

Capítulo VIII

HEREDABILIDAD DEL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN TOMATE, *Lycopersicon esculentum*, Mill.; CORRELACIONES GENÉTICAS Y AMBIENTALES

Franco Alirio Vallejo C.*

Mario Lobo A. **

COMPENDIO

El presente estudio se desarrolló con el fin de determinar la heredabilidad, en sentido amplio, del rendimiento y sus componentes en tomate y a la vez describir las relaciones genotípicas y ambientales para dichos componentes en una población constituida por tres líneas endocriadas (Ponderosa Red, Chonto y Red Cherry) como progenitores y las F_1 provenientes de los cruzamientos entre los progenitores en una sola dirección. La heredabilidad se estimó en base a los cuadrados medios esperados del análisis de varianza y las correlaciones genotípicas y ambientales en base a los cuadrados medios esperados del análisis de varianza y productos cruzados medios del análisis de covarianza. Para el rendimiento se estimó una heredabilidad de 79.30/o, para el número total de frutos de 93.107/o, para peso promedio de fruto de 94.25/o. Los coeficientes de correlación genotípicos estimados fueron: para número de frutos por planta y peso promedio de frutos de -0.985; para número de inflorescencias por planta y número de frutos por inflorescencia de 0.541; para número de lóculos por fruto y peso promedio de lóculos de 0.826. Los coeficientes de correlación ambiental estimados fueron: para número de frutos por planta y peso promedio de frutos de -0.512; para rendimiento y número de frutos por planta de -0.065; para rendimiento y peso promedio de frutos de 0.613; para número de inflorescencias y número de frutos por inflorescencias de -0.878; para número de lóculos por fruto y peso promedio de lóculos de -0.779. Lo anterior indica que el método de mejoramiento para rendimiento, dentro de la población estudiada, sería la selección, tomando como índice de selección apropiado el peso promedio de frutos pero sin descuidar el número de frutos. Se debe maximizar las condiciones favorables de suelo y manejo de cultivo para permitir una adecuada manifestación de los dos componentes primarios del rendimiento.

ABSTRACT

This study intended to determine heritability, in the wide sense, of tomato yield and its components and their genotypic and environmental correlations in a population composed of three inbred lines (Ponderosa Red, Chonto y Red Cherry) and the F_1 from one direction crosses. Heritability was estimated from the expected mean squares and genotypic and environmental correlations were calculated from E.M.S. and cross products from the analysis of covariance. For total yield, number of fruits per plant and mean fruit weight calculated heritability were 79.30/o, 93.107/o and 94.25/o, respectively. Genotypic correlation coefficients were: between number of fruits per plant and mean fruit weight - 0.985; between number of clusters and fruits per cluster 0.541; between locules per fruit and mean weight of locule 0.826. Environmental correlations were: between number of fruits per plant and mean weight of fruits 0.512; between yield and number of fruits per plant 0.065; between yield and mean weight of fruits 0.613; between number of clusters and fruits per cluster 0.878; between number of locules per fruit and mean locule weight 0.779. The results indicate that the best method to improve yields would be a selection index considering mean weight of fruits and giving some consideration to number of fruits per plant. In order to let these characteristics to express themselves maximum soil and crop management should be provided.

INTRODUCCION

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

La determinación de la heredabilidad de tales caracteres, así como sus varianzas genéticas y ambientales son de gran importancia para establecer criterios de selección en poblaciones segregantes; por otra parte, es de interés conocer la forma en que están relacionados los diferentes caracteres de la planta, para determinar su

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

** Ph.D. Director Nacional de la División de Recursos Genéticos, CORPOICA. Rionegro (Antioquía).

asociación y la influencia de ellos en el rendimiento, lo cual sería de gran ayuda en programas de selección.

Hanson (Sf), define la heredabilidad en dos formas: en sentido amplio y en sentido estrecho.

Heredabilidad en sentido amplio es la relación entre la varianza genotípica total y la varianza fenotípica. Refleja la variabilidad debido a los diversos tipos de acción de genes que comprenden efectos aditivos, efectos de dominancia, efectos de epistasis y efectos de interacción de genes por ambiente.

Heredabilidad en sentido estrecho es la relación entre la varianza genética de tipo aditivo y la varianza fenotípica. Comprende la fracción de las diferencias entre los padres y que se espera recobrar en la progenie o descendencia; por tanto, sólo se considera la parte de varianza genotípica proveniente del efecto aditivo de los genes.

Robinson, citado por Celis (1973), presenta las siguientes razones que justifican la necesidad de estimar la heredabilidad:

- 1 Cuando la heredabilidad, en sentido estrecho, sea alta debe darse prioridad a la selección masal y a medida que el valor de la heredabilidad vaya siendo menor debe darse atención al método del pedigree y a pruebas de progenie.
- 2 Cuando la varianza epistática sea relativamente alta debe darse prioridad a la selección entre familias.
- 3 Si la sobredominancia es notable, el sistema a seguir es la endocria con el fin de producir híbridos comerciales.
- 4 Cuando la varianza debida a la interacción genotipo x ambiente es alta, el sistema a seguir es el de producir variedades para cada zona ecológica.

Dudley y Moll (1969), mencionan que la estimación de la heredabilidad o varianza genética

sirve para clarificar algunas preguntas que tienen que ver con el mejoramiento de plantas. Estas preguntas son:

- 1 Existe suficiente variación genética dentro de un germoplasma que permita mejorar caracteres de importancia?
- 2 Qué factores (en términos de años, localidades, replicaciones) debe tenerse en cuenta para mejorar el material?
- 3 Qué población genética, dentro de un germoplasma, es la más promisoría como fuente de mejoramiento?
- 4 Qué método es el más rápido y eficiente para producir un nivel adecuado de mejoramiento en caracteres de importancia?
- 5 Que tipo de material (híbrido, línea pura, sintética, mezcla) es la meta más apropiada?
- 6 Todos los métodos de mejoramiento serán igualmente efectivos para mejorar todos los caracteres?

Celis (1973) enumera los métodos más comunes para calcular heredabilidad: componentes de varianza, método de regresión y método de las unidades estándar.

Griffing (1950) menciona que en la estimación de parámetros genéticos se puede usar poblaciones segregantes y no segregantes.

El utilizar poblaciones segregantes se obtienen ciertas ventajas pero, conlleva dificultades teóricas y prácticas:

- 1 Con segregación se generan efectos de ligamiento que contribuyen a la varianza genotípica.
- 2 Se necesita gran número de individuos para estimar los parámetros genéticos en cualquier población segregantes.
- 3 Se presenta dificultades para el diseño experimental, presentándose además, el peligro de

confundir los efectos genéticos con los efectos de bloques en un experimento dado.

El uso de poblaciones no segregantes (padres homocigotos y las F_1) presenta las siguientes ventajas y desventajas:

- 1 Al considerar los padres homocigotos y las F_1 , el método de regresión sobre padre constante reduce considerablemente las fuentes de error.
- 2 Se necesitan pocas plantas para estimar los valores genotípicos. El número necesario depende de la heredabilidad del carácter en mención y la seguridad se aumenta tan solo incrementando el número de plantas.
- 3 El diseño de experimentos no presenta problemas, ni existe el peligro de confundir los efectos genéticos.
- 4 Se puede utilizar gran número de padres diferentes que darían una muestra amplia del germoplasma disponible permitiendo inferencias representativas.
- 5 Suministrar de manera fácil y directa estimadores de heredabilidad y correlaciones genotípicas y genotípicas.
- 6 No es posible determinar directamente el número de genes o número de factores de aditivos.
- 7 No es posible determinar las relaciones genocromosoma que podrían incluir ligamiento o fases de ligamiento.

Powers (1941) y Griffing (1953), determinaron los componentes primarios del rendimiento en tomate: número de frutos por planta y peso promedio de fruto. Como subcomponentes del número de frutos por planta consideran el número de inflorescencias por planta y el número de frutos por inflorescencia; como subcomponentes del peso promedio de fruto consideran el número de lóculos y el peso promedio de lóculo.

Teniendo en cuenta que uno de los objetivos más

importantes en el mejoramiento del tomate es obtener variedades de altos rendimientos, es de primordial necesidad estudiar la heredabilidad y sus varianzas genéticas y ambientales de los caracteres cuantitativos (componentes del rendimiento) de una población con el fin de determinar la facilidad o dificultad de selección de dichos caracteres a partir de una población determinada.

El principal objetivo de este trabajo fue determinar la heredabilidad, en sentido amplio, del rendimiento y sus componentes en tomate y a la vez describir las relaciones genotípicas y ambientales para dichos componentes en una población constituida por los progenitores y la F_1 provenientes de los cruzamientos entre los progenitores en una sola dirección.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

LÍNEAS PARENTALES.

Se seleccionaron tres líneas endocriadas con características extremas e intermedias: Ponderosa Red, Chonto y Red Cherry.

MATERIAL F_1 .

Se hicieron todos los cruzamientos posibles sin incluir los recíprocos en los invernaderos del Instituto Colombiano Agropecuario (Tibaitatá). Se realizó el mayor número de cruzamientos en una sola dirección. Las flores se emascularon antes de la anthesis y se cubrieron con glaci nes. Al día siguiente se polinizó y se volvió a cubrir las.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Las líneas parentales y la F_1 se sembraron en la Estación Agrícola Experimental "Tulio Ospina" de Medellín, utilizando un diseño de bloques completos al azar con cuatro replicaciones. Cada parcela consistió de una hilera de cinco metros de largo, 10 plantas, de las cuales se tomaron al azar cuatro plantas por parcela en plena competencia, resultando en un total de 16 observaciones para cada padre y para cada F_1 .

CARACTERÍSTICAS ESTUDIADAS.

Se evaluaron siete características; rendimiento, número de frutos por planta, peso promedio de fruto, número de inflorescencias por planta, número de frutos por inflorescencia, número de lóculos por fruto y peso promedio de lóculos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la realización del análisis estadístico se siguió la metodología propuesta por Griffing (1953).

a. Agrupación de los datos experimentales en unidades:

Unidad 1: Incluyó el rendimiento (X_1) y sus componentes primarios: Número total de frutos por planta (X_2) y peso promedio de fruto (X_3).

Unidad 2: Incluyó el número de frutos por planta (X_2) y sus componentes secundarios: número de inflorescencias por planta (X_4) y número de frutos por inflorescencias (X_5).

Unidad 3: Incluyó el peso promedio de fruto (X_3) y sus componentes secundarios: número de lóculos por fruto (X_6) y peso promedio lóculo (X_7).

CUADRO 1 Análisis de varianza con los cuadrados medios esperados para la variable ith

F. de V.	G.L.	Cuadrados medios esperados
Replicaciones	(l-1)	$i^{\alpha^2} e + 4i^{\alpha^2} h.r. + 24i^{\alpha^2} r$
Genotipos	(k-1)	$i^{\alpha^2} e + 4i^{\alpha^2} h.r. + 16i^{\alpha^2} h$
Replicaciones x Genotipos	(l-1)(k-1)	$i^{\alpha^2} e + 4i^{\alpha^2} h.r.$
Plantas dentro de parcelas	(Diferencia)	$i^{\alpha^2} e$
Total	(klm-1)	

El análisis estadístico se realizó tanto en escala aritmética como en escala logarítmica. Las dos escalas presentaron coeficientes de determinación (R^2) semejantes para todas las variables en estudio; indicando que la varianza de las variables dependientes es explicada satisfactoriamente por las variables independientes, en cualquiera de las dos escalas. En el presente estudio se utilizó la escala aritmética.

b. Modelo estadístico:

Para el análisis de varianza y covarianza se asumió que las observaciones efectuadas en cada planta individual (para una determinada variable ith) estaban constituidas por la suma de elementos independientes, así:

$$i^xklm = U + i^h k. + i^l + i^{hk} l + i^k l m$$

donde:

- i = 1,2.....7 (variable)
- k = 1,2.....6 (genotipo)
- l = 1,2.....4 (replicaciones)
- m = 1,2.....4 (plantas por parcela)
- i^xklm = Valor genotípico de la m planta, del genotipo k, en la replicación l.
- U = Constante aditiva (media) que es común para todas las observaciones.
- $i^h k$ = Efecto genotípico del genotipo k
- i^l = Efecto de la replicación l.
- $i^{hk} l$ = Efecto de la interacción del genotipo k y la replicación l.
- $i^k l m$ = Efecto de la variación incontrolable klm (efecto del error).

c. Análisis de Varianza

Los componentes de varianza: La varianza genotípica ($i^{\alpha 2}h$), varianza de la interacción genotipo x replicación ($i^{\alpha 2} h.r.$) y la varianza ambiental ($i^{\alpha 2} e$) pueden definirse en base a los cuadrados medios esperados.

Cálculo de heredabilidad: A partir de los componentes del análisis de varianza se puede estimar la heredabilidad, en sentido amplio, para cada uno de los componentes del rendimiento.

$$\hat{H} = \frac{\hat{\sigma}^2 h}{\hat{\sigma}^2 h + \hat{\sigma}^2 r + \hat{\sigma}^2 h.r + \hat{\sigma}^2 e}$$

d. Análisis de covarianza: Si dos variables, ix klm y $jxklm$, se consideran conjuntamente se puede definir la covarianza en términos de productos cruzados medios esperados.

e. Correlaciones genotípicas y ambientales:

En base a los componentes de varianza y covarianza se procedió a determinar cada una de estas correlaciones:

Correlación genotípica:

$$ij\beta h = \frac{ij\hat{\sigma}^2 h}{(i\hat{\sigma}^2 h)(j\hat{\sigma}^2 h)}$$

Correlación ambiental:

$$ij\beta e = \frac{ij\hat{\sigma}^2 e}{(i\hat{\sigma}^2 e)(j\hat{\sigma}^2 e)}$$

CUADRO 2 Análisis de covarianza con los productos cruzados medios esperados para las variables ith y jth .

F. de V.	G.L.	Cuadrados cruzados medios esperados
Replicaciones	(l-1)	$ij^{\alpha 2} e + 4ij^{\alpha 2} h.r. + 24ij^{\alpha 2} r$
Genotipos	(k-1)	$ij^{\alpha 2} e + 4ij^{\alpha 2} h.r. + 16ij^{\alpha 2} h$
Replicaciones x Genotipos	(l-1)(k-1)	$ij^{\alpha 2} e + 4ij^{\alpha 2} h.r.$
Plantas dentro de parcelas	(Diferencia)	$ij^{\alpha 2} e$
Total	(klm-1)	

RESULTADOS Y DISCUSION

HEREDABILIDAD DEL RENDIMIENTO, NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA Y PESO PROMEDIO DE FRUTO

El componente genotípico presenta el valor más alto, para las tres variables, en comparación con los otros componentes (Cuadro 3).

Heredabilidad en sentido amplio corresponde, concretamente, al valor de la varianza genotípica (α^2h) y es excepcionalmente alta para las variables X_2 (93,10 o/o) y X_3 (94,250 o/o). La varianza de la replicación (α^2r), varianza de la interacción (σ^2hir) y varianza ambiental (α^2e) son muy pequeños en comparación con la va-

rianza genotípica para estas dos variables; por lo tanto, los datos proporcionan una estimación adecuada de la varianza genética y heredabilidad ya que se excluye en gran parte de los efectos de la interacción de la varianza genotípica.

La heredabilidad para el rendimiento se puede considerar alta (79.3o/o), pero está afectada por una varianza ambiental considerable (16.6o/o).

En vista de que el mayor porcentaje de la variabilidad total corresponde a la parte genética, se puede esperar grandes progresos, mediante selección, en la mejora del rendimiento a través de un manejo adecuado de sus componentes primarios

CUADRO 3 Componentes del análisis de varianza en porcentaje para las variables X_1 (rendimiento), X_2 (número de frutos por planta) y X_3 (peso promedio de frutos).

VARIABLE	Var.Genotip. α^2h	Var. de replicación α^2r	Var.de interacción $\alpha^2 h.r$	Var.error α^2e
X_1 (rendimiento)	79.300	2.457	1.640	16.600
X_2 (número total de frutos)	93.107	0.893	1.300	4.700
X_3 (peso promedio de frutos)	94.250	0.599	0.691	4.458

CORRELACIONES GENOTÍPICAS Y AMBIENTALES PARA EL RENDIMIENTO, NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA Y PESO PROMEDIO DE FRUTOS.

El coeficiente de correlación genotípico $\beta_{23} = -0.985$ (Cuadro 4) indica que el incremento genotípico en el peso de los frutos está asociado con un decrecimiento genotípico en el número de frutos. Selección para el mayor peso promedio de frutos generalmente resultará en menor

número de frutos por planta, por lo tanto, la selección para incrementar el rendimiento en tomate es difícil a pesar de tener este carácter un valor de heredabilidad alto (79.3o/o). Lobo (1973) recomienda tener en cuenta los dos componentes primarios para incrementar el rendimiento en tomate mediante selección.

El coeficiente de correlación ambiental $\beta_{23} = 0,512$ indica que el ambiente (temperatura, podas, plagas, etc.) puede, en cierta forma,

influir en la relación número de frutos por planta y peso promedio de frutos.

Los coeficientes de correlación ambiental $\beta_{12} = 0.065$ y $\beta_{13} = 0,613$ muestran que dentro de un

genotipo, la variación en rendimiento es explicada en gran parte por la variación en el peso promedio de los frutos.

Griffing (1953) encontró coeficientes de corre-

CUADRO 4 Coeficiente de correlación simple basados en componentes de varianza y covarianza para las variables X_1 (rendimiento), X_2 (número de frutos por planta), X_3 (peso promedio de frutos).

	β_{12}	β_{13}	β_{23}
Coefficientes de correlación genotípica	-0.305	0.293	-0.985
Coefficiente de correlación ambiental.	-0.065	0.613	-0.512

lación ambiental diferentes ($\beta_{12} = 0.923$ y $\beta_{13} = 0.330$) mencionando que la variación en el número total de frutos por planta explica en gran parte la variación en el rendimiento.

HEREDABILIDAD DEL NÚMERO TOTAL DE FRUTOS POR PLANTA, NÚMERO DE INFLORESCENCIAS POR PLANTA Y NÚMERO DE FRUTOS POR INFLORESCENCIA.

En el Cuadro 5 puede verse que la varianza genotípica (α^2h) o heredabilidad presenta un valor alto para la variable número total de frutos por planta (93.107%) y un poco más bajo para las variables número de inflorescencias por planta (78.135%) y número de frutos por inflorescencia (68.090%). Las varianzas de replicación e interacción son muy pequeñas en comparación con la varianza genotípica, para las tres variables. La varianza del error se la considera alta, especialmente para las variables número de inflorescencias por planta (18.890%) y número de frutos por inflorescencia (29,307%).

CORRELACIONES GENOTÍPICAS Y AMBIENTALES PARA EL NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA, NÚMERO DE INFLORESCENCIAS POR PLANTA Y NÚMERO DE FRUTOS POR INFLORESCENCIA

El coeficiente de correlación genotípica $\beta_{4,5} = 0.541$ indica que un incremento genotípico en el número de frutos por inflorescencia está ligeramente asociado con un incremento genotípico en el número de inflorescencias por planta.

Los coeficientes de correlación genotípicas $\beta_{2,4} = 0.871$ y $\beta_{2,5} = 0.883$ (valores altos positivos) se deben al hecho de que el número total de frutos por planta es el conjunto de los dos componentes correlacionados positivamente.

El coeficiente de correlación ambiental $\beta_{4,5} = -0.878$ indica que existe competencia entre esas variables por un substrato nutritivo común limitado (Cuadro 6).

CUADRO 5 Componentes del análisis de varianza en porcentaje para las variables X_2 (número total de frutos por planta), X_4 (número de inflorescencias por planta) X_5 (número de frutos por inflorescencia)

VARIABLE	Var.Genotip. α^2h	Var.de replicación α^2r	Var.de interacción $\alpha^2 h.r$	Var.error α^2e
X_2 (número de frutos)	93.107	0.893	1.300	4.700
X_4 (número de inflorescencia)	78.135	0.060	2.908	18.890
X_5 (frutos por inflorescencia)	68.090	0.123	2.412	29.370

CUADRO 6 Coeficientes de correlación simple, basados en componentes de varianza y covarianza, para las variables X_2 (número de frutos por planta), X_4 (número de inflorescencias por planta) y X_5 (número de frutos por inflorescencias).

	β_{24}	β_{25}	β_{45}
Coeficiente de correlacion genotipica	+0.871	+0.883	+0.541
Coeficiente de correlación ambiental.	+0.004	+0.137	-0.878

Los coeficientes de correlación ambiental $\beta_{2,4} = 0.004$ y $\beta_{2,5} = 0.137$ indican que dentro de un mismo genotipo, el número de frutos por planta no es constante. Un estímulo ambiental al incrementar el número de inflorescencias por planta o número de frutos por inflorescencia tenderá a incrementar el número de frutos por planta.

HEREDABILIDAD DEL PESO PROMEDIO DE FRUTOS, NÚMERO DE LÓCULOS POR FRUTO Y PESO PROMEDIO DE LÓCULOS.

La varianza genotípica o heredabilidad para la variable número de lóculos por fruto, presenta un valor bajo (43,54o/o) si se le compara con la suma de los otros componentes (Cuadro 7).

CUADRO 7 Componentes del análisis de varianza en porcentaje para las variables X_3 (peso promedio de frutos), X_6 (número de lóculos por fruto) y X_7 (peso promedio de lóculos)

VARIABLE	Var. Genotip. α^2h	Var. de replicación α^2r	Var de interacción $\alpha^2 h.r$	Var error α^2e
X_3 (peso promedio de frutos)	94.250	0.599	0.691	4.458
X_6 (número lóculos por fruto)	43.540	6.500	24.160	15.270
X_7 (peso promedio lóculos)	64.774	4.616	7.844	23.764

La varianza genotípica o heredabilidad en sentido amplio para la variable peso promedio de lóculos presenta un valor medio (64.774%) si se le compara con la suma de los otros componentes.

CORRELACIONES GENÉTICAS Y AMBIENTALES PARA EL PESO PROMEDIO DE FRUTOS NÚMERO DE LÓCULOS POR FRUTO Y PESO PROMEDIO DE LÓCULOS

Los coeficientes de correlación genotípica $\beta_{3,6} = 0.928$ y $\beta_{3,7} = 0.970$ indican que un incremento genotípico en el número de lóculos por

fruto o en el peso promedio de lóculos está asociado con un incremento genotípico en el peso promedio de los frutos (Cuadro 8).

Debido al valor grande de los coeficientes, posiblemente estas variables son manifestaciones diferentes de un mismo conjunto de genes.

El coeficiente de correlación genotípica $\beta_{6,7} = 0.826$ indica que un incremento genotípico en el peso promedio de lóculos produce un incremento genotípico en el número de lóculos por fruto, pero el coeficiente de correlación ambiental para estas dos variables $\beta_{6,7} = -0,779$ indica que

CUADRO 8 Coeficientes de correlación simple basados en componentes de varianza y covarianza para las variables X_3 (peso promedio de frutos), X_6 (número de lóculos por fruto) y X_7 (peso promedio de lóculos).

	$\beta_{3,6}$	$\beta_{3,7}$	$\beta_{6,7}$
Coeficientes de correlación genotípica	0.928	0.970	0.826
Coeficiente de correlación ambiental	0.078	0.515	-0.779

existe competencia entre el número de lóculos y el peso promedio de lóculos por un substrato común limitado.

BIBLIOGRAFIA

ARIAS, A. y RENGIFO, J. C. Análisis genotípico de los componentes del rendimiento en tomate Chonto (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis (Ingeniero Agrónomo). Medellín, 1976. 53 p. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía.

CELIS, A. Heredabilidad de características agronómicas y de calidad en cebada. Tesis (Magister Scientiae). Bogotá, 1973. 84p. Universidad Nacional de Colombia; Instituto Colombiano Agropecuario.

DUDLEY, J. and MOLL, R. Interpretation and use of estimates of heredability and genetics variances in plant breeding. *Crop Science*. Vol. 9 (1969); p. 257-262.

FOGLE, H. W. and CURRENCE, T.M. Inheritance of fruit weight and earliness in a tomato cross. *Genetics*. 35 (1950); p. 363-380.

GRIFFING, B. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*. 35 (1950); p. 303-321.

_____. Analysis of tomato yield components in terms of genotypic environmental effects. Ames, Iowa State College, 1953. p. 327-379. (Research Bull. ; no. 397)

HANSON, W.D. Heretability. In: *Statistical genetics and plant breeding*. Washington : National Academy of Sciencie. p. 125-140. (Publ. ; no. 982).

KEMPTHORNE, O. *Design and analysis of experiments*. New York : Wiley, 1952. p. 113-118.

LOBO, M. Heterosis y habilidad combinatoria en tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Tesis (Magister Scientiae). Bogotá, 1973. 129 p. Universidad Nacional de Colombia; Instituto Colombiano Agropecuario.

POWERS, L. Inheritance of quantitative characters in crosses involving two species of *Lycopersicon*. *J. Agr.* 63 (1941); p. 149-174.

RICK, C.M. and BUTLER, L. Cytogenetics of the tomato. *Advances in genetics*. 8 (1956); p. 267-382.