

Estudio de correlaciones y coeficientes de sendero en híbridos de Coffea arabica L.

SILVIA MONTES¹ y R. MILIAM¹

RESUMEN

Se estudiaron correlaciones fenotípicas entre 7 caracteres vegetativos y el rendimiento acumulado de 3 años, expresado en kg/planta en Coffea arabica L. con el objetivo de conocer la magnitud de estas asociaciones con el rendimiento. Los caracteres que mayores valores mostraron fueron el número de ramas plagiotrópicas, el número de entrenudos y la longitud de

entrenudos; pero este último con valor negativo. Al descomponer los valores de los coeficientes de correlación en efectos directos e indirectos mediante el coeficiente de sendero, se observó que la mayor contribución positiva se debió a la longitud de las ramas y de forma negativa al diámetro de la copa.

INTRODUCCION

En todo programa de mejoramiento resulta de gran utilidad el conocimiento de la respuesta del rendimiento en asociación con otros caracteres y la interdependencia que ellos muestran, todo con vista a la selección.

Las correlaciones son insuficientes para explicar la verdadera asociación entre caracteres, siendo el coeficiente de sendero

una vía de análisis para la interpretación de la relación causa-efecto entre estos. Después del trabajo inicial de Wright (1921), citados por Dewey y Lu (1959) y los efectuados por Li (1956) y Dewey y Lu (1959), múltiples han sido los cultivos en que se ha aplicado. Así Singh D.D., y col. (1979), en cebolla, Katiyar (1979), en frijoles, Srivastava L.S. y

¹Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, ISCAH, La Habana.

col. (1973) y Alvarez, Torres y Verde (1981), en tomate (este último en Cuba) por citar sólo algunos.

Aunque en el cultivo del café este método no ha sido ampliamente usado, resultados interesantes de Srinivasan C.S. (1980) y Morales D. (1983 y 1984) en viveros en nuestro país, reafirman la utilidad de empleo en el mismo.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, en San José de las Lajas, en el que se estudiaron híbridos de Coffea arabica L. (Tabla 1) plantados en 1978 sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado, (Hernández y col., 1975), con un marco de 3 x 2 m.

Para realizar las evaluaciones se seleccionaron al azar 8 plantas de cada híbrido (17 en total), a las cuales se le registró la cosecha en café cereza en kg/planta durante 3 años, así como también se les midió la altura en centímetros, el número de ramas primarias y la longitud de las ramas primarias en metros, el estudio de entrenudos, la longitud de entrenudos en (centímetros), el diámetro de la copa a 1 m sobre el suelo, (en metros) y el número de floraciones (\bar{X} de los 3 años de estudio).

Con excepción del rendimiento y el número de floraciones, para

Por lo antes señalado, el presente estudio tuvo como objetivo conocer la naturaleza de las asociaciones fenotípicas entre un grupo de caracteres vegetativos con el rendimiento acumulado de 3 años en híbridos de Coffea arabica L. así como los efectos directos e indirectos de los mismos sobre el rendimiento de café cereza bajo las condiciones en estudio.

Tabla 1: LISTADO DE MATERIAL EVALUADO.

Líneas	Procedencia
H 317/50	Portugal
H 337/50	"
H 415/3	"
H 421/4	"
H 478/22	"
H 479/10	"
H 503/29	"
H 29/1-47	"
T 2693	México
T 2713	"
T 3217	"
T 2730	"
Hw 26/13	"
H 196/5	"
H 361/3	"
H 31/3	"

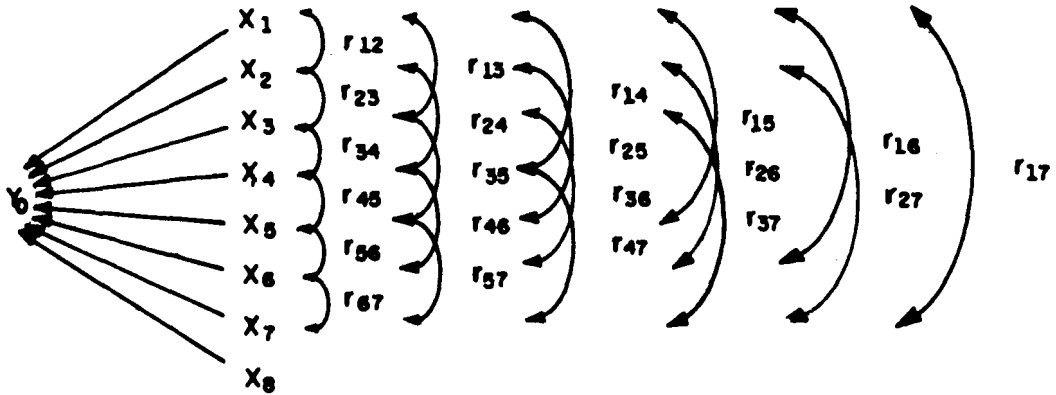
los demás caracteres se consideraron las evaluaciones efectuadas en 1981.

A partir de los datos obtenidos, se realizó el cálculo de los

coeficientes de correlación lineal para todas las combinaciones posibles entre las variables en estudio y se determinaron los coefi-

cientes de sendero de acuerdo con la fórmula de Dewey y Lu (1959).

El esquema causal fue el que se expone en la Figura 1.



DONDE .

- Y_0 = Rendimiento café cereza en kg planta
- X_1 = Número de ramas primarias
- X_2 = Longitud de ramas primarias
- X_3 = Número de entrenudos
- X_4 = Longitud de entrenudos
- X_5 = Altura de la planta
- X_6 = Diámetro de la copa
- X_7 = Número de floración
- X_8 = Factor residual

DIAGRAMA DEL COEFICIENTE DE SENDERO.

En el diagrama, las líneas con doble saeta indican la asociación mutua medida por los coeficientes de sendero (P_{ij}) y (r_{ij}) (P_{ij}) el efecto indirecto de una variable sobre otras. Las ecuaciones expre-

sadas a continuación (Tabla 2) muestran la relación entre los coeficientes de correlación y de sendero donde x_8 (factor residual) representa los errores debidos a muestreos.

Tabla 2: SISTEMA DE ECUACIONES EMPLEADO PARA EL CALCULO DEL COEFICIENTE DE SENDERO.

$$r_{10} = P_{10} + r_{12}P_{20} + r_{13}P_{30} + r_{14}P_{40} + r_{15}P_{50} + r_{16}P_{60} + r_{17}P_{70}$$

$$r_{20} = P_{20} + r_{12}P_{10} + r_{23}P_{30} + r_{24}P_{40} + r_{25}P_{50} + r_{26}P_{60} + r_{27}P_{70}$$

$$r_{30} = P_{30} + r_{13}P_{10} + r_{23}P_{20} + r_{34}P_{40} + r_{35}P_{50} + r_{36}P_{60} + r_{37}P_{70}$$

$$r_{40} = P_{40} + r_{14}P_{10} + r_{24}P_{20} + r_{34}P_{30} + r_{45}P_{50} + r_{46}P_{60} + r_{47}P_{70}$$

$$r_{50} = P_{50} + r_{15}P_{10} + r_{25}P_{20} + r_{35}P_{30} + r_{45}P_{40} + r_{56}P_{60} + r_{57}P_{70}$$

$$r_{60} = P_{60} + r_{16}P_{10} + r_{26}P_{20} + r_{36}P_{30} + r_{46}P_{40} + r_{56}P_{50} + r_{67}P_{70}$$

$$r_{70} = P_{70} + r_{17}P_{10} + r_{26}P_{20} + r_{37}P_{30} + r_{47}P_{40} + r_{57}P_{50} + r_{67}P_{60}$$

$$1 = P_{x80}^2 + P_{10}^2 + P_{20}^2 + P_{30}^2 + P_{40}^2 + P_{50}^2 + P_{60}^2 + P_{70}^2 + 2P_{10}r_{12}P_{20} + 2P_{10}r_{13}P_{30} + 2P_{10}r_{14}P_{40} + 2P_{10}r_{15}P_{50} + 2P_{10}r_{16}P_{60} + 2P_{10}r_{17}P_{70} + 2P_{20}r_{23}P_{30} + 2P_{20}r_{24}P_{40} + 2P_{20}r_{25}P_{50} + 2P_{20}r_{26}P_{60} + 2P_{20}r_{27}P_{70} + 2P_{30}r_{34}P_{40} + 2P_{30}r_{35}P_{50} + 2P_{30}r_{36}P_{60} + 2P_{30}r_{37}P_{70} + 2P_{40}r_{45}P_{50} + 2P_{40}r_{46}P_{60} + 2P_{40}r_{47}P_{70} + 2P_{50}r_{56}P_{60} + 2P_{50}r_{57}P_{70} + 2P_{60}r_{67}P_{70}$$

RESULTADOS Y DISCUSION

Las correlaciones fenotípicas entre los diferentes caracteres con el rendimiento (Tabla 3), mostraron diferencias significativas para el número de ramas primarias y el número de entrenudos; el largo de los entrenudos tuvo asociación con el rendimiento, pero negativa. Estos resultados son lógicos ya que la producción de café se encuentra esencialmente en las ramas denominadas primarias o plagiotrópicas y específicamente en los nudos de donde emergen los brotes florales. Especial énfasis han puesto los mejoradores en la obtención de genotipos poseedores de una estructura compacta (Montes 1982), hecho que implica no sólo la reducción del carácter altura de la planta sino un acortamiento en la longitud de los entrenudos tanto a nivel del eje ortotrópico como plagiotrópico, de ahí los cultivares ya conocidos, Caturra y Catuai altamente productivos.

El crecimiento de los órganos vegetativos ha sido asociado a la producción de plantas, así Santos y col. (1974), encontraron altos valores de correlación entre el crecimiento de las ramas laterales ocurridos en el año anterior y la producción de frutos de café o con el número de nudos. Gómez (1977), estableció correlaciones entre el crecimiento de ramas registradas en el primer semestre del año siguiente,

Srinivasan (1980), estudiando 5 caracteres y su asociación con el rendimiento del primer año en Café, observó que el número de ramas primarias, la longitud de las mismas y el número de entrenudos no tuvieron significación, pero la longitud de los entrenudos y el diámetro del tronco mostraron significación al 5 %.

Walyaro y col. (1979), al analizar 12 caracteres de *Coffea arabica* L. en una plantación de 10 años, encontró que el número de ramas primarias mostró un valor de correlación sumamente bajo con el rendimiento.

En relación con los resultados de estos 2 últimos trabajos antes señalados y los observados en este, no existió analogía. Esto pudiera explicarse en función de las edades de las plantaciones, que de hecho influyó en la morfología de los cafetos, ya que plantas muy jóvenes están en una etapa inicial de crecimiento y en las plantas de muchos años la producción no se encuentra fundamentalmente en los ejes plagiotrópicos primarios, los resultados de Santos y col. (1974) y Gómez (1977), aunque utilizando un muestreo diferente se asemejan más a los aquí obtenidos.

El crecimiento de una planta es la respuesta de la misma a las diferentes condiciones y factores en las cuales ella se desarrolla.

Tabla 3: ESTIMADOS DE COEFICIENTES DE CORRELACION EN CAFE.

	Número ramas	Longitud ramas	Número entrenudos	Largo entrenudos	Altura	Diámetro copa	Número floraciones	Rendimiento kg/pl.
Número ramas	-	,03 NS	-,44 **	-,48 **	,09 NS	,22 NS	,10 NS	,962 ***
Longitud ramas		-	-,06 NS	,17 NS	,34 **	,83 **	-,01 NS	,006
Número entrenudos			-	-,70 **	-,00	0,02 NS	-,01 NS	,88 **
Largo entrenudos				-	-,11 NS	-,29 *	-,05 NS	-,09 **
Altura					-	,21 NS	-,14 NS	,15
Diámetro copa						-	-,34 **	,18
Número floraciones							-	0,06

*, (**, ***) significación al 5 % y al 1 % de probabilidad respectivamente.

Debido a que el rendimiento está influido por estos factores, resulta necesario tener en consideración la interacción entre ellos (Srivastava y Sachan 1973, Singh y col. 1979). De las correlaciones de segundo orden merecen destacarse los referentes a la longitud de las ramas con el diámetro y el número de entrenudos con el largo, con valores de ,83 y ,70 respectivamente. Otros valores de correlación negativos tales como los del número de ramas con el número de entrenudos y el largo de los mismos, mostraron similar comportamiento que lo reportado por Srinivasan (1980), pero no se ha podido dar una explicación a este fenómeno fundamentalmente desde el punto de vista biológico.

El análisis del coeficiente de sendero (Tabla 4) arrojó que el carácter que más influyó de forma positiva y directa sobre el rendimiento fue la longitud de ramas primarias, duplicando este valor obtenido por el número de ramas y expresándose 4 veces superior al número de entrenudos.

En este trabajo, al igual que en muchos otros, Morales (1980) (A y B), Alvarez y col. (1981), por citar algunos, se evidencia lo señalado por Dewey y Lu (1959),

en lo concerniente a que la correlación, a diferencia del coeficiente de sendero, sólo estima la asociación mutua entre los factores sin tener en cuenta la causa que la origina. Así se explica que al analizar la longitud de ramas y el rendimiento del café en kg/planta, el coeficiente de correlación no fue significativo, sin embargo, a través del coeficiente de sendero se detectó que fue el carácter que más directamente influyó sobre este último.

El diámetro de la copa mantuvo un valor alto y negativo. Este resultado se comprende si se analiza el valor tan alto alcanzado por la longitud de ramas primarias.

Por ser estos resultados los primeros que se obtienen en Cuba con plantas adultas deben tenerse en consideración los caracteres de longitud de ramas primarias, el número de ramas y el número de entrenudos para el trabajo futuro de mejoramiento en café, además de las cosechas acumuladas reportadas por el autor Montes y Carnide (1982), aunque resulta necesario continuar con estos estudios en condiciones ambientales y otros diferentes factores como es la edad de la plantación.

REFERENCIA

- ALVAREZ, MARTHA; VERENA TORRES y GLADYS VERDE (1981): Estudio de correlaciones y coeficientes de sendero en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Cultivos Tropicales*. 3(3): 139-148.
- DEWEY, D. and K. LU (1959): A correlation and Path Coefficient Analysis of Components of Crested Wheat Grass and Production. *Agronomy Journal*. 51 (9): 515-518.
- GOMEZ, G.L. (1977): Influencia de los factores climáticos sobre la periodicidad del crecimiento del café. *Cenicafé*, 28(1).
- HERNANDEZ, A. y col. (1975): Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Academia de Ciencias de Cuba. Serie Suelos No. 23.
- KATIYAR, R.P. (1979): Correlations and Path Analysis of Yield Components in Chickpeas. *Indian J. Agric. Sci.* 49(1).
- LI, C. (1956): The Concept of Path Coefficient and its Impact on Population Genetics. *Biometrics*; 199-210.
- MONTES SILVIA y Ma. TERESA CORNIDE (1982): Estudio de la selección precoz de *Coffea arábica* L. en Cuba. *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Serie Café y Cacao*. En prensa.
- MONTES, SILVIA (1982): Estudio de la productividad de líneas de *Coffea arabica* L. variedad Caturra. *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Serie Café y Cacao*. En prensa.
- MORALES, D. (1983a): Correlación y coeficiente de sendero en plántulas de cafetos. I. Area foliar y algunas variables de crecimiento en viveros móviles. *Cultivos Tropicales*. 5(2):225-233.
- MORALES, D. (1984 b): Correlaciones y coeficientes de sendero en plántulas de Cafeto. II. Area foliar y algunas variables del crecimiento en viveros estacionarios. *Cultivos Tropicales*. 6(3): 719-727.
- SRIVASTAVA, L.S. y S.C.P. SACHAN (1973): Genetic Parameters Correlation Coefficient and Path Coefficient Analysis in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Indian J. Agric. Sci.* 43(6): 604-607.
- SANTOS, R. y col. (1974): Influencia de los factores climáticos sobre la periodicidad del crecimiento vegetativo en café. *Revista Ceres (Brasil)*. 21(116)
- SINGH, D.D.; R. PAOMAJA; P.R. RAMACHANDER and S.R. BISWAS (1979): Inheritance Correlation and Selection Index in Onion. *Indian Journal Agric. Sci.* 49(8).
- SINGH, S.P.; H.N. SINGH; N.P. and J.P. SRIVASTAVA (1979): *Indian Journal Agricultura Science*. 49(8): 579-82.
- SRINIVASAN, C.S. (1980): Association of Some Vegetative Characters with Initial Yield in *Coffea arabica* L. *Indian Journal Agricultura Science*. 49(8): 579-82.

fea (*Coffea arabica* L.) Coffee
Research, 10(2): 21-27.

nation of Yield Potential in
Arabica Coffee by Applying
Index Selection. *Euphytica*.
28:465-472.

WALYARO, D.J. and VAN DER VOSSEN,
H.A.N. (1979): Early Determi-

ABSTRACT

*A STUDY ON THE CORRELATIONS AND PATH
COEFFICIENT IN HYBRIDS OF COFFEA ARABICA
L.*

*Phenotypical correlations were studied
between 7 vegetative characters and the
cumulative yield of 3 years, expressed
as kg/pl of *Coffea arabica* L., with the
objective of knowing the magnitude of
these associations with yield. Characters*

*with higher values were the number of la-
teral branches as well as of internodes
and their length, although the latter
with a negative value. When decomposing
values of correlation coefficients into
direct and indirect effects by means of
Path coefficient, it was observed that
the highest positive contribution was due
to branch length, whereas the negative
one due to canopy diameter.*

Manuscrito recibido el 22/XI/83.