

“Híbridos F₁ de tomate: Búsqueda de combinaciones favorables y obtención de variedades”

Maribel González-Chávez, Nuria Díaz, Yanisbell Sánchez, Juan A. Soto, Dalila de Armas, Gloria Acuña y Caridad Marrero.

INIFAT- MINAG

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) constituye a nivel mundial más del 30% de la producción hortícola, con una superficie de siembra de 3.9 millones de hectáreas, una producción superior a los 107 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 27 t/ha. (FAO, 2002).

El mejoramiento de cultivares híbridos tiene considerables ventajas, partiendo de que se obtienen en un corto período de tiempo resultados sobresalientes si se compara con los métodos tradicionales de mejora; además es un camino más seguro y preciso ya que permite combinar caracteres favorables de ambos padres. Por esta razón se hace necesario el estudio de las posibilidades de su producción en Cuba, así como obtener diferentes metodologías de producción de las semillas, a fin de lograr una rápida y económica producción de híbridos con buenas características agronómicas y de mercado.

Por otra parte, mundialmente cada día aumenta más la producción de semillas híbridas y las casas comercializadoras de semillas centran su producción en los híbridos por sus ventajas y altos precios. Así también el productor las prefiere por la garantía que ofrecen de obtener altos rendimientos y otros caracteres agronómicos favorables (Díaz, 1986).

El desarrollo de la agricultura cubana y su relación en el contexto mundial, precisa el uso de híbridos F₁ por las posibilidades que ofrecen de acumular genes dominantes para la resistencia a diversas enfermedades y la conservación del fruto, además de permitir la protección varietal (Díaz, *et al*, 1999)

La producción de variedades híbridas de tomate obtenidas y adaptadas a las condiciones tropicales, constituye un problema estratégico, ya que actualmente el país desarrolla instalaciones de cultivos protegidos con alta tecnología, que requieren

de variedades con un alto potencial de rendimiento que justifiquen la inversión realizada (Díaz *et al*, 1998). En el desarrollo de este cultivo hasta el año 2010, se prevé cubrir progresivamente el 60% de las áreas de producción bajo cultivo protegido, con semillas híbridas cubanas (MINAG, 1999).

Contar con una tecnología de producción de semillas y con híbridos sobresalientes que en alguna medida resulten competitivos, nos libera de la total dependencia del poderoso monopolio internacional de las casas comercializadoras de semillas.

En el período comprendido de 1999 al 2003 se desarrolló en áreas del INIFAT un proyecto de investigación que comprendió la obtención de híbridos cubanos de tomate adaptados a las condiciones tropicales, la búsqueda de nuevas combinaciones híbridas que permitan extender el período de producción manteniendo la calidad de los frutos; y la producción de semillas de las nuevas combinaciones. En el presente trabajo se exponen los principales resultados obtenidos en este proyecto.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Producción de semillas de variedades híbridas de tomate.

Teniendo en cuenta la importancia de contar con semillas de los híbridos cubanos que al inicio del proyecto habían demostrado buen comportamiento en las evaluaciones y generalizaciones efectuadas en diferentes regiones del país, se abordó la producción masiva de semillas de los híbridos CESAR F₁ y GAVIOTA F₁ para su distribución a las instalaciones de cultivo protegido y organopónicos o huertos intensivos con condiciones para atender debidamente las siembras, así como pequeñas cantidades de los híbridos DAMA F₁ y MITO F₁ que también se encontraban en fase de prueba. Posteriormente se comenzó a producir semillas de los híbridos: CIMA F₁, NUR I y NUR II, ya que por sus características demostraron buena adaptación a las condiciones de primavera-verano.

La producción de semillas se desarrolló en condiciones de túnel durante la época óptima de siembra para el cultivo del tomate, utilizando las técnicas manuales de emasculación y polinización con marcaje de flores y frutos para su identificación.

Con la experiencia adquirida se confeccionó un “Manual práctico para la producción de semilla híbrida de tomate en Cuba” para productores y técnicos.

2.2 Obtención de nuevas combinaciones híbridas que permitan extender el período de producción manteniendo la calidad de los frutos.

➤ Evaluación de 20 combinaciones híbridas.

Utilizando las técnicas manuales de hibridación, se realizaron 40 combinaciones de cruzamientos con 19 progenitores seleccionados por sus características agronómicas en condiciones de túnel modelo H-9 en las áreas del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT).

Como resultado de estos cruzamientos se evaluaron 20 nuevas combinaciones híbridas en condiciones de túnel protegido con malla plástica antiáfido. Las plantas se sembraron sobre suelo Ferralítico Rojo típico (MINAG, 1995) a una distancia de 50 cm, evaluando entre 8 y 15 plantas por cada combinación en dependencia de las disponibilidades de semillas.

Se incluyeron además los híbridos CESAR F₁, GAVIOTA F₁ y DAMA F₁, utilizados como testigos. Durante el desarrollo del cultivo se mantuvo un estricto control fitosanitario, así como que se realizaron las aplicaciones foliares de fertilizantes según lo demandó el cultivo. Se evaluaron los caracteres: número de frutos por planta (NFP), peso total por parcela en gramos (PTP), peso promedio del fruto en gramos (PPF), diámetro (DF) y altura (AF) del fruto en cm.

Con la finalidad de estudiar la variabilidad general del experimento, así como los índices que son responsables de la misma, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) sobre la base de la matriz de correlaciones fenotípicas (datos estandarizados), utilizando el programa STAT-ITCF versión 4.0.

➤ Evaluación de 10 nuevas combinaciones híbridas de tomate.

Para darle continuidad al desarrollo del programa de producción de híbridos, a pesar de haber concluido la etapa del proyecto, realizamos la evaluación de 10 nuevas combinaciones híbridas obtenidas del cruzamiento con progenitores seleccionados

por sus características favorables, específicamente de resistencia a geminivirus y larga conservación del fruto.

Las combinaciones híbridas se sembraron en las mismas condiciones y se utilizó el mismo procedimiento descrito en el acápite anterior.

2.3 Producción de semillas de nuevas combinaciones híbridas.

Se produjeron pequeñas cantidades de semillas de un total de 13 combinaciones híbridas obtenidas durante el desarrollo del Proyecto. Estas producciones de semillas se realizaron en áreas del INIFAT siguiendo el procedimiento descrito anteriormente.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Producción de semillas de variedades híbridas de tomate.

En la Tabla 1 aparece reflejada la cantidad de semillas obtenidas por cada uno de los híbridos cubanos de tomate. Como se puede apreciar se produjo un total de 577 500 semillas, la cual tuvo buena calidad y vigor.

TABLA 1: Semilla híbrida producida durante el Proyecto.

HÍBRIDO	Número de semillas	Peso en gramos
CESAR F ₁	171 000	570
GAVIOTA F ₁	70 500	235
DAMA F ₁	6 000	20
MITO F ₁	22 500	75
CIMA F ₁	22 500	75
NUR I	127 500	425
NUR II	157 500	525
TOTAL	577 500	2 025

De estas semillas producidas, se entregaron a la Dirección Nacional del MINAGRI un total de 241 000 semillas para su distribución dentro del sistema de producción del cultivo en las localidades y con los productores de cultivo protegido pertinentes y a Hortifar para continuar la validación.

Con la elaboración del Manual práctico para la producción de semilla híbrida de tomate en Cuba (Protegido en CENDA), ponemos a disposición de técnicos y productores los principales aspectos a tener en cuenta en el manejo del cultivo y la selección de los progenitores, así como detalles de las características florales del cultivo. Se ofrece además, una explicación detallada y muestra de fotos de los pasos a seguir en la realización de los cruzamientos: emasculación y castrado de flores, polinización, recolección de flores y frutos y procesamiento de las semillas. Se realizan algunas consideraciones generales para la producción masiva de semilla híbrida de tomate

3.2 Obtención de nuevas combinaciones híbridas que permitan extender el período de producción manteniendo la calidad de los frutos.

➤ Evaluación de 20 combinaciones híbridas.

El ACP (Tabla 2) indica que la mayor parte de la variabilidad en el rendimiento y sus componentes, se concentra en las tres primeras componentes. En la componente uno los caracteres del fruto (peso promedio, diámetro y altura) definieron el 55.8% de la variabilidad total, mientras que en las componentes 2 y 3 los caracteres número de frutos por planta y peso total por parcela presentaron una alta contribución a la variabilidad, alcanzando un 92.2% del total.

En la Fig. 1 se aprecia en el plano gráfico C_1 - C_2 que los híbridos F_1 evaluados se separan sobre el eje horizontal (C_1) según los valores del peso promedio, diámetro, y altura del fruto y a lo largo del eje vertical C_2 según los valores del peso total por parcela y número de frutos por planta, formándose dos grupos con los híbridos más sobresalientes.

Tabla 2. Matriz de valores y vectores propios.

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Varianza	2.79	1.34	0.47
% de contribución	55.8	26.9	9.5
% Acumulado	55.8	82.7	92.2
Var. Originales		Vectores Propios	
NFP	-0.3559	<u>0.5538</u>	<u>0.6651</u>
PTP	0.0493	<u>0.7830</u>	<u>-0.5782</u>
PPF	<u>0.5373</u>	0.0467	0.3967
DF	<u>0.5550</u>	-0.0223	-0.1202
AF	<u>0.5237</u>	0.2783	0.2268

El grupo I representado por los híbridos 1, 3, 6, 7, 9, y 20 reúne los híbridos que presentan mejores caracteres del fruto (Tabla 3). El Peso promedio del fruto en este grupo oscila entre 172 g y 220 g, y el diámetro entre 7,6 cm y 8,4 cm, además poseen buenas características del rendimiento, con un valor del Número de frutos por planta entre 12 y 20. En este grupo se destacan los híbridos 1 (NUR I), 3 (NUR II) y 20 (CIMA F₁) que en estos momentos se encuentran sembrados en pequeñas áreas demostrativas y se inició en el INIFAT la producción de semillas a mayor escala.

Tabla 3. Valores promedios de los caracteres agronómicos de los híbridos del Grupo I.

Híbrido	NFP	PTP	PPF	DF	AF
1	12.8	20065	172.9	8.0	6.2
3	12.1	23980	220.0	7.8	6.1
6	19.8	17710	178.8	8.1	5.9
7	16.6	20595	205.9	7.6	6.2
9	14.4	15485	215.0	8.4	6.5
20	13.0	19300	212.0	7.8	6.6

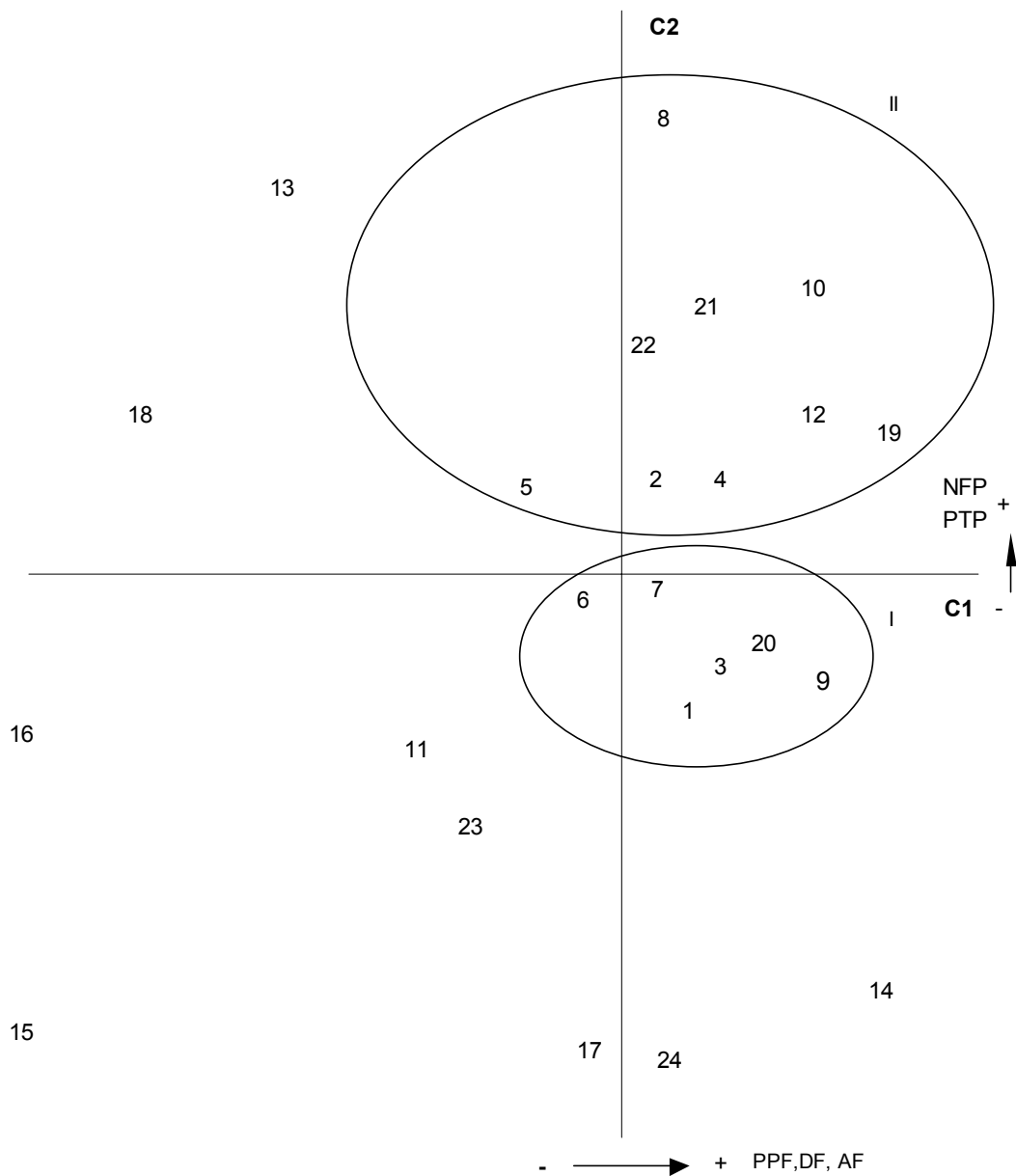


Fig.1 Distribución de los híbridos en las componentes 1 y 2.

El grupo II reúne a los híbridos 2, 4, 5, 8, 10, 12, y los testigos 19 (DAMA F₁), 21 (GAVIOTA F₁) y 22 (CESAR F₁). En este caso los híbridos presentan mayores valores con respecto al peso total por parcela y número de frutos por planta (Tabla

4), oscilando el primero entre los valores promedios de 28 125g y 50 530g y el NFP entre 13,7 y 18, destacándose el híbrido 10 con un valor promedio de peso total por parcela de 35 685g, 18 frutos por planta y además un peso promedio de 283g. Cabe señalar que en este caso incluimos al híbrido 5, ya que a pesar de tener el peso promedio bajo en comparación con el resto de los genotipos del grupo (154g), posee un valor alto de número de frutos por planta y peso total por parcela.

Tabla 4. Valores promedios de los caracteres agronómicos de los híbridos del Grupo II

Híbrido	NFP	PTP	PPF	DF	AF
2	16.3	29825	165.6	7.8	6.2
4	16.8	28125	208.3	8.0	6.2
5	17.4	32390	154.9	7.4	5.6
8	17.2	50530	162.4	7.8	6.4
10	18.0	35685	283.2	7.9	6.5
12	13.7	34215	191.1	8.6	6.7
19	12.5	22790	272.1	7.9	7.0
21	19.8	35218	221.5	8.0	6.1
22	17.5	38920	222.4	7.7	5.9

Los híbridos 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 23, y 24 se ubicaron de manera dispersa en el plano gráfico en dependencia de los caracteres en estudio, de manera que no fueron incluidos entre los sobresalientes, aunque cada uno de estos genotipos tiene sus peculiaridades, en cuanto a los caracteres evaluados, que en un momento determinado pudiéramos explotar en dependencia de las demandas del mercado. Dentro de ellos se destacan el híbrido 11 que tiene frutos grandes con un peso promedio de 176g pero baja productividad, mientras que en el 13 la productividad es muy elevada pero los frutos son más pequeños (101 g).

Consideramos que los 11 híbridos seleccionados en los grupos I y II, constituyen un material importante que nos permitirá aumentar la producción y extender el cultivo a períodos no óptimos de siembra, destacando que con la utilización de las combinaciones 12, 9, 4, 6 y 8 se puede lograr una estabilidad en los rendimientos y crear una estructura varietal que responda a las demandas del mercado en las diferentes instalaciones que se están implementando en la actualidad.

Los híbridos NUR I (1) y NUR II (3) de crecimiento indeterminado se presentaron para siembras de primavera-verano en áreas de cultivo protegido y el híbrido CIMA F₁ se propone para siembras tempranas de Agosto-Septiembre. Las principales características varietales son:

- o **NUR I:** Frutos redondos, ligeramente achatados, con lóbulos bien marcados, de color rojo y muy buena calidad, multiloculados, tamaño grande con un diámetro de 8.1 cm y una altura de 6.2 cm.. Contenido de vitamina C de 28 mg/100g, 6,2% de sólidos solubles y 2,3% de acidez. Peso promedio del fruto 220g, Rendimiento potencial 120 t/ha. Se propone para siembra en época primavera-verano.
- o **NUR II:** Frutos redondos de color rojo y buena calidad, multiloculados, con un diámetro de 7.8 cm y una altura de 6.1 cm. Contenido de vitamina C de 26.2 mg/100g, 5,2 % de sólidos solubles y 2,3% de acidez. Peso promedio del fruto 175g. Rendimiento potencial 130 t/ha. Se propone para siembra en época primavera-verano.
- o **CIMA F₁:** Planta alta, frutos redondo-alargados, de color rojo-naranja con ápice puntiagudo, tamaño grande, multiloculado. Contenido de vitamina C 25,4 mg/100g, 5,7% de sólidos solubles y 2,9% de acidez. Peso promedio del fruto 220g, 6 frutos por racimos. Rendimiento potencial 110 t/ha.

Estos híbridos se han sembrado en pequeñas áreas de cultivo protegido en Hortifar, y en instalaciones del MININT y MINFAR con buenos resultados por lo que se inició en el INFAT la producción de semillas a mayor escala. Hasta el momento solo hemos recibido información de un experimento realizado en un organopónico tapado en el II Frente, Santiago de Cuba, donde se evaluaron un grupo de híbridos cubanos y los que más se destacaron en rendimiento, calidad de los frutos (palatabilidad, firmeza, sabor dulce, frutos sin cicatrices) y buen comportamiento frente a plagas y enfermedades fueron NUR I y NUR II, alcanzando producciones de 5.3 y 5.8 Kg/m² respectivamente.

➤ **Evaluación de 10 nuevas combinaciones híbridas:**

El ACP (Tabla 5) indica que la mayor variabilidad se acumula en las tres primeras componentes alcanzando el 97.18% del total. En la componente 1 los caracteres NFP y PTP definieron el 42.93% de la variabilidad total mientras que los caracteres del fruto (PPF, DF, AF) definieron en la componente 2 el 82,10%.

Tabla 5. Matriz de valores y vectores propios.

	Componente 1	Componente 2
Varianza	2.14	1.95
% de contribución	42.93	39.17
% Acumulado	42.93	82.10
Var. Originales		Vectores Propios
NFP	<u>0.6663</u>	0.1398
PTP	<u>0.6321</u>	0.2247
PPF	-0.3940	<u>0.5605</u>

DF	0,0075	<u>0.5388</u>
AF	-0.0322	<u>0.5704</u>

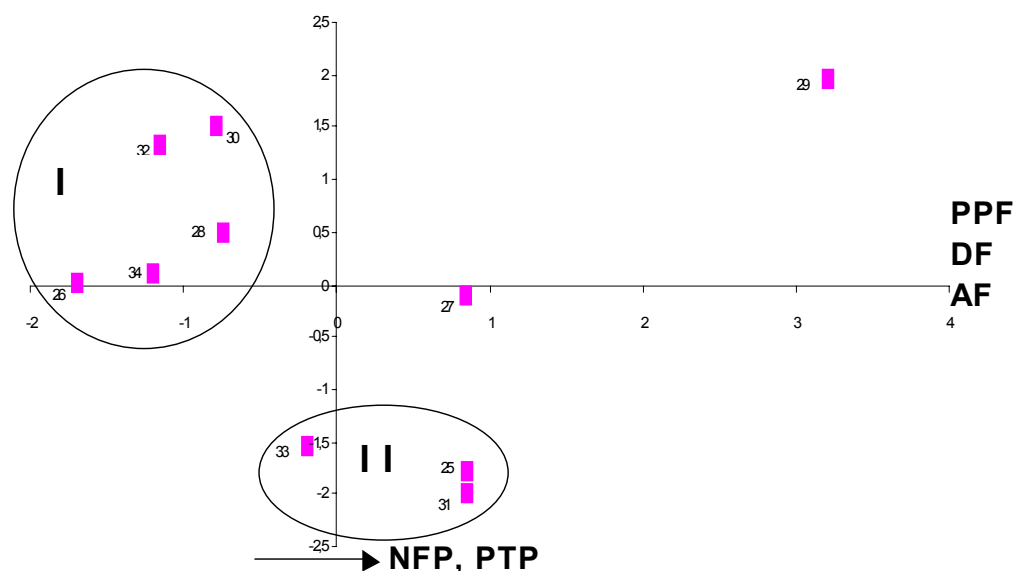


Figura 2. Distribución de los híbridos en las componentes 1 y 2

En la Figura 2 se puede apreciar, en el plano gráfico C1-C2 que los híbridos se separan en el eje horizontal C1 según los caracteres NFP y PTP y a lo largo del eje vertical C2 según los valores del PPF, DF y AF. Las combinaciones más sobresalientes fueron la 29 y 27 que se encuentran dispersas en el plano gráfico, pero se destacan por la calidad de sus frutos, un PPF de 164g y 8,0cm de diámetro, además de tener alto NFP y un PTP elevado en el caso de la número 29; la combinación 27 tiene muy buenos caracteres de rendimiento (NFP- 15.8 y PTP- 32805) y buena calidad de los frutos. Es de destacar que estas dos combinaciones poseen además buenas características para la conservación de los frutos.

El resto de las combinaciones se agrupan en el gráfico formándose 2 grupos con los híbridos menos sobresalientes. El grupo I formado por las combinaciones 26, 28, 30,

32 y 34 que reúne los híbridos con alta calidad de los frutos pero baja productividad y el grupo II está formado por los híbridos 25, 31 y 33 que poseen frutos de menor tamaño pero muy buena productividad.

3.3 Producción de semillas de nuevas combinaciones híbridas:

Se produjeron pequeñas cantidades de semillas (Tabla 6) de las nuevas combinaciones obtenidas con el rigor y la calidad necesarias, con el fin de disponer de un genofondo para iniciar las pruebas demostrativas y determinar cuales combinaciones son las de mejores resultados e iniciar una producción más amplia de semillas según las demandas del mercado.

Estas semillas se encuentran conservadas en áreas del INIFAT y están a disposición del cliente.

Tabla 6: Cantidad de semillas de las nuevas combinaciones

Combinación	Semillas (g)
1	0.6
2	0.5
3	0.8
4	3.0
5	1.8
6	0.7
7	0.3
8	0.2
9	0.5
10	5.0
12	0.2
27	0.4
29	0.5

CONCLUSIONES

- Se obtuvo el híbrido **CIMA F₁** con rendimientos de 110 t/ha y un peso promedio del fruto de 220g para siembras tempranas de Agosto-Septiembre con muy buena aceptación en las instalaciones de Hortifar que se han validado.
- Se obtuvieron los híbridos **NUR I y NUR II** con muy buena calidad de los frutos, rendimientos de 120t/ha y 130 t/ha respectivamente, para siembras de primavera-verano, estos materiales han sido validados en Hortifar y en la provincia de Cienfuegos en el Proyecto INIFAT-Cienfuegos con buenos resultados.
- Se obtuvieron 13 nuevas combinaciones híbridas con buenos atributos agronómicos y calidad de los frutos que constituyen un potencial genético a validar en dependencia de las demandas del mercado.
- Se produjo pequeñas cantidades de semillas de las combinaciones seleccionadas, que servirán para las pruebas demostrativas en algunas localidades y posteriormente se producirá mayor cantidad de las más sobresalientes.

RECOMENDACIONES

- Incorporar los híbridos propuestos al sistema de producción nacional para su generalización en todo el país.
- Realizar pruebas demostrativas con las nuevas combinaciones propuestas para seleccionar las más sobresalientes y ampliar la producción de semillas.
- Capacitar mayor cantidad de talentos humanos en la producción de semillas híbridas para incorporarlos a los esquemas de producción de semillas del país.

BIBLIOGRAFÍA

- Díaz, Nuria. (1986): Producción de híbridos F₁ mediante el uso de la androesterilidad .Tesis para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas.

- Díaz, Nuria; González-Chávez, Maribel, Cueto, C. I; J. A. Soto; Dalila de Armas, (1998). Generalización de CESAR F₁ y GAVIOTA F₁: Nuevos híbridos cubanos de tomate. XII Forum de Ciencia y Técnica, La Habana, 22pp.
- Díaz, Nuria; González-Chávez, Maribel; J. A. Soto; Dalila de Armas, (1999). Híbridos de tomate en el sector campesino de Cuba. I Taller Internacional de Fitomejoramiento Participativo en América Latina, Ecuador
- MINAG. (1999). Plan de acción para el incremento de la producción de tomate y pimiento. Grupo Nacional de cultivos varios, 23 pp.
- MINAG: Instituto de Suelos, (1995). Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Serie Suelos (23):1-25
- Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2002. Anuario de Producción 52: 124-125.