

CARACTERIZACION DEL PROCESO DE FLORACION-FRUCTIFICACION EN VARIETADES DE TOMATE EN DOS EPOCAS DE SIEMBRA

Ofelia Sam y L. Iglesias

ABSTRACT. This investigation was conducted at the National Institute of Agricultural Sciences, with the aim of studying flowering-fruitletting process performance of tomato crop at the optimal and nonoptimal seasons. Four varieties were selected to analyze bud emergence since the beginning, flowers and fruits from the first three bunches of five plants per variety per season; also average values of all organs per plant were compared. Bud emergence was found to be shorter at the optimal season, without differences between the highest values of both sowing seasons. A longer flower opening period was recorded at the nonoptimal stage, which was even earlier than at the optimal one. There were differences between top fruit values of every variety in both seasons, they being higher at the optimal season.

Key words: tomato, *Lycopersicon esculentum*, crop physiology, flowering, fruitletting, sowing date, stress

RESUMEN. En el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas se realizó el presente trabajo, con el objetivo de estudiar el comportamiento del proceso de floración-fructificación en las condiciones de épocas "óptima" y "no óptima" para el cultivo del tomate. Se emplearon cuatro variedades, en las que se analizaron la emisión de botones desde su inicio, las flores y los frutos formados en los tres primeros racimos, correspondientes a cinco plantas por variedad en cada época y se compararon los valores promedio de los totales de los órganos analizados por planta. Se observó que en la época "óptima", la emisión de botones ocurrió en un período más corto, sin diferencias entre los valores máximos de las dos épocas de siembra; la duración del período de apertura floral en la época "no óptima" fue mayor y ocurrió antes que en la "óptima". Se observaron diferencias entre los valores máximos de frutos producidos en ambas épocas en todas las variedades, resultando mayores en la "óptima".

Palabras clave: tomate, *Lycopersicon esculentum*, fisiología vegetal, floración, fructificación, época de siembra, estrés

INTRODUCCION

El tomate es un cultivo que por su importancia económica ha sido adaptado a un amplio rango de condiciones climáticas para su explotación; sin embargo, presenta requerimientos específicos para que los rendimientos sean óptimos.

En Cuba, los mejores rendimientos de las variedades comerciales de mayor explotación en la agricultura, se obtienen en la época del año conocida como "época óptima" o "período invernal", en que las precipitaciones y la temperatura son más bajas; no obstante, los rendimientos no son elevados de acuerdo con el potencial productivo de esas plantas en su lugar de origen y esto se debe, fundamentalmente, a que no existen las condiciones adecuadas para el buen desarrollo de la mayoría de las variedades importadas.

Dra. Ofelia Sam, Investigador Titular del departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal y L. Iglesias, Investigador del departamento de Matemática Aplicada, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal No. 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

Con respecto al planteamiento anterior, se dice que, entre otras causas, el rango de temperaturas entre el día y la noche resulta muy estrecho y la humedad relativa elevada, condiciones éstas que se agudizan en la llamada época "no óptima" (Casanova, 1991), al elevarse las temperaturas, la humedad relativa, la radiación solar y aumentar las precipitaciones, aspectos estos que inciden en el desarrollo de enfermedades y en la floración y formación de frutos.

Las causas antes expuestas han motivado la realización de un grupo de investigaciones, encaminadas a abordar diferentes aspectos fisiológicos relacionados con la productividad de esas plantas y del cual forma parte el presente trabajo, que tiene como objetivo evaluar la influencia que ejerce la época de siembra sobre el comportamiento de la floración y fructificación de cuatro variedades de tomate.

MATERIALES Y METODOS

Durante el año 1992, en el Área Central del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, se continuó el estudio

del proceso de floración-fructificación con las variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) siguientes: Campbell-28, HC-78-80, INCA 3(a) e INCA 17, sembradas el 13 de enero (época óptima) y el 11 de mayo (época no óptima) de la forma planteada por Ofelia Sam e Iglesias (1993).

Para las evaluaciones, se escogieron de cada variedad en ambas épocas de siembra, cinco plantas que estuvieran lo más uniformes posible. Cada dos días se realizaron las observaciones de floración y desarrollo del fruto, a partir de notarse la aparición del primer racimo, hasta que concluyó la misma en los tres primeros racimos por orden de aparición. Se anotaron los momentos de salida de cada botón, de la apertura de cada uno y del comienzo del desarrollo de cada fruto; también se observó la caída de botones, flores y frutos.

Durante el desarrollo de la etapa reproductiva se compararon los valores promedio de botones, flores y frutos por planta, en los momentos que éstas portaban la mayor cantidad de ellos, aplicando la prueba t de Student en las dos épocas de siembra.

Para que se comprendan mejor las variaciones que puedan ocurrir en el proceso reproductivo de diferentes variedades de tomate, no solo entre épocas de siembra sino además en diferentes años, se compararon dos de éstas con los resultados del año anterior sembradas en épocas similares (7 de enero y 7 de mayo de 1991)

RESULTADOS Y DISCUSION

Las plantas de las variedades de tomate en estudio, cultivadas en las condiciones de épocas óptima y no óptima, presentaron un comportamiento diferente en cuanto al desarrollo del proceso reproductivo, lo que se puede apreciar en la figura 1, donde se presenta la cantidad de botones producidos en los tres primeros racimos por planta, con relación a los días transcurridos después de la germinación en las dos épocas de siembra, comenzando a visualizarse la formación de botones en la época no óptima a los 25 días después de la germinación, mientras que en la óptima ocurrió cinco días más tarde; además, esta parte del proceso se desarrolló en un periodo más corto en esta época y no hubo diferencias significativas entre la cantidad máxima de botones portados por los tres primeros racimos en ambas siembras en ninguna de las variedades.

La visualización de la fase reproductiva ocurrió de forma diferente a la observada en los estudios del año anterior (Ofelia Sam e Iglesias, 1993), en épocas de siembra similares y que se pueden observar en la figura 2 para dos de las variedades, donde hubo una tendencia similar en la producción de botones y diferencias entre totales promedio, y en el comienzo y la duración del periodo de emisión de estos, lo que resulta contradictorio y puede deberse al desarrollo desigual del primordio floral una vez iniciado en iguales momentos en ambos años, posiblemente debido a cambios en los factores que influyen de forma directa en su desarrollo, tales como la temperatura, la humedad del suelo y la iluminación.

Pandusastry y Krishnamurthy (1985), refiriéndose a la diferencia de la floración en sorgo entre diferentes fechas de plantación, observaron que los días para la iniciación de la inflorescencia están correlacionados negativamente con la temperatura mínima y positivamente con las horas de luz solar por día; también que los días para la iniciación de la panícula incrementaron

con el decremento de la temperatura mínima y el incremento en las horas luz por día y viceversa, además que la diferencia en tiempo que no se justifica por estas causas se debe a diferencias en el tiempo necesario para el desarrollo de los componentes de la inflorescencia y de los órganos florales, los que son muy sensibles a variaciones mínimas ambientales.

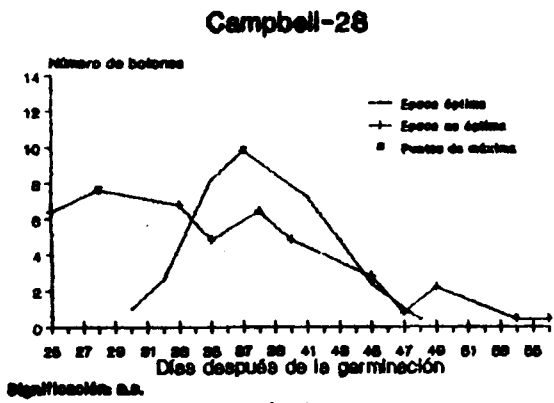
Por otra parte, Sawhney (1983) encontró en plantas de tomate, que a altas temperaturas (28°C día/23°C noche) estas florecieron primero seguidas por las que estaban en un régimen de temperaturas intermedias (23°C día/18°C noche) y, por último, las que se encontraban en temperaturas bajas (18°C día/15°C noche); además, que el efecto mayor de las temperaturas fue sobre el número de órganos florales, siendo el gineceo el órgano más afectado, los estambres y los pétalos se mostraron menos sensibles, siendo mayor el número de éstos cuando las plantas estuvieron sometidas a bajas temperaturas.

En el presente trabajo las temperaturas a las que estuvieron sometidas las plantas en ambas épocas difirieron de las estudiadas por Sawhney (1983), lo que se puede apreciar en la tabla I.

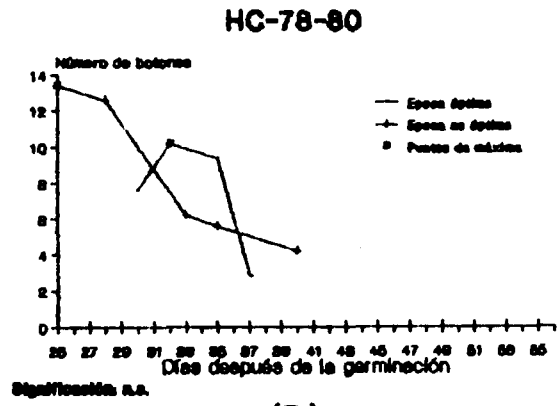
Tabla I. Medias mensuales de temperaturas (media, máxima y mínima), precipitaciones y humedad relativa de los meses en que se desarrollaron las plantas en ambos años

Meses	Media (gC)	Temperatura (gC)		Precipitaciones (mm)	H R (%)
		Máxima	Mínima		
1991					
Enero	22.40	27.90	18.60	138.0	83.0
Febrero	20.60	26.90	14.40	4.3	79.0
Marzo	22.80	29.10	18.00	70.9	79.0
Mayo	25.17	30.31	21.93	331.0	83.09
Junio	25.42	31.05	21.62	318.9	85.9
Julio	26.37	32.08	21.98	138.6	82.93
1992					
Enero	20.2	26.0	15.4	31.6	82.6
Febrero	20.9	26.7	16.0	62.2	80.9
Marzo	21.7	27.9	16.5	21.5	78.2
Mayo	23.2	29.2	16.1	9.5	77.6
Junio	25.9	31.0	22.4	578.7	87.5
Julio	26.2	31.9	22.0	239.7	82.0

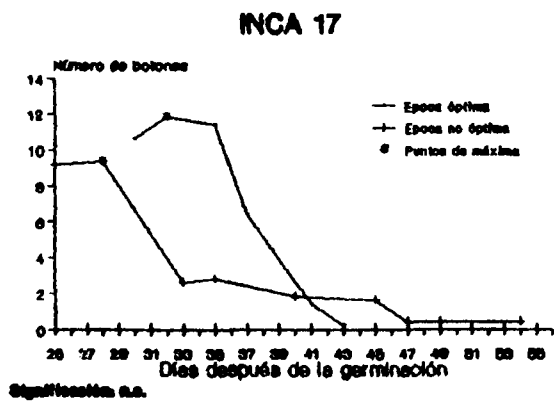
La representación gráfica de la apertura floral de las variedades en estudio se presenta en la figura 3, donde se relaciona ésta con los días transcurridos desde la germinación para cada variedad en ambas épocas de siembra. Las variedades tuvieron un comportamiento diferenciado en las dos épocas con una duración mayor en la época no óptima, la que comenzó desde los 28-30 días después de la germinación, mientras que en la óptima fue de los 35 a los 37 días, lo que implicó un retraso en la obtención de los valores máximos en la época óptima; las diferencias entre los momentos de obtener éstos se alcanzaron con respecto a los de máxima producción de botones y se observaron diferencias entre los valores máximos de ambas épocas en tres de las variedades: Campbell-28 (Figura 3-A), HC78-80 (Figura 3-B) e INCA 3(a) (Figura 3D).



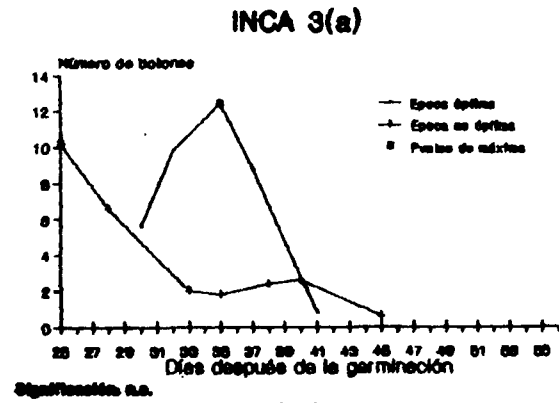
(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 1. Cantidad de botones por planta de los tres primeros racimos, referida a los días transcurridos desde la germinación, para cada variedad en las dos épocas de siembra

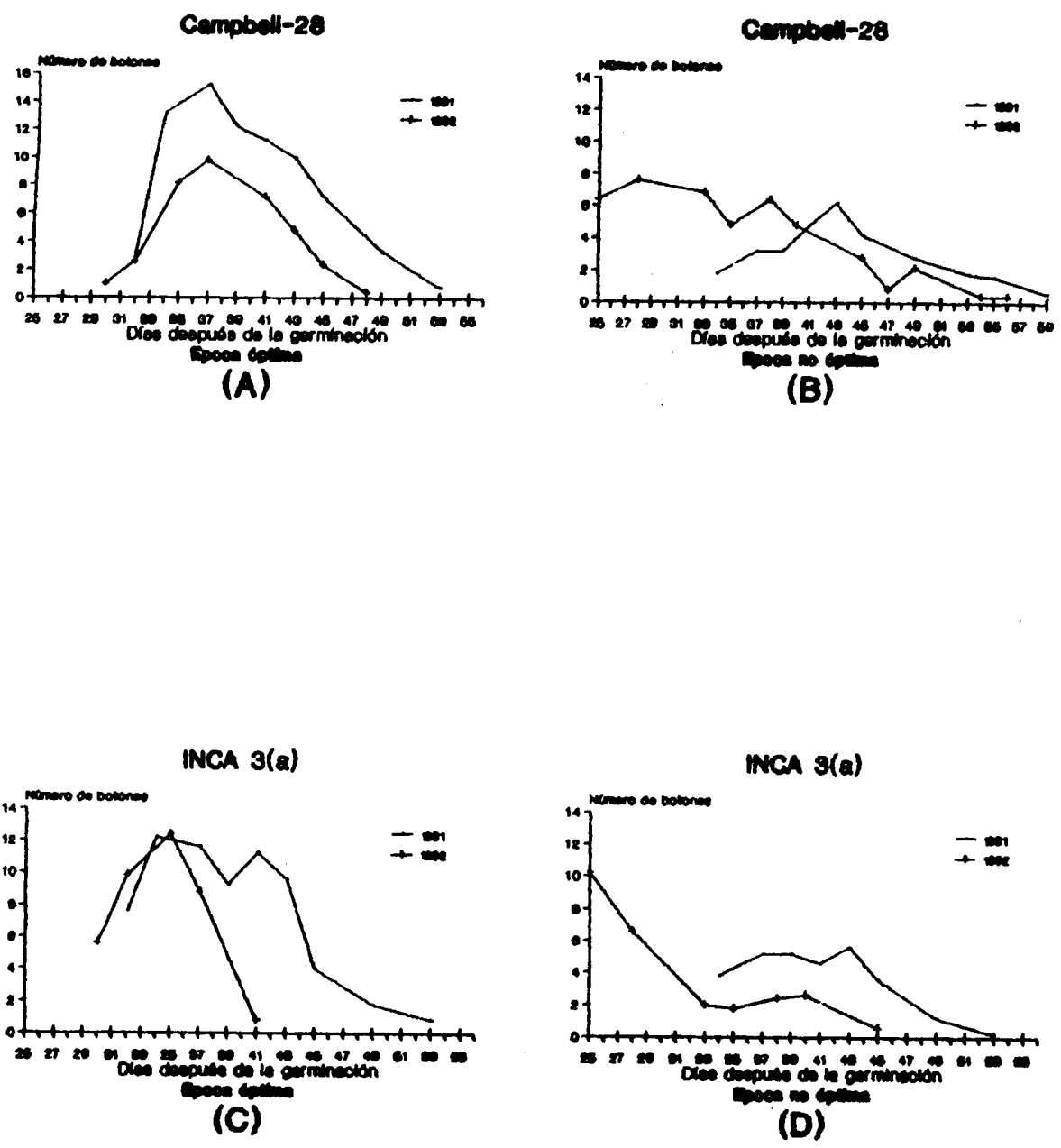


Figura 2. Cantidad de botones por planta de los tres primeros racimos, referida a los días transcurridos desde la germinación, para cada variedad en las dos épocas de siembra durante dos años

Al comparar estos resultados con los obtenidos en el estudio del año anterior (Figura 4), se puede observar que la floración en 1992 tuvo el comportamiento esperado para la época no óptima al comenzar más temprano, lo que coincide con lo planteado por Papadakis (1960) y Stan (1975); sin embargo, al parecer esto no lo explica totalmente porque la diferencia de la amplitud de la temperatura (día/noche) para las dos épocas de siembra en ambos años fueron similares, difiriendo en grados Celcius a favor del año 1991 para el período no óptimo y, en general, las temperaturas fueron mayores ese año, lo que demostró que las diferencias en el comportamiento de la floración en condiciones similares están influidas por un conjunto más amplio de factores.

Con relación a la producción de frutos (Figura 5), se observaron diferencias en las dos épocas en correspondencia con el adelanto observado en la floración desde su inicio, así como en el valor máximo de frutos entre las dos épocas en todas las variedades, estando a favor de la época óptima donde se alcanzó la mayor producción y hubo poca diferencia entre los momentos en que se alcanzó el máximo con excepción de la variedad INCA 3(A).

La disminución del número de frutos, en la época de temperaturas elevadas, según Steven y Rick (1986), se debe a que el efecto mayor de éstas es la reducción o impedimento del cuajado del fruto, lo que está en dependencia del genotipo y las condiciones ambientales, donde las temperaturas altas (mayores de 34/20gC, día/noche o un período de cuatro horas a 40gC) pueden causar la caída de la floración en la mayoría de los cultivares y también tienen efecto sobre los gametos femeninos y masculinos, siendo esta última la causa principal del cuajado pobre de los frutos (por la pérdida de polen viable), aspecto no evaluado en este trabajo. Otro factor limitante del cuajado de frutos a altas temperaturas es la elongación del estilo, lo que ocasiona la salida del estigma del cono de anteras, aspecto que está genéticamente determinado y que en el caso de las variedades utilizadas en el presente trabajo no fue observado al igual que el año anterior (Figura 6), donde las dos variedades analizadas en ambos años mostraron tendencias similares en cuanto a la dinámica de producción de frutos sobre todo para la época óptima.

Refiriéndose a la influencia de la temperatura en la producción de frutos de tomate, Sawhney y Polowick (1985) encontraron una correlación positiva entre el tamaño del fruto y el número de semillas, lo que está relacionado indirectamente con la formación de polen y ésta al igual que la germinación y receptividad en el tomate está afectada tanto por las bajas (Rylski, 1979) como por las altas temperaturas (Levy, Rabinowitch y Kedar, 1978), lo que ha sido corroborado por Maroto (1989) al afirmar que un exceso de temperatura (más de 39gC) o una temperatura demasiado baja (menos de 10gC) pueden redundar en la formación de polen estéril.

Para que se tenga una idea más acertada de las diferencias discutidas en este trabajo en cuanto a la formación de botones, flores y frutos, se muestran en la tabla II los valores promedio por planta de la producción total por variedad en las dos épocas de siembra, donde se aprecia que en la época óptima, en general, los valores fueron mayores y que la variedad Campbell-28 fue la que tuvo la menor pérdida de botones, flores y frutos en la época óptima.

Tabla II. Valores promedio por planta de la cantidad de botones, flores y frutos producidos en ambas épocas de siembra por variedad en los tres primeros racimos

	Botones				Sig.
	Óptima		No Óptima		
	Media	E.S.	Media	E.S.	
Campbell-28	13.6	0.894	11.2	1.923	*
HC-78-80	17.2	1.923	17.2	6.457	N.S.
INCA 3(A)	17.0	2.828	13.2	5.069	N.S.
INCA 17	15.7	3.862	16.2	2.362	N.S.
	Flores				
Campbell-28	13.6	0.894	8.0	1.581	***
HC-78-80	16.6	1.943	11.6	5.504	N.S.
INCA 3(A)	15.2	2.387	10.2	6.379	N.S.
INCA 17	15.7	4.425	11.2	1.707	N.S.
	Frutos				
Campbell-28	12.2	1.923	3.2	3.962	**
HC-78-80	11.8	3.563	3.2	4.147	**
INCA 3(A)	14.4	2.792	2.2	1.923	***
INCA 17	13.0	2.943	3.5	2.380	**

* p < 0.05

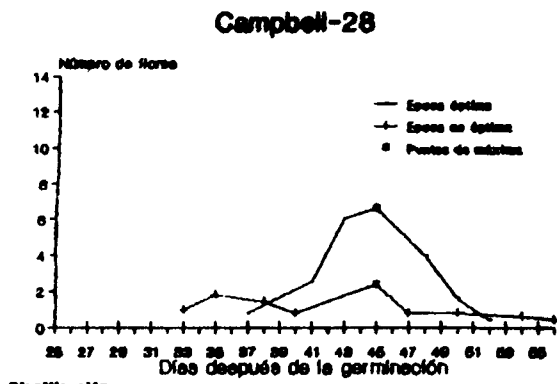
** p < 0.01

***p < 0.001

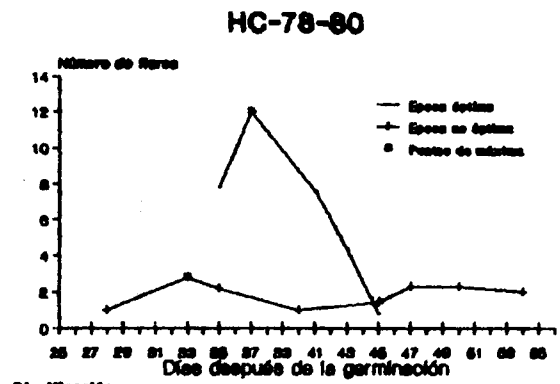
N.S. no significativo

Como se ha podido observar en este estudio, en la llamada época óptima la emisión de botones ocurrió en un período más corto, sin diferencias entre los valores máximos de las dos épocas de siembra, siendo mayor la duración del período de apertura floral en la época no óptima y comenzar antes (con relación a los días transcurridos después de la germinación) además se observaron diferencias entre la cantidad máxima de frutos producidos en ambas épocas en todas las variedades, resultando mayores en la óptima, con lo que se logró caracterizar el desarrollo del proceso de producción de frutos desde el inicio de la visualización de la floración en las épocas óptima y no óptima.

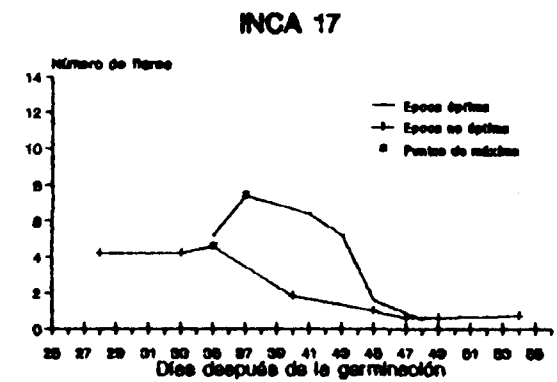
Las diferencias mostradas en el desarrollo de la floración y la formación de frutos entre las dos épocas de siembra durante dos años (1991 y 1992), constituyen un fenómeno complejo que no se explica solamente por los cambios ocurridos en las variables meteorológicas producto de las diferentes épocas, sino que además se requiere continuar estudiando otros elementos, que como se ha visto son indispensables para un mejor dominio de este proceso, como son: el desarrollo y la viabilidad del polen, así como de los gametos femeninos, la organogénesis floral, el desarrollo de la planta, además de la eficiencia fotosintética, aspecto este que resulta fundamental para la supervivencia y reproducción de la planta en las condiciones de período no óptimo y poder determinar de esta manera algunas de las causas que generan la baja producción de frutos en esta época.



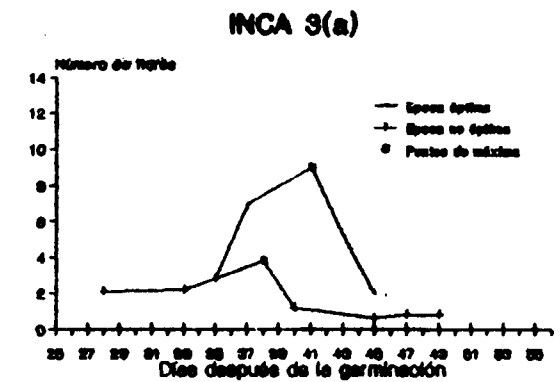
(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 3. Cantidad de flores por planta de los tres primeros racimos, referida a los días transcurridos desde la germinación, para cada variedad en las dos épocas de siembra

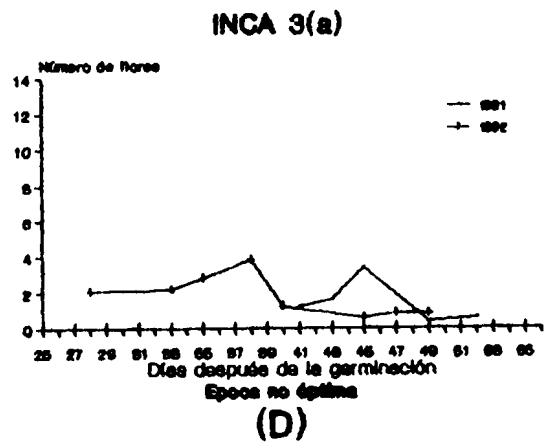
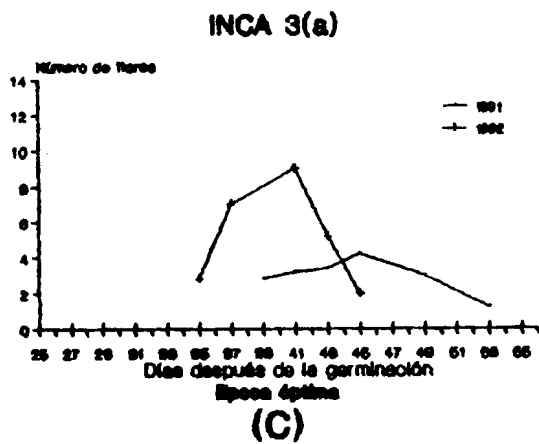
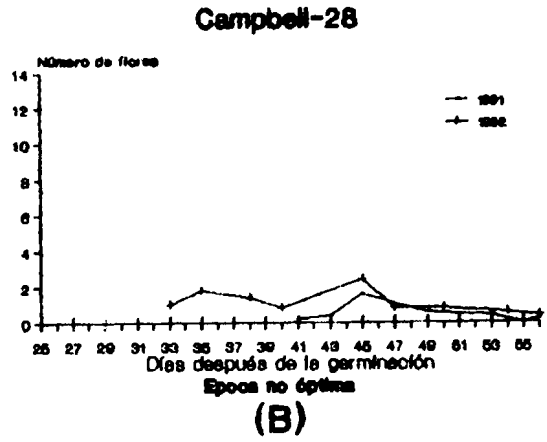
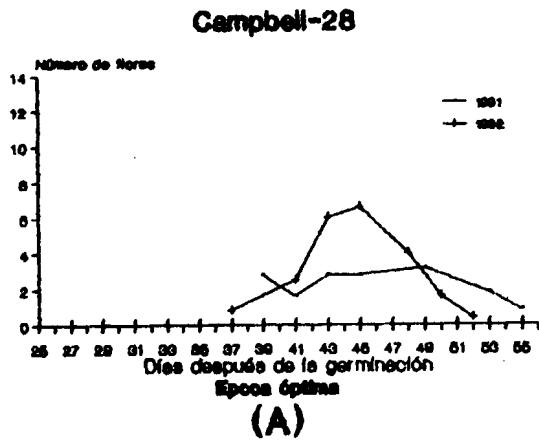
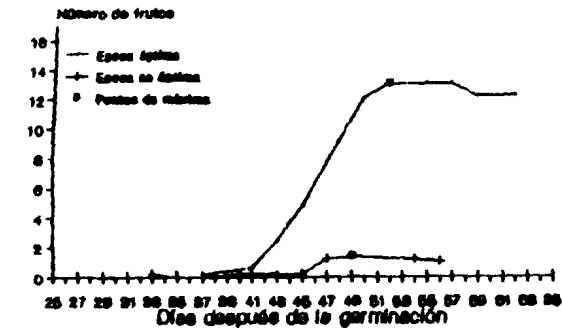


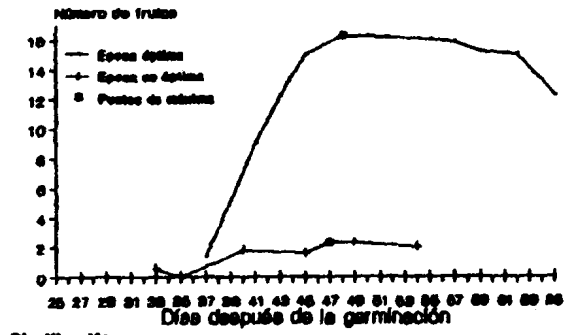
Figura 4. Cantidad de flores por planta de los tres primeros racimos, referida a los días transcurridos desde la germinación, para cada variedad en las dos épocas de siembra durante dos años

Campbell-28



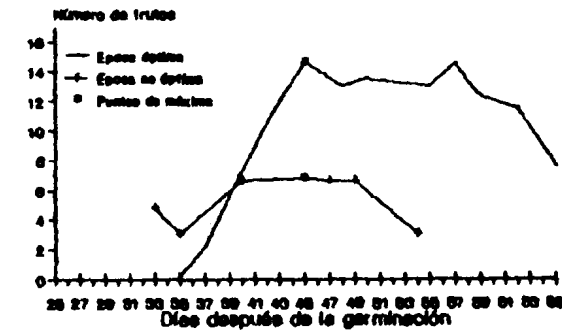
(A)

HC-78-80



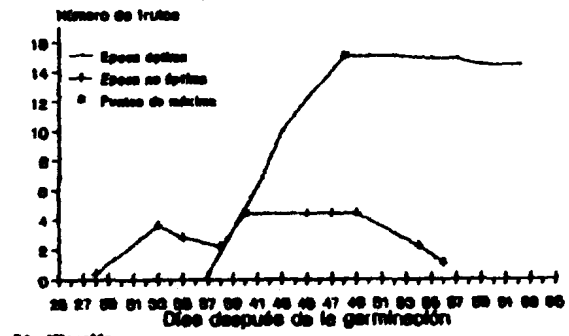
(B)

INCA 17



(C)

INCA 3(a)



(D)

Figura 5. Cantidad de frutos por planta de los tres primeros racimos, referida a los días transcurridos desde la germinación, para cada variedad en las dos épocas de siembra

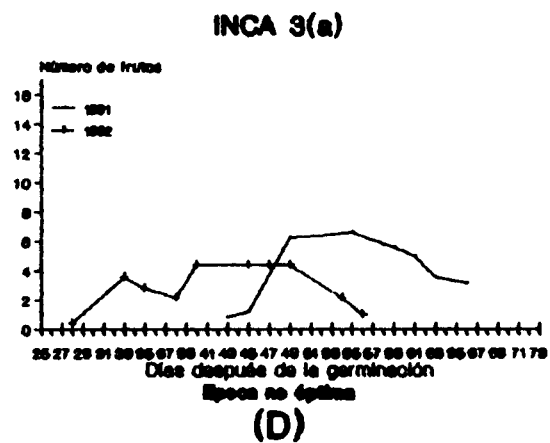
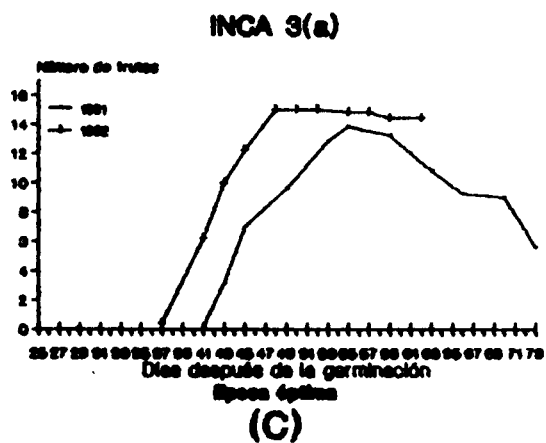
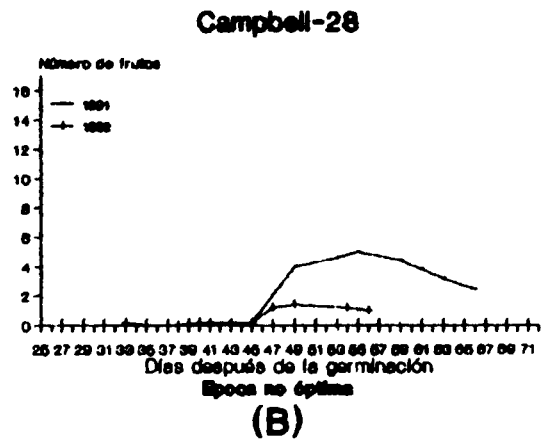
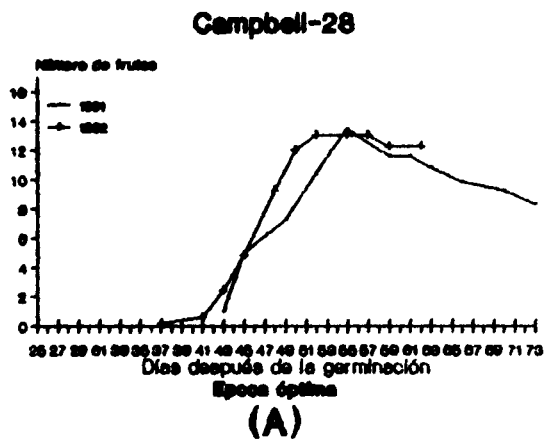


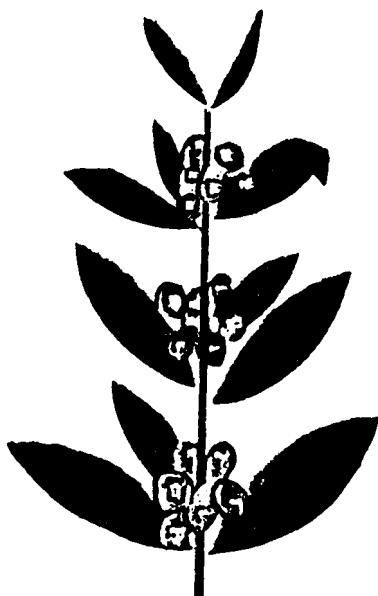
Figura 6. Cantidad de frutos por planta de los tres primeros racimos, referida a los días transcurridos desde la germinación, para cada variedad en las dos épocas de siembra durante dos años

BIBLIOGRAFIA

- Casanova, A. S. El manejo del cultivo del tomate. Documento Técnico Informativo / A. S. Casanova. - En: Seminario FAO sobre producción, manejo post-cosecha, procesamiento y mercado de cultivos hortícolas selectivos (ajo, cebolla y tomate) (1991 jun. 10-14 : La Habana) 1991. - p. 19-22
- Levy, A., H. D. Rabinowitch y N. Kedar. Morphological and Physiological Characteristics Affecting Flower Drop and Fruit Set of Tomatoes at High Temperature. *Euphytica* (Wageningen) 27:211-218, 1978.
- Maroto, J. V. Horticultura herbácea especial. / J. V. Maroto. -3 ed. - Madrid. Ediciones Mundi Prensa, 1989. -566 p.
- Pandu Sastry, K. y K. Krishnamurthy. Effect of Different Dates of Sowing on Panicle Initiation and Flowering in Sorghum. *Indian J. Plant. Physiol.* (Nueva Delhi) 28(2):157-163, 1985.
- Papadakis, J. Geografía Agrícola Mundial. / J. Papadakis. - Madrid : Ed. Salvat, 1980. - 28 p.
- Rytaki, I. Fruit Set and Development of Seeded and Seedless Tomato Fruit Under Diverse Regimes of Temperature and Pollination. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* (Madison)104:835-838, 1979.
- Sam, Ofelia y L. Iglesias. La floración-fructificación de plantas de cinco variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) sembradas en dos épocas. *Cultivos Tropicales* (La Habana)14(2-3):64, 1993.
- Sawhney, V. K. The Role of Temperature and its Relationship With Gibberellic Acid in The Development of Floral Organs of Tomato (*Lycopersicon esculentum*) *Can. J. Bot.* (Ottawa)61:1258-1265, 1983.
- Sawhney, V. K. y P. L. Polowick. Fruit Development in Tomato: The Role of Temperature. *Can. J. Bot.* (Ottawa)63:1031-1034, 1985.
- Stan, N. Influenta temperaturii si a duratei de lumina asupra plantelor de tomate. / N. Stan. - Moldova : Cerc. Agron., 1975. -91 p.
- Steven, M. A. Genetic and Breeding. / M. A. Steven, C. M. Rick Ed.: The Tomato Crop. London : Chapman and Hall. 1986. - p. 35-109.

Recibido: 24 de abril de 1994

Aceptado: 10 de mayo de 1994



PRODUCCION DE POSTURAS DE CAFE EN CANTEROS

Hace años que en el INCA se vienen realizando investigaciones sobre el uso de canteros en tierra para producir posturas de café. Los resultados obtenidos han demostrado la factibilidad de utilizar este tipo de vivero. Un elemento que limitaba el uso de esta técnica, es el área necesaria para producir una determinada cantidad de plantas, pues con esta tecnología se utiliza en otros países una distancia entre posturas de 20 x 20 cm., con lo que se logran 36 plantas/m², mientras que con las bolsas de polietileno negro se colocan 90 en ese mismo espacio; los estudios realizados demostraron que es posible sembrar hasta cien posturas/m² utilizando una distancia de 10 x 10 cm entre plantas, aunque también se dan alternativas de densidades menores en dependencia del destino que tengan las posturas y la edad a que deban ser transplantadas al campo definitivamente.

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas
Subdirección de Desarrollo Técnico
Gaveta Postal No. 1, San José de las Lajas,
La Habana, Cuba
Telf.: 6-3867 y 6-3773