

## SOMACLONES: UNA ALTERNATIVA PARA INCREMENTAR LA VARIABILIDAD GENETICA

Víctor Manuel Villalobos Arámbula\*

### RESUMEN

La variabilidad genética es fundamental para asegurar nuestra futura alimentación y la concentración de esfuerzos para su incremento debe ocupar un lugar prioritario. El empleo de la variación somaclonal es una posible alternativa para tal propósito. En el presente trabajo se discute la variación somaclonal en papa y caña de azúcar.

### SUMMARY

Genetic variability is a basic foundation of our future food supply and the concentration of our efforts to enhance it must be a major priority. The use of somaclonal variation is a possible means of increasing genetic variability in a feasible manner. In the present paper, somaclonal variation in potato and sugar cane are discussed.

---

\* Investigador del Centro de Genética del Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

## INTRODUCCION

Se ha estimado que el 95% de la alimentación humana está constituida por no más de 30 especies vegetales. Maíz, arroz y trigo representan más del 75% del consumo humano en lo que a cereales se refiere (Mooney, 1980). La continua reducción en las fuentes alimenticias de origen vegetal (cuyas implicaciones nutricionales y socio-culturales no conciernen al presente trabajo), es parcialmente compensada con el incremento en la producción de los cultivos básicos referidos. A este respecto y aún cuando en el monocultivo se ha multiplicado el rendimiento, la producción se encuentra constantemente amenazada debido a la vulnerabilidad de las nuevas variedades a factores adversos.

A fin de contrarrestar los riesgos que implican depender de pocas especies para nuestra alimentación y más aún cuando éstas son cada vez más susceptibles a plagas, enfermedades y cambios atmosféricos, la conservación y el incremento de la variabilidad genética cobra mayor importancia. Es por esto que la presente revisión tiene como objetivo informar sobre algunos adelantos en el empleo de la técnica de cultivo de tejidos concernientes al incremento de la variabilidad genética.

## ANTECEDENTES

Es bien conocido que el empleo de las técnicas de cultivos de células y tejidos vegetales permiten rebasar las barreras biológicas y eventualmente "alterar" la información genética característica de una especie. Esto se ha logrado empleando por ejemplo: el aislamiento y fusión

de protoplastos y posterior regeneración de una planta; el aislamiento y transferencia de organelos y más recientemente, el aislamiento y transferencia de genes, conocida como ingeniería genética. Sin embargo, a la fecha son contados los casos en los cuales estos métodos han tenido éxito.

### SOMACLONES

Larkin y Scowcroft (1981) han venido estudiando una importante alternativa en el incremento de la variabilidad genética, empleando un método relativamente rápido y que no requiere de tecnología sofisticada. Estos investigadores han propuesto el término "somaclones" al producto del "ciclo del tejido en cultivo". Esto es, al establecimiento del tejido *in vitro*, la posterior proliferación de sus células por varias generaciones y finalmente la regeneración de una nueva planta. En otras palabras, la transición de células indiferenciadas (callos) entre el tejido sembrado *in vitro* y la nueva planta regenerada.

Los somaclones son variantes que han sido frecuentemente considerados como una aparente variación espontánea con relación a las células iniciales y en la literatura han sido referidos frecuentemente como "artefactos" o variaciones indeseables (Meredith y Carlson, 1978). Este concepto se ha ido modificando al grado de que cada vez es mayor el número de investigadores que prestan atención a tales variantes de los somaclones. Algunos ejemplos se citan a continuación: Chaturvedi y Mitra (1975), trabajando con células indiferenciadas de *Citrus grandis*, observaron que dos subclones ("somaclones") respondían en forma diferente a

las condiciones *in vitro*; uno consistentemente formaba embriones y el otro daba origen a brotes. Este tipo de variación ha sido observada también en la síntesis de alcaloides y otros metabolitos secundarios; Tabata e Hiraoka (1976) y Tabata (1977) observaron drásticas diferencias en la síntesis de nicotina en subclones cultivados de *Nicotiana glauca* y *N. tabacum*. Plantas regeneradas de las líneas con alta síntesis de nicotina no presentaron mayor concentración de ácido nicotínico comparadas con los testigos; sin embargo, los nuevos clones producidos a partir de las líneas originales mostraron un alto contenido de nicotina. Concomitante con estas observaciones, Maliga (1978) ha concentrado información relativa al aislamiento de líneas celulares resistentes a diversos antimetabolitos, algunos tan comunes como estreptomycin, bases análogas de ácidos nucleicos, herbicidas y ciertos aminoácidos.

Aún cuando se especula sobre el posible mecanismo genético que origina la formación de los somaclones, se carece de una respuesta concreta que explique tal fenómeno. El decir que las condiciones de cultivo *in vitro* propician la formación de variantes en un principio tiene algo de sentido ya que bajo estas condiciones se obtienen somaclones estables. Se considera que ésta heterogeneidad es el resultado de cambios genéticos a nivel molecular. Algunas explicaciones han encontrado evidencias en la amplificación génica o supresión de la expresión de genes y también a la presencia de secuencias especiales de ADN (Larkin y Scowcroft, 1981).

Evidencias corroboran el potencial de los somaclones en la agricultura y por citar algunos casos mencionaremos: tabaco (Burk *et al.*, 1978); avena (McCoy *et al.*, 1978); maíz (Brettell *et al.*, 1980); cebada (Deambrogio y Dale, 1980) y coliflor (Grout y Crisp, 1980). A continuación se referirán con más detalle los logros en caña de azúcar y papa empleando somaclones como fuente de variabilidad genética.

### CAÑA DE AZUCAR

En las Islas Fiji, el cultivo de tejidos se ha venido aplicando en los últimos 12 años como una alternativa para el mejoramiento genético de la caña de azúcar (Krishnamurthi, 1982). Tal programa originalmente se estableció produciendo callos de *S. officinarum* var. H-50709, de los que se derivaron cinco clones (Heinz y Mee, 1968). Este material fue evidentemente diferente a la variedad original lo que se comprobó con estudios citológicos que revelaron cambios en número cromosómico ( $2n=50$  a  $2n=120$ ) (Heinz y Mee, 1971). A través de un proceso de selección, se obtuvieron diferentes líneas con caracteres de resistencia a la enfermedad de Fiji (causada por virus) y a "Downy Mildew" (*Sclerospora saccharii*). En cada caso, diferentes clones fueron asociados al incremento de la resistencia. Debido al éxito de esta investigación, en la actualidad este programa se ha incrementado substancialmente e inclusive se han ampliado los objetivos con nuevos proyectos de selección clonal *in vitro* incluyendo longitud y grosor de la caña, floración, sexo, rendimiento, contenido de azúcar, porcentaje de fibra y contenido de almidón (Prasad *et al.*, citado por Krishnamurthi, 1982). Por otro

lado, el programa se ha extendido a asociaciones de cañeros en Hawaii y se cuenta con más de 2000 clones resistentes al virus de la caña y al mildew. En forma independiente, en Hawaii se han producido aproximadamente 4000 clones resistentes al virus (Heinz, 1977). Tanto en las Islas Fiji, como en Hawaii, las pruebas de campo indican que las plantas regeneradas de los clones seleccionados muestran un crecimiento óptimo en las áreas donde el virus y el mildew tienen amplia incidencia.

#### PAPA

Shepard *et al.* (1980) examinaron más de 10 000 clones de la variedad "Rosset Burbank". De este material fueron seleccionados 1000 subclones, los que posteriormente se diferenciaron a plantas y se mantuvieron en invernadero. Como era de esperarse, la población mostró gran variabilidad, observándose anomalías anatómicas incluyendo malformaciones de hojas y tallos, alteraciones de color de las plantas y reducción del vigor. Las plantas con evidentes malformaciones fueron desechadas, dejándose únicamente aquéllas que tenían semejanza con la morfología del clon original. Durante tres ciclos de cultivo en el campo, la población original fue rigurosamente reducida a 60 clones de los cuales se obtuvieron variaciones estables en diferentes caracteres agronómicos tales como formación temprana del tubérculo, reducción en los requerimientos de fotoperíodo, uniformidad del tubérculo en cuanto a tamaño y forma, incremento en la producción del fruto, cambios en el color del tubérculo, resistencia a *Alternaria solani* y 2.5% de los somaclones seleccionados fueron resistentes también a *Phytophthora infestans* (algunos resis-

tieron a múltiples razas de este patógeno).

En la actualidad los 60 clones seleccionados están siendo sometidos a una rigurosa presión de selección con el fin de eliminar aquellos clones que sean simultáneamente deficientes en algunas otras características.

#### COMENTARIOS

El constante incremento de la población y la concomitante demanda de alimentos requiere de sistemas de producción más eficientes (incremento en la producción por unidad de área, ciclos cortos, uniformidad de los cultivos y otros); de ahí que países con alta tecnología agrícola han multiplicado su rendimiento en los últimos 30 años. Sin embargo, esta política implica el riesgo que involucra fijar los componentes del rendimiento como único objetivo del proceso de selección y las variedades sean cada vez más vulnerables a factores adversos. De acuerdo con Walls (1981), el advenimiento de la "revolución verde" ha hecho que el problema restringido originalmente a los países altamente tecnificados se haya tornado de dimensiones mundiales. Plantear el incremento de la variabilidad genética de los cultivos compromete el rendimiento debido a la eventual reducción en la producción; sin embargo, a largo plazo nos pone en mejores condiciones para contrarrestar posibles catástrofes. Enmarcado en este problema, el cultivo *in vitro* es una importante alternativa que se une a las ya existentes para el incremento de la variabilidad genética, con particulares atributos: es eficiente, económico, requiere de mínima inversión y es de fácil manejo.

El autor agradece al Dr. Armando García Velázquez, por sus comentarios al presente escrito

#### BIBLIOGRAFIA

- Burk, I.G., J.F. Chaplin., G.V. Gooding and N.T. Powell. 1979. Quantity production of anther-derived haploids from a multiple disease resistance or susceptibility to tobacco Mosaic Virus (TMV), potato virus (PVY) and root knot (RK). *Euphytica* 28: 201-208.
- Brettell, R.I.S., R. Thomas and D.S. Ingram. 1980. Reversion of Texas male-sterile cytoplasm maize in culture to give fertile, T-toxin resistant plants. *Theor. Appl. Genet.* 58: 55-58.
- Chaturvedi, H.C. and G.C. Mitra. 1975. A shift in morphogenetic pattern in *Citrus* callus tissue during prolonged culture. *Ann. Bot.* 39: 683-687.
- Deambrogio, E. and P.J. Dale. 1980. Effect of 2, 4-D on the frequency of regenerated plants in barley and on genetic variability between them. *Cereal Res. Comm.* 8: 417-423.
- Grout, B.W.W. and P. Crisp. 1980. The origin and nature of shoots propagated from cauliflower roots. *J. Hort. Sci.* 55: 65-70.
- Heinz, D.J. 1977. Cell tissue and organ culture in sugarcane improvement. *In: Applied and Fundamental Aspects of Plant Cell, Tissue and Organ Culture.* Springer Verlag, Berlin.
- Heinz, D.J. and G.W. Mee. 1971. Morphogenetic, cytogenetic and enzymatic variations in *Saccharum* species hybrid clones derived from callus tissues. *Amer. J. Bot.* 58: 257-262.
- Krishnamurthi, T. 1982. Sugarcane improvement through tissue culture and review of progress. *In: Tissue Culture of Economically Important Plants.* Ed. A. N. Rao. Proc. ISSCT. Singapore. pp. 70-77.
- Larkin, P.J. and W.R. Scowcroft. 1981. Somaclonal variation, a novel source of variability from cell cultures of plant improvement. *Theor. Appl. Genet.* 60: 1-16.

- Maliga, P. 1978. Resistance mutants and their use in genetic manipulation. In: *Frontiers of Plant Tissue Culture*. Ed. T. A. Thorpe. U. of Calgary. Calgary, Canada. pp. 381-392.
- McCoy, T.J., R.L. Phillips and D.P. Cummings. 1978. Cytogenetic variability in plants regenerated from tissue cultures of oats (*Avena sativa*) pp. 101 (Abst.). IAPTC. Ed. T.A. Thorpe. Calgary, Canada.
- Meredith, C.P. and P.S. Carlson. 1978. Genetic variation in cultured plant cells. In: *Propagation of Higher Plants Through Tissue Culture Symposium Proceedings*. U.S. Department of Energy. U. of Tennessee. April 16-19. pp. 166-176.
- Mooney, P.R. 1980. Seeds of the Earth. A private or public resource? Int. Coalition for Development Action. Ottawa. pp. 126.
- Shepard, J.F., D. Bidney and E. Shahin. 1980. Potato protoplasts in crop improvement. *Science* 208: 17-24.
- Tabata, M. and N. Hiraoka. 1976. Variation of alkaloid production in *Nicotiana glauca* callus cultures. *Physio. Plant.* 38: 19-23.
- Tabata, M. 1977. Recent advances in the production of medical substances by plant cell cultures. In: *Plant Tissue Culture and Its Biotechnological Application*. Ed. W. Barz, E. Reinhard, and M. Zenk. Munich, Germany. Springer-Verlag. pp. 3-16.
- Walls, J. 1981. Genetic vulnerability on the farm. *Science* 214: 161-164.