



# Correlaciones entre rendimiento y componentes del rendimiento e índices de selección en frijol *Vigna unguiculata* (L.) Walp<sup>1</sup>

RODOLFO AVILA LOZANO<sup>2</sup>

## RESUMEN

Se realizó un ensayo con ocho variedades de frijol, con diferencias morfológicas y fisiológicas apreciables, para estudiar las correlaciones entre el rendimiento y cinco componentes del rendimiento. El análisis de correlación simple mostró que el componente vainas por planta fue el carácter más importante en la determinación del rendimiento en todas las variedades. El análisis de regresión múltiple indicó la posibilidad de construir un índice de selección para rendimiento con los componentes vainas por planta, semillas por vaina y peso de las semillas. Los coeficientes de determinación, calculados a partir de los coeficientes de correlación múltiple, para los tres componentes mencionados, estuvieron entre 0,836 y 0,983. El análisis de coeficientes de trayectoria permitió detectar ciertos efectos indirectos negativos entre componentes.

## ABSTRACT

One experiment was made with eight varieties of cowpea, showing morphological and physiological differences, in order to study the correlations between yield components. Analysis of simple correlation showed that pod per plant was the most important character in the determination of yield in all the varieties. Analysis of multiple regression showed the possibility of making a selection index for yield with the components pods per plant, seeds per pod and seed weight. Determination coefficients, calculated from multiple correlation coefficients, for the mentioned yield components were between 0,836. Path coefficients analysis was able to detect certain indirect negative effects between components.

## INTRODUCCION

Un conocimiento cabal de la relación entre el rendimiento y los caracteres que lo afectan es invaluable para el fitomejorador en lo referente a seleccionar las plantas más deseables. La asociación del rendimiento con ciertos caracteres cuantitativos ha sido estudiada en diferentes leguminosas de grano. Sin embargo, a medida que se incluye mayor número de variables en los estudios de correlación, las asociaciones indirectas se hacen más complejas y las conclusiones a partir de coeficientes de correlación y regresión simple no pueden obtenerse en forma confiable. En tales situaciones, el análisis de coeficiente de trayectoria ha sido de mucha utilidad, al

<sup>1</sup> Recibido para su publicación el 21-10-79.

<sup>2</sup> Facultad de Agronomía. Apartado Postal 526. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

permitir medir efectos directos e indirectos de asociación entre las variables estudiadas. No obstante, a través de los estudios de correlación y regresión podemos obtener información acerca de la dependencia del rendimiento con otros caracteres. Estos estudios de regresión también son de utilidad en la formulación de índices de selección.

El presente trabajo estudia las correlaciones entre el rendimiento por planta y varios componentes del rendimiento en frijol, con el fin de establecer los componentes de mayor influencia sobre el rendimiento, que a la vez podrían ser utilizados como indicadores del rendimiento en la construcción de índices de selección, como una alternativa a la selección basada en rendimiento *per se*, el cual ha mostrado tener, en diferentes estudios, una heredabilidad baja, lo cual reduce su eficiencia en el logro de un avance genético rápido en programas de mejoramiento.

### REVISION BIBLIOGRAFICA

Dewey y Lu (1959) describen las ventajas del análisis de coeficientes de trayectoria en relación a los análisis de correlación simple, al permitir medir los coeficientes de correlación en componentes de efecto directo e indirecto.

Janoria y Ali (1970), trabajando con 26 variedades de frijol, encontraron una correlación positiva y significativa entre rendimiento y número de vainas por planta y de semillas por vaina, peso de 100 semillas y número de días a 50 por ciento de floración. El análisis de regresión parcial mostró que el número de vainas influyó el rendimiento tanto como el peso de 100 semillas o semillas por vaina. Un índice de selección basado sobre los cuatro componentes mencionados arriba, representó hasta un 97 por ciento de la variación en rendimiento. La omisión del número de días a 50 por ciento de floración redujo la eficiencia del índice en sólo 14 por ciento. El número de vainas y el peso de 100 semillas aparecieron suministrando criterio confiable para selección, siendo responsables por 64 por ciento de la variación en rendimiento.

Singh y Mehndiratta (1970), trabajando con 40 líneas y variedades de frijol, mediante análisis de coeficientes de trayectoria encontraron que los componentes vainas por planta, semillas por vaina y peso de 100 semillas, tienen un gran efecto directo sobre rendimiento. El análisis de regresión múltiple sugirió que estos tres fueron los componentes más importantes y que juntos determinaron un 68 por ciento de la variación en rendimiento.

Singh y Malhotra (1970), trabajando con 75 variedades de frijol chino encontraron que el rendimiento estuvo positivamente correlacionado con las ramas/planta, vainas/planta, semillas/vaina, longitud de las vainas y tamaño de las semillas. El análisis de regresión múltiple indicó que el tamaño de la semilla, semillas/vaina y vainas/planta, son las características más importantes en determinar el rendimiento. El análisis de coeficientes de trayectoria indicó que las vainas/planta, semillas/vaina y tamaño de la semilla, influenciaron el rendimiento si los otros componentes del rendimiento se mantenían constantes. Sin embargo, el tamaño de la semilla tuvo un efecto indirecto negativo sobre rendimiento al afectar el número de semillas/vaina y el de vainas/planta.

Trehan y otros (1970), trabajando con frijol, encontraron correlación positiva y significativa entre rendimiento y longitud del pedúnculo, semillas por vaina y vainas por planta.

Singh y otros (1972), trabajando con *Phaseolus mungo* encontraron correlaciones significativas y positivas entre rendimiento y vainas/planta, número de nudos, nú-

mero de ramas primarias, longitud de las vainas y tamaño de las semillas. El análisis de coeficientes de trayectoria indicó que las vainas/planta tiene un efecto directo sobre rendimiento y que las vainas/planta, longitud de las vainas y peso de las semillas, determinaron un 96 por ciento de la variabilidad en rendimiento.

Premsekar y Raman (1972) trabajando con híbridos de *Vigna sinensis* x *Vigna sesquipedalis* encontraron correlación positiva alta entre vainas por planta y rendimiento, tanto en los padres como en los híbridos.

Aggarwal y Singh (1973) trabajando con carootas encontraron correlaciones positivas y significativas entre rendimiento y las vainas/planta, semillas/vaina, peso de 100 semillas, días a floración y días a maduración. También encontraron correlación positiva entre las vainas/planta y semillas/vaina y entre días a maduración y semillas/vaina. El peso de 100 semillas estuvo negativamente correlacionado con el número de vainas/planta y con semillas/vaina.

Estudios realizados en Sud-Africa (1973), con frijol, frijol alado y limas, demostraron la existencia de una correlación positiva bastante alta en todas las especies entre rendimiento y las vainas por planta ( $r = 0,888$ ); para rendimiento y semillas/planta la correlación fue de  $r = 0,467$ .

Aryeetey y Laing (1973) trabajando con 22 variedades de frijol, encontraron coeficientes de heredabilidad de 19,8 por ciento para vainas/planta y hasta de 60,3 por ciento para longitud de las vainas. La correlación de rendimiento con longitud de las vainas fue negativa, pero fue positiva con los otros componentes. Vainas por planta estuvo consistentemente correlacionado con rendimiento.

Bapna y Joshi (1973) trabajando con cruzamientos de variedades de frijol encontraron estimados de heredabilidad altos para las vainas y semillas/planta, semillas/vaina, peso de 100 semillas y días a floración y maduración. Estimados de avance genético fueron altos para las vainas y semillas/planta y peso de 100 semillas.

Bliss y otros (1973) trabajando con frijol, encontraron estimados de heredabilidad alta para peso de 50 semillas y medianos para las semillas/vaina y contenido de metionina. El rendimiento mostró una correlación positiva alta con peso de 50 semillas y una correlación negativa y significativa con contenido de metionina.

Patel (1973) trabajando con variedades de frijol, consiguió correlaciones positivas entre rendimiento y altura de la planta, longitud de las vainas, peso de 100 semillas, número de vainas, vainas por planta y semillas por vaina. De estos caracteres, número de vainas y peso de 100 semillas, aparecieron como las más importantes en la determinación del rendimiento.

Veeraswamy y otros (1973) trabajando con frijol, encontraron altos estimados de heredabilidad y avance genético para longitud de la vaina, peso de la vaina y vainas por planta.

Muhammad Aslam y Agil Khan (1974), trabajando con garbanzos, encontraron correlaciones positivas del rendimiento con peso de 100 semillas, número de semillas por 10 vainas y vainas/planta; encontraron correlación significativa entre el número de semillas/10 vainas y peso de 100 semillas, y correlación negativa entre el peso de 100 semillas y número de vainas por planta.

Kheradnam y Niknejad (1974) concluyen que para mejoramiento en frijol, vainas por planta y semillas por vaina tienen un valor selectivo igual a rendimiento por planta, mientras que el peso de 100 semillas y racimos por planta tienen menor valor

selectivo y que el número de ramas no tiene valor selectivo alguno. Consiguieron valores de heredabilidad de 75 por ciento para peso de 100 semillas, 64 por ciento para semillas/vaina, 44 por ciento para vainas/planta y 35 por ciento para rendimiento. Los valores de correlación con rendimiento fueron de  $r = 0,82$ ;  $r = 0,54$  y  $r = 0,33$  para vainas por planta, semillas por vaina y peso de 100 semillas, respectivamente.

Lakshminarayana (1974) trabajando con variedades de soya y siete  $F_2$ , encontró que el rendimiento estuvo positiva y significativamente asociado con todos los caracteres estudiados, excepto para el peso de 100 semillas. Un índice de selección basado sobre el número de nudos, vainas y semillas por planta y rendimiento se mostró como el más eficiente.

Malhotra y otros (1974), trabajando con frijol chino, concluyen que la selección para número de racimos, número de vainas, semillas por vaina y peso de 100 semillas, es probable que sea más efectivo en aumentar el rendimiento que la selección para rendimiento sólo.

Pandey y Gritton (1975), trabajando con guisantes encontraron coeficientes de correlación altamente positivos entre vainas por planta y semillas por planta; entre semillas por vaina y semillas por planta; entre rendimiento por planta y vainas por planta, y entre rendimiento por planta y semillas por planta, indicando que la selección para vainas y semillas por planta podría resultar en rendimientos mayores.

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo fue realizado en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, a unos 15 Km de la ciudad de Maracaibo, a unos 30 m.s.n.m., con una temperatura media anual de 29°C, precipitaciones entre los 400 y 600 mm anuales, distribuido en su mayor parte hacia fines de año. Los suelos son arenosos hasta unos 40 cm de profundidad, con un horizonte de arcilla compacta a partir de esa profundidad. La vegetación natural es de tipo xerófila.

La época de realización del ensayo fue en el período mayo-julio de 1976, bajo riego por aspersión, con una frecuencia de riego de dos veces por semana.

Fueron sembradas diez variedades de frijol, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., en bloques al azar, con cuatro replicaciones. Se sembraron tres hilos de diez metros por variedad, cosechándose ocho plantas del hilo central de cada variedad, realizándose en estas plantas las siguientes observaciones: rendimientos de semilla por planta, número de vainas, número de semillas por vaina (promedio de cinco vainas), peso promedio de las semillas (a partir de 50 semillas o del total de semillas por planta, cuando el total de semillas no llegaba a 50), longitud de las vainas (promedio de cinco vainas) y proporción de semilla en la vaina (dividiendo el peso de las semillas entre el peso total de las vainas, es decir, vainas y semillas).

Una vez realizadas las observaciones mencionadas se procedió a calcular los coeficientes de correlación simple, regresión simple, regresión parcial, correlación múltiple y análisis de varianza para regresión utilizando las facilidades de Computación del Centro Electrónico de la Universidad del Zulia. Luego, se procedió, utilizando las facilidades de computación del Laboratorio de Estadística del Departamento de Agronomía de la misma Universidad, a determinar la mejor ecuación de regresión múltiple utilizando el método de selección progresiva (Forward procedure), a partir de los coeficientes de regresión parcial; se hizo además, cálculo de los coeficientes de determinación a partir de los coeficientes de correlación múltiple; también se hizo un análisis de coeficientes de trayectoria (Path coefficients), para poder determinar los efectos directos e indirectos entre las variables estudiadas.

Estos cálculos fueron realizados en forma individual para cada variedad, en base a las siguientes consideraciones. Entre las variedades utilizadas en el ensayo existen diferencias apreciables en hábito de crecimiento, desarrollo vegetativo, ciclo vegetativo, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de las semillas, longitud de las vainas, etc. Estas diferencias podrían dar lugar a diferentes interrelaciones entre rendimiento y algunas de las características mencionadas de variedad a variedad, lo cual limitaría la aplicación de los resultados en forma general al frijol como especie. En la literatura consultada, los análisis han sido hechos en forma conjunta para el total de variedades estudiadas, sin considerar las diferencias intervarietales.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Correlaciones Simples.

Los coeficientes de correlación simple para las diferentes combinaciones de pares de caracteres estudiados se presentan en la Tabla 1. En líneas generales, el rendimiento estuvo positivamente correlacionado con todos los caracteres estudiados, con la excepción del peso de las semillas en la variedad USA 101 y proporción de semillas en la vaina en la variedad Ojo Negro, que mostraron una correlación negativa, aunque no significativa. El número de vainas por planta estuvo correlacionado con rendimiento en forma positiva y altamente significativa en todas las variedades. Esto coincide con lo observado por otros investigadores en diferentes leguminosas de grano y en el frijol mismo (1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18), lo cual permite concluir que el carácter número de vainas por plantas puede ser utilizado como un indicador confiable del rendimiento y que debe tener prioridad como criterio de selección en la construcción de índices de selección en trabajos de mejoramiento en frijol.

TABLA 1. Coeficientes de correlación simple entre rendimiento y sus componentes y entre componentes entre sí

Correlación	Variedades							
	1-67-143	Ojo Negro	Carabobo	Arauca	Orinoco	Piquito Negro	Tuy	USA 101
<b>Rendimiento con:</b>								
Vainas/planta	0,9322**	0,8812**	0,7525**	0,9529**	0,8804**	0,9629**	0,8386**	0,9682**
Semillas/vaina	0,6298**	0,6761**	0,3040	0,0170	0,3091	0,4571**	0,5307**	0,7335**
Peso de las semillas	0,2296	0,0178	0,1793	0,0951	0,1407	0,1958	0,3310	-0,1691
Longitud de las vainas	0,4156*	0,6392**	0,2393	0,2208	0,5188**	0,5138**	0,4298**	0,6275**
<b>Proporción de semillas en vaina</b>	0,3110	-0,0891	0,1969	0,0145	0,2627	0,0806	0,2446	0,1656
<b>Vainas/planta con:</b>								
Semillas/vaina	0,5481**	0,3457	-0,1930	-0,0928	0,0576	0,2955	0,1563	0,5269**
Peso de las semillas	-0,0808	0,0353	0,1506	-0,0107	-0,0022	0,0948	0,1303	-0,2880
Longitud de las vainas	0,3070	0,3668*	-0,2397	0,0742	0,3315	0,3354	0,0045	0,4758**
<b>Proporción de semillas en vaina</b>	0,0660	-0,2667	-0,0351	0,0046	0,1240	0,0594	-0,0007	0,1313
<b>Semillas/vaina con:</b>								
Peso de las semillas	0,0068	-0,0658	-0,3742*	-0,5398**	-0,0225	-0,1139	-0,1156	-0,2857
Longitud de las vainas	0,7305**	0,7801**	0,6501**	0,5134**	0,6803**	0,7479**	0,8025**	0,8623**
<b>Proporción de semillas en vaina</b>	0,3869*	0,1538	0,2748	0,0794	0,1495	0,2508	0,3958*	0,2007
<b>Peso de las semillas con:</b>								
Longitud de las vainas	0,0376	-0,2087	-0,2478	-0,1941	0,0745	0,2818	0,0803	0,0217
<b>Proporción de semillas en vaina</b>	0,6558**	0,4449*	0,0949	-0,2121	-0,1581	-0,0328	-0,0168	0,1397
<b>Longitud de vainas con:</b>								
<b>Proporción de semillas en vaina</b>	0,2353	0,0874	0,0779	0,0179	0,0739	0,1008	0,2677	0,1204

5% nivel de significación: 0,349

1% nivel de significación: 0,449

El carácter número de semillas por vaina estuvo positivamente correlacionado con rendimiento en todas las variedades, siendo esta correlación altamente significativa en las variedades I-67-143, Ojo Negro, Piquito Negro, Tuy y USA 101. El valor del coeficiente de correlación en la variedad Arauca fue muy bajo en comparación a las otras variedades, lo cual parece estar determinado por una correlación negativa y altamente significativa entre este carácter y el peso de las semillas ( $r = 0,5398$ ). Esta asociación positiva coincide con lo reportado por otros autores (1, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18), lo que también nos permite asumir que el carácter número de semillas por vaina puede ser utilizado como carácter confiable indicador del rendimiento y que también debe ser considerado como posible criterio de selección en la construcción de índices de selección en frijol. Los valores de los coeficientes de correlación con rendimiento para este carácter fueron consistentemente menores en todas las variedades a los observados para vainas por planta.

El carácter peso promedio de las semillas estuvo positivamente correlacionado con rendimiento en siete de las ocho variedades estudiadas, mostrando una correlación negativa en la variedad USA 101. La tendencia observada también coincide con las conclusiones de otros autores (1, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 15, 16, 17). En la literatura consultada sólo aparece reportada una correlación negativa entre este carácter, peso de las semillas y rendimiento, siendo la misma en el cultivo de la soya (9). Los valores de los coeficientes de correlación para este carácter son menores a aquellos observados para vainas por planta y semillas por vaina. Estos bajos valores observados parecen ser consecuencia de correlaciones negativas entre este carácter y otros de los caracteres estudiados como vainas por planta, semillas por vaina (siendo esta correlación negativa consistente y en dos variedades alcanzó niveles de significación), longitud de las vainas y proporción de semillas en la vaina. Esta situación de asociaciones negativas con otros caracteres también ha sido reportada por otros autores (1, 11, 16). Puede decirse que el carácter peso promedio de las semillas tiene un valor selectivo menor que vainas por planta y semillas por vaina, por lo tanto, su inclusión como criterio de selección en la construcción de índices de selección debe estar sujeta a estudios más detallados.

El carácter longitud de las vainas estuvo consistentemente correlacionado en forma positiva con rendimiento, siendo esta asociación significativa en seis variedades de las ocho estudiadas. La no significación observada en las variedades Carabobo y Arauca parece ser consecuencia de correlaciones negativas con vainas por planta (en la variedad Carabobo) y peso de las semillas (en las dos variedades). Estos resultados coinciden con lo observado por otros autores (15, 16, 19). Tomando en consideración los valores relativamente altos de los coeficientes de correlación para este carácter, es aparente que la longitud de las vainas podría ser considerada como criterio de selección confiable en la construcción de índices de selección en frijol.

El carácter proporción de semillas, estuvo positivamente correlacionado con rendimiento en siete de las ocho variedades estudiadas. Los coeficientes de correlación fueron relativamente bajos, observándose además correlaciones negativas con otros caracteres estudiados. De acuerdo a los resultados obtenidos este carácter no parece ser un criterio de selección confiable. En la literatura consultada no se reporta ninguna información sobre este carácter.

Cualquier otra asociación entre pares de los caracteres estudiados puede ser observada en la Tabla 1.

#### **Análisis de Regresión Múltiple.**

Se procedió a establecer las ecuaciones de regresión lineal múltiple, mediante el método de selección progresiva (Forward procedure), descrito por Draper y Smith.

Este método es uno de los varios utilizados para seleccionar la mejor ecuación de regresión, caracterizándose por ser un método económico desde el punto de vista de facilidades de computación, a la vez que evita trabajar con más variables (X's) de las necesarias, al mismo tiempo que mejora la ecuación de regresión en cada paso.

Estas ecuaciones de regresión múltiple calculadas a partir de los coeficientes de regresión parcial pueden ser utilizadas como índices de selección (16, 17).

En la Tabla 2 se presentan las ecuaciones de regresión múltiple seleccionadas para cada variedad, conjuntamente con el coeficiente de determinación  $R^2$  como una medida de la eficiencia de cada ecuación.

TABLA 2. Ecuaciones de regresión múltiple seleccionadas para cada variedad y sus coeficientes de determinación respectivos

Variedades	Ecuaciones de regresión múltiple seleccionadas y coeficientes de determinación
I-67-143	$Y = -18,39 + 0,9878X_1 + 0,4542X_2 + 152,9671X_3$ $R^2 = 0,9779$
Ojo Negro	$Y = -9,3524 + 1,3219X_1 + 1,1478X_2 + 6,6339X_3$ $R^2 = 0,9335$
Carabobo	$Y = -21,0396 + 1,6102X_1 + 0,5707X_2 + 33,8921X_3 + 0,8027X_4$ $R^2 = 0,8695$
Arauca	$Y = -32,1860 + 1,4527X_1 + 0,7299X_2 + 95,8669X_3 + 0,7724X_4$ $R^2 = 0,9647$
Orinoco	$Y = -27,7483 + 1,1666X_1 + 0,4990X_2 + 80,7770X_3 + 16,9832X_4$ $R^2 = 0,8849$
Piquito Negro	$Y = -4,7581 + 1,6711X_1 + 5,0502X_4$ $R^2 = 0,9682$
Tuy	$Y = -25,7868 + 1,2539X_1 + 0,4772X_2 + 67,0565X_3 + 0,4272X_4 + 8,7931X_5$ $R^2 = 0,9607$
USA 101	$Y = -11,1339 + 1,6349X_1 + 0,3126X_2 + 31,7854X_3 + 0,1522X_4$ $R^2 = 0,9838$

$X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$  y  $X_5$  representan las medias para vainas por planta, semillas por vaina, peso promedio de las semillas, longitud de las vainas y proporción de semilla en la vaina. En la Tabla 3 se presentan las medias para rendimiento y los caracteres previamente citados.

En las ecuaciones presentadas en la Tabla 2 podemos observar que el carácter vainas por planta ( $X_1$ ) entra en todas las variedades, el carácter semillas por vaina ( $X_2$ ) entra en siete de las ocho variedades, peso de las semillas ( $X_3$ ) entra en siete variedades, longitud de las vainas ( $X_4$ ) entra en seis variedades y proporción de semillas en la vaina ( $X_5$ ) entra en una sola variedad. La eficiencia de estas ecuaciones fue bastante alta, de acuerdo a los valores de los coeficientes de determinación observados, los cuales estuvieron entre 0,8695 para la variedad Carabobo y 0,9838 para la variedad USA 101, lo que indica que los caracteres incluidos en las ecuaciones determinaron para todas las variedades variaciones en el rendimiento por planta, superiores a 86,95 por ciento.

**TABLA 3. Medias de rendimiento y componentes de rendimiento para cada variedad**

Variedades	Rendimiento g	Vainas por planta	Semillas por vaina	Peso de las semillas g	Longitud de las vainas cm	Proporción de semilla en vaina
I-67-143	11,224	11,225	11,324	0,088	11,406	0,745
Ojo Negro	10,049	7,875	6,659	0,203	13,896	0,847
Carabobo	13,537	6,625	13,972	0,158	13,181	0,842
Arauca	12,768	8,312	12,494	0,129	14,728	0,764
Orinoco	10,859	8,219	10,872	0,128	12,991	0,781
Piquito Negro	12,053	7,719	12,591	0,123	14,606	0,775
Tuy	9,112	6,313	11,509	0,128	14,456	0,776
USA 101	8,425	5,344	11,631	0,131	14,647	0,706

Al no existir una ecuación que incluya los mismos caracteres para todas las variedades, la cual podría ser usada como índice de selección, es preciso seleccionar aquellos caracteres que mayormente aparecen afectando el rendimiento, de manera de darles su debida importancia en programas de selección en frijol. Estos caracteres parecen ser vainas por planta, semillas por vaina, peso de las semillas y longitud de las vainas.

La decisión final sobre cuáles caracteres incluir como criterios de selección para la construcción de índices de selección debe estar basada en la facilidad o conveniencia de realizar las observaciones de campo respectivas sobre cada carácter y de realizar los análisis estadísticos necesarios. En consecuencia, se sugiere un índice de selección general que incluya como criterios de selección vainas por planta, semillas por vaina y peso de las semillas.

En la Tabla 4 se presentan los coeficientes de determinación, calculados a partir de los coeficientes de correlación múltiple, para las diferentes combinaciones de caracteres que de acuerdo a lo mencionado anteriormente, podrían tomarse como índices de selección.

**TABLA 4. Coeficientes de determinación de las combinaciones de caracteres consideradas como probables índices de selección**

Combinaciones de variables	I-67-143	Ojo Negro	Cara- bobo	Arauca	Ori- noco	Piquito Negro	Tuy	USA 101
X1, X2	0,889	0,933	0,776	0,919	0,842	0,959	0,867	0,964
X1, X3	0,963	0,776	0,571	0,919	0,795	0,938	0,753	0,951
X1, X4	0,887	0,892	0,753	0,931	0,833	0,968	0,885	0,973
X1, X2, X3	0,978	0,933	0,836	0,957	0,864	0,978	0,947	0,983
X1, X2, X4	0,892	0,937	0,809	0,932	0,849	0,971	0,895	0,974
X1, X3, X4	0,976	0,896	0,781	0,949	0,848	0,971	0,921	0,980
X1, X2, X3, X4	0,980	0,939	0,869	0,965	0,868	0,979	0,953	0,984

Como puede observarse, los coeficientes de determinación para las variables X1, X2, X3, es decir, vainas por planta, semillas por vaina y peso de las semillas, están entre 0,836 y 0,983, lo que indica que estos tres caracteres determinan desde 83,6 hasta 98,3 por ciento de la variación en rendimiento observada en las ocho variedades estudiadas. Los coeficientes de determinación para las variables X1, X2, X4 (vainas por planta, semillas por vaina y longitud de las vainas) son menores a los de la combinación previamente mencionada. La combinación X1, X3, X4 (vainas por



planta, peso de las semillas y longitud de las vainas) presenta también coeficientes de determinación inferiores a la combinación X1, X2, X3. La combinación que incluye vainas por planta, semillas por vaina, peso de las semillas y longitud de las vainas, o sea, X1, X2, X3, X4, presenta coeficientes de determinación ligeramente mayores a la combinación X1, X2, X3, sin embargo, estas diferencias son muy pequeñas, estando en el orden de milésimas en los coeficientes de determinación, por lo cual podría prescindirse del carácter longitud de vainas sin pérdidas apreciables en la determinación de la variación en rendimiento en relación a la obtenida con las tres variables X1, X2 y X3.

En resumen, la mejor ecuación de regresión múltiple en términos generales, para las ocho variedades estudiadas, parece ser aquella que incluye las variables vainas por planta, semillas por vaina y peso de las semillas (X1, X2, X3). Considerando que la variabilidad, tanto morfológica como fisiológica, existente en las variedades estudiadas es representativa de la variabilidad existente en las variedades de crecimiento erecto comúnmente sembradas en nuestro medio y en gran número de variedades probadas en programas de mejoramiento, consideramos posible utilizar esta ecuación de las variables X1, X2, X3 como índice de selección en frijol.

#### Análisis de Coeficientes de Trayectoria. ("Path coefficients")

Es conocido que ciertos caracteres, morfológicos o fisiológicos, están correlacionados debido a una asociación mutua, positiva o negativa, con otros caracteres. A medida que se considera un número mayor de variables en el análisis de correlación, estas asociaciones indirectas se hacen más complejas, menos obvias y hasta algo desconcertantes. Es aquí donde el análisis de coeficientes de trayectoria suministra un medio efectivo de aclarar las causas directas o indirectas de asociación y permite análisis crítico de las fuerzas específicas para producir una correlación dada y mide la importancia relativa de cada factor causal.

El diagrama mostrado en la Figura 1 facilita grandemente el entendimiento de la naturaleza del sistema causa-efecto. El diagrama muestra, esencialmente, que el rendimiento en semilla es el resultado del número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de las semillas, longitud de las vainas, proporción de semillas en la vaina y una variable compuesta (X), que incluye el efecto de otros factores no especificados en el diagrama, tales como errores de muestreo, efecto de otras varia-

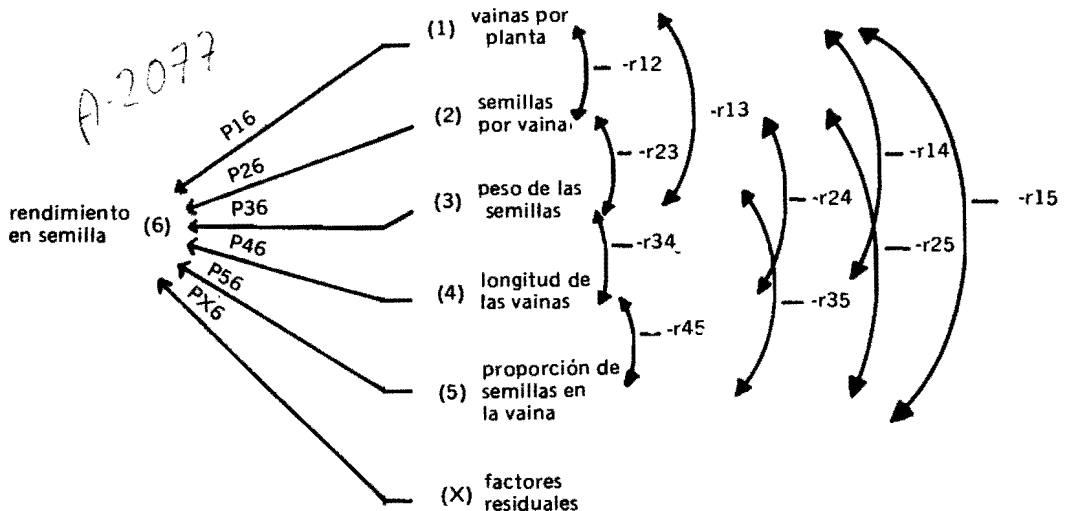


Figura 1. Diagrama de trayectoria de caracteres influenciando el rendimiento en semilla en frijol.

bles no incluidas, etc. Tomando en consideración que en el diagrama aparecen los caracteres que más influyen sobre el rendimiento, la contribución al rendimiento no explicable incluida en (X) debe ser de poca importancia si el modelo fijado es el más apropiado.

En el diagrama las líneas que se dirigen hasta (6), en un solo sentido (Pi6), representan los coeficientes de trayectoria que hacen referencia al efecto directo de las variables estudiadas sobre el rendimiento, mientras que las líneas en doble sentido (rij), son los coeficientes de correlación lineal simple.

Los valores obtenidos para las diferentes variedades se encuentran en la Tabla 5. Solamente se calcularon los coeficientes de trayectoria para aquellos caracteres que a través del análisis de regresión lineal que condujo a las ecuaciones de regresión múltiple (Tabla 2), mostraron un mayor efecto sobre el rendimiento.

En el análisis de coeficientes de trayectoria para el carácter número de vainas/planta puede observarse que el efecto directo sobre el rendimiento fue considerablemente alto, observándose algunos efectos indirectos negativos a través de otros caracteres en algunas variedades. Estos efectos fueron de muy pequeña magnitud, no afectando mucho la aparente eficiencia del número de vainas por planta como indicador

TABLA 5. Análisis de coeficientes de trayectoria

		I-67-143	Ojo Negro	Carabobo	Arauca	Ori-noco	Piquito Negro	Tuy	USA 101
Vainas/planta vs. rendimiento	r16	0,9322	0,8812	0,7525	0,9529	0,8804	0,9629	0,8386	0,9682
Efecto directo de vainas/planta	P16	0,8752	0,7341	0,8497	0,9633	0,8377	0,8908	0,7626	0,8676
Indirecto vía semillas/vaina	r12 P26	0,0811	0,1464	-0,0790	-0,0158	0,0115		0,0426	0,1059
Indirecto vía peso de las semillas	r13 P36	-0,0241	0,0007	0,0398	-0,0023	-0,0003		0,0328	-0,0367
Indirecto vía longitud de las vainas	r14 P46			-0,0580	0,0077	0,0315	0,0721	0,0007	0,0315
Indirecto vía proporción de semillas en la vaina	r15 P56							-0,0001	
	Total	0,9322	0,8812	0,7525	0,9529	0,8804	0,9629	0,8386	0,9682
Semillas/vaina vs. rendimiento	r26	0,6298	0,6761	0,3040	0,0170	0,3091		0,5307	0,7335
Efecto directo de semillas/vaina	P26	0,1480	0,4236	0,4094	0,1704	0,1994		0,2721	0,1689
Indirecto vía vainas/planta	r12 P16	0,4798	0,2538	-0,1639	-0,0893	0,0483		0,1192	0,5438
Indirecto vía peso de las semillas	r23 P36	0,0020	-0,0013	-0,0990	-0,1174	-0,0310		-0,0291	-0,0364
Indirecto vía longitud de las vainas	r24 P46			0,1575	0,0533	0,0646		0,1296	0,0572
Indirecto vía proporción de semillas en la vaina	r25 P56							0,0389	
	Total	0,6298	0,6761	0,3040	0,0170	0,3091		0,5307	0,7335
Peso de las semillas vs. rendimiento	r36	0,2296	0,0178	0,1793	0,0951	0,1407		0,3310	-0,1691
Efecto directo de peso de las semillas	P36	0,2993	0,0197	0,2646	0,2176	0,1397		0,2518	0,1275
Indirecto vía vainas/plantas	r13 P16	-0,0707	0,0259	0,1279	-0,0103	-0,0018		0,0994	-0,2498
Indirecto vía semillas/vaina	r23 P26	0,0010	-0,0278	-0,1532	-0,0920	-0,0045		-0,0315	-0,0483
Indirecto vía longitud de las vainas	r34 P46			-0,0600	-0,0202	0,0073		0,0129	0,0014
Indirecto vía proporción de semillas en la vaina	r35 P56							-0,0016	
	Total	0,2296	0,0178	0,1793	0,0951	0,1407		0,3310	-0,1691
Longitud de las vainas vs. rendimiento	r46			0,2393	0,2208	0,5188	0,5138	0,4298	0,6275
Efecto directo de longitud de las vainas	P46			0,2423	0,1040	0,0950	0,2150	0,1615	0,0663
Indirecto vía vainas/planta	r14 P16			-0,2037	0,0715	0,2777	0,2988	0,0034	0,4128
Indirecto vía semillas/vaina	r24 P26			0,2662	0,0875	0,1357		0,2183	0,1456
Indirecto vía peso de las semillas	r34 P36			-0,0655	-0,0422	0,0104		0,0202	0,0028
Indirecto vía proporción de semillas en la vaina	r45 P56							0,0264	
	Total			0,2393	0,2208	0,5188	0,5138	0,4298	0,6275
Proporción de semillas en la vaina vs. rendimiento	r56							0,2446	
Efecto directo de proporción de semillas en la vaina	P56							0,0985	
Indirecto vía vainas/planta	r15 P16							-0,0005	
Indirecto vía semillas/vaina	r25 P26							0,1076	
Indirecto vía peso de las semillas	r35 P36							-0,0042	
Indirecto vía longitud de las vainas	r45 P46							0,0432	
	Total							0,2446	

del rendimiento. Los efectos indirectos negativos observados se discuten a continuación. En las variedades Carabobo y Arauca se observó a través de semillas/vaina, lo cual hace pensar que en estas variedades al aumentar el número de vainas/planta hay una ligera tendencia a disminuir el número de semillas/vaina; en las variedades I-67-143, Arauca, Orinoco y USA 101 se observó un efecto indirecto del número de vainas/planta a través del peso promedio de las semillas. Los efectos indirectos observados fueron también de muy pequeña magnitud, como puede observarse en la Tabla 5, lo cual permite asumir que dichos efectos tampoco afectarían mucho la eficiencia de vainas/planta como indicador de rendimiento. También se observó un efecto indirecto negativo a través de longitud de las vainas para la variedad Carabobo y a través de proporción de semillas en la vaina para la variedad Tuy.

En términos generales puede decirse que a través de los análisis de correlación, regresión y análisis de coeficientes de trayectoria efectuados, el número de vainas por planta puede utilizarse como un criterio de selección confiable en programas de selección para mejorar el rendimiento en variedades de frijol.

En el análisis para número de semillas/vaina se observaron los efectos discutidos a continuación: en la variedad I-67-143 el efecto fue relativamente pequeño en comparación al efecto indirecto vía número de vainas/planta. No se observó efecto indirecto negativo en esta variedad. En la variedad Ojo Negro el efecto directo de este carácter fue relativamente alto, aunque es apreciable el efecto indirecto vía semillas/vaina; se observó un efecto indirecto negativo muy pequeño vía peso de las semillas, el cual dada su magnitud podría ignorarse. En la variedad Carabobo se presentó una situación interesante, observándose un efecto directo del carácter estudiado mayor ( $P_{26} = 0,4094$ ) que el coeficiente de correlación calculado para el mismo carácter ( $r = 0,3040$ ), esta situación es consecuencia de un efecto indirecto negativo apreciable vía vainas/planta ( $r_{12} P_{16} = -0,1639$ ) y de menor magnitud para peso promedio de las semillas ( $r_{23} P_{36} = -0,0990$ ); se observó un efecto directo positivo vía longitud de las vainas. En esta variedad aparentemente una selección para alto número de semillas/vaina es afectada por una disminución en el número de vainas/planta. Esto puede observarse claramente en la tabla de correlaciones simples, donde se observa un valor negativo ( $r_{12} = -0,1930$ ) para estos dos caracteres. En la variedad Arauca el efecto neto de semillas/vaina sobre el rendimiento fue grandemente reducido ( $r_{26} = 0,0170$ ) como consecuencia de un efecto indirecto negativo vía vainas/planta ( $-0,0893$ ) y vía peso de las semillas ( $-0,1174$ ) que prácticamente anuló el efecto directo ( $0,1704$ ) y el indirecto vía longitud de las vainas ( $0,0533$ ). En la variedad Orinoco el efecto directo fue proporcionalmente alto ( $0,1994$ ) en relación al valor del coeficiente de correlación calculado ( $r_{26} = 0,3091$ ), observándose solamente un efecto indirecto negativo vía peso de las semillas, pero de muy pequeña magnitud ( $-0,0310$ ). En la variedad Tuy se observó una situación parecida a la mencionada en la variedad Orinoco. En la variedad USA 101 el alto valor de correlación encontrado ( $r = 0,7335$ ) estuvo determinado por un efecto directo de  $0,1689$  y un efecto indirecto vía vainas/planta considerablemente alto ( $0,5438$ ); se observó un efecto indirecto negativo vía peso de las semillas de pequeña magnitud ( $-0,0364$ ).

En términos generales el carácter semillas/vaina, al estar positivamente correlacionado con rendimiento para todas las variedades, siendo esta correlación positiva para cinco de las ocho variedades estudiadas, puede utilizarse como criterio de selección para rendimiento en programas de mejoramiento en frijol, aunque su eficiencia se ve reducida por ciertos efectos indirectos negativos observados en algunas variedades de magnitud apreciable. En ciertas variedades hubo efectos indirectos positivos de mayor magnitud que el efecto directo observado. Se observó un efecto indirecto negativo casi general vía peso de las semillas, el cual a pesar de ser de poca magnitud en la mayoría de las variedades, nos lleva a la conclusión de que el carácter semillas/vaina puede usarse como posible indicador del rendimiento, aunque con menor

eficiencia que vainas/planta, y que al mismo tiempo es preciso hacer un compromiso entre semillas/vaina y peso promedio de las semillas, debido a los efectos indirectos negativos observados, pareciendo lo más razonable seleccionar un número intermedio de semillas/vaina y semillas de peso intermedio.

En el análisis de coeficientes de trayectoria para el carácter peso promedio de las semillas, la situación observada se discute a continuación: Los efectos directos observados variaron poco entre las variedades estudiadas, con excepción de la variedad Ojo Negro donde el efecto fue muy bajo ( $P_{36} = 0,0197$ ). Se observaron efectos indirectos negativos vía vainas/planta en las variedades I-67-143, Arauca, Orinoco y USA 101; así mismo, se observó un efecto indirecto negativo vía semillas/vaina para todas las variedades, excepto en la variedad I-67-143, donde el valor fue positivo, pero muy bajo (0,0010); también se observó un efecto indirecto negativo vía longitud de las vainas en las variedades Carabobo, Arauca y Orinoco. En la variedad Tuy el valor de  $r$  fue negativo (-0,1691), lo cual es debido a un efecto indirecto negativo vía vainas/planta y semillas/planta, que en forma combinada fue mayor que el efecto directo de peso de las semillas más el efecto indirecto vía longitud de las vainas.

En términos generales puede decirse que siendo los valores de correlación positivos para siete de las ocho variedades estudiadas y siendo los efectos directos observados positivos en las ocho variedades, el carácter peso de las semillas podría formar parte de un índice de selección a fin de lograr una mayor eficiencia en la selección, pero su valor como criterio de selección en forma individual es de menor confiabilidad debido a los varios efectos indirectos negativos observados.

El análisis de coeficientes de trayectoria permite sacar las siguientes conclusiones en relación al carácter longitud de las vainas: Este carácter de acuerdo al análisis de correlación simple estuvo significativamente correlacionado con rendimiento en semilla en seis variedades (Tabla 1).

El análisis de coeficientes de trayectoria permite observar una diferencia considerable entre los valores de los coeficientes de correlación para longitud de las vainas con rendimiento y los valores de los efectos directos para este carácter, siendo los primeros bastante altos en relación a los últimos, observándose efectos indirectos negativos en dos variedades (Carabobo y Arauca). En la variedad Carabobo los efectos indirectos negativos fueron vía vainas/planta y peso de las semillas y en la variedad Arauca vía peso de las semillas. En las otras variedades analizadas no hubo efectos negativos detectados, sin embargo, los efectos indirectos fueron mayores que el efecto directo observado. En las variedades Orinoco, Piquito Negro y USA 101 el efecto indirecto vía vainas/planta fue el más apreciable, mientras que en las variedades Tuy y Carabobo el efecto indirecto de mayor influencia fue el de semillas/vaina.

En términos generales, el carácter longitud de las vainas, aún cuando mostró una correlación positiva apreciable a través del análisis de correlación, al ser sometido a análisis de coeficientes de trayectoria permitió detectar que su efecto directo es pequeño en relación al coeficiente de correlación, lo cual nos permite concluir que para este componente su efecto sobre el rendimiento es fundamentalmente indirecto, a través de otros componentes. En consecuencia, su utilidad como indicador del rendimiento es menos confiable que otros componentes, como vainas por planta y semillas por vaina. Por lo anteriormente expuesto, su posible uso como criterio de selección en la construcción de índices de selección, tiene un valor reducido en comparación con otros componentes. El carácter proporción de semilla en la vaina, de acuerdo al método usado para seleccionar la mejor ecuación de regresión múltiple, sólo entró en la variedad Tuy, lo que permite concluir que no es un indicador con-

fiable del rendimiento. Por otra parte, en el análisis de coeficientes de trayectoria realizado para este carácter se observan efectos indirectos negativos vía vainas por planta y peso de las semillas, siendo el efecto directo de apenas 0,0985. En términos generales, este carácter puede eliminarse de todas las variedades sin sacrificar eficiencia del índice de selección propuesto.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis de correlación simple practicados, el carácter vainas por planta aparece como el de mayor influencia sobre el rendimiento. Luego en orden de importancia aparecen el número de semillas por vaina y longitud de las vainas. Realizadas las determinaciones de las mejores ecuaciones de regresión múltiple (como posibles índices de selección) para cada variable, se confirmó la importancia decisiva del carácter vainas por planta en la expresión del rendimiento; también aparecieron en las ecuaciones, en forma casi general, los caracteres semillas por vaina, peso de las semillas y longitud de las vainas. Esto hace pensar que un índice de selección adecuado para programas de mejoramiento en rendimiento en el cultivo del frijol, podría estar formado por los caracteres vainas por planta, semillas por vaina, peso de las semillas y longitud de las vainas. Sin embargo, tomando en consideración que al construir un índice de selección debe tenerse en mente no sólo la eficiencia del mismo, sino también la practicidad de realizar las observaciones de campo y facilidad de análisis estadístico posterior, es necesario llegar a un compromiso entre eficiencia y practicidad del índice. Esto conlleva a la decisión de escoger el menor número de variables posible, que a su vez permita llegar a resultados confiables de acuerdo a los objetivos perseguidos en el programa de mejoramiento. En base a los coeficientes de determinación calculados para las combinaciones de dos, tres y cuatro caracteres más importantes en la expresión del rendimiento, puede concluirse que un índice de selección adecuado para construirse con los caracteres vainas por plantas, semillas por vaina y peso de las semillas. La precisión perdida al excluir del índice de selección el carácter longitud de las vainas es insignificante, por lo que puede prescindirse del mismo. La decisión de mantener dentro del índice el carácter peso de la semilla, a pesar de tener valores de correlación menores que longitud de las vainas y de los efectos indirectos negativos mencionados en la discusión del análisis de coeficientes de trayectoria, está basada en la importancia definitiva que este carácter tiene en la aceptación de cualquier variedad por parte del consumidor. Por otra parte, varios autores han reportado coeficientes de heredabilidad alta para peso de las semillas, lo cual permite esperar un avance genético alto (4, 5, 8) mediante selección de este carácter. Además, el análisis de coeficientes de trayectoria mostró que el coeficiente de correlación para longitud de las vainas es consecuencia, en su mayor parte, de efectos indirectos y no del efecto directo de longitud de las vainas *per se*.

En términos generales, los resultados obtenidos coinciden con la mayoría de los resultados encontrados en la literatura consultada para frijol y otras leguminosas de grano, considerando para éstas los mismos componentes del rendimiento, por lo que puede concluirse que tomando en consideración la baja heredabilidad reportada para rendimiento en frijol por diferentes autores, puede pensarse en la alternativa de un índice de selección construido en base a los caracteres vainas por planta, semillas por vaina y peso de las semillas, los cuales han sido reportados como teniendo coeficientes de heredabilidad mayores que el rendimiento, lo cual permitiría obtener avances genéticos mayores.

Se recomienda realizar estudios de heredabilidad con los caracteres vainas por planta, semillas por vaina, peso de las semillas y longitud de las vainas en las variedades usadas en este trabajo a fin de obtener una mayor precisión en la elección de los

diferentes criterios de selección. Si los altos coeficientes de correlación estuvieran en correspondencia con altos coeficientes de heredabilidad, la confiabilidad del índice sería completa y los avances genéticos logrados serían más rápidos.

### LITERATURA CITADA

1. AGGAWAL, V.D. & SINGH, T.P. Genetic variability in agronomic traits in Kidney bean, *Phaseolus vulgaris* L. *Indian Journal of Agricultural Science* 43 (9): 945-848. 1973.
2. AGRICULTURAL and TECHNICAL SERVICES. Annual report 1971-72 (1973), 270 pp. Pulses. (en *Plant Breeding Abstract* 45 (3): 140. 1975). 1973.
3. ARYEETAY, A.N. & LAING E. Inheritance of the yield components and their correlations with yield in cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Euphytica*, 22 (2): 386-392. 1973.
4. BAPNA, C.S. & JOSHI, S.N. A study on variability following hybridization in *Vigna sinensis* (L.) Savi. *Madras Agricultural Journal*. 60 (9/12): 1369-1372. (en *Plant Breeding Abstracts*, 45 (6): 399. 1975). 1973.
5. BLISS, F.A., BARKER, L.N., FRANCKOWIAK, J.D. & HALL, T.C. Genetic and environmental variation of seed yield, yield components, and seed protein quantity and quality of cowpea. *Crop Science*. 13 (6): 656-660. 1973.
6. DEWEY, D.R. & LU, K.H. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. *Agronomy Journal* 51: 515-518. 1959.
7. JANORIA, M.P. & ALI, M.A. Correlation and regression studies in cowpeas. *JNKVV Research Journal*. 4 (1/2): 15-19 (en *Plant Breeding Abstracts* 42: 784, 1972). 1970.
8. KHERADNAM, M. & NIKNEJAD, M. Heritability estimates and correlations of agronomic characters in cowpea, *Vigna sinensis* (L.) *Journal Agricultural Science Camberra* 82: 207-208. 1974.
9. LAKSHMINARAYANA RAO, N.A. Analysis of genetic variability and formulation of selection indices for yield in soybean, *Glycine max* (L.) Merrill. *Journal of Agricultural Science* 8 (1): 156. 1974.
10. MALHOTRA, R.S., SINGH, K.B. & SODHI, J.J. Discriminant function in *Phaseolus aureus*. *Madras Agricultural Journal* 60 (9/12): 1327-1330. (en *Plant Breeding Abstracts* 45 (6): 398, 1975). 1974.
11. MUHAMMAD ASLAM, C. & AQIL KHAN, M. Correlation studies in gram, *Cicer arietinum* L. *Pakistan Journal of Agricultural Science* 11 (3/4): 184-186. (en *Plant Breeding Abstracts* 46 (4): 329, 1976). 1974.
12. PANDEY, S. & GRITTON E.T. Genotypic and phenotypic variances and correlations in peas. *Crop Science* 15 (3): 353-356. 1975.
13. PATEL, O.P. Correlation studies in cowpea, *Vigna sinensis* (L.). *JNKVV Research Journal*. 7 (1): 60-61 (en *Plant Breeding Abstracts* 43 (10): 681, 1973). 1973.
14. PREMSEKAR, S. & RAMAN, V.S. A genetic analysis of the progenies of the hybrid *Vigna sinensis* x *Vigna sesquipedalis*. *Madras Agricultural Journal* 59 (9/10): 449-456. (en *Plant Breeding Abstracts* 43 (7): 452, 1973). 1972.
15. SINGH, K.B., BHULLAR, G.S., MALHOTRA, R.S. & SINGH, J.K. Estimates of genetic variability, correlation and path coefficients in urd and their importance in selection. *Journal of Research, Punjab Agricultural University* 9 (3): 410-416. (en *Plant Breeding Abstracts* 44 (4): 239, 1974). 1972.
16. SINGH, K.B. & MALHOTRA, R.S. Interrelationship between yield and yield components in mungbean. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 30 (1): 244-250. 1970.
17. SINGH, K.B. & MEHNDIRATTA, P.D. Path analysis and selection indices for cowpea. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 30 (2): 471-475. 1970.
18. TREHAN, K.B., BAGRECHA, L.R. & SRIVASTAVA, V.K. Genetic variability and correlations in cowpea, *Vigna sinensis* under rainfed condition. *Indian Journal of Heredity*, 2 (1): 39-43 (en *Plant Breeding Abstracts*, 43 (1): 64, 1973). 1970.
19. VEERASWAMY, R., PALANISWAMY, G.A. & RATHNASWAMY, R. Genetic variability in some quantitative characters of *Vigna sinensis*. *Madras Agricultural Journal*, 60 (9/12): 1359-1360. (en *Plant Breeding Abstracts* 45 (8): 546, 1976). 1973.