

## Capítulo XIV

### ESTUDIOS GENETICOS BASICOS PARA LA CREACION DE NUEVOS CULTIVARES DE TOMATE, *Lycopersicon esculentum* Mill., ADAPTADOS A LAS CONDICIONES DE COLOMBIA: INTERPRETACION INTEGRAL DE LA INVESTIGACION

*Franco Alirio Vallejo Cabrera \**

#### INTRODUCCION

El Programa de investigación: "Mejoramiento Genético y Producción de Semillas de Hortalizas" se viene desarrollando en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Palmira, desde 1985. Busca crear y seleccionar cultivares (variedades o híbridos) adaptados a las condiciones, necesidades y recursos del horticultor colombiano y a la formación de investigadores en la carrera de Agronomía y en sus diferentes Programas de Posgrados, en las áreas de Producción Vegetal, Mejoramiento Genético, Sistemas de Semillas y Suelos y Aguas.

El Programa involucra cuatro hortalizas (tomate, pimentón, zapallo y cilantro) las cuales se consideran importantes y/o promisorias para la agricultura colombiana. No se descarta que, en el futuro, el programa incluya otras especies.

En el presente trabajo se entregan los resultados de la investigación relacionados, con la especie tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill. Se da mucha importancia a la colección, caracterización, evaluación y utilización de los recursos genéticos del género *Lycopersicon*, como materia prima para la creación de nuestros propios cultivares; se evalúan diferentes progenitores y combinaciones híbridas y se discuten los aspectos genéticos básicos para determinar la estrategia de mejoramiento y el tipo de cultivar (variedad o híbrido) que se debe producir, en el

programa de Mejoramiento Genético.

Los conocimientos y experiencias adquiridas a lo largo de ocho años de trabajo continuado, han permitido crear y seleccionar poblaciones, líneas e híbridos promisorios de tomate, los cuales serán entregados a los agricultores colombianos, muy prontamente, y que sin lugar a dudas redundarán en beneficio de los horticultores, intermediarios, procesadores y consumidores.

#### ESTADO ACTUAL

El tomate es la principal hortaliza que se cultiva a nivel mundial y nacional. En Colombia se siembran anualmente 20.000 hectáreas, con una producción de 560.000 toneladas/año y un rendimiento promedio de 30 toneladas/hectárea. El 20% del área se destina a tomate tipo "milano" y el 80% a tomate tipo "chonto".

El cultivo, al igual que la mayoría de las hortalizas, afronta una serie de problemas relacionados con la baja adaptabilidad de los cultivares importados, susceptibilidad a la mayoría de las enfermedades e insectos plagas del trópico, susceptibilidad a factores abióticos estresantes (déficit de agua, temperaturas elevadas, suelos problemáticos, etc.) y bajo rendimiento y calidad. El alto costo de la semilla, derivada de la dependencia de los mercados externos, además de la falta de un paquete tecnológico apropiado, constituyen problemas que se deben resolver. Todo lo

---

\* Ph. D., Profesor Titular. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

anterior repercute en altos costos de producción que hace de la producción de tomate, una actividad riesgosa y poco competitiva, sobre todo en los mercados internacionales.

La investigación del tomate, en Colombia, ha sido realizada, en su gran mayoría, por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA y ha estado enfocada básicamente hacia la evaluación de variedades extranjeras, fertilización y control de plagas, enfermedades y malezas. Poco énfasis se le ha dado a la creación y selección de genotipos adaptados a las condiciones y necesidades de los agricultores, procesadores y consumidores colombianos.

## OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENETICO DE TOMATE

Como objetivo general se planteó la creación de genotipos superiores (líneas, variedades o híbridos) adaptados a las condiciones, necesidades y recursos del horticultor colombiano; además de la formación de personal científico altamente capacitado en las áreas de mejoramiento genético vegetal, sistemas de semillas, suelos y aguas y producción hortícola en general.

Como objetivos específicos se plantearon los siguientes:

- Colección, caracterización, evaluación, mantenimiento y utilización de los recursos genéticos del género **Lycopersicon**; como materia prima para la creación de los genotipos superiores de tomate para las necesidades de agricultura de hoy y del mañana.
- Producción de genotipos superiores de tomate con resistencia o tolerancia a los principales insectos plagas del cultivo: **Scrobipalpa absoluta** y **Neoleucinodes elegantalis**.
- Producción de genotipos superiores de tomate con resistencia o tolerancia a las principales enfermedades causadas por

hongos, bacterias, virus y nematodos.

- Producción de genotipos superiores de tomate con resistencia o tolerancia a factores abióticos estresantes tales como déficit o exceso de agua, temperaturas elevadas, suelos problemáticos, etc.
- Producción de genotipos superiores de tomate con alta adaptabilidad, rendimiento y calidad, que compitan favorablemente con los cultivares importados.
- Producir la semilla básica, registrada y certificada para favorecer la disponibilidad de este insumo a los horticultores colombianos.

De acuerdo con las prioridades establecidas en el programa, en esta primera etapa se trabaja intensamente por alcanzar los objetivos 1, 2, 5 y 6. Los objetivos 3 y 4 se abordarán en una etapa posterior, en la medida que el programa se consolide en su recurso humano y financiero.

## INTERPRETACION INTEGRAL DE LA INVESTIGACION

### RECURSOS GENETICOS DEL GENERO **Lycopersicon**

Los recursos genéticos se consideran como el bien o el medio potencial que se encuentra en los genes. Comprende toda la variabilidad genética de una especie o especies relacionadas que ha sido generada por evolución natural o inducida. Es la materia básica para que los genetistas puedan crear los cultivares que necesita la agricultura del momento y del futuro.

El género **Lycopersicon** presenta gran variedad que se puede agrupar en tres niveles de acuerdo con el grado de aislamiento reproductivo:

- Conjunto génico primario: **L. esculentum**, **L. pimpinellifolium**, **L. cheesmannii** y **L. esculentum** var. **cerasiforme**.

- Conjunto génico secundario: *L. chmielewskii*, *L. parviflorum*, *L. pennellii* y *L. hirsutum*.
- Conjunto génico terciario: *L. peruvianum* y *L. chilense*.

Dentro de cada especie existe gran diversidad para la mayoría de los caracteres cualitativos y cuantitativos, que se puede aprovechar por los fitomejoradores.

El Programa de mejoramiento genético de tomate cuenta con un importante germoplasma del género *Lycopersicon* el cual se ha formado por colectas directas en campos de agricultores, en regiones naturales o por intercambio con otros investigadores e instituciones del mundo. Incluye germoplasma silvestre, especies relacionadas, variedades botánicas y cultivares de la especie cultivada. Para conocer su verdadero potencial genético fue necesario realizar actividades de caracterización y evaluación.

El germoplasma estudiado es de gran calidad si se tiene en cuenta la variabilidad para la mayoría de los caracteres cuantitativos y cualitativos de interés agronómico. Se destaca el germoplasma silvestre por ser fuente de resistencia a las principales enfermedades, insectos plagas, condiciones adversas de suelo y clima y también para mejorar caracteres agronómicos en las variedades comerciales. La totalidad de las introducciones de *L. hirsutum* y *L. peruvianum* presentan altas resistencias a las dos principales plagas del cultivo: *Scrobipalpula absoluta* (cogollero) y *Neoleucinodes elegantalis* (perforador del fruto). También se destacaron las introducciones 1406 y 1407 de *L. pimpinellifolium* por presentar apreciable resistencia al cogollero. Todas las variedades comerciales resultaron altamente susceptibles a estos dos insectos plagas. Algunas poblaciones segregantes provenientes de los cruzamientos interespecíficos entre el germoplasma silvestre (*L. hirsutum*, *L. peruvianum*) y las variedades comerciales (*L. esculentum*) presentaron resistencia, indicando

la posibilidad de transferencia genética de este carácter a partir de especies silvestres hacia las variedades comerciales. Actualmente se trabaja en retrocruzamientos tratando de recuperar las características del *L. esculentum* pero buscando conservar la resistencia a cogollero o perforador del fruto. Existen buenas esperanzas de obtener líneas con tolerancia a estos dos insectos plagas, lo cual sería de gran utilidad para el productor del tomate ya que reduciría sus costos de producción en un 30%, correspondiente al costo de los insecticidas, y a la vez una considerable reducción en la contaminación ambiental.

Las introducciones de *L. hirsutum* y *L. pimpinellifolium* no presentaron dificultad para hibridarse como las variedades comerciales de *L. esculentum*; sin embargo, se presentan muchas dificultades con *L. peruvianum*, requiriéndose efectuar cultivo de embriones inmaduros in vitro.

Entre las variedades comerciales de *L. esculentum*, también se encontró gran variabilidad para los caracteres producción por planta, número de frutos por planta, peso promedio de frutos, número de inflorescencia por planta, número de frutos por inflorescencia, número de lóculos por fruto, peso promedio de lóculos, formato de fruto, grosor del pericarpio, días a floración, duración de la cosecha, altura de la primera inflorescencia, longitud de entrenudo, etc.; además de la presencia de una gran cantidad de genes mayores de importancia agronómica.

## ESTUDIOS GENETICOS BASICOS

En los estudios genéticos de caracteres cuantitativos es necesario determinar que proporción de la variabilidad observada, en los fenotipos de una población corresponde a efectos genéticos y que proporción se debe a efectos ambientales.

La determinación de la heredabilidad de tales caracteres, así como sus varianzas genéticas y ambientales son de gran importancia para establecer criterios de selección en poblaciones

segregantes; por otra parte, es de interés conocer la forma como se relacionan los diferentes caracteres de la planta, para determinar su asociación y la influencia de ellas en el rendimiento, lo cual sería de gran ayuda en programas de selección.

El conocimiento de la heredabilidad y/o varianza genética permiten contestar preguntas claves dentro del proceso de mejoramiento genético:

- a. Existe suficiente variación genética dentro de un germoplasma que permita mejorar caracteres de importancia ?
- b. Qué factores en términos de años, localidades, replicaciones, debe tenerse en cuenta para mejorar el material?
- c. Qué población genética, dentro de un germoplasma, es la más promisoría como fuente de mejoramiento?
- d. Qué método es el más rápido y eficiente para producir un nivel adecuado de mejoramiento en caracteres de importancia?
- e. Qué tipo de material (híbrido, línea, mezcla) es la meta más apropiada ?
- f. Todos los métodos de mejoramiento serán igualmente efectivos para mejorar todos los caracteres ?

El estudio de la heterosis y la habilidad combinatoria permite identificar progenitores con capacidad de transmitir sus caracteres deseables a su descendencia, identificar las mejores combinaciones híbridas y adquirir información sobre el tipo de acción génica que controla los diferentes caracteres agronómicos.

## **Heredabilidad y acción génica**

Para el carácter producción por planta la heredabilidad en sentido amplio fluctuó entre 60.51 y

79.30% ; para el carácter número de frutos por planta entre 53.30 y 93.11% y para el carácter peso promedio de fruto entre 79.10 y 94.25%. Estos valores pueden considerarse altos; sin embargo, debe tenerse en cuenta que la heredabilidad en sentido amplio refleja la variabilidad debido a los diversos tipos de acción de genes que comprenden efectos aditivos, dominantes, epistáticos y de interacción de genes por ambiente; en otras palabras, el coeficiente de heredabilidad en sentido amplio, superestima el valor genético a través de la selección del valor fenotípico, por cuanto la varianza genética no aditiva está presente. Por lo tanto, el coeficiente de heredabilidad en sentido amplio, no es un parámetro confiable, para procesos de selección; debe estudiarse el tipo de acción génica que controla un determinado carácter cuantitativo o sea el coeficiente de heredabilidad, en sentido estrecho, por cuanto este indica la proporción de la varianza fenotípica que se atribuye al efecto aditivo de genes.

En los estudios se encontró que en la variación genética de los caracteres producción por planta, número de frutos por planta y peso promedio de fruto, participaron en forma conjunta y altamente significativa los efectos de h.c.g. (acción génica aditiva) y los efectos de h.c.e (acción génica no aditiva) ; sin embargo, el componente de variación génica no aditiva predominó en los caracteres producción por planta y peso promedio de fruto. Estos resultados indican que cualquier sistema de selección o la exploración de la heterosis se pueden usar como estrategias para mejorar estos caracteres con eficiencia. De la misma manera, el genotipo ideal, en términos de expresión máxima de la acción génica, puede ser una línea para aprovechar la acción aditiva de genes o un híbrido  $F_1$  para aprovechar la acción no aditiva de genes.

## **Correlaciones genéticas y Ambientales**

En los estudios se encontró correlación genética negativa entre la producción por planta y el número de frutos por planta. Esta situación

diffícilmente se podría explicar individualmente, ya que el número de frutos está ligado estrechamente al peso de los mismos y estas dos variables con la producción por planta. Es posible que la asociación negativa se deba a que cualquier variación en incremento del número de frutos cause una baja en el peso de los mismos y que los incrementos logrados por ese mayor número de frutos no compense las pérdidas en la producción por planta por la reducción del tamaño de los mismos.

Como han determinado muchos investigadores, es sobresaliente la asociación genética positiva entre la producción por planta y el peso promedio de fruto, la cual permite predecir que una adecuada selección para peso promedio de fruto, necesariamente conduce a una selección de genes favorables para la producción por planta y por consiguiente un incremento en este último carácter.

El coeficiente de correlación genotípico alto y negativo entre los dos componentes primarios de la producción por planta (número de frutos y peso promedio de fruto) indica que los efectos de selección para un componente afectará necesariamente al otro. La selección para el mayor peso promedio de frutos generalmente resultará

en menor número de frutos por planta, complicándose de esta manera la selección para mayor producción por planta. Sería recomendable tomar como índice de selección apropiado el peso promedio de frutos pero sin descuidar el número de frutos por planta, cuando se intente incrementar genéticamente la producción por planta.

El coeficiente de correlación ambiental negativo para los dos componentes primarios de la producción por planta, indica que un ambiente favorable para uno puede ser desfavorable para el otro. Esto indica la necesidad de maximizar las condiciones favorables de suelo y manejo del cultivo que permita una adecuada manifestación de los dos componentes primarios.

#### Resultados prácticos del programa de investigación

Dentro de los estudios tendientes a evaluar heterosis y habilidad combinatoria se pudieron identificar excelentes híbridos  $F_1$  (Cuadro 1) por presentar valores promedios elevados para el carácter producción por planta e importante heterobeltiosis, lo cual los convierte en híbridos promisorios para una posterior comercialización.

**CUADRO 1. Híbridos promisorios de tomate seleccionados por la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.**

Nº	Híbrido Promisorio	Heterobeltiosis (%)
1	Motelle x Angela I-5100	145.00
2	L-6-80 x M.P.	140.00
3	Motelle x Zambao	130.00
4	Licapal 21 x Raminho	127.00
5	Motelle x Raminho	115.00
6	Angela Gigante x 1258	114.00
7	Angela Gigante x Raminho	109.00

Los anteriores híbridos continúan en proceso de evaluación, especialmente en lo concerniente a la producción de semilla en escala comercial y en su estabilidad fenotípica, con miras a ser entregados a los agricultores colombianos.

Igualmente, mediante diferentes procesos de selección se logró identificar líneas promisorias de tomate tipo chonto (Cuadro 2) las cuales serán entregadas a los agricultores en los próximos meses.

**CUADRO 2** Líneas promisorias de tomate tipo chonto seleccionadas por la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

Nº	Código	Producción por planta	Nº de frutos por planta	Peso Promedio de fruto (g)
1	L <sub>6</sub>	4.439.44	61.55	73.59
2	L.O.R.	4.353.00	32.00	163.03
3	L <sub>5</sub>	4.300.33	82.77	51.44
4	L <sub>2</sub>	4.283.78	71.00	60.54
5	LRA	4.066.78	40.00	101.65
6	L <sub>3</sub>	4.070.78	58.44	70.26
7	L <sub>4</sub>	4.011.11	58.33	68.71
8	LZA	3.896	45.00	86.57
Licapal-21 (testigo)		2.450		

Mediante estrategias de hibridación y selección de segregantes se logró identificar líneas promisorias de tomate tipo industria (Cuadro 3).

apreciable resistencia a las dos principales plagas del tomate, *Scrobipalpus absoluta* y *Neoleucinodes elegantalis*. Se espera que en un futuro no muy lejano se estén entregando líneas con tolerancia o resistencia, lo cual sería de un gran impacto para la horticultura colombiana.

Finalmente mediante procesos de hibridación interespecífica y retrocruzamientos se han logrado seleccionar poblaciones segregantes con

**CUADRO 3** Líneas promisorias de tomate tipo industria producidas por la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

Nº	Código	Producción por planta (g)	pH	Sólidos solubles
1	L <sub>1</sub>	1050	4.59	3.43
2	L <sub>2</sub>	1340	4.49	3.65
3	L <sub>3</sub>	1080	4.54	3.22
4	L <sub>4</sub>	1509	4.49	3.50
5	L <sub>5</sub>	1300	4.57	3.87
Roma (Testigo)		1359	4.55	3.87
Pi 1457 (Testigo)		1013	4.66	3.68