

Reseña bibliográfica

RESULTADOS DE LA MEJORA GENÉTICA DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN HORTÍCOLA DE CUBA

Marta Álvarez[✉], C. Moya, Marilyn Florido y Dagmara Plana

ABSTRACT. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) has been an important horticultural crop in Cuba for many years. Its production was based on some foreign varieties, which were neither adapted to Cuban climate nor resistant to diseases and pests 20 years ago. Therefore, the main goal of tomato breeding in INIFAT, IIHLD and INCA has been to obtain better climate adapted tomato varieties and resistant to most diseases and pests prevailing in Cuba, obtaining relevant results. Three points are discussed in this paper: the production impact of Cuban varieties; the exploitation of tomato germplasm in the breeding programs and future goals. In 1987, 93 % were foreign varieties; however, in 1998, 62 % were registered in Cuba. The mean yield of Cuban tomato varieties surpassed 50 % the mean annual yield. Therefore, most tomato-growing areas began to be seeded with Cuban varieties. This paper also refers to the possibilities of genetic resources, there are still biotic and abiotic stress-resistant genes in the wild germplasm. The future goals of tomato breeding in Cuba should consider the different crop systems and technologies existing in the country.

RESUMEN. El tomate (*Lycopersicon. esculentum* Mill.) ha sido durante muchos años una de las principales hortalizas que se cultivan y comercializan en Cuba. Hace 20 años su producción se basaba en algunas variedades foráneas, que presentaban problemas de no adaptación al clima y susceptibilidad ante plagas y enfermedades, por lo que la mejora genética ha estado dirigida a la obtención de variedades cubanas mejor adaptadas a nuestro clima y con resistencia a las plagas y enfermedades con mayor incidencia. Han sido relevantes los resultados de los programas de mejora del INIFAT, IIHLD e INCA. En el presente trabajo se exponen los resultados y se discuten tres aspectos: las variedades cubanas de tomate en los últimos años y su repercusión en la producción; la explotación del germoplasma de tomate en la mejora genética y sus perspectivas futuras. En 1987, el 93 % de las variedades cultivadas eran introducidas; en cambio, en 1998, el 62 % de las variedades comerciales registradas eran cubanas. En la campaña 1998-1999, el rendimiento promedio de estas significó el 50 % por encima del rendimiento promedio anual y a partir de ahí la mayoría de las áreas destinadas a esta hortaliza se han sembrado con variedades cubanas. Se hace referencia a las posibilidades de los recursos genéticos, pues aún existen genes de resistencia a estrés bióticos y abióticos en el germoplasma silvestre que no han sido explotados. Se hace hincapié en que la mejora genética del tomate en el futuro deberá considerar los diferentes sistemas de producción y tecnologías que coexisten en el país.

Key words: *Lycopersicon esculentum*, tomatoes, plant breeding, Cuba

Palabras clave: *Lycopersicon esculentum*, tomate, fitomejoramiento, Cuba

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) constituye una de las principales hortalizas que se cultivan en Cuba. Sus frutos gozan de

gran aceptación en la población cubana, ya sea para ser consumidos en fresco o como condimento. Ocupa el 36 % del área total destinada a la siembra de hortalizas, habiéndose producido en la campaña 1998-1999: 5 858 Mqq. (266.3 Mt.) (1). En los últimos años, con el rápido desarrollo del turismo, se ha hecho necesario un mayor incremento de la producción, a fin de satisfacer la demanda cada vez más creciente e ir suprimiendo las importaciones.

A pesar de su importancia, la explotación comercial del cultivo afronta numerosas dificultades, al igual que en otros países tropicales, donde se obtienen bajos rendimientos y poca calidad de los frutos, principalmente en las siembras a cielo abierto, convirtiéndose en una situación crítica cuando las siembras se realizan fuera del período óptimo, que en Cuba está enmarcado del 15 de octubre al 15 de diciembre (1).

Dr.C. Marta Álvarez y Dr.C. C. Moya, Investigadores Titulares; Ms.C. Marilyn Florido, Investigador Agregado y Ms.C. Dagmara Plana, Investigador del Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, CP 32 700.

✉ malvarez@inca.edu.cu

Es común para los ambientes tropicales húmedos, los efectos negativos que producen las altas temperaturas y la humedad relativa sobre la fructificación, así como los daños que ocasionan las intensas lluvias predominantes en las siembras tempranas y de primavera, que propician el desarrollo de plagas y enfermedades (2), lo que unido a la baja fructificación, ocasionan un significativo decrecimiento de la productividad de las plantas y la escasa calidad de los frutos cultivados a cielo abierto.

Por todo lo anterior, el objetivo fundamental de los programas de mejora del tomate que se desarrollaron en Cuba desde hace más de dos décadas, fue obtener variedades adaptadas a las condiciones de Cuba, que incluyen la adaptación climática y tolerancia a las principales plagas y enfermedades, para lo cual fue necesario estudiar las principales limitaciones genéticas y fisiológicas que tiene el desarrollo de esta especie en condiciones de estrés bióticos y abióticos, la herencia de los caracteres más importantes, así como la aplicación y el perfeccionamiento de esquemas y criterios de selección efectivos, lo que de conjunto contribuyó al éxito de estos programas, cuyos principales resultados se exponen y discuten en relación con las variedades cubanas de tomate y su repercusión en la producción, explotación del germoplasma y perspectivas futuras del mejoramiento genético del tomate en el país.

VARIETADES CUBANAS DE TOMATE Y SU REPERCUSIÓN EN LA PRODUCCIÓN

Como se puede apreciar en la Tabla I (3, 4, 5, 6), a principios de la década de los ochenta solo se sembraron en el país variedades introducidas, ya que se disponía de un pequeño grupo de variedades que se cultivaban desde hacía muchos años: Manalucie, destinada al consumo en fresco y cultivada en zonas muy específicas del país (costa sur

de Güines) y "Placero chileno", considerada una variedad autóctona con posibilidades de siembra durante todo el año, aunque no ocupó grandes áreas de siembra por la baja calidad de sus frutos. La introducción de variedades como Campbell-28 y las Nova, que se mantuvieron durante años, tuvieron un fuerte impacto en la producción tomatera del país, por ser variedades con posibilidades de siembra a cielo abierto y revolcado, de alta productividad y calidad para el consumo en fresco.

Ya a mediados de los años ochenta, no solo se incrementó la

cantidad de variedades a disposición de los productores, sino también la aparición de las primeras cinco variedades obtenidas en el país: Cuba C 27-81 (7), HC-19/78, HC-108, Li-72 y L 10/3 (8).

Es significativo que al transcurrir poco más de una década, en 1997, llegaron a registrarse un total de 42 variedades de tomate comerciales; de éstas, 28 cubanas, lo cual denota el esfuerzo que hicieron las instituciones del país en la creación de nuevos materiales genéticos con adaptación climática y tolerancia a las principales enfermedades, dan-

Tabla I. Variedades comerciales de tomate en los últimos 20 años en Cuba

Censo nacional de variedades 1981 (3)	Lista oficial de variedades 1985 (4)	Lista oficial de variedades comerciales 1989 (5)	Lista oficial de variedades comerciales 1997 (6)
Campbell 28	Campbell-28	Campbell-28	Campbell-28
Nova I	Bolivar	Bolivar	Bolivar
Nova II	Cuba C 27-81*	Cuba C 27-81*	CC-288-648*
Manalucie	Climpton	Climpton	HC-108*
Placero Chileno*	ES-58	Floradel	HC-7880*
Nova III	Floradel	HC-108*	Cuba C-2781*
Rossol	HC-19/78*	HC-78-80*	HC-2580*
Petomech	HC-108*	HC-25-80*	Climpton
VF P 73	Inra-1	HC-38-80*	HC-3880*
Red Rock	Inra-7	LI 72*	Criollo Quivican*
Inra 7 (Lybbys-7)	Li-72*	LI 10/3*	LI 10-3*
Inra 1 (Lybbys -1)	Li 10/3*	Manalucie	Manalucie
Walter	Manalucie	Mamonal	Mamonal
ES 58	Mamonal	Nova I	Nova I
	Nora I	Nova II	Nova II
	Nora II	Petomech	Petomech
	Nora III	Placero Chileno	Placero Chileno
	Petomech	Rossol	Rossol
	Placero Chileno	Roma VF-P-73	Tropical C-28-V*
	Red Rock	Tropical FL-5*	CC-3*
	Rossol	Tropical -10*	INCA 9-1 *
	Roma P-73	Tropical T-60*	Floradel
	Tropic	Tropical C-28-V*	Tropical FL-5*
	Walter	Tropic	146 Similar
	146 SimilarRuger	Walter	Ruger
		146 Similar	LI-72*
		Ruger	Lignon*
			Rilia*
			Buenaventura*
			Placero H*
			Cesar F-1*
			Gaviota F-1*
			INIFAT-28*
			Camalote-1*
			INCA-33*
			INCA-17*
			Amalia*
			Mariela*
			UC-82-B
			Ronca VFP-73
			INCA-19*
			Tropical M-10*
			Tropical T-60*

*variedades obtenidas en Cuba

do un vuelco en cuanto a disponibilidad de variedades para la producción (6).

Estos resultados se aprecian con mayor claridad en la Figura 1, donde se representan las variedades por su origen, pasándose en pocos años de una producción de tomate sostenida casi en su totalidad con variedades foráneas, a la situación opuesta, o sea, de un 10 % de variedades cubanas en 1981 al 60 % en 1997, predominando las procedentes de IIHLD (Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova"), INIFAT (Instituto de Investigaciones Fundamentales de la Agricultura Tropical) e INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas).

Los métodos de obtención de las variedades cubanas de tomate han sido diversos. Quizás el más antiguo mejorador de tomate cubano fue el ingeniero Ismael Cueto, quien reunió una gran colección de más de 2 500 accesiones, colectadas y mejoradas por él, fundó la denominada "Escuela cubana del tomate" en la I Estación Experimental Agronómica de Santiago de Las Vegas, hoy INIFAT, y de la cual se derivaron numerosas líneas de tomate que hoy se conservan en el banco de germoplasma del INIFAT y variedades comerciales como Cuba C-288-648, Cuba C-3 y Cuba C-2781 (7).

Uno de los métodos que más se empleó en una primera etapa fue

la obtención de variedades por selección de líneas a partir de variedades introducidas, del que se derivó la variedad Tropical C-28V a partir de Campbell-28; Tropical T-60, como selección del cultivar Tropic; Tropical FI-5, de Floradel y Tropical M-10, de Mallac; entre otras (9).

Un caso especial de selección por líneas fue la creación de variedades a partir de los tomates "Placero", considerados autóctonos, derivándose variedades comerciales muy interesantes como la Criollo Quivicán y L 10-3 (8, 10), que conservan las características del follaje y la rusticidad del Placero pero sus frutos son de mayor tamaño, sufriendo durante algunos años la necesidad de variedades para siembras tempranas o apertura de campaña (15 de septiembre-15 de octubre), así como la variedad Placero-H, que se destaca por su alta productividad (7).

En tanto, se desarrolló un acelerado programa de hibridación que dio lugar a las variedades que se han convertido en la actualidad en la base predominante de la composición varietal del tomate para la producción del país. Este método de mejora, según se observa en la Figura 2, ha sido el que ha originado mayor número de variedades, permitiendo en gran medida la combinación de genes favorables de cultivares de reconocida productividad, calidad de los frutos y resisten-

cia a enfermedades, mediante esquemas de selección rigurosos durante numerosos años en las condiciones del clima cubano.

Las primeras variedades cubanas obtenidas por hibridación fueron HC-108, Liliana 72 y HC-19/78; las dos primeras fueron sembradas en primavera durante algunos años por su tolerancia al calor y la alta humedad. Con posterioridad se obtuvieron variedades de tipo industrial (HC 78-80 y Rilia) y de consumo fresco (HC-2580 y HC-3880), como resultado del programa de mejora para época normal de siembra. (8).

Entre las variedades que se registraron con posterioridad y que mayor repercusión han tenido en la producción tomatera está Lignon (10), primera variedad con tolerancia al complejo mosca blanca-geminivirus y que jugó un importante papel en la lucha integrada contra esta devastadora plaga; Amalia, variedad de doble propósito, con alta productividad, adaptación a las condiciones climáticas y resistencia de campo a las principales enfermedades y plagas; Mariela, variedad con frutos de buena calidad para el consumo en fresco (11); y más recientemente, Vita, primera variedad cubana resistente al complejo mosca blanca-geminivirus.

Han sido registradas también otras variedades como INIFAT-28 (12), de alta resistencia a *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) (Jones & Grout), INCA 9-1, variedad de uso industrial, alta productividad y tolerancia al calor (13, 14) entre otras, que se siembran en determinadas zonas del país.

Con el objetivo de valorar el alcance que han tenido las variedades cubanas de tomate en la producción de esta importante hortaliza, se analizaron los resultados de la campaña 1998-1999 (Tabla II), por ser en la que se sembraron áreas similares con variedades foráneas y cubanas. Los resultados evidencian que las variedades cubanas de tomate fueron ganando la preferencia de los productores, promediando rendimientos que superaron los 1200 qq.cab⁻¹ (4 t.ha⁻¹) por encima el rendimiento promedio

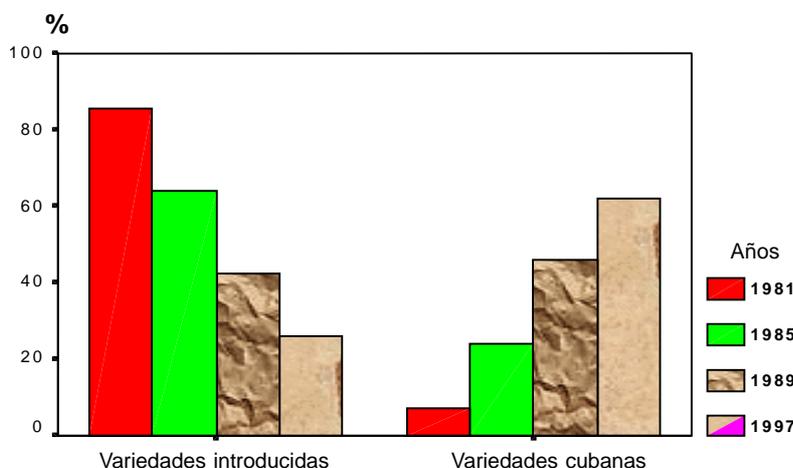


Figura 1. Porcentaje de variedades comerciales de tomate que fueron introducidas u obtenidas en los últimos 20 años

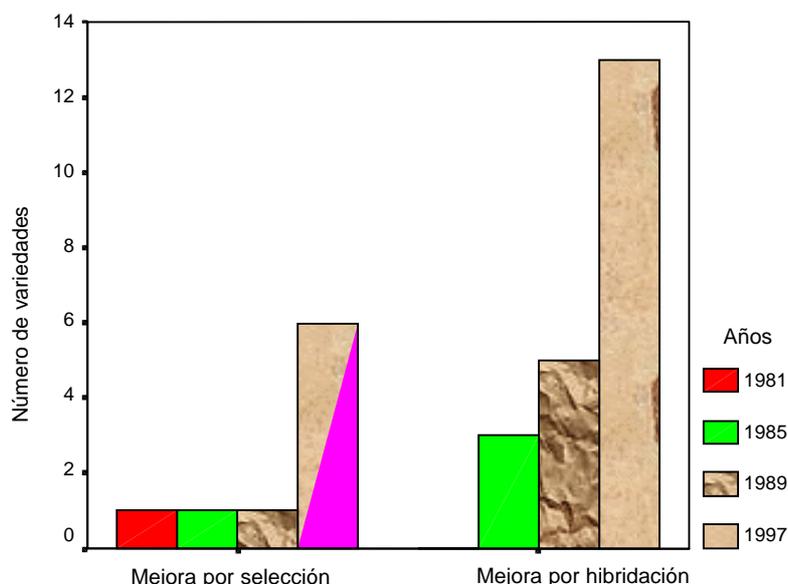


Figura 2. Variedades comerciales de tomate obtenidas en Cuba por selección o hibridación

alcanzado con las variedades introducidas, lo que demuestra que son más productivas y están mejor adaptadas a las condiciones de siembra en Cuba, dando lugar a que en la campaña 2001-2002, casi la totalidad de la siembra se haya efectuado con variedades cubanas¹.

Tabla II. Área sembrada y rendimientos de la campaña 1998-1999 de acuerdo con el origen de las variedades

	Área sembrada cab. (ha.)	Rendimiento promedio qq.cab ⁻¹ (t.ha ⁻¹)
Total*	1887.1 (25 325)	3447 (11.7)
Cultivares introducidos (52.9%)	999.7 (13 416)	3982.6 (13.5)
Cultivares obtenidos en Cuba (38.7%)	730.9 (9810)	5190.5 (17.6)

*En estas cifras están incluidas otras variedades no identificadas en el informe de la campaña y los híbridos

El Ministerio de Agricultura (1) informó que durante la campaña 1998-1999 se sembró tomate en el 36 % del área total destinada a la siembra de hortalizas, que el 53 % de las áreas sembradas de tomate fueron con los insumos necesarios (1 000 cab. ó 13 420 ha); al cierre

de junio se había alcanzado una producción de 5 858 Mqq. (266.3 Mt.), con 200 cab. (2 684 ha.) menos que en 1988 y rendimientos promedio de 3 447 qq.cab⁻¹ (11.7 t.ha⁻¹).

EXPLORACIÓN DEL GERMOPLASMA EN LA MEJORA GENÉTICA DEL TOMATE EN CUBA

El banco de germoplasma, ubicado en el INIFAT, cuenta con una colección de 1 152 entradas de tomate, muchas de las cuales corresponden a material colectado u obtenido en Cuba. Se estudiaron 71 cultivares primitivos y se determinó que los frutos aplanados y de poca altura y los esféricos se correspondían con las dos formas tradicionales que se han observado en Cuba: "Placero" y "Cimarrón" (*L. esculentum*, var. *cerasiforme*) debe haberse introducido en Cuba antes de la conquista o en los inicios de esta (15). Por su parte, se han encontrado niveles de diversidad semejantes entre subpoblaciones de *L. esculentum* Mill y su subespecie *L. esculentum* var. *cerasiforme* (16).

Aunque el aprovechamiento de la potencialidad del germoplasma nativo no ha sido óptimo, se han dedicado esfuerzos no solo a la

prospección y conservación de los recursos fitogenéticos del tomate, sino también a la explotación de la potencialidad del germoplasma autóctono e introducido, muestra de lo cual son las variedades cubanas de tomate a las que se hace referencia en el epígrafe anterior.

Es significativo el esfuerzo por introducir en el tomate genes de resistencia al complejo mosca blanca-geminivirus. El virus del encrespamiento amarillo de las hojas de tomate (TYLCV) causa severos daños al tomate en Cuba y la estrategia de lucha contra este tipo de virosis está basada en el manejo integrado del cultivo, dentro de ello, la utilización de variedades resistentes aparece como la solución más atractiva para el productor. La resistencia genética al TYLCV ha sido indicada por numerosos investigadores en especies silvestres afines al tomate (17, 18). Las poblaciones segregantes de especies cultivadas y silvestres de *L. chilense* x *L. esculentum* ofrecen perspectivas por ser la resistencia al TYLCV de herencia dominante (17), lo que con una continuada y rigurosa selección permitió la obtención de la variedad Vita, con altos niveles de resistencia ante esta devastadora plaga.

La incorporación de genes de resistencia a enfermedades fungosas también ha sido una preocupación de los mejoradores. Ejemplo de ello es la transferencia al tomate cultivado de la resistencia a *Alternaria solani* a partir del tipo "Cimarrón" (19). Se conoce que el tizón temprano (*Alternaria* sp.) es una de las enfermedades que más afecta las producciones sin protección en Cuba, y aunque se ha determinado variabilidad en la respuesta ante este patógeno en el germoplasma de tomate que incluye líneas avanzadas, variedades promisorias y especies silvestres (20), es un problema difícil de resolver por la vía genética, ya que son numerosos los patotipos que se encuentran distribuidos en las regiones del país y la respuesta de los genotipos ante estos es diferenciada; no obstante, se han obte-

¹Frank Piñero, 2002, comunicación personal.

nido resultados promisorios en el cultivar, que ha mostrado resistencia a numerosos patotipos de este patógeno².

En la mayoría de los programas de obtención de variedades, se ha explotado también el germoplasma introducido que porta genes de resistencia a *Stemphylium solani* Weber (*Sm*), causante de la enfermedad mancha gris de la hoja y a Fusariosis, como son los genes *Sam* y *Fox*, por lo que muchas de las variedades cubanas de tomate son resistentes a dichas enfermedades (8).

Otro foco de atención ha surgido en los últimos años con la ampliación de las áreas de cultivo protegido para el tomate y la susceptibilidad a nematodos. Se ha estado trabajando en la transferencia del gen *Mi*, que confiere resistencia al nematodo *Meloidogine incógnita*, a las variedades cubanas de reconocida aceptación por los productores, a partir del marcador isoenzimático *Aps-1*, contándose actualmente con un grupo de líneas derivadas de variedades cubanas que podrán ser empleadas en la lucha integrada contra dicho patógeno como variedades o formando parte de híbridos cubanos (21).

Existe aún una amplia variabilidad por explotar en el germoplasma del tomate. Los resultados obtenidos (22) a partir de alelos silvestres localizados en *L. hirsutum*, que están asociados al incremento del rendimiento y sólidos solubles, soportan la idea de que no se puede predecir el potencial genético del germoplasma exótico sobre la base solamente del fenotipo y que los métodos basados en marcadores podrían ser aplicados para explorar con mayor eficiencia el germoplasma exótico.

Por su parte, algunos autores (23) se refirieron a la cantidad de ciclos de mejora que conlleva la introducción de genes de resistencia a insectos, desde *L. pennellii* a *L. esculentum*. Es por ello que en la actualidad la mayoría

de los programas de mejora genética de transferencia de genes de germoplasma silvestre a *L. esculentum*, están vinculados a estrategias de selección asistida por marcadores (*MAS*).

Otro aspecto en ese sentido es la selección para alto contenido de 2-TD en hojas, lo que podría conducir al mejoramiento genético en la dirección de incrementar los valores de resistencia a *spider mite* en tomate (24).

También ha sido objeto de estudio la respuesta fisiológica de la planta de tomate ante diversos estrés abióticos, como la salinidad (25, 26, 27); estrés hídrico (28, 29) y altas temperaturas (30, 31), entre otros. Ya más directamente vinculados a la obtención de variedades ha sido la búsqueda de fuentes de resistencia aprovechable en la mejora genética para los estrés abióticos, habiéndose informado la resistencia al estrés salino en *Lycopersicon pennellii* y *L. cheesmanii*, a la sequía en *L. pennellii*, al frío en *L. hirsutum* y a las altas temperaturas en *Lycopersicon pennellii* y *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* (10, 32); sin embargo, la incorporación de esas resistencias al tomate cultivado no ha tenido el éxito esperado, lo que se ha debido fundamentalmente a la complejidad de los numerosos caracteres asociados a la resistencia y la influencia del ambiente, así como a la no correspondencia entre los resultados experimentales y la respuesta de las plantas en las condiciones naturales del estrés.

No obstante, han sido identificadas las fuentes de resistencia a la salinidad dentro de las especies silvestres relacionadas con el tomate y ya ha sido recomendada (33) la posibilidad de emplear la selección asistida por marcadores, para incrementar la tolerancia a la sal durante la germinación, explotando la variación interespecífica.

El *Asian Vegetable Research Development Centre (AVRDC)* (34) se refirió a la identificación de marcadores moleculares ligados a la

tolerancia al calor, no detectando marcadores que cosegregaran con los caracteres de tolerancia al calor después del control de numerosos cebadores, por lo que continuaron el trabajo con el desarrollo de líneas mejoradas recombinantes (*RIL*). Es una dificultad reconocible el bajo polimorfismo a nivel molecular que presentan *L. esculentum* y la subespecie *L. esculentum* var. *cerasiforme*, lo que dificulta en gran medida la búsqueda de marcadores asociados al calor a partir de esta fuente de resistencia, siendo éste un problema aún por resolver.

Por todo lo anterior se infiere que la obtención de variedades que satisfagan las necesidades de la producción es tarea ardua y difícil, principalmente, cuando se trata de la mejora de caracteres complejos, como son la mayoría de las resistencias a estrés bióticos y abióticos, que afectan la producción del país. Para que el mejorador tenga éxito en su trabajo, requiere conocer ampliamente la biodiversidad, aplicar las leyes de la genética, la biología y la fitotecnia del cultivo, los resultados de investigaciones interdisciplinarias en las condiciones de estrés combinado, así como estar actualizado de las nuevas tecnologías y las características y exigencias de los diversos sistemas de producción en que se explota el cultivo.

PERSPECTIVAS FUTURAS DEL MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL TOMATE EN CUBA

Un aspecto que sin dudas es determinante para diseñar los objetivos de la mejora genética es dónde y cómo se sembrarán las nuevas variedades, tener en cuenta los sistemas de producción, las tecnologías que se utilizarán para su explotación comercial y los agroecosistemas en que estas serán sembradas.

En Cuba, se emplean diversos sistemas de producción y tecnologías, por lo que una primera interrogante a responder es: ¿sostenibilidad

²Benedicto Martínez y Simón Pérez, 2003, comunicación personal

o tecnología de altos insumos para la producción de tomate en los próximos años?. Sin dudas, la respuesta a dicha pregunta condicionará el trabajo de obtención de nuevas variedades de tomate en y para el país.

Algunos investigadores (10) se refirieron a que la producción de tomate en el trópico se establece en diferentes tipos de unidades, que definen su sistema de producción y que estas unidades van desde las pequeñas parcelas de subsistencia del agricultor, diferentes tipos de huertos (familiar, escolar, urbano y comercial) hasta la producción en grandes cooperativas, corporaciones, empresas privadas o estatales. Cada uno de estos tipos de sistema de producción emplean diferentes tecnologías de producción, lo cual determina el tipo de variedad a emplear, ya sea por la disponibilidad de suelo, sistema de explotación de la tierra, disponibilidad de insumos y destino de la producción, entre otros.

Al parecer, existe una conciencia generalizada de que la investigación agrícola ha tenido un impacto apenas modesto en los pequeños agricultores. Se han desarrollado numerosas técnicas, principalmente en estaciones experimentales sin comprender los objetivos, limitaciones y potencialidades del sistema agrícola familiar. Conscientes del impacto limitado que la investigación ha tenido en el desarrollo de los pequeños agricultores, algunos institutos de investigaciones han iniciado un enfoque de investigación de sistemas agrícolas (ISA). Esto ha llevado a investigaciones más relevantes y a una mayor experimentación al nivel de la explotación agrícola (35).

Los objetivos de la mejora deben tener en cuenta los requerimientos y particularidades de los diferentes sistemas de producción, el sistema formal y el informal, con el fin de obtener variedades para todas las variantes de producción existentes. Uno de los objetivos del AVRDC (36) es desarrollar variedades que se integren a diferentes sistemas de producción en las estaciones cálidas secas y húmedas en las regiones

bajas del trópico, el que se realiza mediante cruzamientos convencionales, hibridación interespecífica y si es necesario emplean la transformación genética; entre sus objetivos está la obtención de líneas de tomate para el consumo fresco con tolerancia al calor y resistencia a las enfermedades de mayor interés, tecnologías de manejo integrado para controlar el virus del enrollamiento de la hoja, que incluye el uso de germoplasma mejorado, en combinación con otras medidas de control.

En Cuba, algunos científicos (37) opinan que la idea de seleccionar genotipos para condiciones de bajos insumos es una temática que ha cobrado fuerza con el desarrollo de los sistemas agrícolas sustentables; enfatizando en la importancia de explotar la adaptación específica como fuente para diversificar el espectro varietal, a la vez de incrementar los rendimientos y la calidad de las cosechas en condiciones de bajos insumos.

Es sin dudas la tecnología de siembra uno de los principales elementos que determina los objetivos de la mejora, reconociéndose actualmente en el país dos grandes tipos: tecnología de cultivos protegido y no protegido, identificados como los sistemas de siembra que contemplan o no la protección al clima de la plantación. La experiencia cubana indica que con el cultivo protegido, se pueden obtener rendimientos superiores a las 200 t.ha⁻¹, requiriéndose para ello híbridos de alto potencial productivo, manejo adecuado y el empleo de fitohormonas (1), por lo que esta tecnología se adecua a determinados sistemas de producción.

La referencia a las tecnologías de altos y bajos insumos tiene en cuenta los insumos y gastos energéticos que se destinan al área de siembra, como son el combustible para el riego, laboreos, fertilizantes, fungicidas e insecticidas. En sentido general, otros investigadores (10) consideraron que en el cultivo del tomate existen dos sistemas bien diferenciados de producción, revolca-

do y tutorado, requiriéndose para ambos diferentes tipos de variedades en cuanto a crecimiento y necesidad de insumos.

Algunos autores (37) han planteado la necesidad de la participación de los campesinos en la selección de variedades, lo que conllevaría a diversificar los genotipos en tiempo y espacio. Otros (38, 39) se refirieron a la utilidad del trabajo cooperado entre campesinos y fitomejoradores en la creación de variedades y por la necesidad de una mayor comunicación y colaboración entre ambos. En relación con esto, se ha planteado la utilidad de efectuar días de campo y talleres en que participen los productores (40) y aporten criterios para la selección de variedades; por otra parte, también se brindaron resultados sobre la variabilidad genética y perspectivas de materiales genéticos obtenidos por campesinos y del trabajo cooperado con los fitomejoradores (41).

Se ha planteado como una preocupación de los investigadores y productores de todo el mundo, la búsqueda de sistemas agrícolas autosuficientes de baja utilización de insumos, diversificados y que utilicen eficientemente la energía, enfatizando en la importancia del empleo de las técnicas de policultivo para las condiciones de los sistemas de explotación de la tierra en pequeña escala (42).

No menos importante es la identificación de los diferentes agroecosistemas en los que se desarrollará la producción de la variedad o híbrido que se obtenga, pues este determina los estrés bióticos y abióticos a que se verá sometida la plantación y su interrelación con el resto del ecosistema; son determinantes los períodos de siembra o plantación, que de acuerdo con otros planteamientos (10), se distinguen en cinco períodos de siembra bien diferenciados por distintos elementos del clima, tales como la temperatura, luminosidad, régimen de precipitaciones y otros, de modo que se distinguen la estación seca y la húmeda, siendo diferentes los re-

querimientos varietales para los períodos de siembra, y con especial prioridad, lograr variedades y/o híbridos con alta resistencia a enfermedades y plagas y adaptación a los ambientes específicos.

Es práctica de los investigadores agrícolas cubanos evaluar las variedades en diferentes períodos, con el fin de determinar las variedades con mayor adaptación a estos (43, 44, 45, 46), emplear sombreado natural y/o artificial, con la finalidad de modificar algunos aspectos del fitoclima (47, 48), así como aplicar productos biofertilizantes para elevar los rendimientos (49, 50), entre otros.

En los próximos años deberá coexistir una agricultura hortícola sustentable y de altos insumos, debiendo los mejoradores de tomate trazarse objetivos específicos para suplir las necesidades de ambas. La elección adecuada del tipo de variedad de tomate a sembrar de acuerdo con los sistemas de producción, características del agroecosistema, tecnología de siembra y disponibilidad de insumos, determinará la mayor eficiencia, productividad y ganancia para los productores y una mayor satisfacción de las necesidades del hombre.

La mejora genética ha ido y seguirá marchando acorde a las necesidades del desarrollo agrícola y como se expresa (51): "...en los años sesenta se produjo una gran explosión de la productividad agraria en todas las partes del planeta, a través de lo que se denominó Revolución Verde, en la que se integró la introducción de nuevas variedades mejoradas genéticamente, las nuevas tecnologías y en definitiva las bases científicas de la producción agrícola [...] en la medida que la agronomía participe con la práctica agrícola en el desarrollo sostenible, será más fácil que pueda hacerse frente a los problemas suscitados con el gran desarrollo agrario".

REFERENCIAS

1. Cuba. Ministerio de la Agricultura. Informe final de la campaña de frío de Hortalizas, 1998-1999. MINAGRI, 1999.
2. Gómez, O.; Depestre, T. y Casanova, A. Problemática de algunas hortalizas en el trópico. *Agrotecnia de Cuba*, 1997, vol. 26, no 2.
3. Cuba: Ministerio de la Agricultura. Censo Nacional de variedades. MINAGRI, 1981.
4. Cuba. Ministerio de la Agricultura. Lista oficial de variedades comerciales, No 1. Resolución No 18-85. MINAGRI, 1985.
5. Cuba. Ministerio de la Agricultura. Lista oficial de variedades comerciales No 3, MINAGRI, 1989.
6. Cuba. Ministerio de la Agricultura. MINAGRI. Lista oficial de variedades comerciales. Registro de variedades de tomate, 1997.
7. INIFAT. Catálogo de variedades. 1993. 47 p.
8. IIHLD. Memorias 25 Aniversario. La Habana. 1997. 98 p.
9. Mejoramiento de hortalizas para condiciones tropicales. En: 90 años de la Est. Exp. Agron. de Stgo. de las Vegas. Inst. de Invest. Fd. en Agric. Trop. "Alejandro de Humbolt". La Habana : Editorial Academia, 1994. p. 57-70.
10. Gómez, O. /et al./ Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el Caribe. La Habana, 2000, 159 p.
11. Alvarez, M.; Armas, G. de y Martínez, B. Amalia y Mariela, dos nuevas variedades de tomate para consumo fresco. *Cultivos Tropicales*, 1997, vol. 18, no 1, p. 83.
12. Moya, C. y Castellanos, J. INIFAT-28, nueva variedad de tomate para consumo fresco y adaptación a las condiciones climáticas de cultivo. *Cultivos Tropicales*, 1998, vol. 19, no 3, p. 65.
13. González, M. C. INCA 9-1, nueva variedad de tomate para diferentes épocas de siembra. *Cultivos Tropicales*, 1997, vol. 18, no 1, p. 82.
14. Variedad de tomate para uso industrial tolerante a altas temperaturas. /González, M. C.... /et al./ En: Resúmenes Evento Científico «Producción de cultivos en condiciones tropicales». IIHLD, 1997.
15. La conservación y estudio de los recursos fitogenéticos en los 90 años de la Est. Exp. Agron. de Stgo de las Vegas. /Esquivel, M.... /et al./ En: 90 años de la Est. Exp. Agron. de Stgo. de las Vegas. INIFAT, La Habana : Editorial Academia, 1994. p. 286.
16. Villand, J. /et al./ Genetic variation among tomato accessions from primary and secondary centers of diversity. *Crop Science*, 1998, vol. 38, no 5, p. 1339-1347.
17. Gómez, O. y Laterrot, H. Herencia de la resistencia al virus del encrespamiento amarillo de las hojas de tomate (TYLCV) en *Lycopersicon chilense*. *Agrotecnia de Cuba*, 1997, vol. 27, no. 1, p. 38-42.
18. Chen, F. Q.; Foolad, M. R. A molecular linkage map of tomato based on a cross between *L. esculentum* and *L. pennellii* and its comparison with other molecular maps of tomato. *Genome*, 1999, vol. 42, no. 1, p. 94-103.
19. Origin, diversity and use of tomato germplasm (*L. esculentum*, Mill.) in Cuba. / Shagardovsky, T.; Moya, C./ En: "...y tienen faxones y fabas muy diversos a los nuestros..." Origin, evolution and diversity of Cuban plant genetic resources. Vol.3. Institut fur Genetic und Kulturpflanzenforschung. Gatersleben, 1993.
20. Banerjee, M. K. /et al./ Screening of tomato genotypes against early blight under field conditions. *Annals of Agri. Bio. Research*, 1998, vol. 3, no. 1, p. 109-113.
21. Incorporación del gen *Mi* a variedades cubanas de tomate mediante el marcador *Aps-1*. /Alvarez, M. /et al./ En: Resúmenes XIII Congreso del INCA (13:2002:La Habana), 2002.
22. Bernacchi, D. /et al./ Advanced back-cross QTL analysis in tomato. I. Identification of QTLs for traits of agronomic importance from *Lycopersicon hirsutum*. *Theoretical and Applied Genetics*, 1998, vol. 97, no. 3, p. 381-397.
23. Hartman, J. B.; St Clair, D. A. Variation for insect resistance and horticultural traits in tomato inbred backcross populations derived from *L. pennellii*. *Crop Science*, 1998, vol. 38, no. 6, p. 1501-1508.

24. Goncalves, M. I. F. /et al./ Variation of 2-tridecanone level in tomato plant leaflets and resistance to two mite (*Tetranychus* sp.). *Euphytica*, 1998, vol. 104, no. 1, p. 33-38.
25. Camejo, D. y Torres, W. La salinidad y su efecto en los estadios iniciales del desarrollo de dos cultivares de tomate (*L. esculentum*, Mill.). *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, p. 23-26.
26. Morales, D. /et al./ Relaciones hídricas en dos especies de tomate sometidas a estrés salino. *Cultivos Tropicales*, 1997, vol. 18, p. 36-39.
27. Rodríguez, P. /et al./ Effects of salinity on growth, shoot water relations and root conductivity in tomato plants. *J. Agric. Sci.*, 1997, vol. 128, p. 439-444.
28. Dell'Amico, J. /et al./ Efecto de la deficiencia de oxígeno en las raíces sobre las relaciones hídricas y el desarrollo de cuatro variedades de tomate. *Cultivos Tropicales*, 1999, vol. 20, p. 31-35.
29. Sam, O. /et al./ Water stress induced changes in anatomy of tomato, leaf epidermis. *Biología Plantarum*, 2000, vol. 43, p. 275-277.
30. Sam, O. /et al./ Effect of a brassinosteroid analogue and high temperature stress on leaf ultrastructure of *Lycopersicon esculentum*. *Biología Plantarum*, 2001, vol. 44.
31. Actividad fotoquímica de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) bajo condiciones de estrés por altas temperaturas. En: Resúmenes Seminario Científico del INCA (10:1996:La Habana), 1996.
32. Florido, M. /et al./ Establecimiento de un método eficiente para evaluar la tolerancia al calor en tomate (*L. esculentum*, Mill.). *Cultivos Tropicales*, 1999, vol. 20, no. 2, p. 69-73.
33. Foolad, M. R.; Chen, F. Q. y Lin, G. Y. RFLP mapping of QTLs conferring salt tolerance during germination in an interespecific cross of tomate. *Theor. Appl. Gen.*, 1998, vol. 97, no. 7, p. 1133-1144.
34. Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC). Annual Report, 1997, p. 68.
35. FAO. Desarrollo de sistemas agrícolas. Roma, 1999. 256 p.
36. Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC). Annual Report, 1998
37. Ríos, H. /et al./ La selección de variedades para las condiciones de bajos insumos. Experiencias y retos. *Cultivos Tropicales*, 1997, vol. 18, no. 3, p. 66-71.
38. Cleveland, D. A.; Soleri, D. y Smith, S. E. A biological framework for understanding farmers' plant breeding. *Economic Botany*, 2000, vol. 54, no. 3, p. 377-394.
39. Soleri, D.; Smith, S. E. y Cleveland, D. A. Evaluating the potential for farmer and plant breeder collaboration: A case study of farmer maize selection in Oaxaca, México. *Euphytica*, 2000, vol. 116, p. 41-57.
40. Moya, C.; Alvarez, M. y Caballero, A. Evaluación de nuevas líneas de tomate (*L. esculentum*, Mill.) considerando los criterios de los productores en la metodología utilizada. *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no 3, p. 75-79.
41. Solís, A. /et al./ Caracterización de germoplasma de tomate (*L. esculentum*, Mill.) con vistas a la implementación de un programa de fitomejoramiento participativo. *Cultivos Tropicales*, 2001, vol. 22, no 2, p. 33-37.
42. Moya, C. y Varela, M. Los sistemas de policultivos, una alternativa sostenible para pequeñas unidades de producción. *Cultivos Tropicales*, 1998, vol. 19, no. 1, p. 56-60.
43. Domini, M. E. y Moya, C. Variedades de tomate (*L. esculentum*, Mill.) para las siembras tempranas en Cuba. Utilización del método de componentes principales. *Cultivos Tropicales*, 1996, vol. 17, no. 3, p. 60-62.
44. Selección de nuevas variedades de hortalizas con adaptación a estrés biótico y abiótico para ser utilizadas en condiciones de sostenibilidad en Cuba. /Moya, C.../et al./ En: Resúmenes Reunión de la Sociedad Interamericana de Horticultura Tropical. Venezuela (54:1998:La Habana), 1998.
45. Moya, C. /et al./ Evaluación de nuevos cultivares de tomate (*L. esculentum*, Mill.) en los periodos temprano y óptimo de siembra en el occidente de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2001, vol. 22, no. 3, p. 67-72.
46. Morales, C. /et al./ Caracterización de un grupo de cultivares de tomate (*L. esculentum*, Mill.) para consumo fresco. *Cultivos Tropicales*, 1997, vol. 18, no. 1, p. 66-70.
47. Pino, M. de los A. y Terry, E. Modificación de algunos aspectos del fitoclima con la utilización de sombras natural y artificial. *Cultivos Tropicales*, 1997, vol. 18, no. 1, p. 55-57.
48. Pino, M. de los A. /et al./ Respuesta de las plantas a la modificación de algunas variables del microclima en un sistema protegido con sombra natural. *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 2, p. 33-36.
49. Terry, E.; Pino, M. de los A. y Medina, N. Efectividad agronómica de AZOFERT y ECOMIC en el cultivo del tomate (*L. esculentum*, Mill.). *Cultivos Tropicales*, 1998, vol. 19, no. 3, p. 33-37.
50. Terry, E.; Pino, M. de los A. y Medina, N. Application times of an *Azospirillum* bioproduct in tomato growth, development and yield. *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 4, p. 5-8.
51. Maroto, J. V. Historia de la Agronomía. Madrid : Editorial Mundi-Prensa, 1998, 371 p.

Recibido: 17 de junio del 2002

Aceptado: 20 de febrero del 2003