

RESPUESTA DE UN MUTANTE SEMI-ENANO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) A LA APLICACIÓN DE ACIDO GIBERELICO

Rafael Orozco y Willy Navarro

Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional
Apdo. 86-3000, Heredia, Costa Rica

RESUMEN

En esta investigación se estudió el papel que juega el ácido giberélico (AG₃) en la capacidad de elongación de los nudos del mutante semi-enano de arroz 2B-95. Este mutante, con una altura entre 65 a 90 cm, fue obtenido por irradiaciones gamma Co-60 a partir de un material de porte alto denominado WS con una altura promedio de 165 cm. Como testigo adicional se utilizó la variedad semi-enana CR-1113. El trabajo fue realizado en condiciones *in vitro* usando el AG₃ en concentraciones de 0, 20, 30 y 40 ppm. La respuesta del mutante y de los otros dos genotipos a la aplicación exógena de la hormona se llevó a cabo midiendo la longitud de la vaina de la segunda hoja emergida después de la germinación de la semilla según una modificación de la metodología de HARADA Y VERGARA (1971).

Los resultados indican que en los genotipos WS y CR-1113, el largo de la vaina de la segunda hoja a los 11 días de edad, aumentó con todas las concentraciones de AG₃ evaluadas, mientras que en el mutante semi-enano 2B-95 el efecto sólo fue significativo ($P < 0,05$) en las concentraciones de 20 y 30 ppm. La concentración de 40 ppm en este genotipo no funcionó como activador del sistema genético vinculado con el metabolismo del AG₃.

ABSTRACT

In this investigation the effect of giberelic acid (AG₃) on the capacity of elongation of the nodes of a semi-dwarf mutant of rice, 2B-95, was studied. The height of this mutant was in the range between 65 and 90 cm and it was obtained by

gamma irradiation (Co-60) from a tall variety, WS, with an average height of 165 cm. As an additional control, the semi-dwarf variety CR-1113 was also used. The work was carried out under conditions *in vitro* applying the AG₃ in concentrations of 0, 20, 30 and 40 ppm. The answer of the mutant and of the other two genotypes to the exogenous application of the hormone was assessed by measuring the longitude of the sheath of the second leaf emerged after the germination of the seed according to a special modification of the methodology of HARADA AND VERGARA (1971).

The results indicate that the genotypes WS and CR-1113 were stimulated by all concentrations of AG₃, while in the mutant semi-dwarf 2B-95 the effect was only significant ($P < 0,05$) in the concentrations of 20 and 30 ppm. The concentration of 40 ppm in this genotype did not activate the genetic system linked with the metabolism of the AG₃.

INTRODUCCION

La incorporación de los genes para enanismo en cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) y de trigo (*Triticum aestivum*) constituye la base de las variedades de alto rendimiento responsables de la "Revolución Verde" en todo el mundo (DAVID 1991). Estos genes confieren una baja estatura a las plantas o reducen la longitud de los tallos, están asociados a un alto índice de cosecha (WALCOTT y LAING 1976) y aumentan la resistencia al volcamiento y la respuesta a la fertilización nitrogenada (PINTHUS 1973).

La primera variedad semi-enana de arroz Indica fue la "Taichung Native 1" desarrollada en Taiwan en 1956, a partir de la variedad china Dec-geo-woo-gen (AIKAWAI 1971). La variedad semi-enana "IR8" fue desarrollada en los primeros años de la década de los 60's del cruce Peta/DGWG en el IRRI. Desde entonces muchas fuentes de genes semi-enanos (DGWG) han venido siendo utilizados en todo el mundo.

Actualmente, al menos 60 genes relacionados con el semi-enanismo y enanismo en arroz han sido identificados. Muchos de ellos pueden ser reproducidos frecuentemente mediante inducción de mutaciones. Cuando genes para semi-enanismo y enanismo son reproducidos, su expresividad se manifiesta en una reducción en la longitud de los tallos KINOSHITA (1991).

Por trabajos llevados a cabo en maíz se conoce que las diferentes fuentes de enanismo en cereales son capaces de responder incrementando la longitud del tallo al ser adicionado exógenamente ácido giberélico, AG₃ (PHINNEY 1956). En arroz RUTGER y ANDERSON (1988), al evaluar la respuesta de mutantes semi-enanos encontraron respuestas altas, medias y bajas.

Considerando lo anterior, se planteó esta investigación con el objetivo de conocer la respuesta de un mutante semi-enano de arroz seleccionado por el Programa de Genética Vegetal de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional, el 2B-95, a la aplicación exógena de AG₃.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó semilla de arroz (*Oryza sativa* L.) del mutante semi-enano 2B-95. Este mutante, con una altura entre los 65 y 90 cm, fue obtenido por irradiaciones gamma Co-60 a partir de un material de porte alto (165 cm) denominado WS. Adicionalmente se usó como referencia semilla de la variedad semi-enana CR-1113, con el fin de tener dos puntos de comparación.

Los tratamientos utilizados para determinar el efecto del AG₃ *in vitro* sobre la capacidad de elongación de nudos fueron: 0, 20, 30 y 40 ppm. Para establecer la respuesta del AG₃ se utilizó una

modificación de la metodología propuesta por HARADA Y VERGARA (1971).

Semillas de los tres genotipos fueron lavadas y desinfectadas con una solución de cloro al 3% (v/v) por 15 minutos. Posteriormente las semillas se lavaron con agua destilada y se pusieron a pre-germinar en la oscuridad y a una temperatura de 30 ± 2 °C por un período de 48 horas. Luego se colocaron cinco semillas pre-germinadas de cada genotipo en un tubo de ensayo de 125 mL, al que se adicionó 0,5 mL de solución acuosa conteniendo el AG₃.

El material se mantuvo en un cuarto de crecimiento con una temperatura de 27 ± 1 °C y con un fotoperíodo de 16 horas de luz y 8 de oscuridad. A los 3 días de estar bajo estas condiciones se le adicionó 0,5 ml de agua destilada esterilizada. Para establecer el efecto de las diferentes concentraciones de AG₃, a los 11 días de sembrado el material se procedió a medir el largo de la vaina de la segunda hoja.

El diseño experimental utilizado fue un irrestricto al azar. Se usaron cuatro repeticiones por tratamiento. La unidad experimental estuvo constituida por un tubo de ensayo. El análisis estadístico de los datos se realizó usando un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparación de medias Tukey al 0,05 de probabilidad de error. La fuente de variación lo constituyó el efecto de cada concentración de AG₃.

RESULTADOS Y DISCUSION

La aplicación de AG₃ exógeno incrementó significativamente (P<0,05) la longitud de la vaina de la segunda hoja en los genotipos WS y CR-1113, lo que significa que en ambos genotipos el metabolismo de la hormona se vió favorecido por todas las concentraciones evaluadas (cuadro 1). En el caso del mutante 2B-95, cuyo progenitor es el WS, se produjo un efecto significativo al 0,05 de probabilidad según la prueba de Tukey en las concentraciones de 20 y 30 ppm, lo que significa que estas concentraciones fueron capaces de activar el sistema genético responsable del metabolismo del AG₃, mientras que en la dosis de 40 ppm no se observó ningún efecto positivo (cuadro 1).

Cuadro 1.

Efecto de diferentes concentraciones de AG₃ sobre la longitud de la vaina (cm) de la segunda hoja de tres genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.)

Genotipo	Concentración de AG ₃ (ppm)			
	0	20	30	40
2B-95	1,435b	2,940a	3,050a	1,328b
WS	2,165b	4,055a	4,175a	4,253a
CR-1113	1,770b	3,245a	3,475a	3,435a

Medias seguidas por la misma letra en la misma hilera no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$)

Al respecto, HAPP *et al.* (1982) trabajando con centeno, BARABÁS y KERTESZ (1988) en trigo y RUTGER y ANDERSON (1988) en arroz, encontraron que materiales enanos y semi-enanos producidos por mutaciones naturales e inducidas pueden ser agrupados en dos categorías en cuanto a su respuesta al AG₃: los AG-sensibles (GA-less) y los AG-insensibles (GA-ins). Los mutantes del primer grupo se caracterizan por una respuesta positiva al ponerse en contacto con la hormona, mientras que el segundo grupo de mutantes no reacciona a la adición de AG₃.

En nuestra investigación se detectó una respuesta positiva a la aplicación de 20, 30 y 40 ppm de AG₃ en los genotipos WS y CR1113, mientras que el mutante 2B-95 no reaccionó significativamente ($P < 0,05$) a la concentración de 40 ppm de AG₃, aunque la respuesta fue positiva para las concentraciones de 20 y 30 ppm. Esta diferencia puede deberse a la respuesta diversa que poseen los cultivos a la aplicación de AG₃ aún entre variedades de una misma especie tal como se ha observado en arvejas y en maíz (HARADA y VERGARA 1971).

Por otro lado RUTGER y ANDERSON (1988), utilizando 10 ppm de AG₃ en arroz encontraron desde una alta a baja respuesta a la aplicación exógena de la hormona. Este mismo efecto fue observado por PHINNEY (1956) (citado por RUTGER Y ANDERSON (1988) en plantas enanas de maíz.

CONCLUSION

Los resultados obtenidos en esta investigación, ponen en evidencia que el mutante semi-enano de arroz, 2B-95, obtenido por las irradiaciones gamma Co-60 a partir de un material de porte alto, respondió positivamente a las concentraciones de 20 y 30 ppm, mientras que al aplicarse 40 ppm la respuesta es negativa lo que indica que las dos primeras concentraciones mantuvieron una relación directa al activar el metabolismo del ácido giberélico en el mutante seleccionado.

Por otro lado, la respuesta positiva del material CR-1113 a las tres concentraciones utilizadas, era de esperar ya que una de las características por las cuales este material fue seleccionado para su uso a nivel comercial, es su porte. Dicha condición, probablemente se encuentra estrechamente relacionada con una baja concentración de AG₃ endógena.

La respuesta positiva del genotipo WS a las tres concentraciones de la hormona, nos indica que probablemente este material haya sido cruzado en algún momento con un material de porte bajo (procedente de IR8, principal fuente de semi-enanismo para nuestras variedades) para reducir su altura y de ahí la respuesta encontrada al aplicársele el AG₃ exógenamente. Es importante señalar que este material ha sido sembrado en forma aislada por pequeños agricultores de la zona sur del país por años y se desconoce su procedencia exacta.

Para la realización futura de trabajos similares será prudente determinar bioquímicamente las concentraciones endógenas de los materiales con los cuales se vaya a trabajar para tener un índice de referencia

REFERENCIAS

- Aikawai, D.S. 1971. Semidwarf rice and wheat in global food needs. *Quart. Rev. Biol.* 46: 1-34.
- Barabás, Z. y Z. Kertesz. 1988. Examination of Dwarf Wheats produced by Mutation Crossing and Physiological Procedures. In: *Semi Dwarf Cereal Mutants and their use in Cross Breeding III*, IAEA, TEE-DOC-455. Vienna, Austria. p. 125-133.
- David, C.C. 1991. The world rice economy challenge ahead. *Rice Biotechnology (Biotech in Agriculture N° 6)* in association with the International Research Institute, p. 1-8.
- Harada J. y S. Vergara. 1971. Response of Different Rice Varieties to Gibberellin. *Crop Sci.* 11: 373.
- Happ, H.E., G.C. Faurett. y E.A. Faurett. 1982. On the Physiological Regulation of Dwarfness in Barley. In: *Semi-Dwarf Cereal Mutants and their use in Cross Breeding*. IAEA. TEC-DOC 268. p. 81-101.
- Kinoshita, T. 1991. Evaluation of gene sources for dwarfism and semi-dwarfism in Japonica Rice. *Plant Mutation Breeding for Crop Improvement*. I: 341-349.
- Phinney, B. O. 1956. Growth response of single gene dwarf mutants in maize to gibberellic acid. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 42: 185-189.
- Pinthus, M.J. 1973. Logging in wheat, barley, and oats. The phenomenon, its cause, and preventive measures. *Adv. Agron.* 25: 209-265.
- Rutger, I.N. y I.A., Anderson. 1988. Evaluation, inheritance and Gibberellin response of induced semi-dwarf mutants In: *Semi-Dwarf Cereal Mutants and their Use in Cross Breeding. III* IAEA, TEE-DOC-455, Vienna, Austria. p. 33-41.
- Walcott, J.J y D.R. Laing. 1976. Some physiological aspects of growth and yield in wheat crops: a comparison of a semidwarf and standard height cultivars. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husband.* 16: 578-587.