

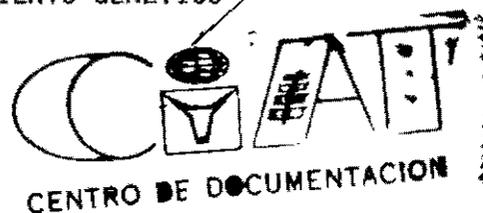
Centro Internacional de Agricultura Tropical

Serie SE-6-81
24 Abril, 1981



RELACIONES DE COMPETENCIA ENTRE FRIJOL Y MAIZ EN SISTEMAS DE ASOCIACION
Y SUS INFERENCIAS PARA EL MEJORAMIENTO GENETICO

Jeremy Davis



RESUMEN

El proceso de selección en el mejoramiento del frijol voluble tiene que hacerse con maíz en asociación debido al alto costo del monocultivo con estacas o con espaldera. La relación entre rendimientos de frijol y de maíz es negativa y el coeficiente de regresión queda normalmente entre -1 a -2. Es decir, para cada kilo adicional de frijol se pierde entre uno a dos kilos de maíz por competencia. La línea de regresión puede usarse para pronosticar el rendimiento del maíz en monocultivo, y la reducción de rendimiento del maíz sirve como un índice de la capacidad competitiva del frijol. Por consiguiente, no es necesario sembrar los monocultivos respectivos.

Los genotipos más competitivos de frijol tienen los rendimientos más altos en asociación con maíz. Sin embargo, en monocultivo las variedades de menos capacidad competitiva tienden a ser las más productivas. Las variedades más competitivas son más altas y más tardías y tienen el hábito de crecimiento IVB.

Las variedades más competitivas de maíz también son de porte alto. Variedades más precoces y de porte más bajo demuestran posibilidades interesantes para la asociación, pero tienen que seleccionarse por resistencia al acame del tallo.

El análisis económico indica que las variedades más competitivas del frijol (hábito IVB) dan el mayor ingreso. El hábito IVB confiere alta capacidad para sobrevivir con la competencia del maíz, de malezas, de enfermedades y plagas. Para contemplar un cambio del tipo de planta hacia una planta más precoz (hábito IVA) que, junto con un maíz más precoz, permita extender el sistema de relevo o rotaciones con otros cultivos, habrá que incluir mejores prácticas culturales y resistencia a las enfermedades y plagas principales. Estos son los objetivos del programa, y los resultados hasta ahora obtenidos indican que se puede seleccionar por una capacidad competitiva reducida y mayor productividad en asociación con maíz en las generaciones tempranas.

INTRODUCCION

El mejoramiento intencional de cultivos con miras a la siembra asociada es la consecuencia lógica del incremento constante del número de estudios sobre los cultivos múltiples, los cuales indican un mayor ingreso por hectarea en sistemas asociados comparados con los monocultivos (Lépiz, 1974; Lépiz, 1978; Santa-Cecilia y Vieira, 1978); y, quizás más importante aún para el pequeño agricultor, mayor estabilidad de producción (Francis y Sanders, 1978; Rao y Willey, 1980). La desventaja que más se menciona con respecto a los cultivos múltiples es la dificultad para la mecanización y, por consiguiente, la demanda por mano de obra que requieren. Sin embargo, estos problemas han sido solucionados para algunos sistemas (Brown y Graffis, 1976; Valadao y von Bülow, 1980). En muchas áreas de los trópicos la mecanización con maquinaria pesada no es factible o no es aconsejable. Es hacia estas áreas, principalmente de fincas pequeñas, que el programa de mejoramiento del frijol voluble es dirigido.

Se hace necesario un estudio del tipo de planta específicamente para asociación ya que se trata de competencia entre dos o más especies. Kass (1978), por ejemplo, menciona la necesidad de considerar el efecto de cada cultivo sobre el otro para determinar el tipo de planta más apropiado para la asociación. Según Donald (1963) la productividad y la capacidad competitiva son características distintas de la planta, y sería un error asumir que fueran atributos idénticos. En el caso particular del frijol voluble casi todas las etapas de selección y pruebas de progenies tienen que hacerse con maíz debido al costo excesivamente alto del monocultivo y, por lo tanto, los genotipos de más capacidad competitiva saldrán adelante. Por otra parte, el valor económico relativo de los cultivos debe jugar un papel importante en la determinación del nivel de capacidad competitiva relativa de cada especie componente de la asociación.

El objetivo del estudio aquí presentado es establecer la relación entre productividad y capacidad competitiva para el frijol voluble igual

como se ha hecho para otros cultivos especialmente arroz (Jennings y Aquino, 1968; Kawano, Gonzalez y Lucena, 1974), pero con la diferencia de que se trata de la competencia entre dos especies en asociación. Los datos utilizados provienen de cinco ensayos, cuatro de los cuales fueron sembrados en CIAT-Palmira entre 1978 y 1980, y un ensayo de la estación experimental ICA-Obonuco, Pasto, cosechado en 1980. Se da una explicación sobre los materiales y métodos en el apéndice.

EL EFECTO DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO SOBRE GENOTIPOS DE FRIJOL Y MAIZ.

Si la capacidad competitiva fuera igual a la productividad no se esperaría una interacción del genotipo por sistema de cultivo, al comparar los sistemas de monocultivo y asociación. Para frijol siempre se observa una interacción muy fuerte, con valores para la prueba F no muy inferiores a los valores para la comparación entre variedades (Cuadros 1 y 2). La interacción se observa también en otras características tales como la altura de la planta y días a madurez y las variedades de maíz tienen un efecto diferencial sobre el rendimiento del frijol (Cuadro 1).

Para maíz no se ha observado una interacción de genotipo por sistema (Cuadro 3) aunque es muy probable que exista si se utilizara un rango más amplio de variedades. Con las variedades usadas tampoco hubo una interacción de variedades por densidad de siembra. Pero sí hubo un efecto de las variedades de frijol sobre el rendimiento de maíz y el acame del tallo.

No se ha observado hasta ahora una interacción entre genotipos de frijol y de maíz. Esto se aprecia mejor en el Cuadro 4 en el cual se obtienen correlaciones altamente significativas entre las asociaciones con las variedades de maíz, y no significativas entre el monocultivo y las asociaciones. Quiere decir que la selección de genotipos para asociación puede hacerse en asociación, pero con cualquier variedad.

Al incluir el sistema de relevo (Cuadro 5) se nota que el sistema

no se asemeja mucho al monocultivo en cuanto al desempeño de las variedades a pesar de la poca competencia entre cultivos. Esto se debe a que las variedades tienen que tolerar un período de sombra durante las primeras etapas de crecimiento, y la incidencia de enfermedades y especialmente plagas es diferente en los dos sistemas. El tipo de planta ideal para el relevo no es muy agresivo para que pueda sembrarse a una densidad relativamente alta (90.000 pl/ha) sin causar volcamiento del maíz.

LAS RELACIONES DE RENDIMIENTO PARA FRIJOL Y MAIZ

Dado la falta de evidencia por una interacción entre genotipos de frijol y maíz, la relación competitiva entre los dos cultivos se ha estudiado utilizando el promedio de las variedades, o para frijol o para maíz. Para variedades de frijol (Fig. 1) hubo una relación negativa entre rendimiento de frijol y de maíz. El coeficiente de regresión fue -1.9187 de tal manera que para cada aumento de 100 Kg. en el rendimiento de frijol se mermó en aproximadamente 200 Kg. la producción de maíz. La intercepción de la regresión fue un buen pronóstico (menos de 3% de diferencia) del rendimiento de maíz en monocultivo. Se cree que no hace falta sembrar más el monocultivo de maíz ya que la línea de regresión con frijol permite pronosticar su potencial.

Sólo una variedad desvió significativamente de la línea de regresión, la P 503, la cual fue excesivamente competitiva con el maíz sin producir el rendimiento correspondiente de frijol.

Las variedades de maíz, Suwan -1 y la Posta, tuvieron la misma producción en monocultivo, pero esta última variedad fue más competitiva con el frijol de manera que su rendimiento en asociación fue más alto (Cuadro 6), y el rendimiento de frijol correspondiente fue más bajo (Cuadro 7). La variedad ICA H-210, por otra parte, se ha comportado de una manera distinta: a pesar de su rendimiento reducido, no ha dejado al frijol la posibilidad de producir más. Este comportamiento se debe a ciertas características de la planta desfavorables para la asociación.

En el ensayo (2) se observó una relación similar con coeficiente de regresión de -1.6214 y un pronóstico del rendimiento monocultivo de maíz de 4818 Kg/Ha (Figura 2). La reducción media de rendimiento del maíz debida a la asociación fué de 1.430 Kg/Ha (30%), comparado con 1.650 Kg/Ha (también 30%) del ensayo (1). Hubo tres variedades de frijol en común en los dos ensayos: P 589, P 732 y G 2801. Sus posiciones relativas en las gráficas para los dos ensayos son muy parecidas.

El ensayo (2) incluyó el sistema de relevo, en el cual se esperó poca competencia ya que los frijoles fueron sembrados cuando el maíz se acercaba a su madurez fisiológica. La correlación entre el rendimiento de frijol y de maíz fue $r = 0.2527$ la cual indica una relación ligera y positiva entre la producción de frijol y de maíz debido a las variaciones en fertilidad del suelo que pudieran afectar a los dos cultivos de una manera similar.

El ensayo (3) se llevó a cabo en Pasto, Nariño, bajo condiciones ambientales quizás más típicas para la asociación de maíz-frijol voluble en la zona Andina. Las 114 variedades de frijol y el maíz fueron sembrados simultáneamente y el coeficiente de regresión fue de -0.6178 (Figura 3), una relación mucho más favorable que en los ensayos anteriores: un valor > -1 implica una mayor producción total a medida que aumenta el rendimiento del frijol. El pronóstico de rendimiento para maíz monocultivo fue de 3.891 Kg/Ha con una reducción en promedio de 598 Kg/Ha en asociación con frijol cuyo rendimiento promedio de 968 Kg/Ha fue similar a la producción lograda en los dos ensayos anteriores, aunque dos variedades produjeron más de los 2.000 Kg/Ha.

CARACTERISTICAS DE LA PLANTA DEL FRIJOL PARA ASOCIACION Y MONOCULTIVO

El rendimiento de frijol en el ensayo (1) fue afectado tanto por el sistema de cultivo (74% reducido en asociación) como por la variedad de maíz (Cuadro 7). La altura de planta fue reducida por la asociación

con ICA H-210 debido a que este maíz de porte bajo no dejó crecer a las variedades de frijol a su altura potencial. Los días a floración no han sido afectados por los tratamientos pero la asociación con ICA H-210 ha resultado en maduréz más tardía.

La capacidad competitiva para frijol puede definirse como su rendimiento en asociación como porcentaje de su rendimiento en monocultivo. Se ha encontrado una correlación muy estrecha entre la capacidad competitiva del frijol y la reducción de rendimiento del maíz (Fig. 4). Para ensayos de frijol voluble no es conveniente el tener que sembrar parcelas en monocultivo debido al alto costo de este sistema, y parece que no hace falta sembrarlas ya que se puede pronosticar la capacidad competitiva del frijol utilizando la reducción de rendimiento del maíz. Se ha eliminado de esta manera la necesidad de incluir en los diseños experimentales parcelas en monocultivo tanto de frijol como de maíz. Se observa que el índice de uso eficiente de la tierra (UET) decae a medida que aumenta la capacidad competitiva del frijol (Figura 4).

La capacidad competitiva del frijol se ha relacionado en forma positiva con el rendimiento de frijol en asociación pero, por lo contrario, con el rendimiento en monocultivo la relación fue negativa (Cuadro 8). Las variedades más competitivas fueron las de mayor producción en asociación mientras las variedades de menos capacidad competitiva han sido las más productivas en monocultivo. Esta correlación negativa entre productividad en monocultivo y capacidad competitiva concuerda con los resultados obtenidos para mezclas de genotipos en otros cultivos tales como arroz (Jennings y Aquino, 1968) pero en el caso de cultivos asociados conduce a la pregunta sobre cual debería de ser el objetivo de selección, capacidad competitiva o productividad?

Antes de buscar una respuesta a la pregunta miremos algunas otras características de planta del frijol voluble relacionadas con el rendimiento y la capacidad competitiva (Cuadro 9). La altura de la planta fue

correlacionada con el rendimiento en asociación, la capacidad competitiva y la reducción de rendimiento del maíz. Los días a maduréz fueron correlacionados con la reducción de rendimiento del maíz, y, aunque no significativamente, parecía que el ancho de la hojuela se relacionaba positivamente con la capacidad competitiva y la reducción de rendimiento del maíz.

Las características de las 114 variedades de frijol en el ensayo (3), cuyos rendimientos se aprecian en la figura 4 se muestran en el cuadro 10. Las variedades fueron agrupadas en tres tipos (hábitos de crecimiento), de finidos subjetivamente en términos de la altura de planta y su ramificación. La clasificación para el tipo de planta corresponde con el rendimiento de frijol en asociación y, por lo tanto, con la capacidad competitiva. Las variedades del tipo IVB son las más rendidoras en asociación con maíz y también son las más tardías a floración y maduréz y han causado la reducción más grande en el rendimiento del maíz.

CARACTERISTICAS DE LA PLANTA DE MAIZ PARA ASOCIACION Y MONOCULTIVO

La reducción media para maíz como resultado de la asociación fué 31% en el ensayo (1) (Cuadro 6). La reducción más baja de rendimiento fue obtenida con La Posta, la variedad de porte más alto. Parece que la capacidad competitiva del maíz también se relaciona con la altura de la planta, igual como para frijol. Sin embargo, ICA H-210, a pesar de su porte bajo fue una variedad sorprendentemente competitiva debido a sus entrenudos cortos y hojas anchas (Cuadro 6), factores que no la dejaron responder a la densidad alta de siembra. Habría que buscar una variedad de maíz de porte bajo pero sin las características antes mencionadas para probar las bondades de una capacidad competitiva reducida en maíz.

El efecto de la variedad de frijol sobre el rendimiento del maíz fue relacionado estrechamente con el acame del tallo (Fig. 5). Esta relación ha sido encontrada en muchos ensayos no mencionados en el presente seminario y demuestra la necesidad de incorporar resistencia del tallo de maíz como característica fundamental para su adaptación a la asociación con frijol

voluble. Ya se sabe que existe variabilidad para esta característica en maíz (Zuber y Grogan, 1961). También el acame del tallo nos da un índice visual del nivel de competencia en cada parcela, o sea la capacidad competitiva del frijol. Por cada aumento en el acame del tallo de 1% se merizó el rendimiento de maíz en 152 Kg/Ha.

ANÁLISIS ECONOMICO

Partiendo de una base de los precios y los costos variables, los cuales contaron con la mano de obra pero sin recargos por la tierra, se hizo un análisis económico simple de los resultados del ensayo (1) y del ensayo (3). Se compararon las tres variedades de maíz en asociación con frijol (Fig. 6). El maíz de porte bajo dió el peor resultado bajo cualquier relación de precios de frijol: maíz. Hasta una relación de precios de 3:1, el maíz alto La Posta (de más capacidad competitiva) daba un retorno económico similar al de Suwan - 1. Por encima de esta relación Suwan-1 tenía progresivamente más ventaja debido a que fué menos competitiva y permitió más producción de frijol. Parece que los maíces altos y competitivos, tradicionales en los trópicos, no tienen el tipo de planta más indicado para aumentar la eficiencia de la asociación.

Tres variedades de frijol fueron escogidas para comparación porque en monocultivo sus rendimientos fueron idénticos (productividad potencial igual), pero en asociación sus rendimientos fueron distintos (diferencias en capacidad competitiva). Las variedades fueron la P 758 (menos capacidad competitiva, hábito IIIB), la P 589 (capacidad competitiva intermedia, hábito IVA) y la G 2258 (alta capacidad competitiva, hábito IVB). El monocultivo de frijol fué capaz de producir el retorno más grande, con una relación de precios mayor de 4: 1, pero también fué el sistema más costoso y por lo tanto, el más riesgoso de los sistemas de cultivo (Figura 7). La relación de precios en América Latina comúnmente está entre 3:1 a 4:1, y sobre este rango la asociación con la G2258 obtuvo el mayor ingreso. Fue preferible sacrificar un poco la producción de maíz por una variedad más competitiva de frijol. El monocultivo de maíz fué preferible sólo a una relación muy baja de precios.

para fríjol en F_3 y en F_4 fue de $r = 0.5582^{**}$, y para maíz de $r = 0.5934^{**}$.

Tomando en cuenta las diferencias que siempre ocurren entre semestres y el efecto de segregación en las generaciones tempranas, demuestra en efecto una heredabilidad aceptable para rendimiento de fríjol (efecto del genotipo) y para el maíz en asociación (efecto indirecto del genotipo de frijol por competencia).

Se está haciendo ensayos de este tipo en forma rutinaria en las generaciones F_3 y F_5 del programa de mejoramiento, sin protección contra enfermedades y plagas y, en Popayán, con inoculación de Rhizobium. El objetivo de selección es mayor producción de fríjol con el mínimo de reducción de rendimiento del maíz. Junto con la selección para resistencia a las enfermedades y plagas principales se espera que los genotipos que salgan de este proceso sean más eficientes para el sistema de siembra maíz-fríjol.

Se busca combinar la productividad alta de los monocultivos con la estabilidad inherente en los sistemas tradicionales de cultivos asociados y se cree que este objetivo se conseguirá con variedades menos agresivas y menos tardías que las variedades tradicionales, tanto de maíz como de fríjol. El hábito IVB de fríjol le confiere al fríjol una alta capacidad competitiva para sobrevivir en competencia con el maíz, con las malezas, con enfermedades y plagas. Ya con la incorporación de resistencia a ciertas enfermedades y plagas, y con mejores prácticas culturales, se puede buscar un genotipo más precoz y más productivo (hábito IV A de fríjol) y posiblemente extender el sistema de relevo (para reducir la competencia) a climas más fríos, o por lo menos ampliar las posibilidades para rotaciones.

AGRADECIMIENTOS

Quiero reconocer el gran aporte de los miembros del programa en este trabajo, en especial de mis asistentes Ing. Susana García e Ing. Gerardo Tejada y las valiosas discusiones con los Drs. Douglas Laing, Aart van Schoonhoven y Charles Francis.

Una situación semejante fue revelada en el ensayo (3) (Figura 8) con la diferencia de que la ventaja para la asociación fue obtenida con una relación de precios más baja ($> 2:1$). La asociación más satisfactoria en términos económicos también se obtuvo con el tipo más competitivo de frijol (hábito IVB). Parece que los frijoles altos y competitivos, tradicionales en los trópicos, sí tienen el tipo de planta más indicado para asociación, por lo menos con los maíces probados hasta ahora.

SELECCION PARA ASOCIACION

El análisis económico demuestra la importancia de mantener la capacidad competitiva para que el frijol pueda defenderse con el maíz, el cultivo dominante. Sin embargo, la evidencia indica que la selección por mayor capacidad competitiva conduce a menos productividad. La selección en el programa de mejoramiento, por lo tanto, debe buscar una combinación de rendimiento máximo en asociación con una capacidad competitiva reducida (o sea menos reducción de rendimiento del maíz).

Algunos de los factores que pudieran contribuir a este objetivo para frijol serían:

- Eficiencia fisiológica bajo sombra
- Eficiencia de fijación de nitrógeno
- Resistencia a enfermedades y plagas.

En el ensayo (4) se ha intentado seleccionar por rendimiento combinado de frijol y de maíz en la generación F_3 de 49 familias de frijol voluble (Figura 9). Se seleccionaron 21 familias divididas en 4 grupos: el grupo 1 = rendimiento bajo de maíz y bajo de frijol; grupo 2 = rendimiento alto de maíz, bajo de frijol; grupo 3 = rendimiento alto de ambos cultivos; grupo 4 = rendimiento alto de frijol, bajo de maíz. En el semestre siguiente se sembró en CIAT la generación F_4 de las mismas 21 familias, (Figura 10). El comportamiento de los grupos de familias puede compararse con su producción en F_3 (Figura 9), y se ve que en promedio los grupos siguen comportandose en forma similar. La correlación entre rendimiento

- SANTA-CECILIA, F. C. y VIEIRA, C. (1978). Associated cropping of beans and maize. I. Effects of bean cultivars with different growth habits. Turrialba 28: 19-23.
- VELADÃO, L. T. y VON BÜLOW J. F. W. (1980). Consorciação de cultivares de sorgo (Sorghum bicola (L.) Moench) com feijão (Phaseolus vulgaris L.) no cerrado do distrito federal. Tesis, Departamento de Engenharia Agrônômica, Fundação Universidade de Brasília.
- ZUBER, M. S. y GROGAN, C. O. (1961). A new technique for measuring stalk strength in corn Crop. Sci. 1 : 378-380.

REFERENCIAS

- BROWN, C. M. y GRAFFIS, D. W. (1976). Intercropping soybeans and sorghum in Oats. *Illinois Research*. 18(2) : 3-4.
- DONALD, C. M. (1963). Competition among crop and pasture plants. *Advances in Agronomy* 15 : 1-118.
- FRANCIS, C. A. y SANDERS, J. H. (1978). Economic analysis of bean and maize systems: monoculture versus associated cropping. *Field Crops Research* 1 : 319-335.
- JENNINGS, P. R. y AQUINO, R. C. (1968). Studies on competition in rice. III. The mechanism of competition among phenotypes.
- KASS, D. C. L. (1968). Polyculture cropping systems: review and analysis. *Cornell International Agricultural Bulletin*. 32 : 1-69.
- KAWANO, K., GONZALEZ, H. y LUCENA, M. (1974). Intraspecific competition, competition with weeds, and spacing response in rice. *Crop Sci.* 14 (6) : 841-845.
- LEPIZ, I. R. (1974). Asociación de cultivos maiz-frijol. Folleto Técnico. 58, 46 pp.
- LEPIZ, I. R. (1978). La asociación maiz-frijol y el aprovechamiento de la luz solar. Tesis para Doctor en Ciencias, especialidad genética, Chapingo, Mexico.
- RAO, M. R. y WILLEY, R. W. (1980). Evaluation of yield stability in intercropping: studies on sorghum/pigeonpea. *Expl. Agric.* 16: 105-116.

4) 2 repeticiones, localidad CIAT

221 líneas F_3 en 49 familias

Tamaño de parcela = 6 m^2

Parcela útil = 4 m^2

5) 3 repeticiones, localidad CIAT

80 líneas F_4 en 21 familias

Tamaño de parcela = 14.52 m^2

Parcela útil = 9.2 m^2

APENDICE

Materiales y Métodos

Los ensayos tenían los siguientes tratamientos:

1) 3 repeticiones, localidad CIAT

Parcela principal = Monocultivo maíz

Sub-parcela (1) = 2 densidades (4.0 y 5.5 pl/m²)

Sub-parcela (2) = 3 variedades: La Posta (porte alto)

Suwan - 1 (porte intermedio)

ICA H-210 (porte bajo)

Parcela principal = Monocultivo frijol

Sub-parcela = 10 variedades de frijol voluble

Parcela principal = Asociación maíz - frijol

Sub-parcela = 30 combinaciones de variedades de frijol y maíz.

Tamaño de sub-parcela = 24 m²

Parcela útil = 8 m²

2) 4 repeticiones, localidad CIAT

3 sistemas = Monocultivo (con estacas)

Relevo (con maíz La Posta)

Asociación (con maíz y Sawan-1)

21 variedades de frijol voluble

Tamaño de parcela = 12 m²

Parcela útil = 8 m²

3) 2 repeticiones, localidad ICA-Obonuco, Pasto.

114 variedades de frijol asociadas con maíz ICA V-507.

Tamaño de parcela = 6.12 m²

Parcela útil = 4.59 m²

Cuadro 1. ANALISIS DE VARIANZA PARA FRIJOL EN EL PRIMER ENSAYO:

Fuente de Variación	g.l.	Rend. de frijol (kg/ha)		Altura de planta, cm.		Días a floración		Días a madurez fisiológica	
		C.M.	F	C.M.	F	C.M.	F	C.M.	F
Bloque	2	161817	0.50	1451.5	1.43	3.91	0.7	18.31	1.36
Sistema ¹	1	109637140	338.93**	16066.8	15.85	40.00	7.1	195.07	14.52
Error (a)	2	323478	-	1013.9	-	5.62	-	13.44	-
Total	5	22121546	-	4199.5	-	11.81	-	51.71	-
Variedades de frijol	9	1758994	29.54***	30939.8	131.7***	191.76	71.0***	991.42	75.92***
Variedades de maíz	2	379714	6.38**	19964.5	85.0***	0.70	0.3	71.94	5.51**
Vars. de frijol x Sistema	9	1172424	19.69***	1047.9	4.5***	1.41	0.5	54.35	4.16***
Vars. de frijol x Vars. de maíz	18	83463	1.40	670.6	2.9**	1.33	0.5	13.01	1.00
Error (b)	76	59537	-	234.9	-	2.70	-	13.06	-
Total	119	1208211	-	3182.7	-	17.04	-	92.78	-

¹ Comparación entre monocultivo y asociación

** P < 0.1

*** P < 0.001

Cuadro 2. ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE 21 VARIEDADES DE FRIJOL EN MONOCULTIVO, RELEVO Y ASOCIACION CON MAIZ EN EL SEGUNDO ENSAYO.

Fuente de variación	g.l.	C.M.	F
Bloques/Sistemas	9	101352	1.53*
Sistemas	2	20095513	304.20***
Variedades	20	304444	4.61***
Vars. x Sistemas	40	203905	3.09***
Error	180	66060	
Total	251	267885	

Cuadro 3. ANALISIS DE VARIANZA PARA MAIZ EN EL PRIMER ENSAYO.

Fuente de variación	g.l.	Rend. de maíz (kg/ha)		Altura de planta, cm.		Días a madurez fisiológica		Acame de tallo %	
		C.M.	F	C.M.	F	C.M.	F	C.M.	F
Bloques	2	684067	1.13	575.7	7.32	73.5	23.50**	81.1	1.26
Sistemas ¹	1	42972253	71.18**	50.4	0.64	8.1	2.58	10.3	0.16
Densidades ²	1	3136678	5.20	88.9	1.13	0.2	0.07	90.7	1.41
Error (a)	4	603705	-	78.7	-	3.1	-	64.4	-
Total	8	6236486	-	401.4	-	21.0	-	65.1	-
Variedades de frijol	9	6058156	15.36***	145.7	1.18	2.7	1.49	239.2	7.24***
Variedades de maíz	2	30604838	77.57***	153804.9	1250.56***	25.7	14.48***	916.2	27.73***
Var. de maíz x Sistema	2	353730	0.90	36.0	0.29	2.2	1.26	0.2	0.01
Var. de maíz x Densidad	2	524884	1.33	72.2	0.59	1.1	0.60	12.3	0.37
Var. de maíz x Var. de frijol	18	221898	0.56	97.0	0.79	3.0	1.70	184.7	5.59***
Error (b)	66	394532	-	123.0	-	1.8	-	33.0	-
Total	107	1845004	-	2996.3	-	3.9	-	93.8	-

¹ Comparación entre monocultivo y asociación

² Comparación entre densidad de maíz en monocultivo (4.0 v. 5.5 pl/m²)

** P < 0.01

*** P < 0.001

Cuadro 4. CORRELACIONES (8 g.l.) PARA RENDIMIENTO DE FRIJOL EN EL PRIMER ENSAYO.

		Monocultivo	Asociado con maíz	
			ICA H-210	Suwan-1
Asociado con maíz	ICA H-210	0.6079	-	-
	Suwan-1	0.2367	0.6710*	-
	La Posta	0.4088	0.8952***	0.8902***

Cuadro 5. CORRELACIONES ENTRE RENDIMIENTOS DE 21
VARIEDADES DE FRIJOL EN EL SEGUNDO ENSAYO

	Asociación	Monocultivo
Relevo	0.3529	- 0.0145
Asociación	-	0.3666

Cuadro 6. ALGUNAS CARACTERISTICAS DE 3 VARIEDADES DE MAIZ EN MONOCULTIVO Y EN ASOCIACION CON 10 VARS. DE FRIJOL.

Variedad	Rendimiento, kg/ha.			Reducción Rend. % ¹	Altura de Planta cm.	Días a madurez	Acame de Tallos, %	Largo de Entrenudos, cm.	Ancho de Hoja, cm.
	Monocultivo		Asociación						
	4 pl/m ²	5.5 pl/m ²	4 pl/m ²						
La Posta	5679	6676	4667	24	275	186	6.48	18.2	10.8
Suwan-1	5475	6803	4141	33	266	185	11.64	18.9	10.4
ICA H-210	4366	4545	2885	35	158	186	1.55	12.3	12.5
Promedio	5173	6008	3898	31	233	186	6.70	16.5	11.2
DMS	1026	1026	324	-	5	0.6	2.71	-	-

¹. Promedio de 2 densidades, 4 pl/m² y 5.5 pl/m².

Cuadro 7. RENDIMIENTO Y OTROS CARACTERES DE 10 VARIETADES DE FRIJOL EN MONOCULTIVO Y ASOCIACION CON TRES VARIETADES DE MAIZ EN EL PRIMER ENSAYO.

Comparación		Rendimiento (kg/ha)	Altura de planta, cm.	Días a floración	Días a madurez
Sistemas	Monocultivo	2986	205	43.0	87.5
	Asociación	779	178	44.4	90.5
	DMS	516	39	2.2	3.3
Var. de maíz	La Posta	649	193	44.5	89.2
	Suwan-1	847	192	44.2	90.0
	ICA H-210	840	148	44.4	92.2
	DMS	126	9	0.8	1.9

Cuadro 8. CORRELACIONES PARA 10 VARIEDADES DE FRIJOL (LINEA SUPERIOR)
Y 25 VARIEDADES (LINEA INFERIOR).

CAPACIDAD COMPETITIVA = RENDIMIENTO DE FRIJOL ASOC./MONO. %

REDUCCION DE REND. DEL MAIZ = REND. MAIZ (MONO-ASOC.)/MONO %

	Rendimiento Monocultivo	Rendimiento Asociado	Capacidad Competitiva
Capacidad Competitiva	- 0.2112	0.7521*	-
	- 0.4292*	0.6414***	-
Reducción del Maíz	- 0.0244	0.7770*	0.9466***
	- 0.0777	0.5749**	0.6289***

* P < 0.05

** P < 0.01

*** P < 0.001

Cuadro 10. RENDIMIENTO Y OTROS CARACTERES DE 114 VARIEDADES DE FRIJOL EN ASOCIACION CON MAIZ, VARIEDAD ICA V-507, EN EL TERCER ENSAYO.

Hábito de Crecimiento ¹	IIIB	IVA	IVB
Número de variedades	9	46	59
Días a floración	95	106	117
Días a madurez	185	194	201
No. de semillas por vaina	3.49	4.27	4.79
Peso de 100 semillas, g.	62	60	62
Rendimiento de frijol, kg/ha.	363	834	1165
E.S.	80	36	31
Rendimiento de maíz, kg/ha.	3566	3334	3219
E.S.	208	92	81
Reducción del maíz	8%	14%	17%

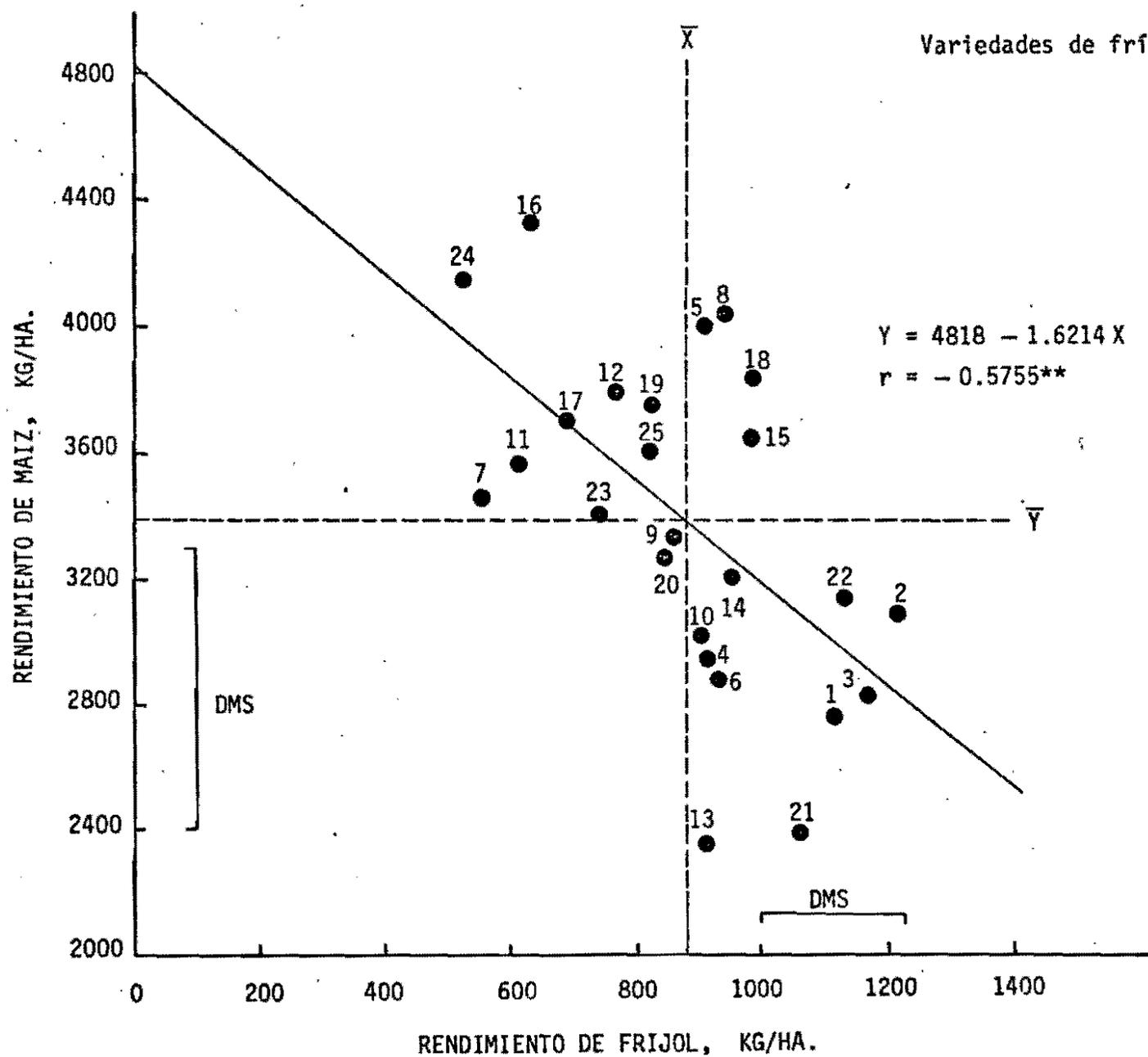
- ¹ IIIB = Trepadora débil, mucha ramificación basal
 IVA = Trepadora con ramificación reducida
 IVB = Trepadora agresiva con poca ramificación basal

Cuadro 9. CORRELACIONES PARA RENDIMIENTO Y OTROS CARACTERES DE 10
 VARIEDADES DE FRIJOL EN EL PRIMER ENSAYO.

	Altura de Planta		Días a Floración	Días a Madurez		Ancho de Hojuela mm.
	Mono.	Asoc.		Mono.	Asoc.	
Rendimiento Monocultivo	0.4543	0.3016	- 0.1583	-0.0417	-0.1598	0.1779
Rendimiento Asociado	0.5471	0.7140*	- 0.1715	0.1168	0.4012	0.4882
Capacidad Competitiva	0.3717	0.6357*	- 0.0716	0.1832	0.5965	0.5057
Reducción del Maíz	0.5015	0.7342*	- 0.0643	0.2597	0.6622*	0.6038

* $P \leq 0.05$

Figura 2. LA RELACION DE RENDIMIENTOS PARA 25 VARS. DE FRIJOL Y EL MAIZ SUWAN-1



Variedades de frijol :			
1	G3144	13	G2764
2	G2227	14	G3445
3	G2161	15	P639
4	G4346	16	P352
5	P364	17	P526
6	G2839	18	P304
7	P749	19	P665
8	P550	20	G983
9	G4567	21	P502
10	P449	22	P589
11	P715	23	P16
12	G574	24	P732
		25	G2801

Figura 1. LA RELACION DE RENDIMIENTO PARA 10 VARIETADES DE FRIJOL ASOCIADA CON MAIZ (PROMEDIO DE 3 VARS.)

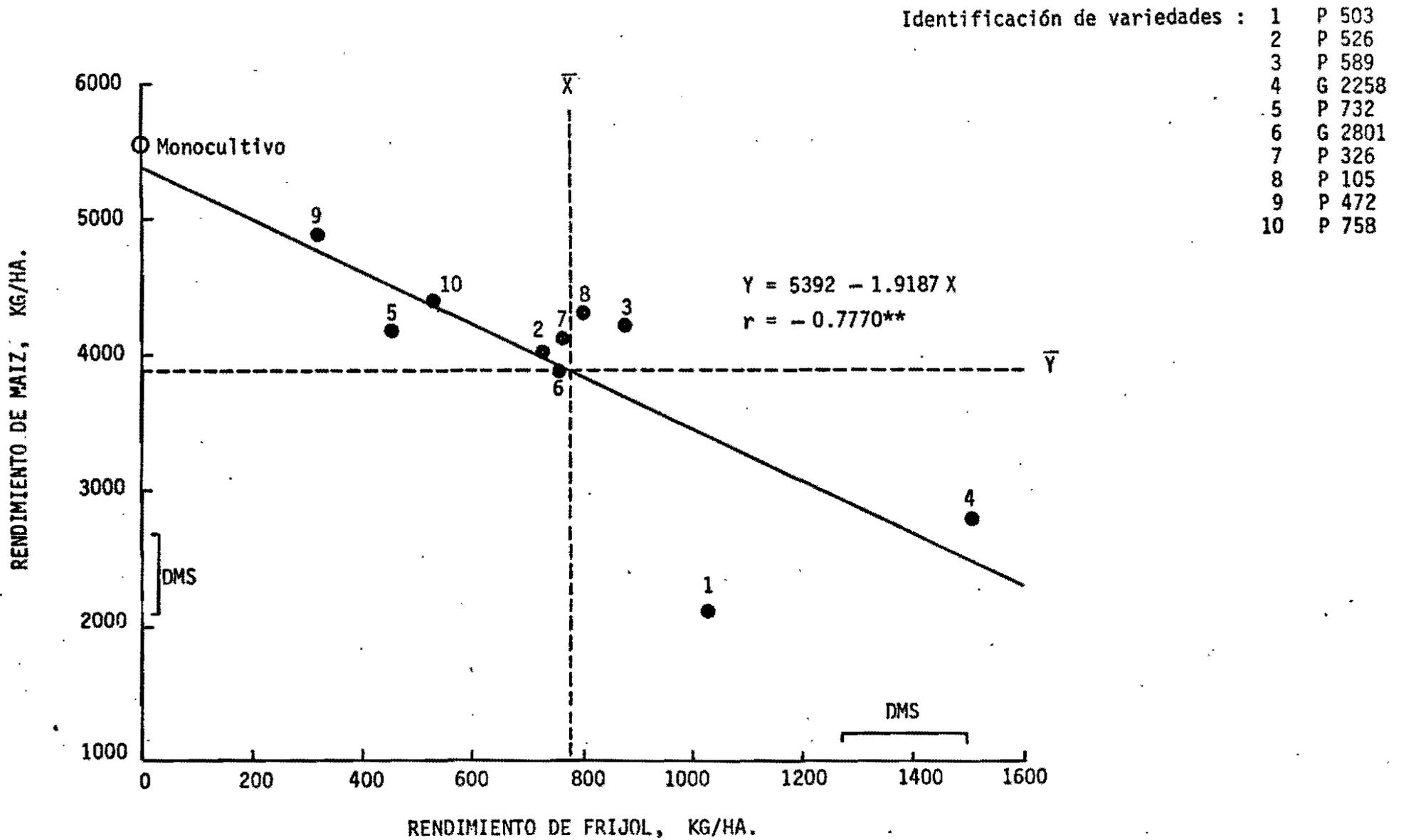


Figura 3. LA RELACION ENTRE RENDIMIENTOS DE FRIJOL Y DE MAIZ PARA 114 VARS. DE FRIJOL EN ASOCIACION CON EL MAIZ, ICA V-507, OBONUCO, PASTO.

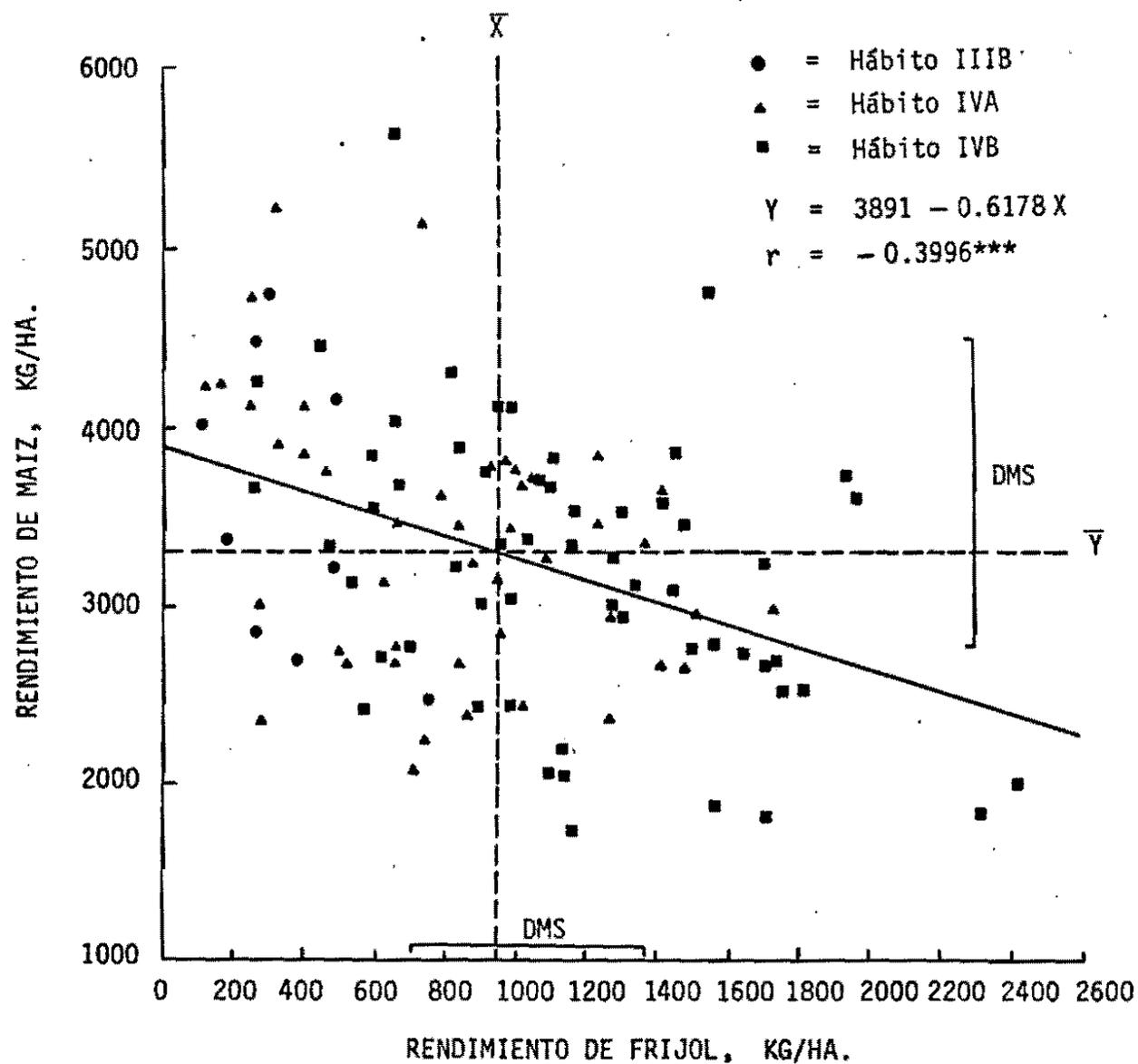


Figura 4. LA PREDICCIÓN DE LA CAPACIDAD COMPETITIVA DE FRIJOL USANDO LAS MEDIDAS DE REDUCCION DE RENDIMIENTO DEL MAIZ. IDENTIFICACION DE LAS VARIETADES IGUAL COMO EN LA FIGURA 3.

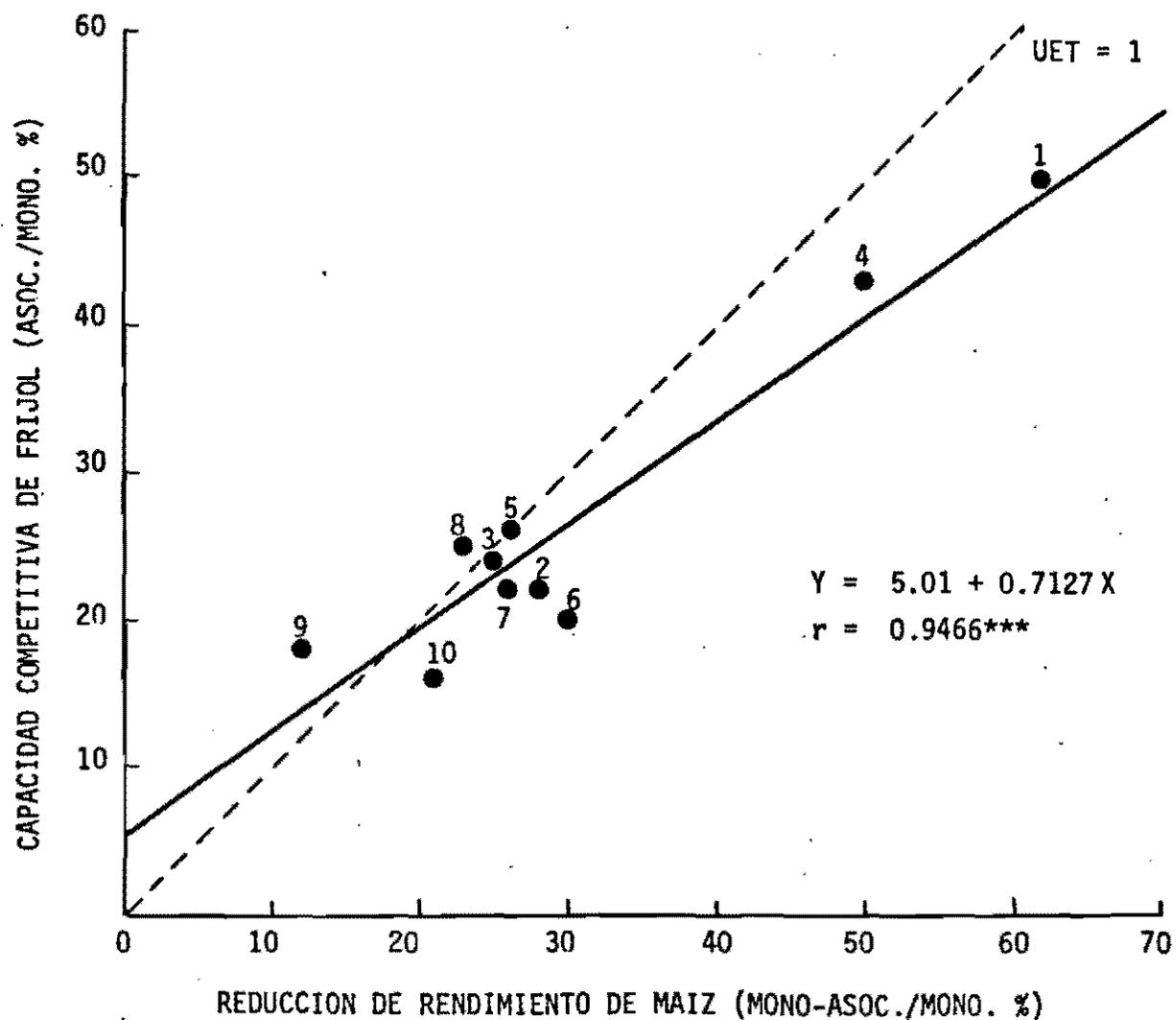


Figura 5. EL EFECTO DE VARIEDADES DE FRIJOL SOBRE EL ACAME DE TALLO Y EL RENDIMIENTO DE MAIZ.
VARIEDADES DE FRIJOL IDENTIFICADAS EN LA FIGURA 3.

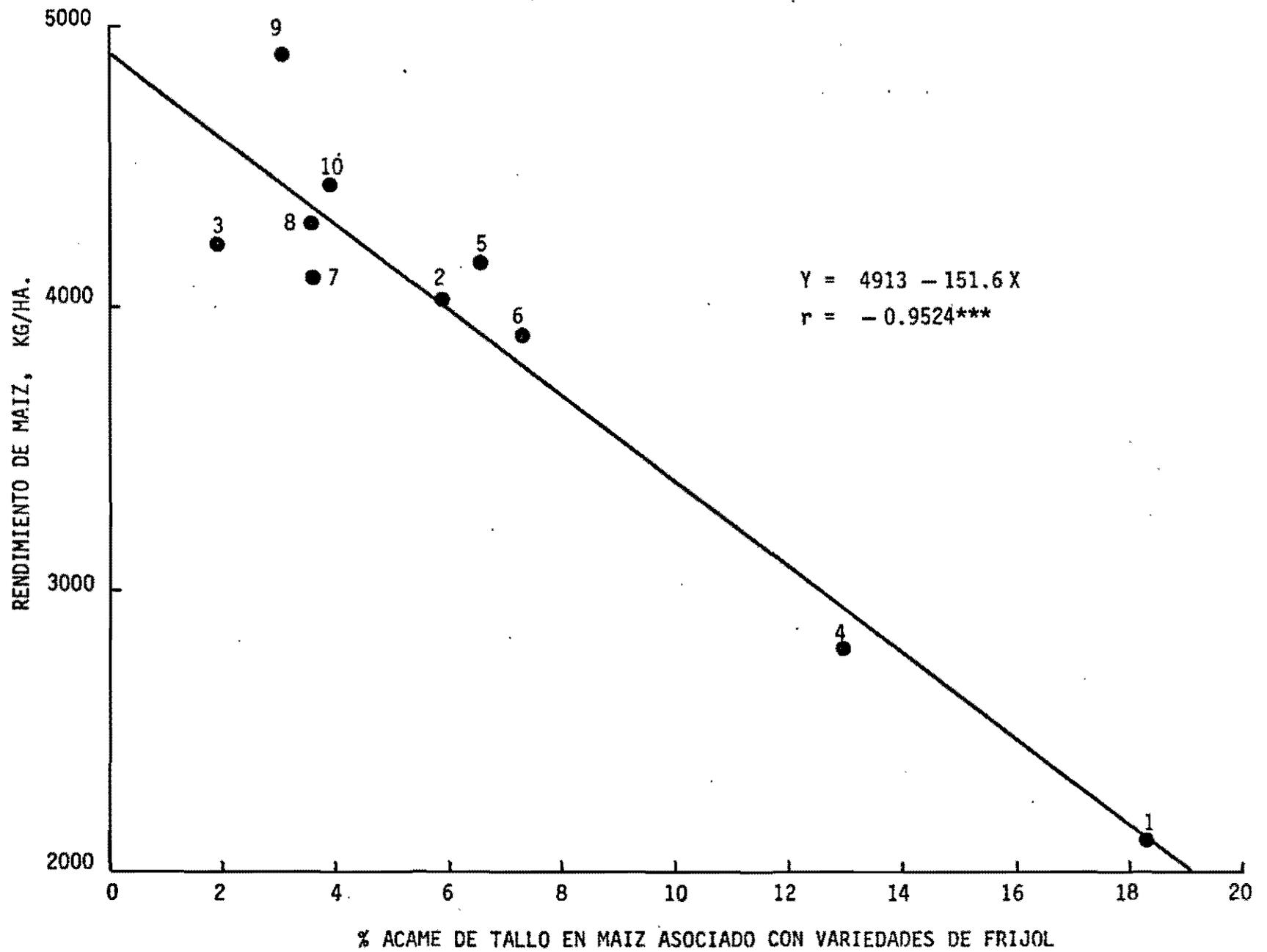
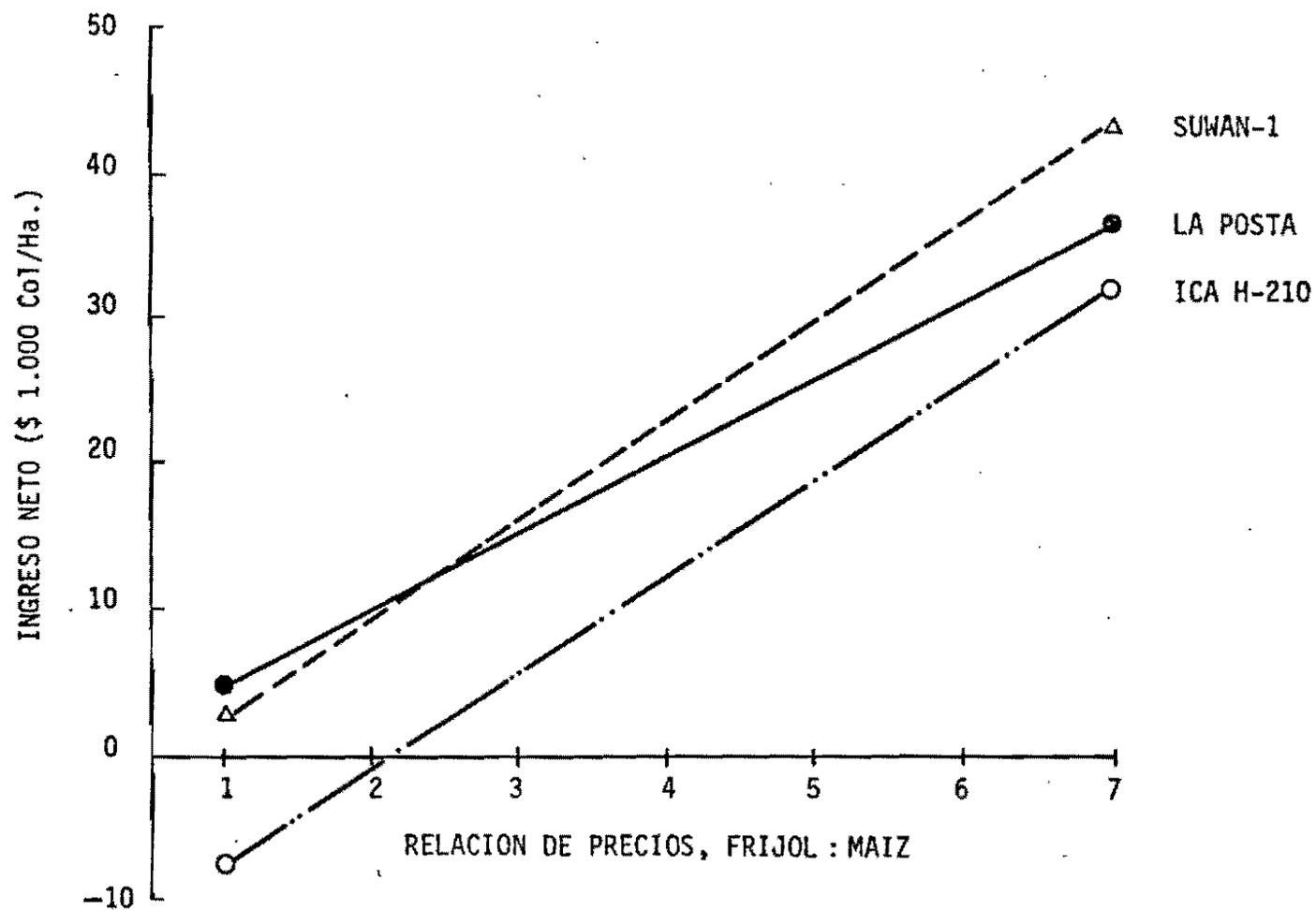
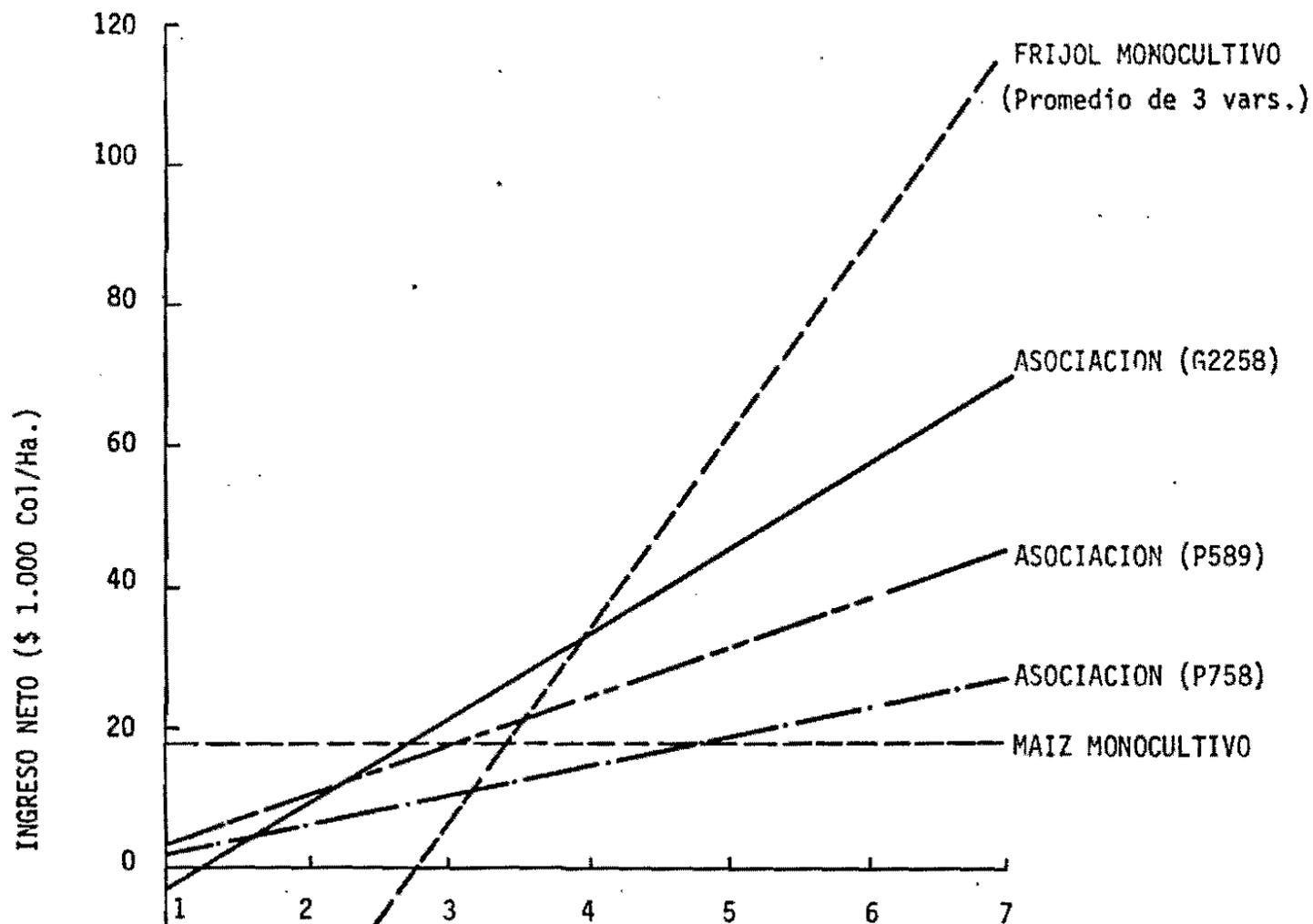


Figura 6. INGRESO NETO COMO FUNCION DE LA RELACION DE PRECIOS DE FRIJOL : MAIZ
PARA 3 VARS. DE MAIZ EN ASOCIACION CON FRIJOL (PROMEDIO DE 10 VARS.)



\$40.00 Col. = \$ 1 U.S. al término del experimento
Precio de maíz = \$ 8.00 Col./kg.

Figura 7. INGRESO NETO COMO FUNCION DE LA RELACION DE PRECIOS DE FRIJOL : MAIZ PARA 3 VARS. DE FRIJOL



RELACION DE PRECIOS, FRIJOL:MAIZ

\$ 40.00 Col = \$ 1 U.S. al término del experimento

Precio de maíz = \$ 8 Col./kg.

Costos : para maíz monocultivo = \$ 26,120 Col/ha.
 para frijol monocultivo = 77,317 Col/ha.
 para maíz-frijol asociado = 37,317 Col/ha.

Figura 8. INGRESO NETO COMO FUNCION DE LA RELACION DE PRECIOS DE FRIJOL : MAIZ PARA TRES GRUPOS DE VARIEDADES DE FRIJOL :
 IIIB = trepadora débil con ramificación basal (9 vars.)
 IVA = trepadora con ramificación reducida (46 vars.)
 IVB = trepadora agresiva con poca ramificación basal (59 vars.)

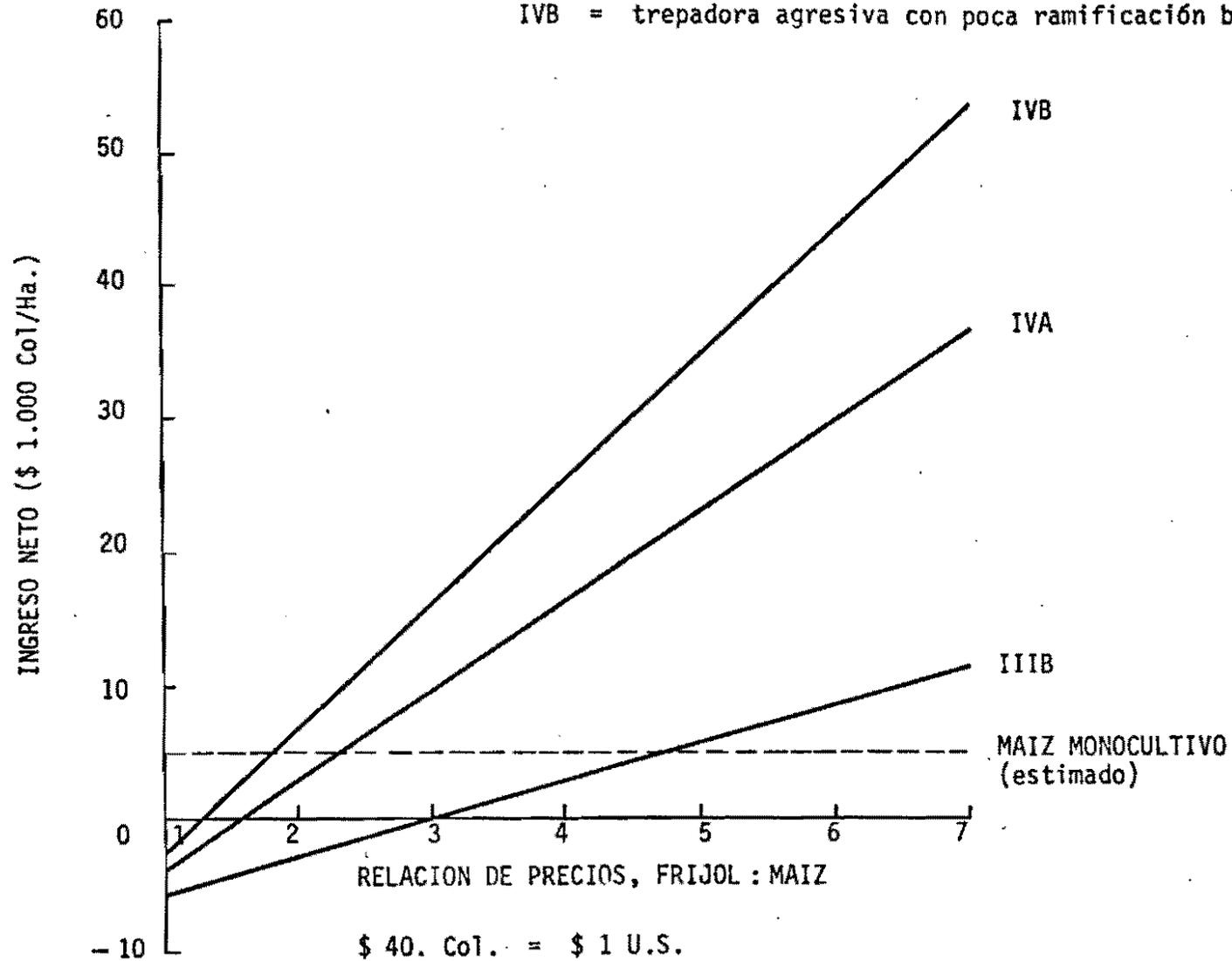


Figura 9: RENDIMIENTOS DE 49 FAMILIAS DE LINEAS F₃ DE FRIJOL VOLUBLE EN ASOCIACION CON MAIZ, SUWAN-1

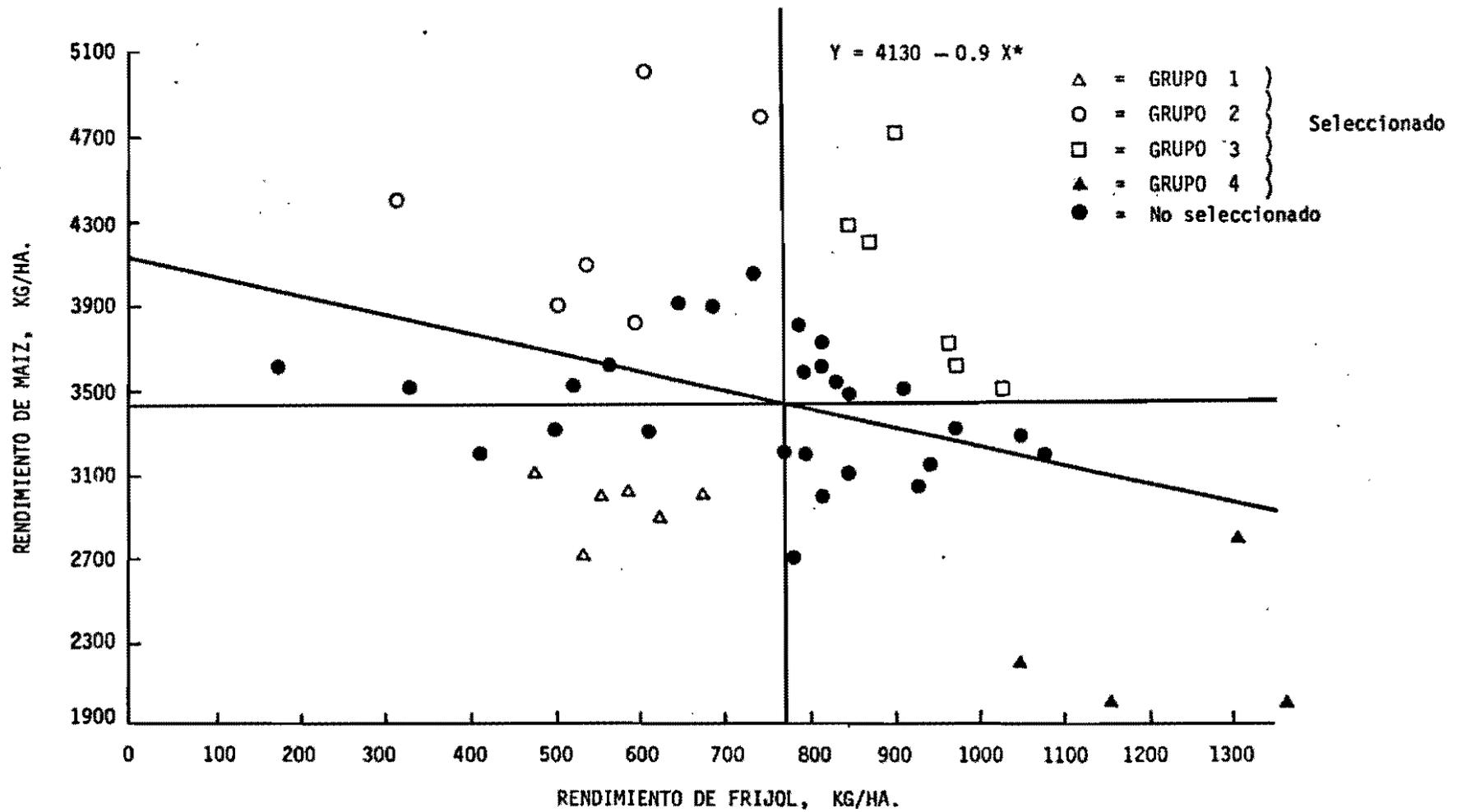


Figura 10. RELACION DE RENDIMIENTOS PARA 21 FAMILIAS DE FRIJOL EN LA GENERACION F₂ ASOCIADAS CON MAIZ SUWAN-1

