

ANALISIS GENETICO DEL CARACTER PESO PROMEDIO DE FRUTO Y SUS COMPONENTES EN UN CRUZAMIENTO DIALELICO ENTRE CULTIVARES DE TOMATE, *Lycopersicon esculentum*, Mill.

*Blanca Francisca Ramos** *Franco Alirio Vallejo Cabrera*** *Paulo César Tavares De Melo****

COMPENDIO

Se analizó genéticamente el carácter peso promedio de fruto y sus componentes, utilizando un cruzamiento dialélico entre seis cultivares de tomate (Motelle, Angela I-5100, Olho Roxo, Raminho, Licapal 21 y Zambao). El análisis genético-estadístico se efectuó utilizando la metodología desarrollada por Hayman (1954a, 1954b). No se detectó evidencia de epístasis para ninguno de los caracteres estudiados y los datos experimentales se ajustaron al modelo aditivo-dominante. La acción génica aditiva y no aditiva participaron en forma conjunta y significativa en la expresión de los caracteres peso promedio de fruto, número de lóculos por fruto y peso promedio de lóculo. Los alelos que actúan en el sentido de incrementar los caracteres peso promedio de fruto, número de lóculos por fruto y peso promedio de lóculo son de acción predominante recesiva, dominante y recesiva, respectivamente. Se detectó, dominancia incompleta para los caracteres peso promedio de frutos y peso promedio de lóculos y sobredominancia para el carácter número de lóculos por fruto.

ABSTRACT

Genetic analysis for mean weight of fruits, locules per fruit and mean weight of locules characters was carried out using a diallel crossing between six tomato cultivars (Motelle, Angela I-1500, Olho Roxo, Raminho, Licapal 21 y Zambao). Was made a genetic-statistic analysis using the methodology developed by Hayman (1954a, 1954b). There was not evidence of epistasis in any of characters studied and the experimental data are adjusted to the additive-dominant model. Additive gene action and non-additive gene action participated jointly and highly significant manner in the mean weight of fruits, locules per fruit and mean weight of locules characters expression. It is detected the presence of incomplete dominance in mean weight of fruits and mean weight of locules characters and sobredominance in locules per fruit character. The mean weight of fruits and mean weight of locules characters were increased for the presence of recessive alleles, predominantly. The locules per fruit character was increased for the presence of dominant alleles, predominantly.

INTRODUCCION

El mejoramiento genético del tomate es la alternativa más recomendable, desde el punto de vista económico, para aumentar la producción, productividad y adaptabilidad a las condiciones tropicales. Sin embargo, el éxito depende, en gran parte, de la magnitud y tipo de varianza genética que controlan a los principales caracteres de interés agronómico.

La producción por planta y/o productividad dependen básicamente de sus dos componentes primarios: el número de frutos por planta y el

peso promedio de fruto; los cuales se encuentran correlacionados negativamente. A pesar que ambos componentes contribuyen significativamente al aumento de la producción, el peso promedio de fruto parece ser el que, causa los mayores cambios (Vallejo, 1976).

Diversos métodos se han desarrollado para analizar genéticamente los caracteres cuantitativos, siendo el sistema de cruzamientos dialélicos el más utilizado (Jinks y Hayman, 1953; Jinks, 1954, 1955, 1956; Hayman, 1954a, 1954b).

* *Estudiante de Pregrado, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237 Palmira.*

** *Ph.D., Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237 Palmira.*

*** *Ph.D. Gerente de la Estación Experimental de Hortalizas de Asgrow, Caixa Postal 13.023, Campinas, S.P., Brasil.*

El análisis de los cruzamientos dialélicos para plantas autógamias se fundamenta en dos metodologías: la de Hayman (1954a y 1954b), complementada más adelante por el mismo autor (1958a y 1960a) y por Mather y Jinks (19171), y la de Griffing (1956) (Vallejo, 1976).

El trabajo se realizó con el objetivo general de analizar genéticamente el carácter peso promedio de fruto y sus componentes número de lóculos por fruto y peso promedio de lóculos, en un cruzamiento dialélico entre seis cultivares de tomate. Como objetivos específicos se propusieron los siguientes: verificar la adecuación del modelo aditivo dominante para analizar los caracteres mencionados, estimar los componentes de la varianza genética y el número de loci dominantes en el control genético de cada uno de dichos caracteres.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El material experimental estuvo constituido por seis cultivares de tomate, como progenitores (Motelle, Angela I-5100, Olho Roxo, Raminho, Licapal 21 y Zambao) y sus correspondientes 15 híbridos F_1 , sin incluir los recíprocos. Se sembró en condiciones de campo, utilizando un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental estuvo constituida por un surco doble de 1.80 m con seis plantas en total y cuatro plantas útiles. La distancia de siembra fue de 1.20 m entre surcos y 0.60 m entre plantas. El experimento tuvo un manejo similar a un cultivo comercial de tomate.

Se evaluaron los caracteres peso promedio de fruto, número de lóculos por fruto y peso promedio de lóculos. El análisis genético-estadístico se realizó de acuerdo con la metodología de Hayman (1954a y b).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los progenitores como sus correspondientes híbridos presentaron variabilidad para los caracteres peso promedio de frutos, número de lóculos por fruto y peso promedio de lóculos (Cuadro 1), lo cual se confirma a través del análisis de varianza (Cuadro 2).

El análisis de varianza relacionado con la prueba de homogeneidad de los valores (W_i-V_i) no presentó diferencias significativas para ninguno de los caracteres estudiados (Cuadro 3), lo cual permitió la aceptación de la hipótesis de homogeneidad y la aplicación de la metodología de Hayman.

PESO PROMEDIO DE FRUTOS

La regresión del W_i sobre V_i con $\hat{B} = 0.82 \pm 0.12$ (Cuadro 5) no difiere estadísticamente de 1 ($P = 5\%$), pero difiere estadísticamente de cero ($P = 1\%$) demostrando una vez más que el modelo de aditividad dominante es el adecuado, no existiendo evidencia de acción génica epistática.

La alta correlación positiva ($\hat{r} = 0.75^{**}$) (Cuadro 5) entre los grados de dominancia de los progenitores ($W_i + V_i$) y su comportamiento medio (Y_i) indica que los alelos que actúan en el sentido de incrementar el peso promedio de frutos son predominantemente recesivos.

Según Hayman (1954a y b) un cultivar portador de la mayor proporción de genes dominantes es el que exhibe los menores valores de W_i y V_i , mientras que el cultivar portador de la mayor proporción de genes recesivos corresponde a los mayores valores de W_i y V_i . De hecho, el cultivar con mayor peso promedio de frutos fue Olho Roxo (Cuadro 1) y se encuentra próximo a la extremidad superior del segmento de la recta (Figura 1), lo que indica que este cultivar posee alta proporción de genes recesivos favorables para este carácter.

Los cultivares con menor peso promedio de frutos fueron en su orden: Motelle, Licapal 21, Zambao, Raminho y Angela I-5100, ubicados en la extremidad inferior del segmento de la recta, ya que poseen menor proporción de genes recesivos favorables para este carácter.

Cuando la correlación entre ($W_i + V_i$) y Y_i es significativa el efecto de dominancia es principalmente unidireccional y permite estimar el límite de selección para todos los genes dominantes y recesivos (Hayman, 1954a y b; Toledo

CUADRO 1 Valores promedios para los caracteres evaluados en una población dialélica de tomate.

Genotipo		Peso Prom. de fruto (g)	Nº lóculos /fruto	Peso Pro- medio de lóculos (g)
Motelle	(1)	72.39	3.06	24.41
Angela I-5100	(2)	95.82	2.23	42.22
Olho-Roxo	(3)	125.53	2.66	49.07
Raminho	(4)	97.91	2.03	48.29
Licapal	(5)	78.41	2.51	30.94
Zambao	(6)	90.04	2.13	41.19
Motelle x Angela I-5100	(1x2)	89.78	2.68	30.55
Motelle x Olho-Roxo	(1x3)	88.11	3.06	27.77
Motelle x Raminho	(1x4)	76.73	3.00	26.14
Motelle x Licapal	(1x5)	78.22	3.08	25.50
Motelle x Zambao	(1x6)	82.96	3.21	26.12
Angela I-5100 x Olho-Roxo	(2x3)	91.05	2.58	33.96
Angela I-5100 x Raminho	(2x4)	86.85	2.68	34.74
Angela I-5100 x Licapal	(2x5)	80.31	2.8	29.31
Angela I-5100 x Zambao	(2x6)	86.87	2.23	38.98
Olho-Roxo x Raminho	(3x4)	84.20	2.30	37.78
Olho-Roxo x Licapal	(3x5)	94.35	2.85	34.43
Olho-Roxo x Zambao	(3x6)	88.72	2.50	36.71
Raminho x Licapal	(4x5)	71.68	2.46	29.77
Raminho x Zambao	(4x6)	82.85	2.23	37.96
Licapal x Zambao	(5x6)	90.04	2.63	36.54

CUADRO 2. Cuadrados medios y coeficientes de variación del análisis de varianza para los caracteres evaluados.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Peso Pro-medio de frutos	Grados de Libertad	Nº lóculos por fruto	Peso pro-medio de lóculos
Genotipo	35*	358.61**	35	0.3268**	115.89**
Bloques	3	197.63**	2	0.7250**	123.25**
Bloques X Genotipo (Error)	105	45.81	70	0.0238	15.416
<hr/>					
Coeficiente de Variación		7.8%		5.84%	11.7%

* Se tuvieron en cuenta los recíprocos

** Significativo al nivel del 1%

CUADRO 3. Análisis de varianza de los valores (Wi - Vi) en los caracteres evaluados. Prueba de Homogeneidad.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Peso Pro-medio de frutos	Grados de Libertad	Nº lóculos por fruto	Peso pro-medio de lóculos
Genotipo	5	2532.41	NS	5	0.0020 NS
Bloques	3	4674.44**		2	0.034 NS
Genotipo X Bloque (Error)	15	4564.15		10	0.00183
					157.696

NS = No significativo

** = Significativo al nivel del 1%

CUADRO 4. Componentes genéticos relacionados con la varianza de los caracteres peso promedio de frutos, número de lóculos por fruto y peso promedio de lóculos en tomate.

Carácter	COMPONENTES GENETICOS					
	\hat{D}	\hat{F}	\hat{H}_1	\hat{H}_2	\hat{h}_2	\hat{E}
Peso de frutos por planta	334.27** ±13.59	309.92** ±16.55	312.66** ±34.49	217.45** ±30.81	25.45** ±20.74	45.81** ±5.13
Número de lóculos por planta	0.15** ±0.10	0.02 ^{NS} ±0.02	0.25** ±0.04	0.21** ±0.04	0.16 ±0.02	0.02** ±0.01
Peso promedio de lóculo	91.12** ±1.55	38.38** ±1.89	72.89** ±3.94	64.10** ±3.52	130.18** ±2.36	15.41** ±0.58

NS = No significativo

** = Significativo al nivel del 1%

CUADRO 5. Parámetros genéticos derivados de los componentes de varianza de los caracteres peso promedio de frutos, número de lóculos por fruto y peso promedio de lóculos en tomate.

Carácter	PARAMETROS GENETICOS									
	$(\hat{H}_y/\hat{D})^{1/2}$	$\hat{H}_y/4\hat{H}_1$	\hat{h}_y/\hat{h}_2	$\frac{((4\hat{D}\hat{H}_1)^{1/2} + \hat{F})}{((4\hat{D}\hat{H}_1)^{1/2} - \hat{F})}$	$\hat{D} - \hat{H}_1$	\hat{t}	$\hat{\beta}$	\hat{h}_n	\hat{h}_b	
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(i)	(j)	
Peso promedio de frutos	0.97	0.17	0.12	2.84	21.60	0.75**	0.82**	0.37	0.71	
Número de lóculos por fruto	1.29	0.20	0.79	1.08	-0.10	-0.65**	0.73**	0.54	0.85	
Peso promedio de lóculos	0.89	0.21	2.03	1.58	18.23	0.88**	0.92**	0.49	0.75	

(a) Grado medio de dominancia
 (b) Producto de las frecuencias medias de alelos positivos y negativos con dominancia
 (c) Número mínimo de genes que exhiben Dominancia
 (d) Relación del número de alelos dominantes y alelos recesivos
 (e) Diferencia entre efectos aditivos y efectos dominantes positivos
 (f) Coeficientes de correlación
 (g) Coeficiente de regresión lineal
 (i) Heredabilidad en sentido estrecho
 (j) Heredabilidad en sentido amplio

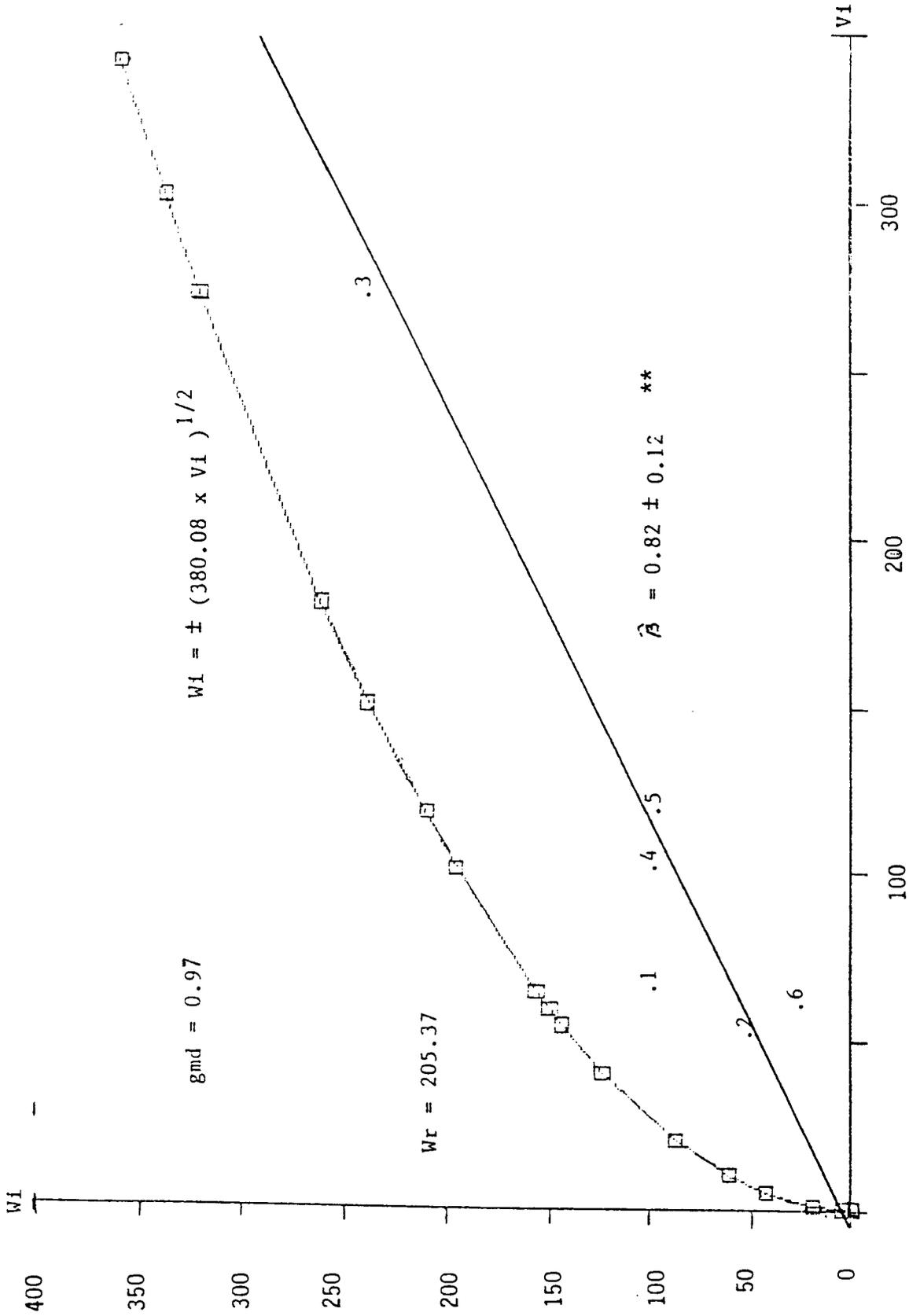


FIGURA 1. Regresión entre W1 vs V1 y parábola limitante para el carácter PESO PROMEDIO DE FRUTOS.

y Kiihl 1982). Tales límites se pudieron estimar para el carácter peso promedio de frutos y correspondieron a los valores 169.72 para genes recesivos y 73.56 para genes dominantes (Figura 2)

El componente genético aditivo ($\hat{D} = 334.27^{**} \pm 13.59$) y el componente relacionado con la acción génica dominante con efectos positivos ($\hat{H}_1 = 312.66^{**} \pm 34.49$) (Cuadro 4), indican que tanto los desvíos aditivos de genes como los dominantes contribuyen a la expresión del peso promedio de frutos.

El valor positivo de $\hat{F} = 309.93^{**} \pm 16.59$ indica mayor cantidad de genes dominantes en la mayoría de los progenitores utilizados (4 progenitores situados en el extremo inferior de la recta) en relación con los genes recesivos presentes en dichos progenitores.

La significancia de $\hat{H}_2 = 217.45^{**} \pm 30.81$ indica la ocurrencia de algún grado de dominancia con efectos negativos para este carácter. El valor $(\hat{D} - \hat{H}_1) = 21.60$ indica dominancia incompleta, confirmado por el parámetro $(\hat{H}_1/\hat{D})^{1/2} = 0.97$, por la intercepción de la recta de regresión con el eje de las ordenadas por encima del origen y por el grado medio de dominancia obtenido gráficamente (gmd = 0.97).

La estimación del número de genes con dominancia, para este carácter, no se pudo realizar en virtud de que \hat{h}_2 no fue significativamente diferente de cero. Los alelos con efecto positivo predominan sobre los alelos con efecto negativo en una proporción aproximada de 2.8:1.

Existe asimetría entre la frecuencia de los alelos con efectos positivos y negativos, en favor de los genes con efectos positivos, lo cual se verificó por el parámetro $\hat{H}_2/4\hat{H}_1 = 0.17$, menor que 0.25.

NUMERO DE LOCULOS POR FRUTO

Para este carácter no se presentó evidencia de epístasis, una vez que el coeficiente de regresión ($B = 0.73^{**} \pm 0.22$) (Figura 3) no difirió

significativamente de 1 a un nivel de confianza ($P \leq 5\%$), pero difirió estadísticamente de 0 ($P = 5\%$), lo que demuestra la adecuación del un modelo aditivo-dominante.

Se presentó alta correlación negativa ($\hat{r} = -0.65^{**}$) entre los grados de dominancia de los progenitores ($W_i + V_i$) y su comportamiento medio (Y_i), lo que indica que los genes dominantes favorecen mayor número de lóculos por fruto. Los progenitores Motelle, Olho Roxo, Licapal 21 y Angela I-5100 se encuentran próximos a la extremidad superior de la recta (Figura 4), posición que indica alta proporción de genes dominantes. Los progenitores Raminho y Zambao presentaron el menor número de lóculos por fruto debido a una mayor proporción de genes recesivos.

Los límites de selección, para este carácter, se estimaron en 2.31 para genes dominantes y 1.94 para genes recesivos.

El componente genético aditivo ($\hat{D} = 0.15^{**} \pm 0.10$) y el componente relacionado con la acción génica dominante con efectos positivos ($\hat{H}_1 = 0.25^{**} \pm 0.04$) indican que tanto los desvíos aditivos de los genes como los dominantes contribuyen a la expresión del número de lóculos por fruto.

El hecho de que el parámetro $\hat{H}_2 = 0.21^{**} \pm 0.04$ difiera significativamente de cero indica la existencia de algún grado de dominancia. El valor $(\hat{D} - \hat{H}_1) = 0.10$ indica sobredominancia, el cual se confirma por el parámetro $(\hat{H}_1/\hat{D})^{1/2} = 1.29$, por la intercepción de la recta de la regresión con el eje de las ordenadas por debajo del origen y por el valor del grado medio de dominancia obtenido gráficamente (gmd = 1.05).

El parámetro $\hat{h}_2/\hat{H}_2 = 0.78$ indica que existe por lo menos un bloque génico exhibiendo dominancia para este carácter.

El parámetro $\hat{H}_2/4\hat{H}_1 = 0.21$, menor que 0.25, indica ligera asimetría entre genes con efectos negativos y positivos en favor de estos últimos.

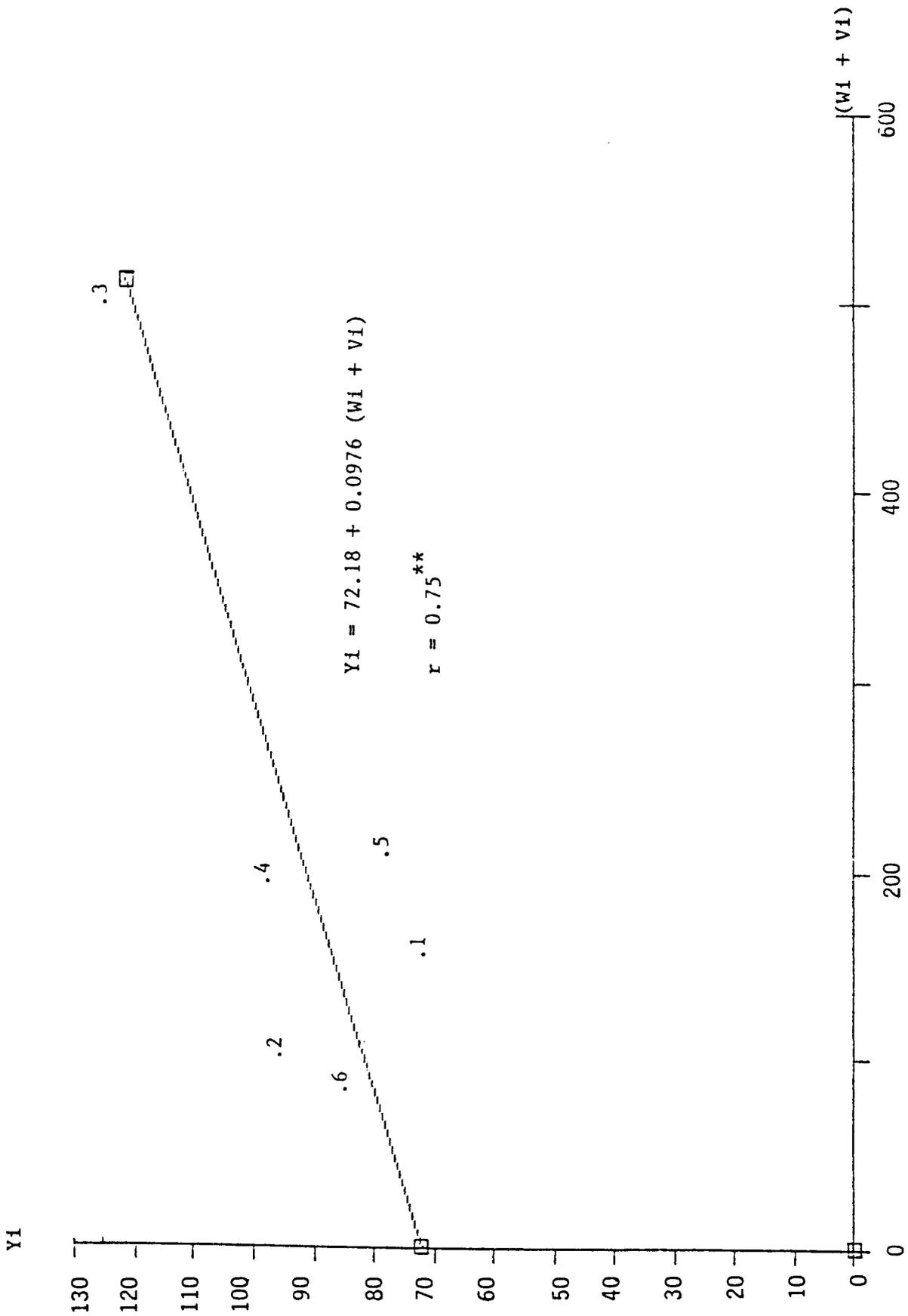


FIGURA 2 : Regresión entre Y1 vs (W1 + V1) para el caracter PESO PROMEDIO DE FRUTOS.

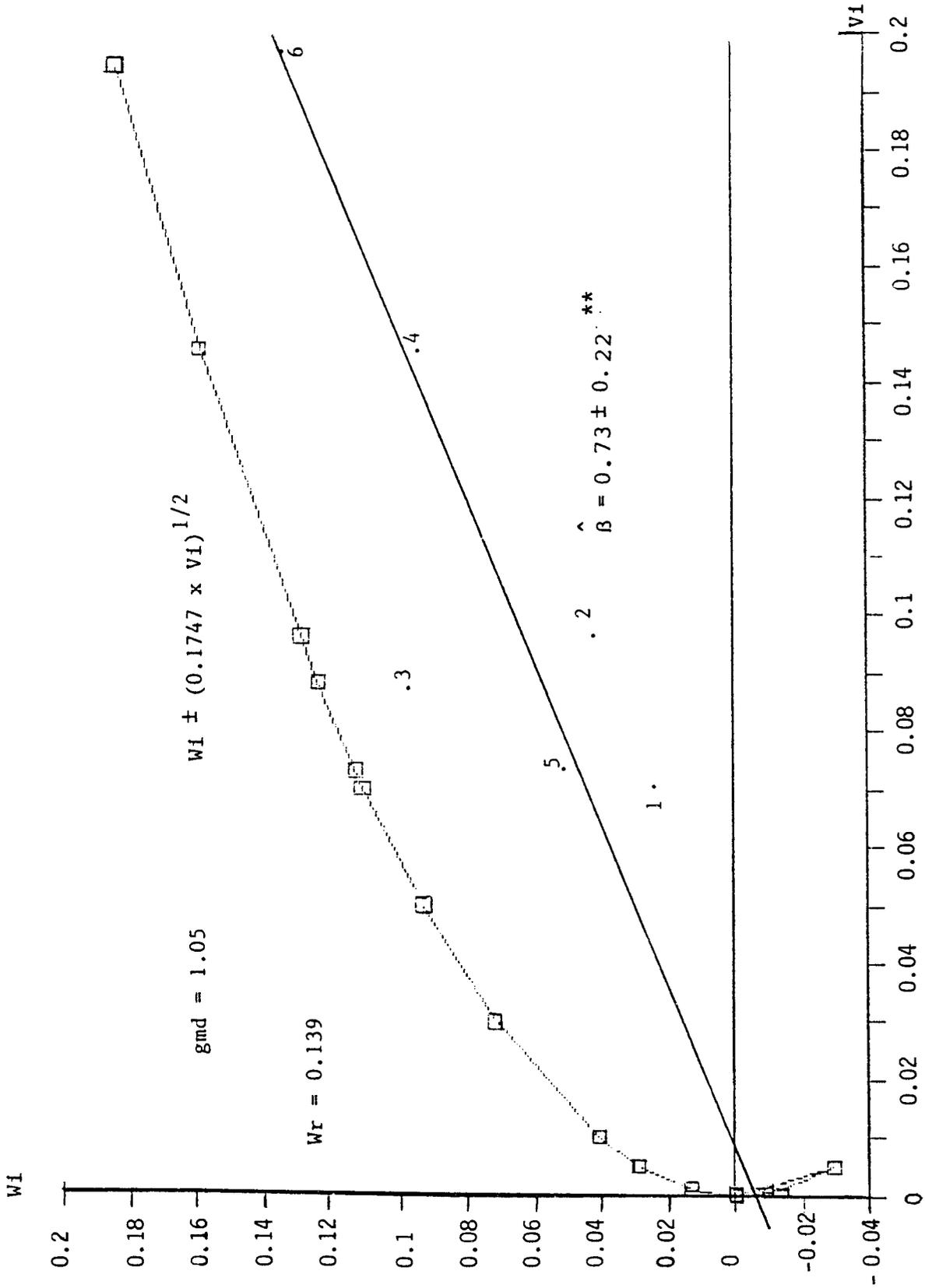


FIGURA 3. Regresión entre WI vs VI y parábola limitante para el carácter NUMERO DE LOCULOS POR

FRUTO

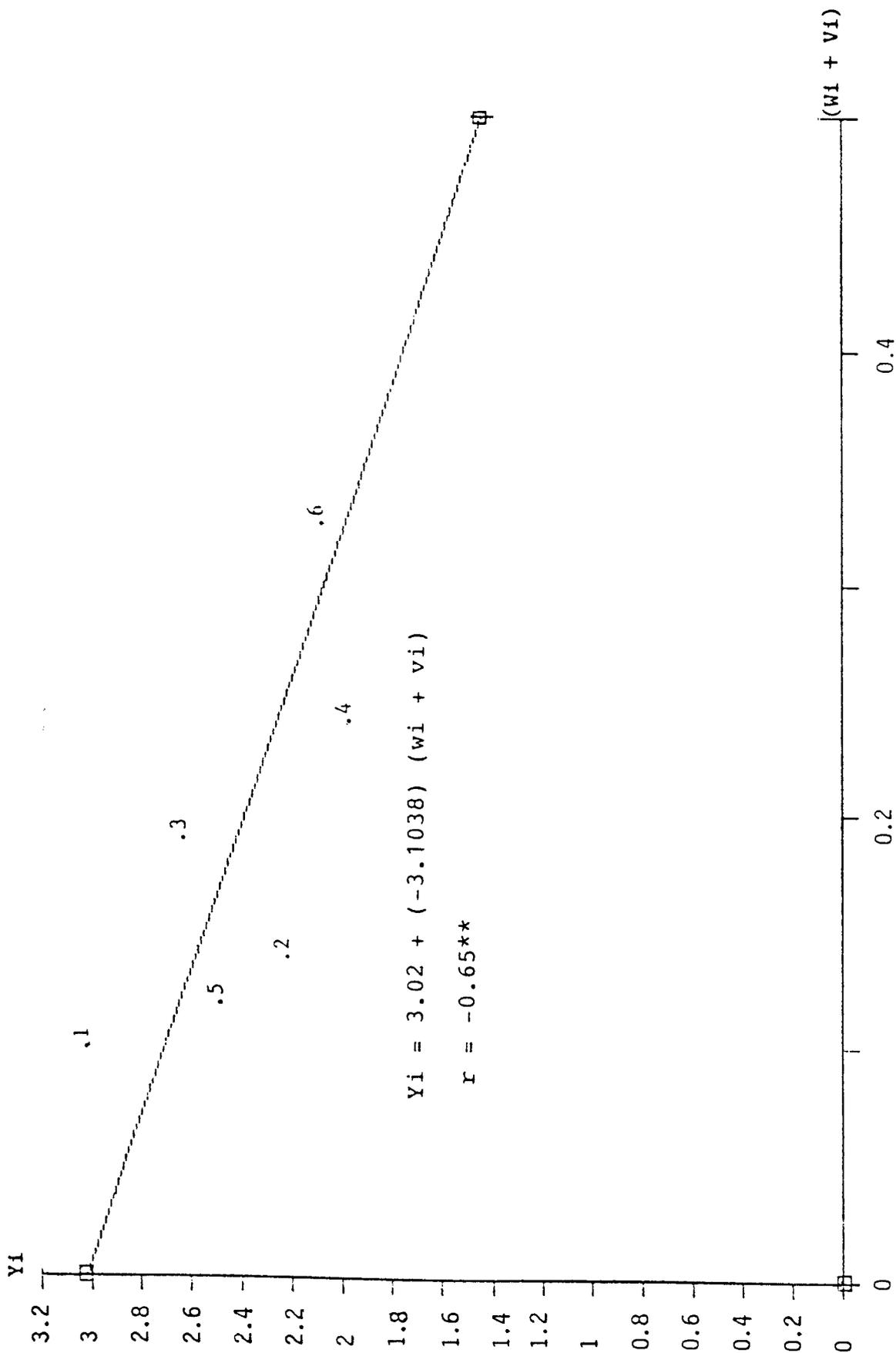


FIGURA 4 Regresión entre Y1 vs (W1 + V1) para el caracter NUMERO DE LOCULOS POR FRUTO.

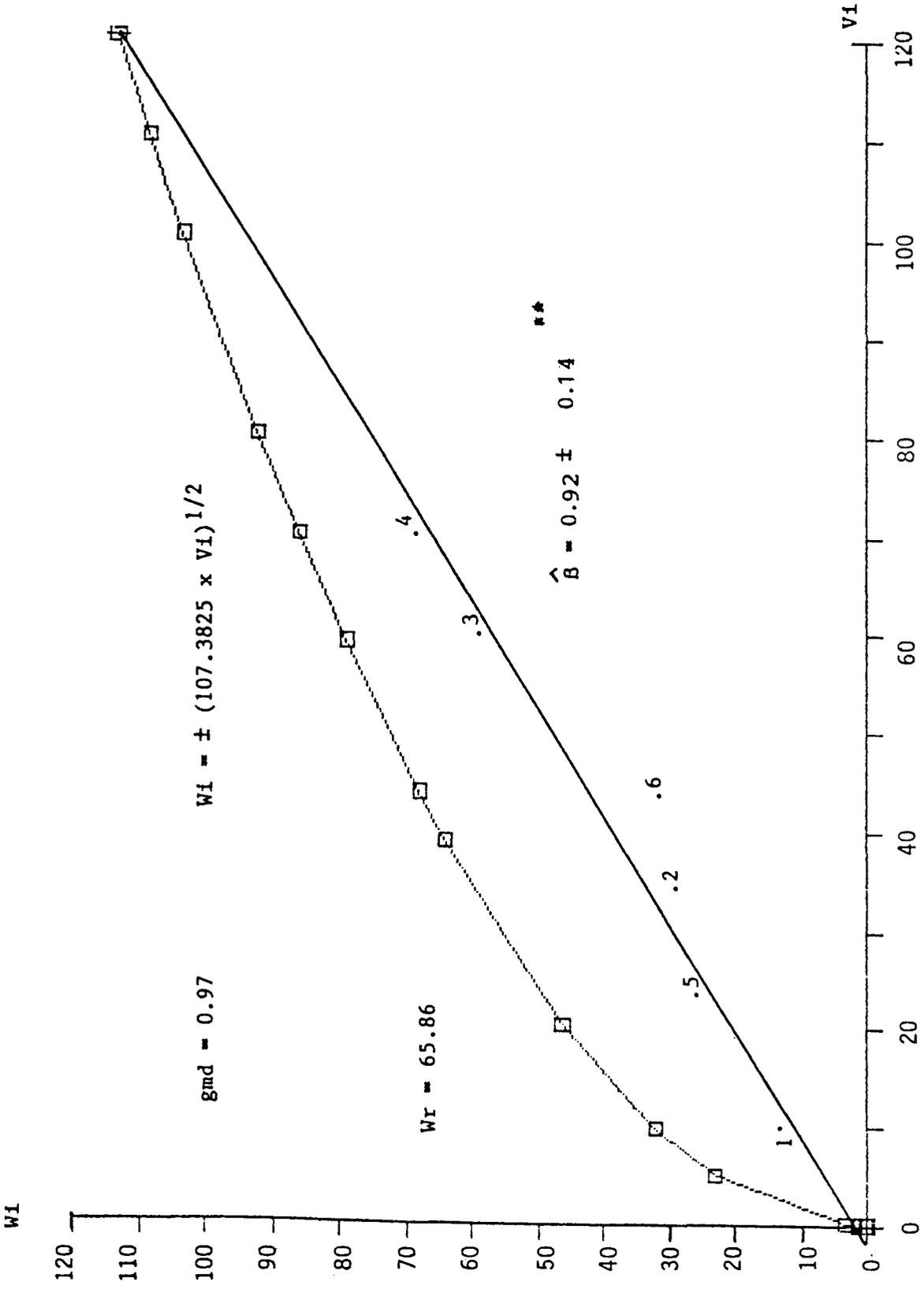


FIGURA 5 Regresión entre W1 vs V1 y parábola limitante para el carácter PESO PROMEDIO DE LOCULOS.

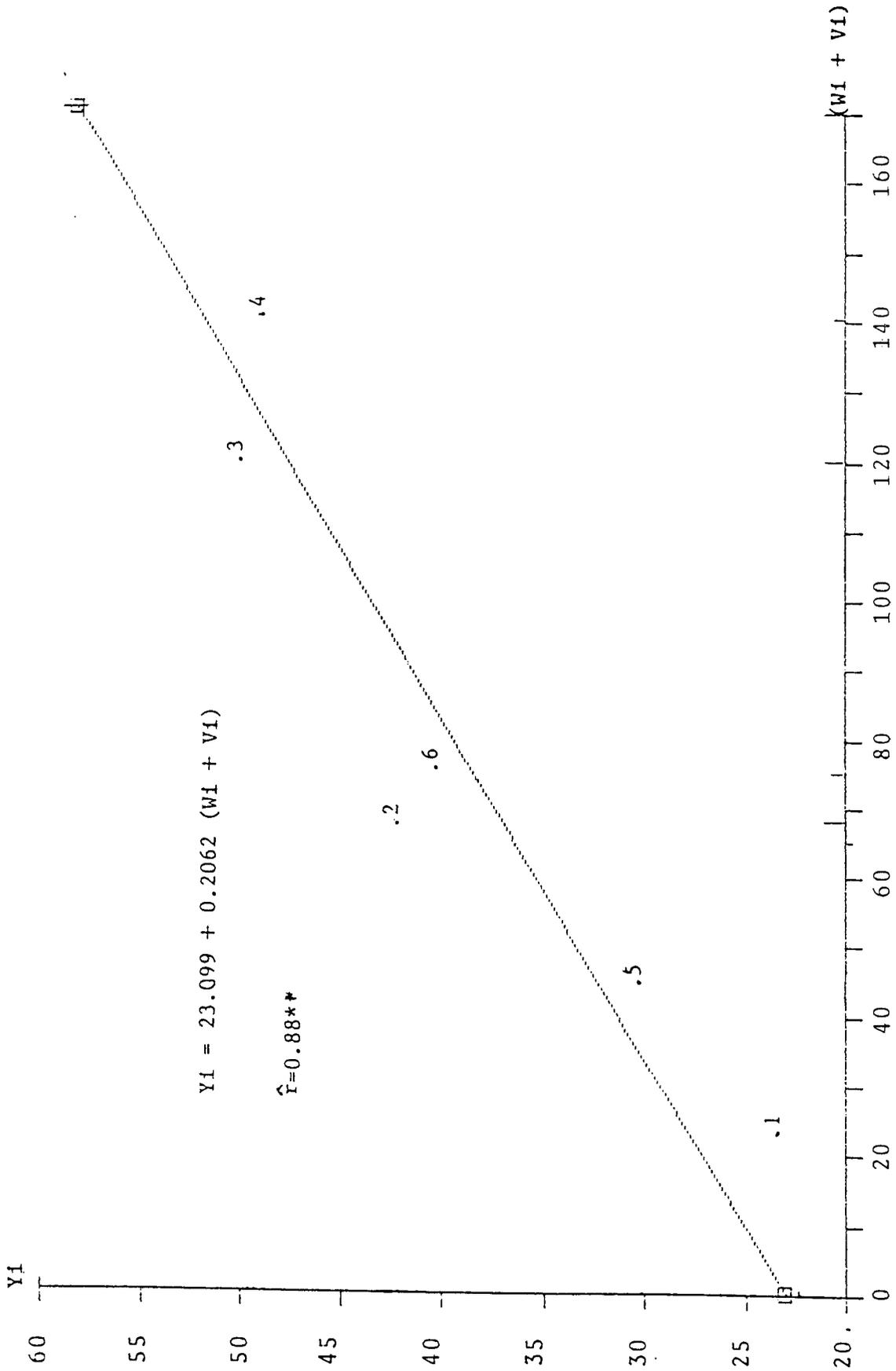


FIGURA 6 Regresión entre Y_1 vs $(W_1 + V_1)$ para el carácter PESO PROMEDIO DE LOCULOS.

PESO PROMEDIO DE LOCULOS

Para este carácter no se presentó evidencia de epistasis, permitiendo aplicar el modelo aditivo-dominante, para su análisis genético. (Figura 5).

La correlación positiva y significativa ($\hat{r} = 0.88^{**}$) entre los grados de dominancia de los progenitores ($W_i + V_i$) y su comportamiento promedio (Y_i), indica que los alelos que actúan en el sentido de incrementar este carácter son predominantemente recesivos (Figura 6).

Los progenitores Olho Roxo y Raminho se encuentran próximos a la extremidad superior de la recta (Figura 6), indicando que estos cultivos poseen alta proporción de genes recesivos. Los progenitores con menor peso promedio de lóculos, Motelle y Licapal 21, se encuentran próximos al extremo inferior de la recta y los progenitores Angela I-5100 y Zambao presentan valores intermedios.

Tanto el componente genético aditivo ($\hat{D} = 91.12^{**} \pm 1,55$) como el componente relacionado con la acción génica dominante con efectos positivos ($\hat{H}_1 = 72.89 \pm 3,94$) contribuyen significativamente a la manifestación del carácter peso promedio de lóculos.

El hecho de que el parámetro $\hat{H}_2 = 64.10^{**} \pm 3.52$ difiera significativamente de cero indica la existencia de algún grado de dominancia. El valor ($\hat{D} - \hat{H}_1$) = 18.23 indican dominancia incompleta, lo cual se confirma por parámetro $(\hat{H}_1/\hat{D})^{1/2} = 0.89$, por la intercepción de la recta de la regresión por el eje de las coordenadas por encima del origen y por el valor del grado medio de dominancia obtenido gráficamente ($gmd = 0.97$).

El parámetro $\hat{h}_2 / \hat{H}_2 = 2.03$ indica que existe por lo menos 2 bloques génicos exhibiendo dominancia para este carácter. El parámetro $\hat{H}_2/4\hat{H}_1 = 0.21$ indica una ligera asimetría a favor de los genes con efectos positivos en la manifestación del carácter.

BIBLIOGRAFIA

- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel-crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.*, 9(4): 463-493. 1956.
- HAYMAN, B.I. The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics*. 10: 235-244. 1954a.
- The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics*, 39: 789-809. 1954b.
- JINKS, J.L. and HAYMAN, B. I. The analysis of diallel crosses in maize. *Genetics*. 27:48-54. 1953.
- The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. *Genetics*. 39: 767-788. 1954.
- A survey of the genetical basis of heterosis in a variety of diallel crosses. *Heredity*. 9:223-238. 1955.
- The F_2 and Backcross generation from a set of diallel crosses. *Heredity*. 10:1-20. 1956.
- MATHER, K. and JINKS, J.L. *Biometrical genetics*. 2 ed. London: Chapman and Hall, 1971. 382 p.
- SHARMA, D., BHADOURIA, S.S. and MALIK, H.C. Genetic parameters and their implications in breeding high-yielding varieties of wheat. *Indian Journal of Agricultural Science*. 45(7): 311-316. 1975.
- TOLEDO, J.F.F. e KIIHL, S. Métodos de análise dialélica do modelo genético em controle das características dias para floracao e número de folhas trifoliadas para floracao e número de folhas trifoliadas en soja. *Pesq. Agrop. Bras.* 17(5): 745-755. 1982.
- VALLEJO, F.A. Heredabilidad de los componentes del rendimiento en tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia - Instituto Colombiano Agropecuario, 1976. 93 p. (Tesis M.Sc.).