 1987–1988, se plantaron los cultivares de papa: Spunta, Desirée y Red Pontiac en macetas con suelo Ferralítico Rojo, usando como propágulos tubérculos de procedencia nacional, en dos fechas de plantación: 9 de septiembre (I FP) y 8 de diciembre (II FP), la primera caracterizada por presentar temperaturas superiores a la segunda.

Para el estudio de los reguladores del crecimiento (giberelinas y ABA), se colectaron hojas de toda la planta a los 30 y 50 días posteriores a la plantación, determinándose en cada momento la masa fresca de los tubérculos. Las temperaturas ambiental, máxima y mínima se tomaron diariamente durante todo el experimento.

Determinación de reguladores. La extracción se realizó con metanol al 80 % y la partición con acetato de etilo, según Dathe, Schreide y Sembdner (1978). La fase orgánica se sometió a partición con buffer fosfato 0.1 M a pH 8 (Krauss y Marschner, 1982); el extracto acuoso se agitó con PVP insoluble y se sometió a una nueva partición con acetato de etilo. La fase orgánica evaporada al vacío se aplicó a una columna de DEAE-Sephadex A-25, según el método descrito por Gräbner, Schreider y Sembdner (1975).

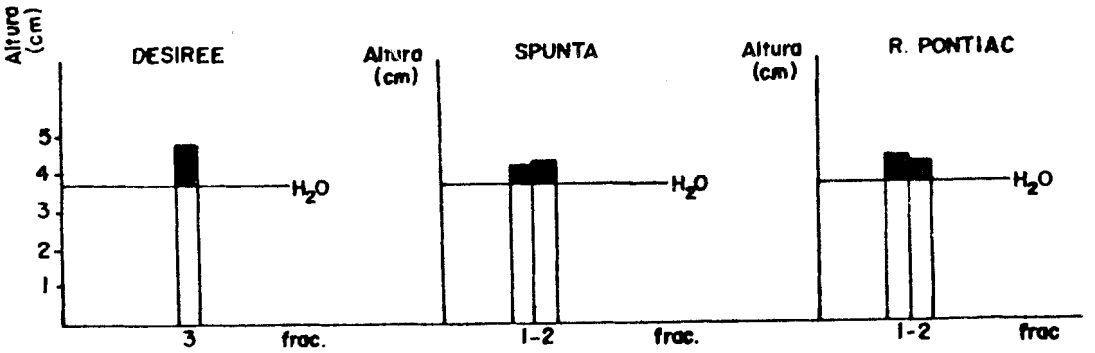

Figura 1. Fracciones con actividad biológica similar a giberelinas detectadas en el bioensayo en la I FP

Las fracciones obtenidas de la columna se sometieron a un bioensayo con arroz de crecimiento normal (cv. Cuba-65), para la detección de inhibidores, y arroz enano (cv. Tanginbozu) para la determinación de giberelinas (Sembdner *et al.*, 1976), tomándose de cada fracción alícuotas de 300 μl y 200 μl para giberelinas e inhibidores respectivamente.

Las fracciones que mostraron actividad biológica se cromatografiaron en placas de sílica gel G-60 y GF-254 para giberelinas e inhibidores respectivamente, con el siguiente sistema de solventes:

GA: cloroformo: acetato de etilo: ácido acético (50:40:10)

ABA: acetona: acetato de etilo: ácido acético (80:20:1)

RESULTADOS Y DISCUSION

Se detectó actividad inhibidora en el bioensayo en las fracciones comprendidas en la zona de elución del ABA (fracciones 4 y 5), así como actividad promotora en la zona de elución de las giberelinas libres (fracciones 7-10), de acuerdo con lo informado por Gräbner, Schreider y Sembdner (1975) en los tres cultivares y ambas fechas de plantación, con los mayores contenidos de esta última en la I FP. También en la I FP se detectó actividad biológica similar a la que manifiestan las giberelinas, entre las fracciones 1-3 a los 30 días (Figura 1).

El estudio de estas fracciones a través de la cromatografía de capa fina mostró, para los cultivares Desirée y Red Pontiac, manchas de Rf diferentes al del patrón de GA_3 utilizado (Rf GA_3 = 0.62; Rf Desirée = 0.25; Rf Red Pontiac = 0.20), no detectándose mancha en el caso del cultivar Spunta.

La presencia de actividad promotora en las primeras fracciones de la columna de DEAE-Sephadex A-25 no ha sido informada en el cultivo de la papa. Dathe (comunicación personal, 1988) refirió haber encontrado actividad similar en estudios realizados en otros cultivos, pero ésta no ha sido investigada.

Los estudios de estas fracciones podrían resultar de interés en este cultivo, si se tiene en cuenta que éstas solo aparecieron cuando la plantación se realizó en fecha temprana (I FP), donde las temperaturas fueron superiores (Fig. 2) y a los 30 días de edad, lo cual parece indicar que este fenómeno está asociado a los primeros estadios de desarrollo de estas plantaciones bajo condiciones de altas temperaturas.

La cromatografía de capa fina para los inhibidores mostró manchas de Rf similares a las del patrón de ABA utilizado en los tres cultivares estudiados (Rf ABA = 0.37-0.40).

Los valores de la relación GA/ABA, expresados en ng. eq. GA o ABA/g masa fresca (Tabla I), fueron superiores en la I FP para los tres cultivares, tanto a los 30 como a los 50 días, destacándose el cultivar Red Pontiac por presentar a los 30 días mayores valores en ambas fechas que el resto de los cultivares. Por otra parte, se encontró una tendencia a disminuir el valor de la relación de los 30 a los 50 días de edad, efecto que se hace más marcado en el cultivar Spunta en la II FP (50 días), donde no se detectó actividad promotora en el bioensayo.

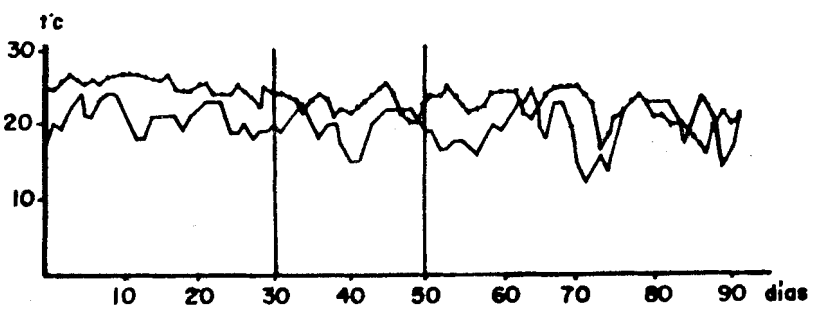

Figura 2. Comportamiento de la temperatura ambiental durante la I FP y la II FP (—•—• I FP, — II FP)

Tabla I. Relación GA/ABA en ambas fechas a los 30 y 50 días de edad de la plantación

Cultivar	FP	30 días	50 días
Desirée	I	0.40	0.35
	II	0.18	0.07
Red Pontiac	I	2.68	0.13
	II	0.61	0.009
Spunta	I	0.17	0.08
	II	0.15	0

Al evaluar la producción de masa fresca del tubérculo en ambas fechas (Figura 3), se encontraron mayores valores en la II FP, coincidiendo con los menores valores de la relación GA/ABA, mientras que en la I FP hubo un retardo en el inicio de la tuberización a los 30 días, con altos valores de la relación GA/ABA y menor producción de masa fresca a los 50 días.

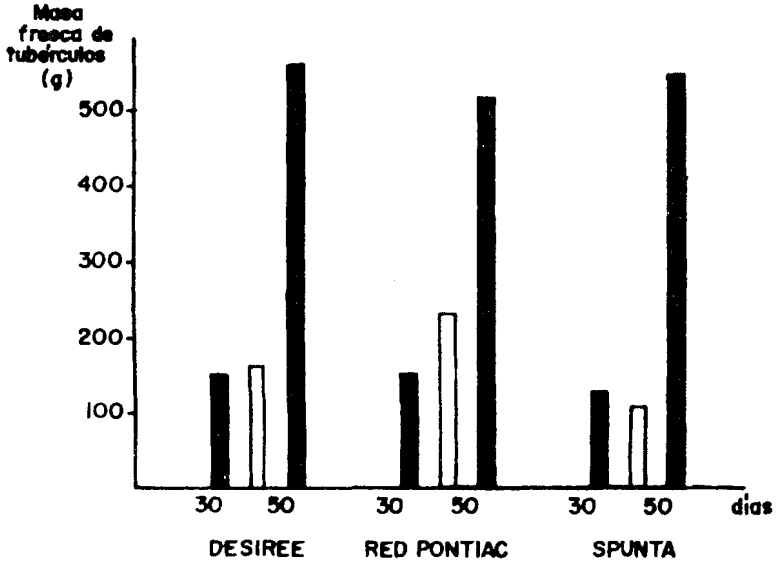

Figura 3. Masa fresca de tubérculos a los 30 y 50 días en ambas fechas de plantación (▯ I FP, ▮ II FP)

Estos resultados concuerdan con lo señalado por diversos autores, en cuanto al papel de la regulación hormonal en la tuberización y la relación de esta con la temperatura, entre otros factores. Krauss y Marschner (1982) señalaron que la temperatura interviene en el control de la tuberización de plantas de papa, a través de los cambios que se producen en la relación GA/ABA.

Gregory (1953), citado por Menzel (1980), encontró que en condiciones de fotoperíodo corto, la iniciación de la tuberización ocurría en un amplio rango de temperaturas diurnas y se inhibía cuando las temperaturas nocturnas eran superiores a 26 ^{0}C; por otra parte, con fotoperíodos largos se necesitaban temperaturas nocturnas más bajas para la tuberización. Esto sugiere que la inhibición por fotoperíodos largos actúa por un mecanismo similar a la inhibición por altas temperaturas, a través del control de los niveles hormonales.

Al analizar las temperaturas máximas y mínimas registradas durante las dos fechas de plantación (Figura 4) se encontró, entre los 20 y 30 días de edad de la plantación, la mayor diferencia en la temperatura mínima o nocturna entre la I FP y II FP, mientras que con las máximas ocurrió lo contrario. Si tenemos en cuenta que el fotoperíodo no sufre variaciones considerables entre las dos fechas estudiadas, se puede señalar que las menores temperaturas nocturnas registradas durante la II FP, fundamentalmente en el período de inducción de la tuberización (20-30 días), fueron las que posiblemente favorecieron más la producción de tubérculos y el rendimiento en general. Las temperaturas mínimas por encima de 18°C encontradas en la I FP resultaron adversas, lo cual se pone de manifiesto en la no producción de tubérculos a los 30 días y menor masa fresca de tubérculos a los 50 días (Fig. 3).

Menzel (1980, 1985 a y b) señaló que el efecto no inductivo de las altas temperaturas era consecuencia de los altos niveles de giberelinas endógenas, lo cual era posible eliminar con aplicaciones de inhibidores exógenos u otros productos inhibidores de la biosíntesis de giberelinas, tales como el CCC.

De los resultados obtenidos, se puede inferir que existe una extrema sensibilidad de los cultivares estudiados a las variaciones de temperatura, lo cual se expresa en la poca producción de masa fresca de tubérculos, tanto a los 30 como a los 50 días de edad de la plantación, cuando las temperaturas fueron más altas, coincidiendo con los valores mayores de la relación GA/ABA.

Si bien el cultivar Red Pontiac mostró valores mayores en su relación GA/ABA, siendo a la vez el menos afectado en sus rendimientos ante condiciones de temperaturas más elevadas, el estudio hormonal, al parecer, no ofrece la posibilidad de establecer el grado de resistencia al estrés, al menos en los cultivares estudiados.

El estudio de este aspecto y de las fracciones **atípicas** detectadas en altas temperaturas requiere de nuevas investigaciones para su esclarecimiento.

BIBLIOGRAFIA

Burton, W. G. The potato. / W. G. Burton.— Wageningen : Ed. H. Vanman and zonen, 1966.— 1966 p.

Dathe, W. Comunicación personal. Instituto de Bioquímica de las Plantas, Halle, RDA, 1988.

Dathe, W.., G. Schreider y G. Sembdner. Endogenous gibberellins and inhibitors in caryopses of rye. **Phytochemistry** (Nueva York)17:963–966, 1978.

Ewing, E. H. Heat stress and tuberization stimulus. **Am. Potato Journal** (Orono, Maine)58:31–49, 1981.

Gräbner, R., G. Schreider y G. Sembdner. Gibberelline XLIII. Mittelung. Fraktionierung von gibberellinen, gibberellinkonjugaten und anderen phytohormones durch DEAE–Sephadex chromatographic. **J. Chromatography** (Nueva York)121:110–115, 1975.

Krauss, A. y H. Marschner. Influence of nitrogen nutrition, daylength and temperature of contents of gibberellic and abscisic acid on tuberization in potato plants. **Potato Research** (Wageningen)25:13–21, 1982.

Menzel, C. M. Tuberization in potato at high temperatures. Response to gibberellins and growth inhibitors. **Ann. of Bot.** (Londres)46:259–265, 1980.

Menzel, C. M. Potato as a potential crop for the lowland tropics. **Tropical Agriculture** (Guildford)61(3):162–166, 1984.

Menzel, C. M. Tuberization in potato at high temperatures. Response to exogenous gibberellins, cytokinin and ethylene. **Potato Research (Wageningen)28(2):263–266, 1985 a.**

Menzel, C. M. Tuberization in potato at high temperatures. Response of physiologically young plants to disbudding and growth inhibitors. **Potato Research** (Wageningen)28(2):267–269, 1985 b.

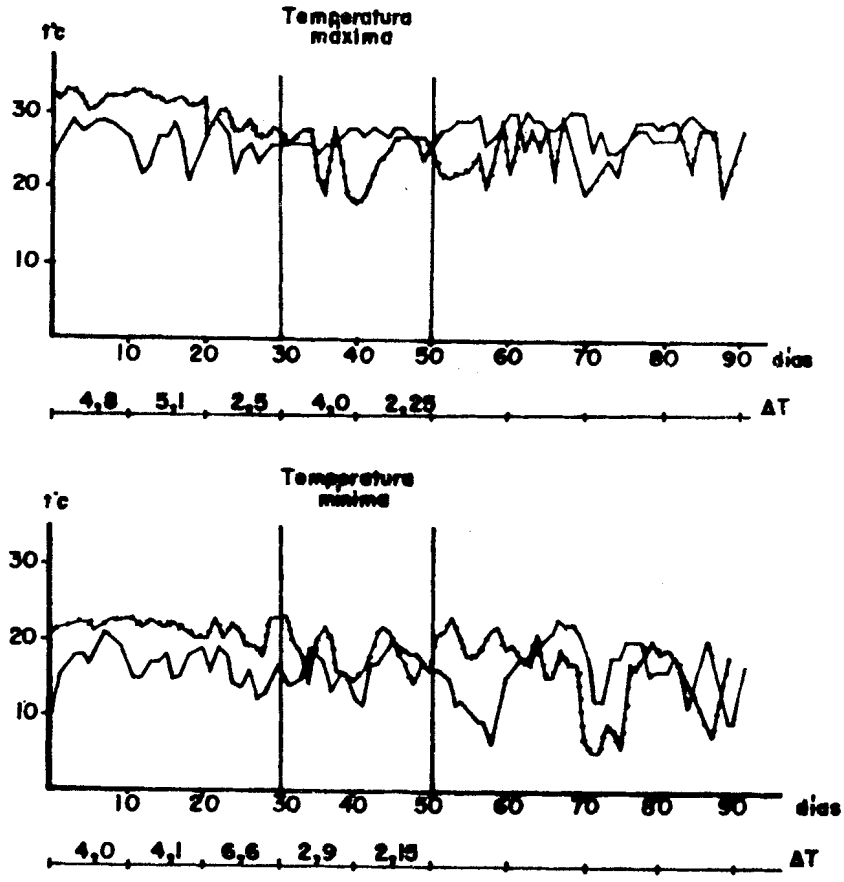

Figura 4. Temperaturas máximas (diurnas) y mínimas (nocturnas) registradas durante la I y II FP
——— I FP
——— II FP
AT = diferencias de temperaturas entre fechas de plantación

Sembdner, G. */et al./*. Biological activity of some conjugated gibberellins. **Planta** (Nueva York)132:249, 1976.

Recibido: 8 de enero de 1990
Aceptado: 31 de enero de 1990

INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRICOLAS

FOLLETO DIVULGATIVO PARA PRODUCTORES

Publicación dirigida a todos los que están estrechamente vinculados a la producción agrícola