

Capítulo XIII

ANÁLISIS GENÉTICO DEL CARÁCTER PESO PROMEDIO DE FRUTO Y SUS COMPONENTES EN UN CRUZAMIENTO DIALELICO ENTRE CULTIVARES DE TOMATE, *Lycopersicon esculentum* Mill.

Franco Alirio Vallejo Cabrera * Blanca Francisca Ramos ** 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 epistasia 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 que, en términos cuantitativos, causa los mayores cambios en la producción (Vallejo, 1977) teniendo en cuenta

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

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

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

estos resultados se justifica plenamente seguir profundizando en el conocimiento, buscando entender o conocer el control genético del carácter peso promedio de fruto y sus componentes.

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).

El análisis de los cruzamientos dialélicos para plantas autógamias, se fundamenta en dos metodologías básicas: 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 presente 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 anteriormente 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 (Motelte, Angela I-5100, Olho Roxo, Raminho, Licapal 21 y Zambao) y sus correspondientes 15 híbridos F_1 sin incluir los recíprocos.

Los progenitores y sus híbridos se sembraron 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 metros de longitud con seis plantas en total y cuatro plantas útiles. La distancia de siembra fue de 1.20

metros entre surcos y 0.60 metros 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

En el Cuadro 1 se presentan los valores promedios para los caracteres peso promedio de frutos, número de lóculos por fruto y peso promedio de lóculos. Se observa que tanto los progenitores como sus correspondientes híbridos presentan variabilidad para los tres caracteres, lo cual se confirma a través del análisis de varianza presentado en el 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 $B = 0.82 \pm 0.12$ (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 ($r = 0,75^{**}$) (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.

CUADRO 1 Valores promedios para los caracteres evaluados en una población dialélica de tomate compuesta por seis progenitores y sus respectivos híbridos F1 (sin recíprocos).

| 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 Valores y significancias de los cuadrados medios y coeficientes de variación del análisis de varianza en base al comportamiento promedio para los caracteres peso promedio de frutos, peso promedio de lóculos y número de lóculos.

| Fuente de Variación | Grados de Libertad | Peso Promedio de frutos | Grados de Libertad | Nº lóculos por fruto | Peso promedio 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 |
| 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 promedio de lóculos |
|---------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|--------------------------|
| Genotipo | 5 | 2532.41 | 5 | 0.0020 | 144.90 |
| Bloques | 3 | 4674.44** | 2 | 0.034 | 406.1 |
| 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, *Lycopersicon esculentum* Mill.

| Carácter | COMPONENTES GENETICOS | | | | | |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------------|
| | \hat{D} | \hat{F} | \hat{H}_1 | \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, *Lycopersicon esculentum* Mill.

| Carácter | PARAMETROS GENETICOS | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------|---|---------------------|-----------|-----------------|------------------|------------------|--|
| | $(\hat{H}_1/\hat{D})^{1/2}$ | $\hat{H}_2/4\hat{H}_1$ | \hat{h}_2/\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{r} | $\hat{\beta}$ | $\hat{h}\hat{h}$ | $\hat{h}\hat{b}$ | |
| | (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** ±0.12 | 0.37 | 0.71 | |
| Número de lóculos por fruto | 1.29 | 0.20 | 0.79 | 1.08 | -0.10 | -0.65** | 0.73** ±0.22 | 0.54 | 0.85 | |
| Peso promedio de lóculos | 0.89 | 0.21 | 2.03 | 1.58 | 18.23 | 0.88** | 0.92** ±0.14 | 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

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.

Según Hayman (1954a y b), Toledo y Kiihl (1982) cuando la correlación entre $(W_i + V_i)$ y Y_i es significativa, indica que el efecto de dominancia es principalmente unidireccional y permite estimar el límite de selección para todos los genes dominantes y recesivos. Tales límites se estimaron 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 ($D = 334.27^{**} \pm 13.59$) y el componente relacionado con la acción génica dominante con efectos positivos ($H_1 = 312.66^{**} \pm 34.49$) (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 $F = 309.93^{**} \pm 16.59$ 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 $H_2 = 217.45^{**} \pm 30.81$ indica la ocurrencia de algún grado de dominancia con efectos negativos para este carácter. El

valor ($D - H_1 = 21.60$) indica dominancia incompleta, confirmado por el parámetro $(H_1/D)^{1/2} = 0.97$, 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 h_2 no fue significativamente diferente de cero. Los alelos con efecto positivo predominan sobre los alelos con efecto negativo de una proporción aproximada de 2.8:1.

Existe una asimetría entre la frecuencia de los alelos con efectos positivos y negativos, en favor de los genes con efectos positivos, lo cual se verifica por el parámetro $H_2 / 4H_1 = 0.17$, 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 que un modelo aditivo-dominante es adecuado.

Se presentó una alta correlación negativa ($r = -0.65^{**}$) 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 un 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) indicando que estos cultivares poseen alta proporción de genes dominantes. Los progenitores Raminho y Zambao presentan 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 ($D = 0.15^{**} \pm 0.10$) y el componente relacionado con la acción génica dominante con efectos positivos ($H_1 = 0.25^{**} \pm 0.04$), 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 $H_2 = 0.21^{**} \pm 0.04$ difiera significativamente de cero indica la existencia de algún grado de dominancia. El valor $(D - H_1) = 0.10$ indica sobredominancia, el cual se confirma por el parámetro $(H_1/D)^{1/2} = 1.29$, 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 $h_2 / H_2 = 0.78$ indica que existe por lo menos un bloque génico exhibiendo dominancia para este carácter.

El parámetro $H_2/4H_1 = 0.21$, menor que 0.25, indica una ligera asimetría entre genes con efectos negativos y positivos en favor de estos últimos.

PESO PROMEDIO DE LOCULOS

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

La correlación positiva y significativa ($r = 0.88^{**}$) 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, ubicándose en el centro de la recta.

Tanto el componente genético aditivo ($D = 91.1 - 2^{**} \pm 1.55$) como el componente relacionado con la acción génica dominante con efectos positivos ($H_1 = 72.89 \pm 3.94$) contribuyen significativamente a la manifestación del carácter peso promedio de lóculos.

El hecho de que el parámetro $H_2 = 64.10^{**} \pm 3.52$ difiera significativamente de cero indica la existencia de algún grado de dominancia. El valor $(D - H_1) = 18.23$ indican dominancia incompleta, lo cual se confirma por parámetro $(H_1/D)^{1/2} = 0.89$, 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 $h_2 / H_2 = 2.03$ indica que existe por lo menos 2 bloques génicos exhibiendo dominancia para este carácter.

El parámetro $H_2/4H_1 = 0.21$ indica ligera asimetría a favor de los genes con efectos positivos en la manifestación del carácter.

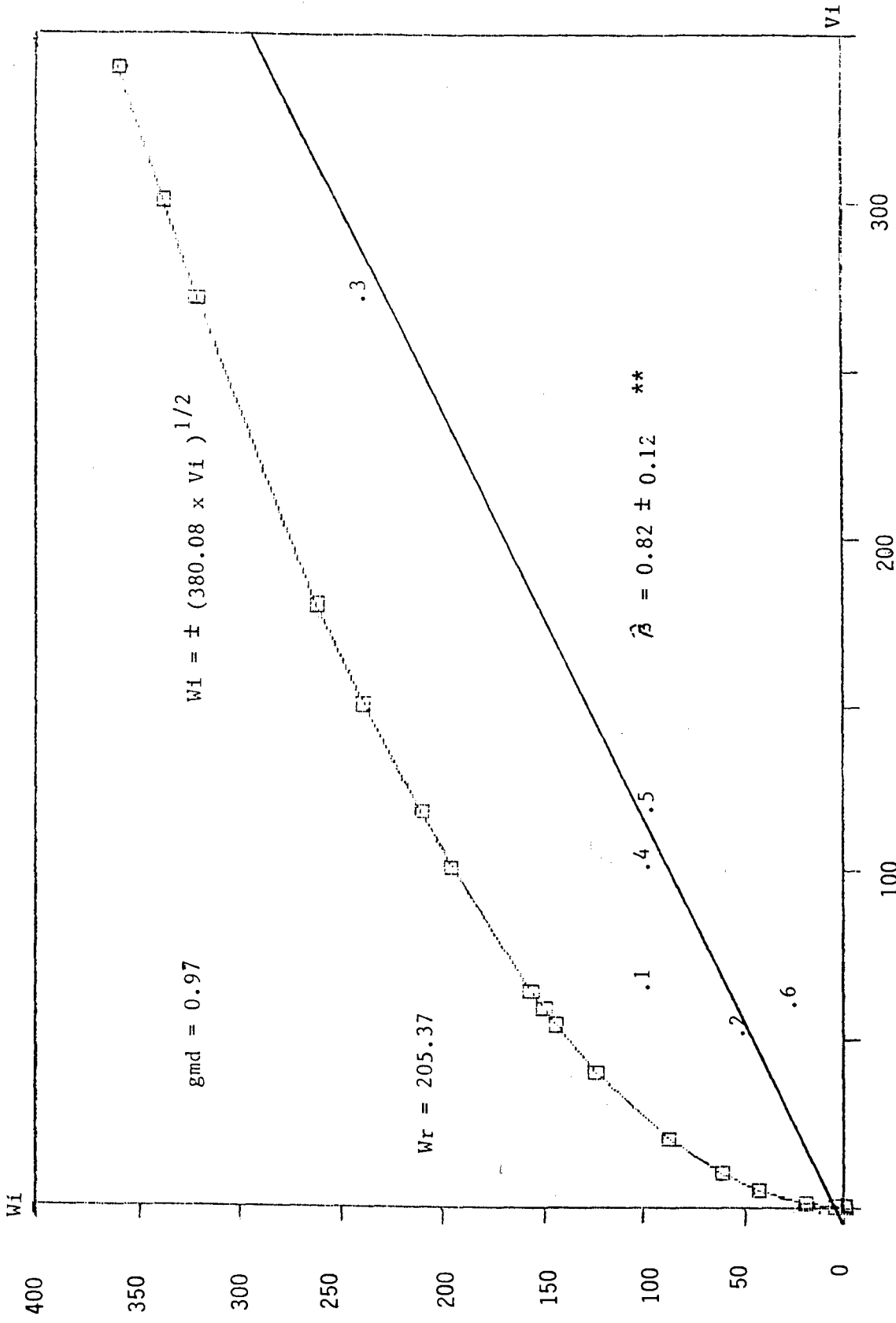


FIGURA 1. Regresión entre W1 vs V1 y parábola limitante para el carácter PESO PROMEDIO DE FRUTOS.

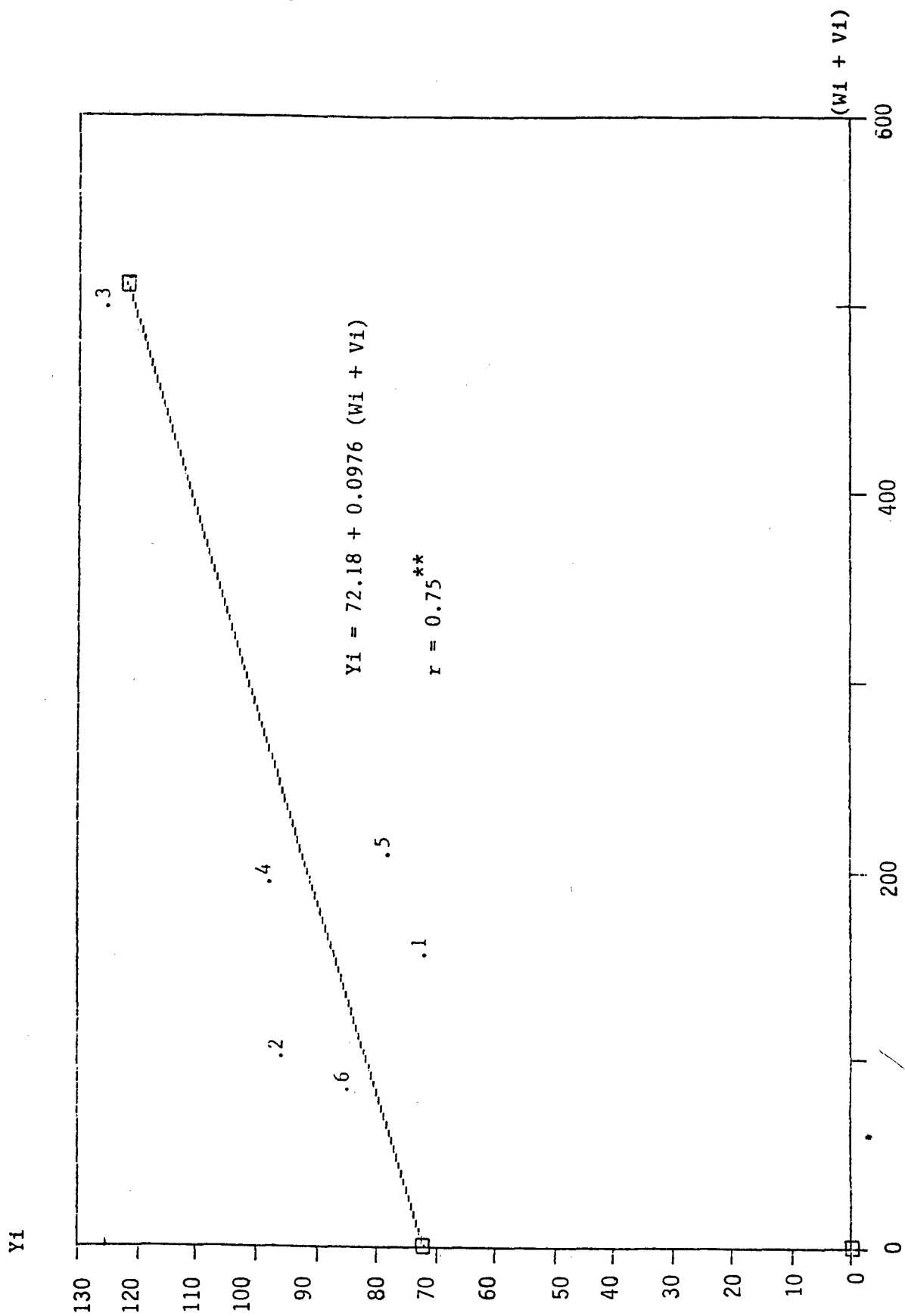


FIGURA 2 : Regresión entre Y1 vs (W1 + V1) para el caracter PESO PROMEDIO DE FRUTOS.

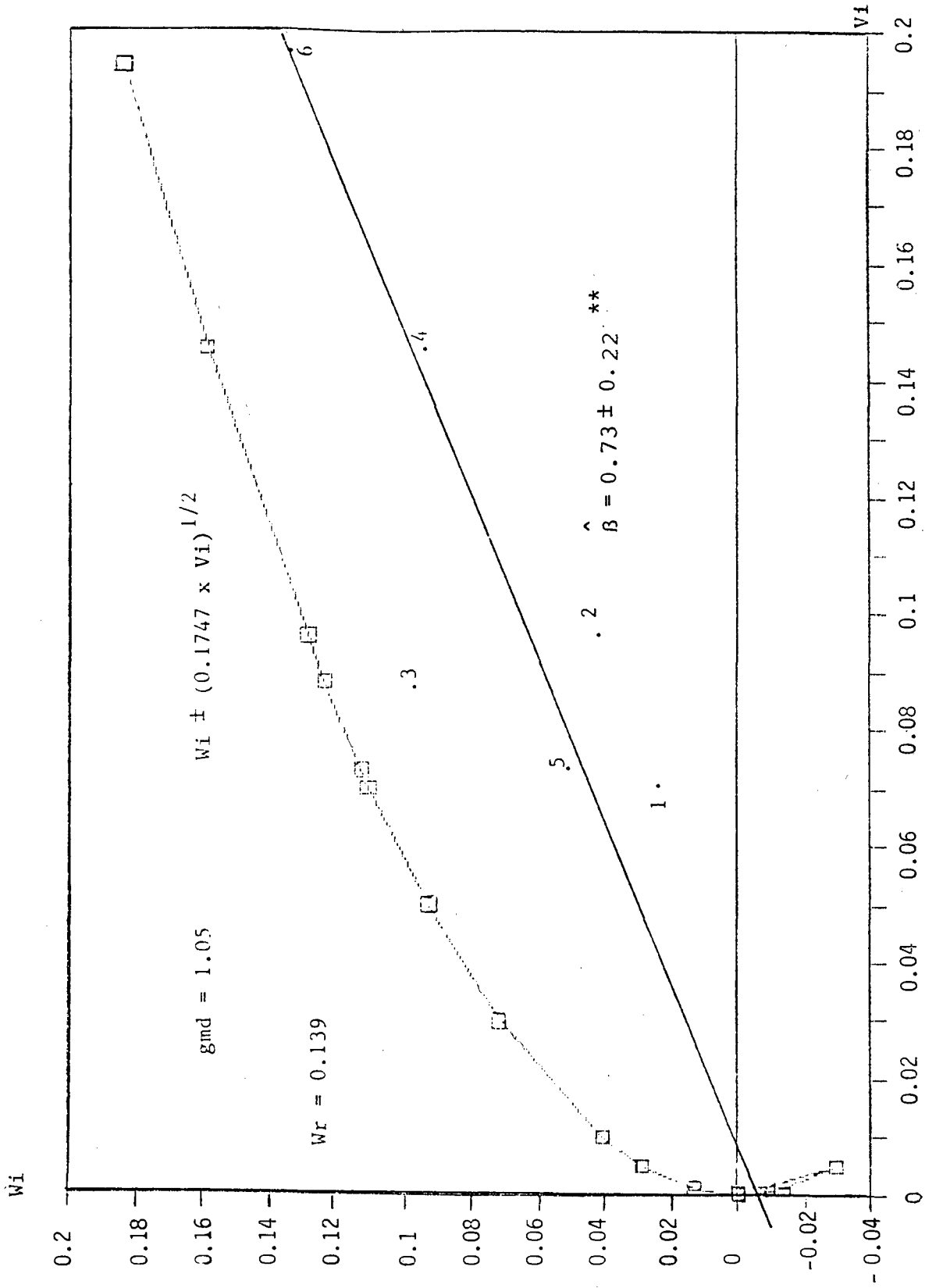


FIGURA 3. Regresión entre W_i vs V_i y parábola limitante para el carácter NUMERO DE LOCULOS POR FRUTO

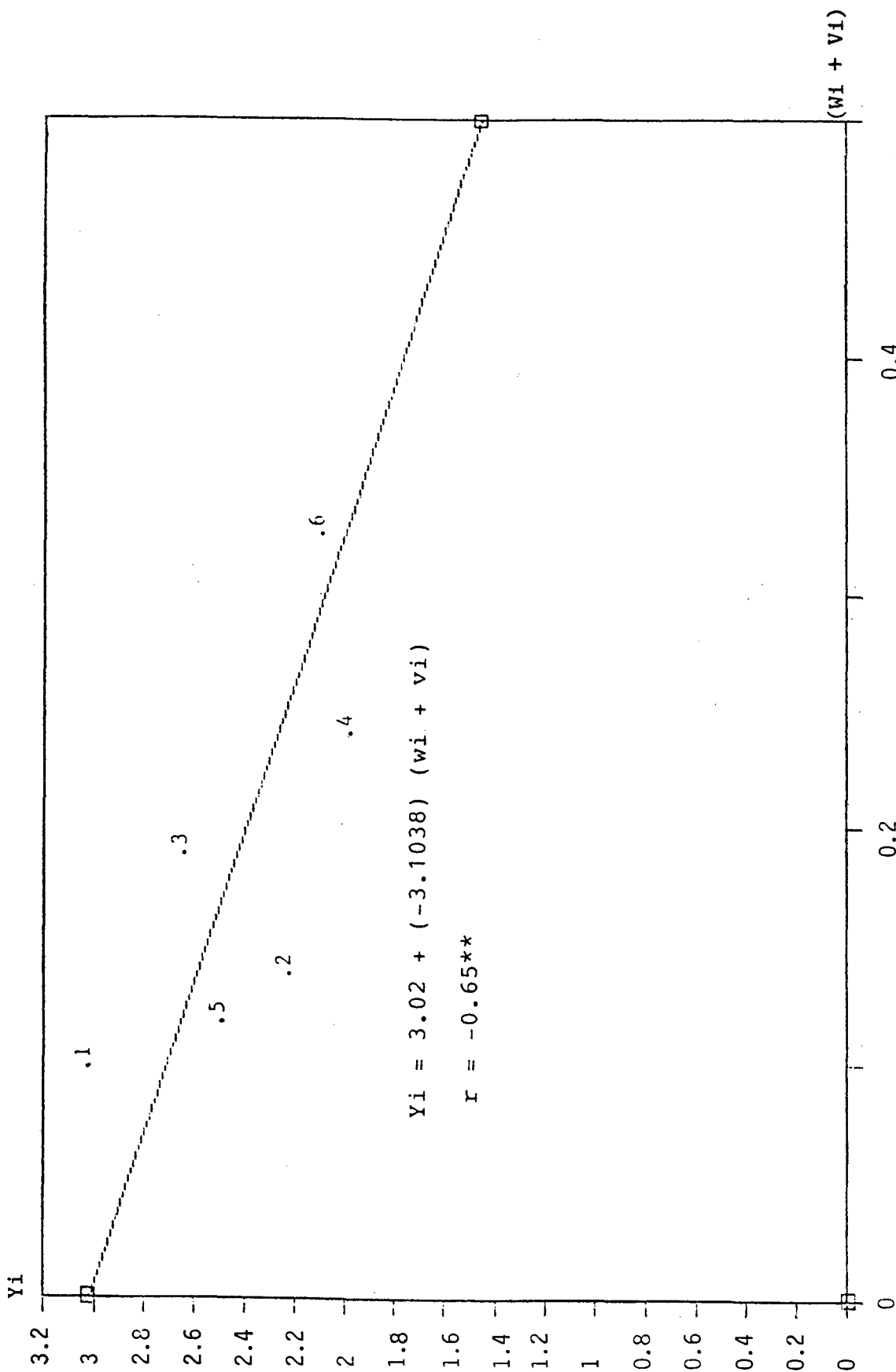


FIGURA 4 Regresión entre Y_i vs (w_i + v_i) para el caracter NUMERO DE LOCULOS POR FRUTO.

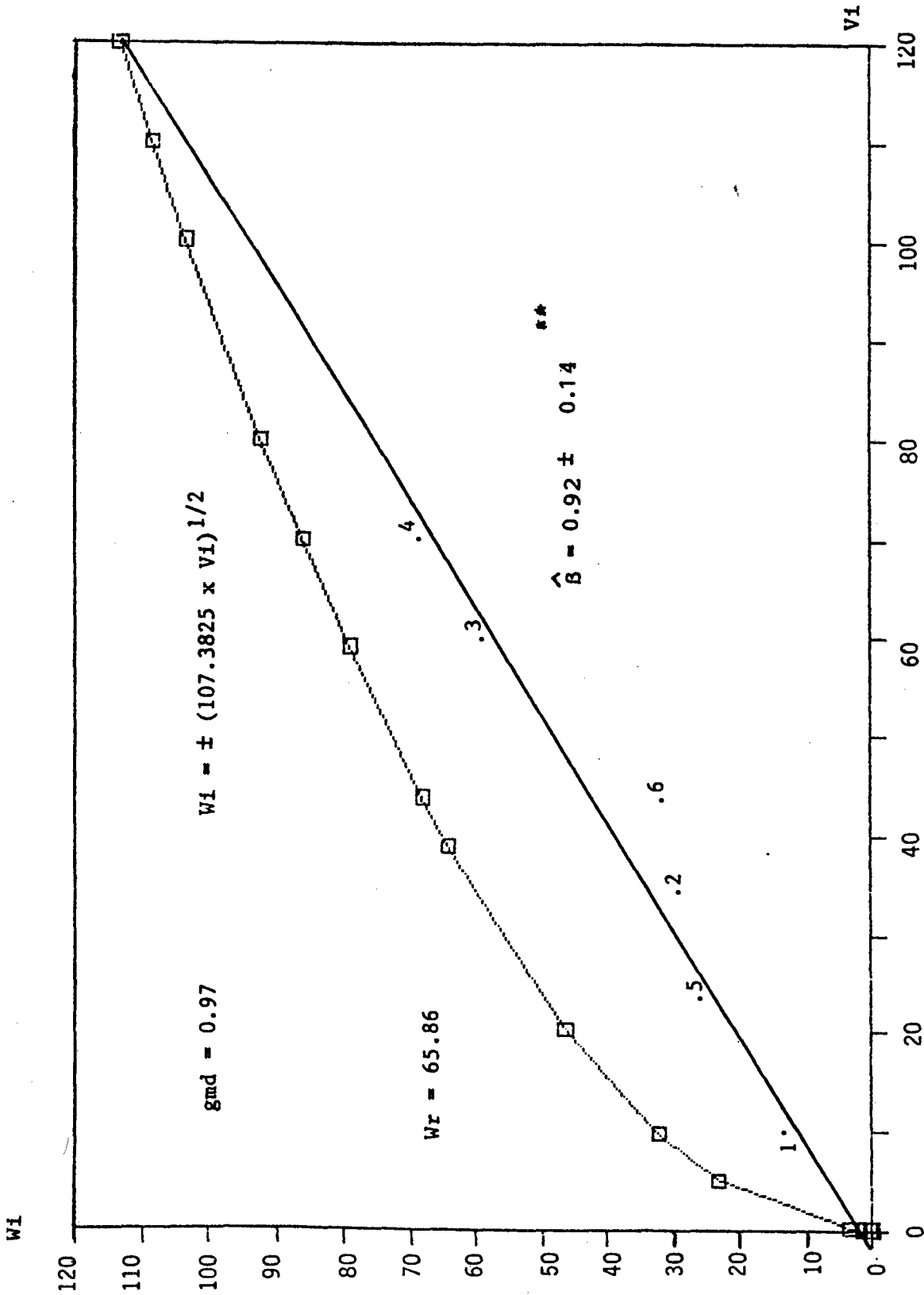


FIGURA 5 Regresión entre W_1 vs V_1 y parábola limitante para el carácter PESO PROMEDIO DE LOCULOS.

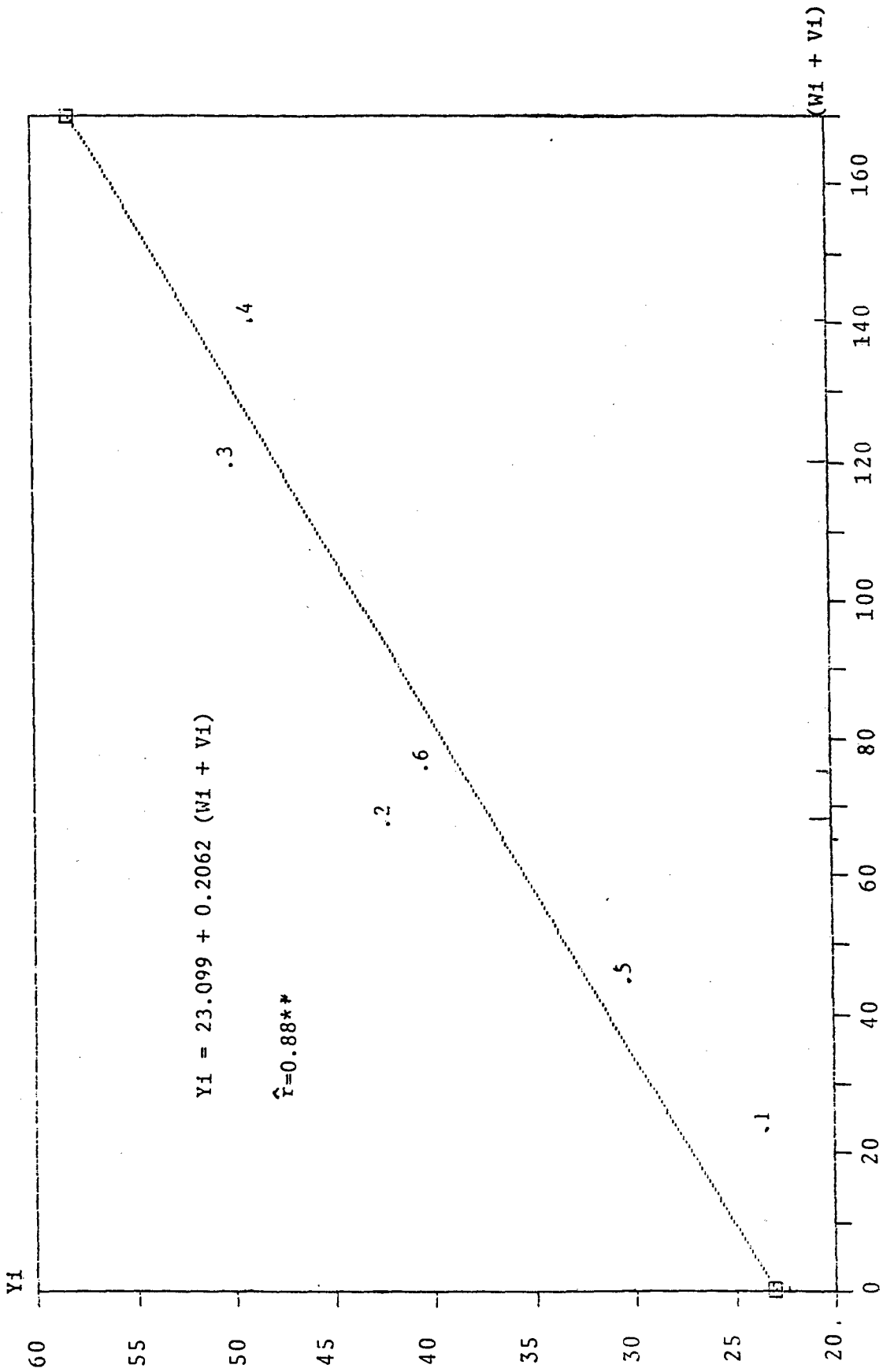


FIGURA 6 Regresión entre Y_1 vs $(W_1 + V_1)$ para el carácter PESO PROMEDIO DE LOCULOS.

BIBLIOGRAFIA

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel-crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.* Vol. 9, No. 4 (1956); p. 463-493.

HAYMAN, B.I. The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics.* 10 (1954a); p. 235-244.

----- . The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics.* 39 (1954b); p. 789-809.

JINKS, J.L. The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. *Genetics.* 39 (1954); p. 767-788.

----- . 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 (1956); p. 1-20.

----- and HAYMAN, B.I. The analysis of diallel crosses in maize. *Genetics.* 27 (1953); p. 48-54.

MATHER, K. and JINKS, J.L. *Biometrical genetics.* 2 ed. London: Chapman and Hall, 1971. 382 p. 1971.

SHARMA, D., BHADOURIA, S.S. and MALIK, H.C. Genetic parameters and their implications in breeding high-yielding varieties of wheat. *Indian J. Agric. Sci.* Vol. 45, No. 7 (1975); p. 311-316.

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.* Vol. 17, No. 5 (1982); p. 745-755.

VALLEJO, F.A. Heredabilidad de los componentes del rendimiento en tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill. Tesis (M.Sc.) Bogotá, 1976. 93 p. Universidad Nacional de Colombia; Instituto Colombiano Agropecuario.