

EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE NUEVAS LÍNEAS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) CON ALTOS RENDIMIENTOS Y FRUTOS DE ALTA CALIDAD

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

ABSTRACT. This research work was conducted at the National Institute of Agricultural Sciences (INCA), aimed at selecting and evaluating the new tomato lines and varieties of indeterminate growth, obtained in the tomato breeding program at INCA recently introduced in the country, as they can reach high yields and good fruits in the new tomato technologies employed for commercial production. This experiment was developed within 1999-2000 and 2002-2003 winter seasons. 14 F_1 hybrids were evaluated to obtain F_2 generation and select the best plants by picking one fruit from each, until F_5 generation, and comparing six of them with the commercial hybrid FA-180 and Floradel, Saint Pierre and Virginia cv. The substrate was a mixture of Red Ferralitic soil and organic matter (2:1). Morphological and phenological evaluations as well as yield determinations were made. A randomized complete design was used, putting 10 plants per variety at 70 cm between rows and 25 cm between plants. The lines 25, 31, 26, 24 and Virginia cv. were selected for high-scale tests and to be used as parents in future breeding programs.

RESUMEN. El presente trabajo se llevó a cabo en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), con el objetivo de seleccionar y evaluar nuevas líneas y variedades de tomate de crecimiento indeterminado, obtenidas en el programa de mejora del instituto e introducidas recientemente en el país, las cuales fueran capaces de aportar altos rendimientos y frutos de alta calidad, en las nuevas tecnologías de cultivo utilizadas en la producción comercial. El trabajo se desarrolló durante el período comprendido entre las campañas de invierno 1999-2000 y 2002-2003, durante el cual se evaluaron 14 combinaciones F_1 . Se obtuvo la generación F_2 y se procedió en cada una de ellas a la selección de las plantas que cumplían con los criterios de selección establecidos, utilizándose un fruto de cada planta, procedimiento que se continuó hasta la generación F_5 , con la comparación de seis de ellas con el híbrido comercial FA-180 y las variedades Floradel, Saint Pierre y Virginia. El sustrato utilizado se conformó con una mezcla de suelo Ferralítico Rojo y materia orgánica en proporción de 2:1. Se realizaron evaluaciones morfológicas y fenológicas así como determinaciones de rendimiento y sus principales componentes. El diseño experimental utilizado fue un completamente aleatorizado, sembrándose 10 plantas por variedad a una distancia de siembra de 70 cm entre hileras y 25 cm entre plantas. Los resultados experimentales resultantes permiten recomendar las líneas 25, 31, 26 y 24, y la nueva variedad Virginia para pruebas a mayor escala y por su empleo como progenitores en futuros programas de mejora.

Key words: tomatoes, *Lycopersicon esculentum*, selection, plant breeding, yield

Palabras clave: tomate, *Lycopersicon esculentum*, selección, fitomejoramiento, rendimiento

INTRODUCCIÓN

En Cuba, el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) constituye uno de los cultivos de mayor importancia por su extensión, demanda y formas de consumo. Se produce en casi todas las regiones y suelos, incluidos algunos afectados por salinidad en las zonas orientales del país (1).

En los últimos años con el desarrollo del turismo, la demanda de hortalizas y, fundamentalmente, la de tomate ha aumentado en el mercado de frontera, exigiendo una mejor calidad de los frutos, contenido de nutrientes, presencia y características de larga vida en almacenamiento, lo que ha motivado la introducción de híbridos F_1 para cultivo protegido, con el consiguiente incremento de los costos de producción (2).

Dr.C. C. Moya y Dra.C. Marta Álvarez, Investigadores Titulares; Ms.C. Dagmara Plana y Ms.C. Marilyn Florido, Investigadoras Agregadas del Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana; C. J. B. Lawrence, Diplomante de la Universidad Agraria de La Habana, Cuba.

Los programas de mejoramiento activos en estos momentos tienen, entre sus objetivos, seleccionar variedades e híbridos capaces de competir en calidad y presencia de los frutos con los híbridos importados (3).

✉ moya@inca.edu.cu

Es por ello que este trabajo tuvo como objetivo seleccionar nuevas líneas y variedades, con alto valor agronómico y comercial, incluida la buena presencia y calidad de los frutos, capaces de competir en productividad y eficiencia en instalaciones de cultivo de alta tecnología.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las siembras se realizaron en el período óptimo para el cultivo, en el organopónico experimental del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), construido con canaletas de asbesto cemento, equipado con un sistema de riego *Microjet* y tapado con malla Sarán, en las campañas de invierno 1999-2000 y 2002-2003. El sustrato utilizado se preparó con una mezcla de suelo Ferralítico Rojo y materia orgánica en proporción de 2:1; las atenciones culturales se realizaron según el Instructivo técnico para organopónico (4).

El trabajo se inició con la evaluación de 14 nuevas combinaciones híbridas, obtenidas a partir de cruces entre variedades y líneas portadoras de genes asociados a características favorables para el productor. En la generación F_2 se seleccionaron las mejores plantas de cada cruce, priorizando aquellas de crecimiento indeterminado o semi-determinado con frutos más grandes y características atractivas al consumidor.

El trabajo se continuó con el cambio de generaciones de las líneas, tomando un fruto por cada planta, seleccionándose las mejores para ser incluidas en la evaluación final; a ellas se sumaron las líneas parentales 24, 25 y 26, y las variedades Virginia, Saint Pierre, Floradel y el híbrido FA-180, estos últimos como testigos.

El diseño experimental utilizado en las dos etapas fue un completamente aleatorizado; se sembraron diez plantas por variedad, la distancia de siembra fue de 70 cm entre hileras y 25 cm entre plantas.

Los caracteres cuantitativos evaluados en ambos experimentos fueron:

- rendimiento (kg) (PP)
- número de frutos por planta (FP)
- peso promedio del fruto (g) (PF)
- altura del fruto (cm) (AF)
- diámetro del fruto (cm) (DF)
- número de lóbulos (NL)
- número de racimos en el tallo principal (NRP)
- número de frutos en el segundo racimo (NF2R)

También se tuvieron en cuenta en la evaluación de las generaciones F_1 , las características fenológicas siguientes:

- ♦ días de la siembra a la primera cosecha
- ♦ días de la primera a la última cosecha
- ♦ días de la siembra a la fructificación
- ♦ días de la siembra a la maduración.

Para la selección de los caracteres de mayor interés para la selección y conocer cómo se agrupaban los genotipos en cada una de las etapas, se utilizaron los

resultados de los Análisis de Componentes Principales, realizados sobre la base de la matriz de correlaciones. Para decidir los mejores genotipos, se utilizaron también los Análisis de Varianza de Clasificación Simple acompañados de las pruebas de Duncan correspondientes y la prueba de Kolmogorov-Smirnov $p < 0.05$, para medir la normalidad de los datos, contenidos en el paquete estadístico STATITCF (Versión 6.0 de 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de híbridos F_1 . La matriz de valores y vectores propios resultante de los Análisis de Componentes Principales, con la información obtenida de los híbridos F_1 , muestra que las dos primeras componentes explicaron el 76,08 % de la variabilidad total, correspondiendo al componente C_1 el 54.69 % del total (Tabla I); los caracteres de este componente que más influyeron en la variabilidad total fueron los relacionados con las fases fenológicas, el número de frutos por planta y el peso, la altura y el diámetro del fruto. De ellos presentaron valores negativos, los días de la primera a la última cosecha y el número de frutos por planta, lo que nos indica que las familias que sobresalen en estos dos últimos caracteres se agruparan hacia la izquierda del eje X (Figura 1); estos resultados coinciden en general con otros autores que han trabajado componentes principales en tomate (5).

Tabla I. Valores y vectores propios y porcentaje de contribución de las variables en los componentes C_1 y C_2 . Campaña 1999-2000

	C1	C2
Valores propios	5.5638	2.5660
Contribución a la variación	54.69	21.38
Porcentaje acumulado	54.69	76.08
Vectores propios		
Días de la siembra a la primera cosecha	0.8698	-0.0137
Días de la 1ra. cosecha a la última cosecha	-0.8698	0.0137
Días de la siembra a la fructificación	0.7966	-0.2502
Días de la siembra a la maduración	0.8974	0.0681
Rendimiento (kg)	-0.5670	0.7336
Número de frutos por planta	-0.8470	0.2944
Peso promedio del fruto (g)	0.9486	0.0946
Altura del fruto (cm)	0.8641	0.2915
Diámetro del fruto (cm)	0.8659	0.4018
Numero de lóbulos	-0.2270	0.7205
Número de racimos en el tallo principal	-0.2520	-0.7332
Número de frutos en el 2 ^{do} . racimo	-0.2488	-0.7499
Expl. Var.	6.5625	2.5672
Prp. Total	0.5468	0.2139

En el componente C_2 los vectores rendimiento, número de lóbulos, número de racimos en el tallo principal y número de frutos en el segundo racimo fueron los que más influyeron en la variabilidad total; los dos últimos presentaron signo negativo, lo que indica que las familias que sobresalieron en ellos, se agruparán hacia la parte inferior del eje Y.

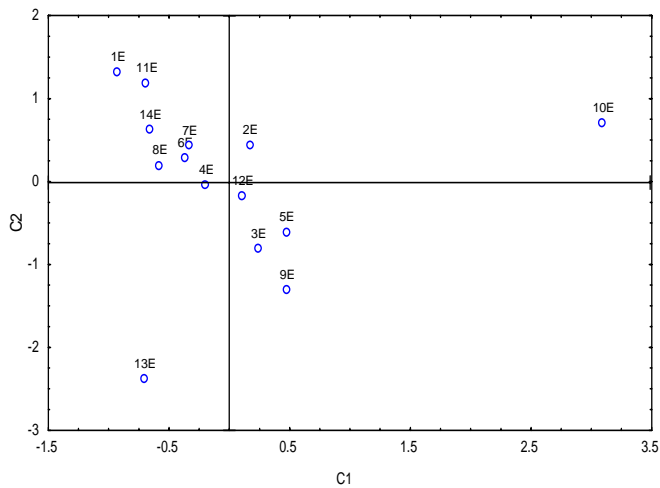


Figura 1. Agrupamiento de las familias híbridas en el plano determinado por las dos componentes principales (C_1 y C_2). Campaña 1999-2000

En la Figura 1 se puede observar que la línea 10E de menor rendimiento pero de frutos grandes se sitúa aislada en el cuadrante I y la línea 13E también de poco rendimiento pero de frutos muy pequeños se coloca en el cuadrante III; hacia el centro del gráfico se agrupan el resto de las familias híbridas. En el extremo izquierdo de dicho grupo se observan las familias 1E y 11E, que alcanzaron los rendimientos más altos y mayor número de frutos por planta, mientras que en el extremo opuesto se colocan las familias 3E, 5E y 9E, que se caracterizaron por los bajos rendimientos, gran número de racimos en el tallo principal y número de frutos en el segundo racimo; en el centro quedarían el resto de las líneas, las cuales con excepción de las líneas 7E y 12E, no difieren en rendimiento de la 1E, por lo que podría considerarse el grupo más apropiado para continuar el trabajo de selección. Los resultados de la segunda etapa con-

firman lo pronosticado, pues con excepción de la familia 3E, las demás tuvieron buenas descendencias.

Los resultados expuestos en la Tabla II muestran que en relación con el rendimiento todas las líneas, exceptuando la 13E, alcanzaron valores superiores a un kilogramo por planta, alcanzando la 1E el mayor valor con 2 kg.

El Análisis de Varianza de este primer experimento muestra que siete de las líneas no expresaron diferencias significativas en rendimiento. La de mayor peso promedio de los frutos fue la línea 10E con 122 g como promedio pero con muy bajo rendimiento; es necesario aclarar que el peso de los frutos en general fue bajo, debido a la influencia de los parentales silvestres incluidos en el programa de cruzamiento (5); se observó coincidencia entre las líneas con mejores rendimientos y las de mayor número de frutos por planta, caracteres muy correlacionados entre sí. Fueron interesantes los resultados de la línea 11E, la cual presentó frutos de pequeño tamaño y un alto número de lóculos/fruto, caracteres que generalmente correlacionan negativamente.

Evaluación de las líneas F_5 . En la Tabla III se observa la matriz de valores y vectores propios del Análisis de Componentes Principales. Los dos primeros componentes acumularon el 76.95 % de la variabilidad total, correspondiendo al componente C_1 el 58.53 %. Los caracteres que más influyeron en la variabilidad total fueron: peso de los frutos, número de frutos por planta, altura de los frutos, diámetro de los frutos y número de frutos en el segundo racimo, en el componente C_1 . Estos resultados coinciden con otros obtenidos en la altura y el diámetro de los frutos (6). Por otra parte, los autovectores de mayores contribuciones en este componente (7) fueron el número de frutos por planta, la masa promedio y el diámetro del fruto. En el componente C_2 , el autovector número de frutos en el tallo principal fue el que más influyó en la variabilidad total.

Tabla II. Evaluación del rendimiento y sus componentes en la campaña 1999-2000. Resultados del ANOVA y la prueba de rangos múltiples de Duncan

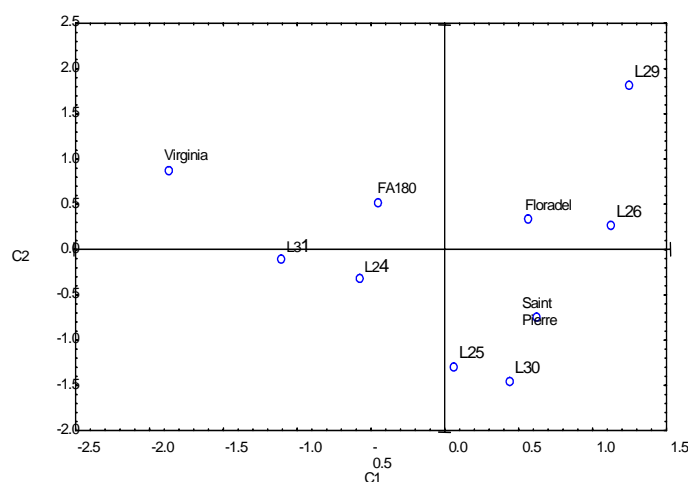
No.	Origen	PP (kilogramo)	FP	PF (g)	AF (cm)	DF (cm)	NL	NRP.	NF2R
1 E	C-28 x F ₁ 25-3 x LA- 1969	2.14a	83ab	16cd	2.84cd	3.38c	2.9b	3.6b	5.0b
11 E	C-28 x L-26 x LA-1401	1.94ab	89a	22cd	2.94c	3.44c	5.8a	4.4b	6.6b
2 E	NC-NBR-2 x LA-1401	1.76abc	80ab	24cd	3.18c	3.53c	3.0b	4.6b	5.4b
14 E	L-24 x A-1-1 x LA 1401	1.62abcd	85a	19cd	3.06c	3.52c	3.0b	4.0b	5.4b
4 E	I-33 x Desc. x LA 1969	1.62abcd	53abcd	30bcd	3.4bc	3.99b	3.2b	9.4a	4.8b
8 E	C-28 x B-2-1 x LA 1401	1.60abcde	88a	18cd	2.88cd	3.49c	3.3b	3.6b	6.6b
6 E	INIFAT-28 x LA 1401	1.56abcdef	80ab	19cd	2.93c	3.47c	2.9b	4.4b	5.6b
7 E	INIFAT-28x NC-NBR-2 x LA1969	1.40bcdef	75abcd	18cd	3.01c	3.55c	3.2b	3.8b	5.0b
12 E	L-24 x A-1-1 x LA 1969	1.36bcdef	38cde	54b	3.34bc	3.68c	3.3b	5.4b	5.6b
5 E	I-33 x Desc. x LA 1401	1.24cdef	42bcde	29cd	3.4bc	4.08b	3.3b	8.0a	5.6b
9 E	Virginia Desc. x LA 1969	1.16cdef	50abcd	42bc	2.61cd	2.86d	2.1c	7.4a	6.8b
3 E	NC-NBR-2x MM x A 32-1 x LA-1401	1.07def	37de	34bcd	4.2b	3.54c	2.2c	5.2b	7.2b
10 E	NC-NBR-2 (fch) x LA1969	1.00ef	8e	122a	5.75a	7.09a	2.9b	1.6c	4.8b
13 E	Virginia x Desc. x LA1401	0.98f	78abc	13d	2.04d	2.25e	2.0c	8.6a	9.8a
	SE	0.18	12.6	7.96	0.28	0.10	0.15	0.65	0.84
	CV	28%	44.5%	54%	26.9%	8.7%	15.1%	27.5%	31.3%

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes (Duncan $p < 0.05$ %)

Tabla III. Valores y vectores propios y porcentaje de contribución de las variables en los componentes C_1 y C_2 . Campaña 2002-2003

	C_1	C_2
Valores propios	4.682620	1.473589
Contribución a la variación	58.53274	18.41986
Porcentaje acumulado	58.53274	76.95261
Vectores propios		
Peso por planta	-.607969	.048373
Peso por fruto	.926871	.092006
No. fruto por planta	-.934500	.097362
Altura del fruto	.869008	-.253136
Diámetro del fruto	.865812	.234182
Número de lóculos	.693264	.617555
No. racimos en el tallo principal	-.211751	.934229
No. fruto segundo racimo	-.741635	.283828
Expl. Var.	4.682290	1.473919
Prp. total	.585286	.184240

En la Figura 2, se observa que las variables peso por fruto, altura y diámetro del fruto presentaron valores positivos, correspondiendo los mayores a las variedades ubicadas a la derecha del eje x; el número de frutos por planta presentó valores con signo negativo, tendiendo a posiciones hacia la izquierda de dicho eje.

**Figura 2. Agrupamiento de las variedades en el plano determinado por las dos componentes principales (C_1 y C_2). Campaña 2002-2003**

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se puede apreciar en la propia figura las distribuciones de las variedades en cuatro grupos: en el cuadrante I se encuentran las líneas 26, 29 y la variedad Floradel, las cuales se caracterizaron por sus frutos grandes y gran número de frutos en el tallo principal; en los cuadrantes II y III, hacia el centro del gráfico, observamos las líneas 24, 31 y el híbrido comercial FA-180, integrando un grupo caracterizado por sus frutos medianos, alto número de frutos en el tallo principal y buenos rendimientos; en el cuadrante II más hacia la izquierda, se ubica la variedad Virginia, la cual presenta mayor número de frutos por planta y en el segundo racimo, también una mayor cantidad de racimos en el tallo principal. Por último en el cuadrante IV, se agrupan la variedad Saint Pierre y las líneas 25 y 30, caracterizadas por poseer frutos medianos, altos y en menor número de frutos en el tallo principal.

En la Tabla IV se muestran los resultados del Análisis de Varianza y la prueba de Rangos Múltiples de Duncan; la línea 26 superó los 140 g por fruto, por lo que puede ser considerada una línea de frutos grandes (8), superior al híbrido FA-180; la línea 29 que no presentó diferencia significativa con ella, ocupó el segundo lugar; merecen ser destacadas también las líneas 25 y 30, que tampoco difirieron del FA-180 y las variedades Saint Pierre y Floradel en este carácter, lo que las define como materiales de gran interés de acuerdo con los objetivos trazados en el trabajo, más si se tiene en cuenta que las líneas 25 y 26 y la variedad Virginia no difirieron en rendimiento con los testigos FA-180 y Saint Pierre.

La variedad Virginia fue la que obtuvo mayor número de frutos por planta, superando de forma significativa al resto de los materiales evaluados, lo que unido a sus buenos rendimientos, el adecuado tamaño de sus frutos, su presencia y calidad, la hacen apropiada para su empleo en mejores condiciones de cultivo. Resultados similares fueron obtenidos anteriormente (2).

De menor peso por fruto fueron la línea 31 y la variedad Virginia, como resultado de lo cual produjeron mayor cantidad de frutos por planta (9). Todos los cultivares presentaron cuatro o más lóculos por fruto, lo que le da más presencia en la mesa y los hace más aptos para consumo fresco (10).

Tabla IV. Evaluación del rendimiento y sus componentes en la campaña 2002-2003. Resultados del ANOVA y la prueba de Duncan correspondiente

Variedad	Origen	PP (kg)	PF (g)	FP	AF (cm)	DF (cm)	NRP	NL
Fa-180	Híbrido comercial	1.01 a	109.10 bc	9.40 bc	5.37 ab	6.57 ab	7.20 a	4
Virginia	Línea estabilizada	0.9 ab	71.30 d	12.90 a	4.63 c	5.54 de	7.60 a	4
L25	Pera x 24 x A-1-1	0.91ab	112.80 bc	7.90 bcd	5.72 a	6.11 bcde	5.00 b	4
L31	4E	0.80abc	80.20 d	10.10 b	4.81 bc	5.47 e	6.80 a	4
L26	Pera x 24 x A-1-1	0.73abc	148.00 a	5.00 de	5.62 a	6.71 ab	6.90 a	5
L24	Pera x 24 x A-1-1	0.71abc	103.40 c	7.30 bcde	4.86 bc	5.78 cde	6.00 ab	4
St.Piere	Variedad comercial	0.70abc	111.60 bc	6.50 cde	5.65 a	6.58 ab	5.00 b	5
L29	2E	0.63bc	132.30 ab	4.70 e	5.71 a	6.97 a	7.60 a	>7
L30	3E	0.57c	110.00 bc	5.10 de	5.74 a	6.29 abc	4.50 b	4
Floradel	Variedad comercial	0.52c	115.30 bc	4.40 e	5.31 ab	6.21 bc	7.00 a	5
SE		0.01	7.42	0.97	0.17	0.23	0.52	
CV		42.00%	21.44%	41.95%	10.07%	11.59%	26.07%	

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes (Duncan $p < 0.05$ %)

Los resultados obtenidos en el trabajo permiten recomendar las líneas 25, 31, 26 y 24 para pruebas a mayor escala, en instalaciones con tecnologías de cultivo que exijan variedades de alto rendimiento y frutos de tamaño mediano a grande.

Las líneas 26 y 29 deben tenerse en cuenta en programas de mejora genética para frutos grandes, ya que ambas se destacan también en caracteres relacionados con la presencia de los frutos, la altura, el diámetro y el número de lóculos.

La nueva variedad Virginia demostró poseer características apropiadas, para su empleo en instalaciones de organopónicos e iniciar su evaluación en condiciones de cultivo protegido. También se recomienda para su empleo como progenitor en futuros programas de mejora.

REFERENCIAS

1. Gonzalez, L. M.; Ramírez, M.; Ramírez, R. y López, R. Variabilidad intervarietal del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) durante la germinación y el crecimiento de las plántulas. *Cultivos Tropicales*, 1999, vol. 20, no.1, p. 47-50.
2. Moya, C.; Álvarez, M.; Domini M. E. y Arzuaga, J. Mara, nueva variedad de tomate de mesa. *Cultivos Tropicales*, 2004, vol. 25, no. 2, p. 69.
3. Álvarez, M.; Moya, C.; Florido, M. y Plana, D. Resultados de la mejora genética del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) y su incidencia en la producción hortícola de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, no. 2, p. 63-70.
4. Cuba. Minagri. Instructivo técnico para organopónicos y huertos intensivos. La Habana, 1998. 74 p.
5. Depestre, J. y Gómez, O. Mejoramiento de plantas, tomate y chile pimienta. La Habana : Instituto de Investigaciones Horticolas 'Liliana Dimitrova', 1999. s/p.
6. Florido, M.; Álvarez, M.; Lara, R. M. y Plana, D. Caracterización morfo-agronómica y bioquímica de 20 accesiones de tomate (*Lycopersicon* spp). *Cultivos Tropicales*, 2002, vol. 23, no. 4, p. 61-69.
7. Oliva, A. Evaluación morfoagronómica de 10 variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) plantadas en el período temprano de siembra. [Trabajo de Diploma] ISAAC, 1998. 105 h.
8. IBPGRI. Descriptores para el tomate *Lycopersicon* spp. Roma, 1996. 44 p.
9. Peneyambeko, E. Caracterización de un grupo de cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* , Mill) destinado al consumo fresco. [Trabajo de Diploma]; ISCAH, 1995. 41 p.
10. Moya, C.; Oliva, A.; Álvarez, M.; Morales, C.; Florido, M. y Plana, D. Evaluación de nuevos cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en los períodos temprano y óptimo de siembra. *Cultivos Tropicales*, 2001, vol. 22, no. 2, p. 37-43.

Recibido: 15 de julio de 2004

Aceptado: 22 de abril de 2005

Cursos de Verano

Precio: 320 CUC

Uso de técnicas biotecnológicas y nucleares en el mejoramiento genético para la tolerancia al estrés abiótico

Coordinador: Dra.C. María C. González Cepero

Fecha: julio

Duración: 40 horas

SOLICITAR INFORMACIÓN

Dr.C. Walfredo Torres de la Noval
Dirección de Educación, Servicios Informativos
y Relaciones Públicas
Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)
Gaveta Postal 1, San José de las Lajas,
La Habana, Cuba. CP 32700
Telef: (53) (64) 86-3773
Fax: (53) (64) 86-3867
E.mail: posgrado@inca.edu.cu