

RELACIONES ENTRE LAS SERIES DE PRODUCCION, EXPORTACION Y
PRECIOS DEL CAFE COLOMBIANO

TESIS

Presentada al Programa de Estudios para Graduados
Universidad Nacional-Instituto Colombiano Agropecuario -

Por:

OSCAR CHAQUILLA

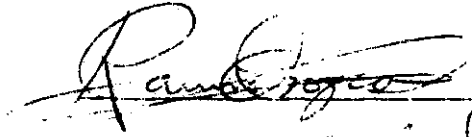
Como requisito parcial para optar al grado de

MAGISTER SCIENTIAE

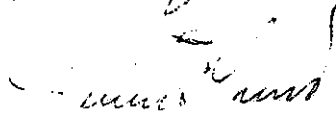
Bogotá-Colombia
1978

COMITE CONSEJERO

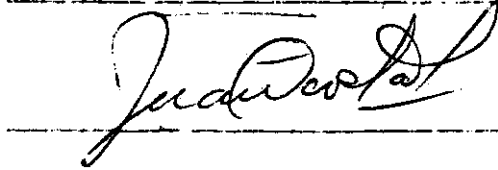
RAMIRO OROZCO, Ph.D.

Handwritten signature of Ramiro Orozco in cursive script, written over a horizontal line.

JULIO HENAO, Ph.D.

Handwritten signature of Julio Henao in cursive script, written over a horizontal line.

JUAN ACOSTA, M.S.

Handwritten signature of Juan Acosta in cursive script, written over a horizontal line.

"El Presidente de Tesis y el Consejo examinador de grado, no serán responsables de las ideas emitidas por el Candidato".

(Artículo 217 de los Estatutos de la Universidad Nacional de Colombia).

AGRADECIMIENTOS

Mis sinceros agradecimientos al doctor Ramiro Orozco, por la dirección ejercida durante la realización del trabajo.

Merecido agradecimiento al doctor Julio Henao, por sus orientaciones en análisis multivariado.

A la Universidad Nacional Técnica del Altiplano de Puno, Perú, por la oportunidad concedida.

A la Fundación Ford, por haberme otorgado la Beca.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION.	1
2. REVISION DE LITERATURA.	2
2.1. Análisis de precios del café colombiano	2
2.2. Producción y exportación.	3
2.3. Demanda por café.	6
3. MATERIALES Y METODOS.	8
3.1. Series.	8
3.2. Metodología	8
3.2.1. Análisis de componentes principales	9
3.2.2. Análisis de correlación canónica	13
3.2.3. Análisis de perfiles.	18
3.2.3.1. Prueba de paralelismo (MANOVA).	18
3.2.3.1.1. Trazo de Hottelling-Lawley.	21
3.2.3.1.2. Trazo de Pillai	21
3.2.3.1.3. Criterio de Wilks	22
3.2.3.1.4. Criterio de Roy	23
3.2.3.2. Comparaciones de promedios de series.	23

	Pág.
4.	RESULTADOS Y DISCUSION 25
4.1.	Componentes Principales. 25
4.2.	Correlación canónica 27
4.3.	Análisis de perfiles 31
4.3.1.	Prueba de paralelismo. 31
4.3.2.	Comparación de promedios 34
4.4.	Implicaciones en la política cafetera. 35
4.4.1.	Política cafetera Internacional. 36
4.4.2.	Política cafetera Nacional 38
5.	CONCLUSIONES 41
6.	RESUMEN. 43
7.	SUMMARY. 46
8.	LITERATURA CITADA. 49
9.	APENDICE. 53

LISTA DE TABLAS

Tabla No.		Pág.
1.	<i>Series de producción, exportación y precios del café colombiano</i>	59
2.	<i>Perfiles de las series de producción, exportación y precios del café</i>	60
3.	<i>Promedios, desviación estandard de las series, matriz de correlaciones, raíces y vectores característicos de componentes principales.</i>	61
4.	<i>Matriz varianza-covarianza particionada S_{11}, S_{22}, S_{12}.</i>	62
5.	<i>Coefficientes de correlación canónica, prueba de Bartlett (chi-cuadrada) y vectores característicos normalizados.</i>	63
6.	<i>Listado de valores de las variables canónicas.</i>	64
7.	<i>Coefficientes de correlación entre las variables canónicas y las variables originales.</i>	66
8.	<i>Perfiles de las series en promedios quinquenales.</i>	67
9.	<i>Matriz "error" (E).</i>	68
10.	<i>Matriz "Hipótesis" (H).</i>	69
11.	<i>Raíces y vectores característicos de la matriz $E^{-1}H$.</i>	70
12.	<i>Pruebas de significancia de MANOVA.</i>	71
13.	<i>ANOVA de las series de producción, exportación y precios del café colombiano.</i>	72
14.	<i>Prueba de contrastes ortogonales.</i>	73

LISTA DE FIGURAS

Figura No.		Pág.
1.	Producción anual de café colombiano en miles de sacos de 60 kgs. 1917-1976.	54
2.	Exportación anual de café colombiano en miles de sacos a 60 kgs. 1927-1976.	55
3.	Precio externo del café verde colombiano en ¢ US/Lb. de 453.6 gt. 1927-1976.	56
4.	Precio interno del café pergamino colombiano en \$US/carga de 125 kgr. 1927-1976.	57
5.	Dispersión de las variables canónicas Z_1 y V_1	58

1. INTRODUCCION.

Colombia es el segundo país productor de café en el mundo y el primero de cafés suaves; en 1976 el 84% de la producción fué exportada, contribuyendo en un 18% a la formación del producto interno bruto, y generando el 56% de las divisas (15). Usualmente se plantea como deseable el establecimiento de un equilibrio razonable entre la oferta y la demanda mundiales del grano, sobre bases que aseguren un adecuado abastecimiento de café a los consumidores, así como mercados para los productores a precios equitativos, aliviando las graves dificultades causadas por grandes excedentes y excesivas fluctuaciones de los precios (27, 29). Por estas razones es de utilidad no solo estudios de análisis de precios, sino trabajos tendientes a visualizar las relaciones con otras variables, que contribuyan a un mejor conocimiento del mercado cafetero; y sirvan de bases para diagnosticar las políticas cafeteras en vigencia, con las que se pueden inferir futuras acciones.

Los objetivos del presente trabajo son: Determinar las relaciones entre las series de producción, exportación y precios del café colombiano, correspondientes al período comprendido entre 1927-1976; e identificar sus implicaciones en la política cafetera nacional e internacional.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Análisis de precios del café colombiano

La serie de precios externos del café "verde" que se origina en el mercado de Nueva York, presenta fluctuaciones cíclicas de largo período con intervalos de 24-32 años, considerada como el ciclo de la producción o período de vida de las plantaciones de cafeto (30, 36); fluctuaciones de período intermedio, con intervalos de 6 años considerado como el ciclo del mercado (36); y fluctuaciones de período corto de 2 años, considerada como ciclo biológico, causada por las variaciones en la producción de los cafetos (30, 36). El componente estacional sugiere fluctuaciones regulares atribuibles a los períodos de cosecha y transferencia del café al mercado, presentando picos cada 5 meses (31). Al efectuarse comparaciones entre las series de precios del café brasilero y colombiano, mediante el análisis espectral, se sabe que el café brasilero toma el liderazgo en la variación del precio, sin embargo, en períodos cortos de 2.8 meses las variaciones son provocadas por el café colombiano (30). Las fluctuaciones cíclicas de mediano y corto períodos además son motivados por fenómenos aleatorios, como son las heladas que se han presentado en otros países, las huelgas de estibadores, y la virtual ruptura del pacto cafetero, cuya consecuencia es la eliminación de las cuotas

de exportación establecidas en 1962 (15, 16, 22, 23).

El precio interno correspondiente al café "pergamino" presenta fluctuaciones estacionales cada 12 meses con precios bajos en los meses de enero a mayo y precios altos en los meses de noviembre y diciembre (17). Las fluctuaciones cíclicas del precio interno son el reflejo de las oscilaciones del precio internacional, las políticas de reintegro, tasas de retención cafetera, y la devaluación del dólar (15, 22).

Para eliminar las fuertes fluctuaciones de los precios que se presentan en el mercado internacional del café, la alternativa más aconsejable es la de un acuerdo entre los exportadores y los importadores (15, 16, 23).

2.2. Producción y Exportación.

La producción presenta fluctuaciones cíclicas de período largo de 24-32 años por el comportamiento de los cafetos (30, 36); considerando que las plantaciones de café entran en su fase de producción entre los 4 y 6 años, luego incrementan la producción rápidamente, alcanzando su máxima producción alrededor de los 10 años, declinando posteriormente; variando estas etapas de acuerdo a las características agronómicas, innovaciones tecnológicas y la edad de los cafetales (36). El gobierno de los EE.UU. efectúa pronósticos de la producción cafetera periódicamente, evaluaciones pos-

teriores de estos pronósticos reportan la subestimación, dificultada por el pobre conocimiento de las condiciones de producción en Colombia (12).

Históricamente en Colombia la primera crisis en la producción ocurre entre 1898-1905 con la baja en el precio externo, la guerra civil de los mil días, altos costos de transporte y escasés de la mano de obra (25); posteriormente en la década de 1919-1928 ocurre la bonanza y la agremiación de los productores (26); la crisis del año 1929 también tuvo su impacto en la economía cafetera, con el descenso de los precios en los años posteriores (26, 35); en 1934-1939 se produce una recuperación en los precios y se inicia un período de incrementos en las exportaciones; se trata de estabilizar la producción por cuotas de exportación, sin embargo, la política de altos precios induce a incrementar las áreas cultivadas (25), pero al mismo tiempo se produce la crisis de los contratos de aparcería y arrendamiento (26). La segunda guerra mundial también afectó los precios a niveles bajos, la demanda por café disminuye, los stocks se incrementan, Colombia pudo vender a los EE. UU. gracias al convenio de cuotas (26, 36); en los años posteriores a la post-guerra, las exportaciones llegan a sus niveles máximos, con estímulos para nuevos precios y perspectivas de una bonanza, época en que se descomponen las haciendas, convirtiéndose en empresas de tipo capitalista (25, 35). La congelación de los precios

durante la guerra de Corea es muy desfavorable para la producción, el mercado se convirtió en paraíso de especuladores, presionando el descenso de los precios sin la posibilidad de aproximarse a los precios topes impuestos por EE.UU. (3); mientras que en el período de 1953-57 con la abolición de los precios máximos se produce un ascenso en los precios, pero al mismo tiempo se producen las heladas en Brasil, Centro América y el invierno más intenso en Colombia, afectando la producción (3). Al establecerse el pacto cafetero en 1962 se logra un equilibrio entre la oferta y la demanda de café (15, 16, 34, 36); por esta razón existió la necesidad de prorrogar este convenio en 1968 (3); sin embargo, este acuerdo entró en crisis en 1971 por la huelga de estibadores en EE.UU., suben los precios pero las 10 naciones más desarrolladas deciden devaluar el dólar, situación que provocó la ruptura del pacto cafetero (3, 16, 27, 29); además en 1973 la roya ataca los cafetales del Brasil, y en 1975 se produce una helada que disminuye la capacidad de oferta de este país (16, 22); como consecuencia se produce una alza en los precios, esta coyuntura es aprovechada por los productores africanos para efectuar mayores inversiones y lograr en el futuro mayor participación en el mercado mundial; situación que agravó aún más la posibilidad de restablecer el pacto cafetero (16); en los últimos años los precios evolucionaron con alzas, junto con la incapacidad del Brasil para recuperarse en la producción, esto ha llevado a la mayoría de los países a adelantar

sus programas de siembras (16).

Colombia exporta café desde la época republicana y desde la segunda guerra mundial es el segundo país exportador; en la actualidad los principales países compradores son: EE.UU. (38%), Alemania (23%), Holanda (8%), Suecia (7%), Japón (5%) (15, 33).

2.3. Demanda por Café.

Se han estimado funciones de demanda para EE.UU., Europa y el mundo en diferentes períodos, presentando variaciones por los cambios ocurridos en los precios, el ingreso de los consumidores, el desarrollo de sustitutos, cambios en la población y hábitos de consumo del café (11, 21, 25, 31). La elasticidad precio de la demanda es inelástica, o sea pequeñas variaciones en las cantidades provocan importantes cambios en el precio (11, 23, 25, 36); la elasticidad ingreso es mayor que cero, implica que el café es un bien normal (11, 21); y la elasticidad cruzada también es mayor que cero o sea existe relativamente un alto grado de sustitución entre los diferentes tipos de café que se producen en el mundo (3).

El consumo de café no presenta la misma proporción que la exportación y producción (16, 34, 36); los desplazamientos de la demanda por café se presentan sólo en casos de extrema baja o alza en los precios; el consumo de café es más sensitivo al crecimiento de la

población, disponibilidad de sustitutos y gustos del consumidor que los movimientos de los precios (36). La inestabilidad cíclica del café puede deberse a una interacción de la oferta y la demanda, hipotetizando un modelo de telaraña convergente (31, 36).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Series.

Para los diferentes análisis se usaron las series de producción, exportación y precios del café colombiano procedentes de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y correspondientes al periodo comprendido entre 1927-1976, (15). (Tabla 1).

Las series de producción y exportación están expresadas en sacos de 60 kgs de café "verde". La serie de precios externo, está expresada en centavos de dólar EE.UU. (¢) por libra (453.6 gr) de café "verde", en promedios anuales correspondientes a las cotizaciones en el mercado de Nueva York. La serie de precios interno, viene expresada en pesos (\$) por carga de 125 kgs de café "pergamino", en promedios anuales fijados por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y el Gobierno, esta serie fué transformada a dólares EE.UU. (\$) por carga, en base a los promedios anuales de la tasa de cambio del peso/dólar (Tabla 1, última columna), con el objeto de remover la disturbancia por inflación.

3.2. Metodología.

Las técnicas conocidas de regresión lineal múltiple proporcionan relaciones para muchas variables, pero los resultados pueden estar sobre simplificados y además contradictorios para la totalidad de

Las variables y observaciones por presentarse problemas de no linealidad en los parámetros (10, 32); en estas condiciones el desarrollo de los métodos del análisis multivariado dan la oportunidad de integrar variables con mayor claridad; en la actualidad el uso de estas técnicas es cada vez más frecuente en taxonomía, ecología, agronomía y economía (1, 2, 10, 13, 14, 18, 19, 32). En el presente trabajo se utilizan las técnicas del análisis de componentes principales, la correlación canónica y el análisis de perfiles.

3.2.1. Análisis de componentes principales.

El análisis de componentes principales es una técnica estadística útil para la mejor descripción de la forma de una distribución multidimensional y se usa como una ayuda para el mejor conocimiento de la naturaleza de las fluctuaciones en las series; la identificación de variables relevantes y el grado de interrelación entre ellas (7, 13, 19, 23).

Las variables en estudio (Series) de la Tabla 1 se denotan de la siguiente manera para los procesos del cómputo estadístico:

P = PRODUCC = Producción de café

X = EXPORTA = Exportación de café

E = PRECIOE = Precio externo del café

Y = PRECIOI = Precio interno del café

con los que se pueden formar la matriz simétrica de varianza-covarianza muestral (S).

$$S = \begin{bmatrix} \text{Var. P} & \text{Covar. XP} & \text{Covar. EP} & \text{Covar. YP} \\ \text{Covar. PX} & \text{Var. X} & \text{Covar. EX} & \text{Covar. YX} \\ \text{Covar. PE} & \text{Covar. XE} & \text{Var. E} & \text{Covar. YE} \\ \text{Covar. PY} & \text{Covar. XY} & \text{Covar. EY} & \text{Var. Y} \end{bmatrix}$$

Estandarizando las variables con promedios cero y varianza unitaria para lograr la adimensionalidad de las variables originales, se obtiene la matriz de correlaciones (R), que muestra todas las correlaciones posibles de a dos variables.

Si el primer componente principal (C_1) es definida como una combinación lineal de las variables P, X, E, Y.

$$C_1 = a_{11}P + a_{21}X + a_{31}E + a_{41}Y$$

donde a_1 es un vector característico constituido por los coeficientes:

$$a_1 = \begin{bmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ a_{31} \\ a_{41} \end{bmatrix}$$

entonces la matriz de varianza-covarianza expresada en su forma cuadrática constituye la varianza del primer componente principal.

$$a_1' S a_1$$

para determinar los coeficientes del primer componente principal, es necesario maximizar $a_1' S a_1$, sujeto a la restricción, de que los vectores característicos deben estar normalizados, o sea $a_1' a_1 = 1$ y mediante los multiplicadores de Lagrange se tiene:

$$\frac{\delta}{\delta a_1} \left[a_1' S a_1 - \lambda_1 (1 - a_1' a_1) \right] = 0$$

Resultado

$$\left[S - \lambda_1 I \right] a_1 = 0$$

o tambien (8)

$$\left[R - \lambda_1 I \right] a_1 = 0$$

la solución de estas ecuaciones caracterfsticas, implica primero resolver el determinante

$$|S - \lambda_1 I| = 0$$

para poder encontrar las raíces caracterfsticas (eigenvalues), por cada raíz se obtiene un vector caracterfstico (eigenvector) con las que queda definido el primer componente principal.

Una vez removido el primer componente principal, el segundo componente (C_2), también es una combinación lineal de las variables P,

$$C_2 = a_{12}P + a_{22}X + a_{32}E + a_{42}Y$$

donde los coeficientes a_2 también son obtenidos resolviendo el sistema de ecuaciones características.

$$[S - \lambda_2 I] a_2 = 0$$

Con las cuatro series en estudio existe la posibilidad de determinar cuatro componentes; los demás componentes son determinados por turno en base a los vectores característicos restantes a_3 y a_4 . La importancia de cada componente principal está implícitamente expresada por la magnitud de cada raíz característica en términos porcentuales. Además en cada componente principal, los signos y la magnitud de los coeficientes (a_{ij}) , indican la dirección e importancia de la contribución de la i -ésima serie en el j -ésimo componente.

Geoméricamente, en un espacio euclidiano las variables están representadas por los ejes, el origen coincide con los promedios de las observaciones, y el ejambre de observaciones describe una figura hiper-elipsoidal, entonces la dirección de mayor elongación de la nube de dispersión corresponde al primer componente principal (C_1), cuya orientación está completamente determinada por los cosenos direccionales: $\cos \alpha_1 = a_{11}$, $\cos \alpha_2 = a_{21}$, . . . , $\cos \alpha_4 = a_{41}$, describiendo el eje mayor del enjambre; definiéndose de esta manera la máxima varianza de la distribución multivariada. La segunda

dirección de mayor elongación, ortogonal a la primera corresponde al segundo componente principal (C_2), y así sucesivamente, además los cosenos direccionales representan la magnitud de las raíces características, y están definidas por los ángulos que forman el eje de cada componente principal con los ejes de las variables originales.

3.2.2. Análisis de correlación canónica.

Las relaciones existentes entre dos conjuntos de series multivariantes se basan principalmente en la técnica conocida como correlación canónica (7, 8, 28).

Si se considera como variables "dependientes" las cantidades de café (producción P y exportación X) y como variables "independientes" los precios del café (precio Externo X y precio Interno Y), con las cuatro series, se puede obtener una matriz cuadrada simétrica de varianzas-covarianza (S), la que se puede subdividir en:

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{12}' & S_{22} \end{bmatrix}$$

donde: S_{11} = varianzas y covarianzas de las variables contenidas en el grupo 1 ("dependientes").

S_{22} = Varianzas y covarianzas de las variables contenidas en el grupo 2 ("independientes").

S_{12} = Covarianzas de las variables contenidas en el grupo 1 con las del grupo 2.

Si se definen, para cada grupo las variables canónicas de la siguiente manera:

$$Z_j = a_{1j}P + a_{2j}X$$

$$V_j = b_{1j}E + b_{2j}Y$$

donde Z_j y V_j son combinaciones lineales de las cantidades y precios del café respectivamente, y a , b son los vectores característicos:

$$a = \begin{bmatrix} a_{1j} \\ a_{2j} \end{bmatrix} \quad b = \begin{bmatrix} b_{1j} \\ b_{2j} \end{bmatrix}$$

Entonces, se trata de determinar los vectores a y b , tales que la correlación entre Z_j y V_j sea máxima; específicamente se trata de maximizar

$$\text{Cov}(Z_j, V_j) = \text{Cov}(a_{1j}P + a_{2j}X, b_{1j}E + b_{2j}Y)$$

$$\text{Cov}(Z_j, V_j) = a' S_{12} b$$

sujeta a las restricciones:

$$\text{Var}(Z_j) = a' S_{11} a = 1$$

$$\text{Var}(V_j) = b' S_{11} b = 1$$

como la correlación entre dos variables no depende de las unidades en que se miden las series, entonces se puede imponer la condición de que Z_j y V_j tengan varianzas unitarias. Introduciendo las restricciones mediante los multiplicadores de Lagrange, se tiene la ecuación para diferenciar:

$$f(a, b) = a'S_{12}b - \frac{\lambda_1}{2} a'S_{11}a - \frac{\lambda_2}{2} b'S_{22}b$$

resolviendo e igualando a cero resulta:

$$S_{12}b - \lambda_1 S_{11}a = 0$$

$$S'_{12}a - \lambda_2 S_{22}b = 0$$

de los que se obtiene:

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$$

por consiguiente las ecuaciones características son:

$$\begin{bmatrix} S_{11}^{-1} & S_{12} & S_{22}^{-1} & S'_{12} - \lambda^2 I \end{bmatrix} a = 0$$

$$\begin{bmatrix} S_{22}^{-1} & S'_{12} & S_{11}^{-1} & S_{12} - \lambda^2 I \end{bmatrix} b = 0$$

las soluciones de estas ecuaciones, implican primero encontrar las raíces características (λ^2), resolviendo los determinantes correspondientes.

$$\begin{cases} \left| \begin{matrix} S_{11}^{-1} & S_{12} & S_{22}^{-1} & S'_{12} & -\lambda^2 I \end{matrix} \right| = 0 \\ \left| \begin{matrix} S_{22}^{-1} & S'_{12} & S_{11}^{-1} & S_{12} & -\lambda^2 I \end{matrix} \right| = 0 \end{cases}$$

extrayendo la raíz cuadrada a cada raíz característica, o sea,

$$\sqrt{\lambda^2} = \lambda$$

se obtiene las correlaciones canónicas (λ); además, en base a cada raíz característica, se obtiene un vector característico, con los que quedan definidas las variables canónicas Z_j y V_j propuestas para los grupos 1 y 2 respectivamente.

Como el objetivo es, el de determinar el grado de dependencia, entre los dos conjuntos de series simultáneamente (cantidades de producción y exportación con los precios externo e interno del café), las hipótesis de interés son:

Ho: No existe relación entre la producción y exportación de café con lo precios interno y externo.

Ha: Si existe relación entre los dos conjuntos de series.

Dado que el grado de asociación entre los dos conjuntos de series, está definida por la correlación canónica (λ), entonces las hipótesis serán sometidas a la prueba de Bartlett (8) para la cual es necesario definir el estadístico Lambda (Λ)

$$\Lambda = \prod_{i=1}^{p_2} (1 - \lambda_i^2)$$

que se distribuyen aproximadamente como chi-cuadrada con $p_1 p_2$ grados de libertad (p_i =número de elementos de cada vector).

$$\chi^2 = - \left[n - .5(p_1 + p_2 + 1) \right] \ln \Lambda$$

donde n = número de observaciones menos uno. Si la hipótesis nula es rechazada, implica que se ha removido la contribución de la primera correlación canónica, la contribución de la segunda correlación canónica, será sometida a la misma prueba mediante el estadístico Λ' (3).

$$\Lambda' = \prod_{i=2}^{p_2} (1 - \lambda_i)$$

que también se distribuye como chi-cuadrada

$$\chi^2 = - \left[n - .5(p_1 + p_2 + 1) \right] \ln \Lambda'$$

con $(p_1 - 1) (p_2 - 1)$ grados de libertad.

Finalmente es de importancia determinar, las correlaciones entre los valores correspondientes a las variables canónicas y los valores de las variables originales, mediante la fórmula conocida de correlación lineal simple bivariada.

3.2.3. Análisis de perfiles.

El análisis de perfiles de un conjunto de series implican las pruebas de paralelismo, de nivel y de promedios (28) con las que es posible percibir la trayectoria simultánea de las series a través, del tiempo; en este trabajo, son de relevancia solamente las pruebas de paralelismo y de promedios entre las cuatro series.

3.2.3.1. Prueba de paralelismo.

La prueba de paralelismo entre las series se efectúa a través, del procedimiento MANOVA (Multivariate Analysis of Variance) (8, 28).

Si los perfiles de las series de producción (P), exportación (X), precio externo (E) y precio interno (Y), se presentan como en la Tabla 2, en donde las series denominadas MERCAFE = Z_{ki} (PRODUCC, EXPORTA, PRECIOE, PRECIOI) se consideran como tratamientos; las observaciones correspondientes a cada año fueron agrupadas en diez quinquenios, para lograr las repeticiones (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J); o sea, los quinquenios representan las respuestas múltiples.

El modelo lineal del MANOVA puede ser escrito:

$$Z_{ki} = M + (M_k - M) + (Z_{ki} - M_k)$$

donde Z_{ki} es el vector de la variable dependiente para la i -ésima respuesta (quinquenio) en la k -ésima serie, $k=1, 2, \dots, g$, donde g es el número de series en estudio; M es el gran centroide, M_k es el centroide correspondiente a cada serie. Usualmente no hay interés en el gran centroide, entonces restando en ambos lados del modelo lineal queda:

$$Z_{ki} - M = (M_k - M) + (Z_{ki} - M_k)$$

si los términos de la izquierda, se definen como desviaciones del gran centroide:

$$z_{ki} = Z_{ki} - M$$

se tiene:

$$z_{ki} = (M_k - M) + (Z_{ki} - M_k)$$

efectuando sumatoria, sobre las sumas de cuadrados y de productos, resulta la partición fundamental del teorema de MANOVA.

$$\sum_{k=1}^g \sum_{i=1}^{N_k} z_{ki} \cdot z_{ki}' = \sum_{k=1}^g \sum_{i=1}^{N_k} (M_k - M)(M_k - M)' + \sum_{k=1}^g \sum_{i=1}^{N_k} (Z_{ki} - M_k)(Z_{ki} - M_k)'$$

observando cada uno de los términos separadamente; el primer término es la matriz de las sumas de cuadrados y de productos, de las desviaciones de las respuestas con respecto al gran centroide, denominada matriz "Total" (T). La primera partición es, la matriz de las

sumas de cuadrados y de productos, de las desviaciones de los centroides respecto al gran centroide, denominada "entre series" o matriz "hipótesis" (H). La segunda partición es la matriz de sumas de cuadrados y de productos, de las desviaciones de las respuestas a los centroides, denominada "dentro de series" o matriz "error" (E); siendo obvio: $T = H + E$

Las hipótesis de paralelismo entre las series, comprende:

$$H_0: \begin{bmatrix} \bar{P}_A \\ \bar{P}_B \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \bar{P}_J \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{X}_A \\ \bar{X}_B \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \bar{X}_J \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{E}_A \\ \bar{E}_B \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \bar{E}_J \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{Y}_A \\ \bar{Y}_B \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \bar{Y}_J \end{bmatrix}$$

lo cual implica que las cuatro series se comportan paralelamente a través del tiempo.

Ha: Las series no son paralelas.

Las pruebas de significancia para probar las hipótesis se efectúan mediante los siguientes criterios: Trazo de Hottelling-Lawley, Trazo de Pillai, Criterio de Wilks y el Criterio de Roy (8, 28).

3.2.1.1. Trazo de Hotelling-Lawley

Se fundamenta en el trazo de la matriz HE^{-1} , o sea

$$T_0^2 = \text{tr} HE^{-1}$$

que se distribuye aproximadamente como F

$$F = \frac{2(SN+1) \text{tr} E^{-1}H}{S^2(2M+S+1)}$$

con $S(2M+S+1)$ y $2(SN+1)$ grados de libertad, y los parámetros de la distribución de F son:

$$S = \text{Min}(p, q)$$

$$M = .5 (|p-q|-1)$$

$$N = .5 (ne-p-1)$$

donde p = número de variables dependientes (respuesta quinquenales)

q = rangos de la matriz hipótesis

ne = grados de libertad de error

El trazo de la matriz HE^{-1} es, la sumatoria de sus raíces características.

3.2.3.1.2. Trazo de Pillai

Se basa en el trazo de la matriz $H(H+E)^{-1}$

$$V = \text{tr} H(H+E)^{-1}$$

que se distribuye aproximadamente como F.

$$F = \frac{2N + S + 1}{(2M+S+1) V / (S-V)}$$

con $S(2M+S+1)$ y $S(2N+S+1)$ grados de libertad; los parámetros S, M y N son definidos de la misma manera que en el trazo de Hottelling-Lawley.

3.2.3.1.3. Criterio de Wilks.

Se basa en la distribución del estadístico Lambda ($\Lambda=L$), definida como:

$$\Lambda = \frac{|E|}{|H+E|}$$

que se distribuye aproximadamente como F.

$$F = \frac{MS - 2B}{pq(1-\Lambda^{1/s}) \Lambda^{1/s}}$$

con pq y MS-2B grados de libertad, los parámetros de las distribución de F se definen como sigue:

$$W = - \left[ne^{-.5(p-q+1)} \right] \ln \Lambda$$

$$M = ne^{-.5(p-q+1)}$$

$$S = \sqrt{(p^2q^2-4)/(p^2+q^2-5)}$$

$$B = (pq-2)/4$$

3.2.3.1.4. *Criterio de Roy.*

Consiste en definir el estadístico θ tomando la mayor raíz característica, (la primera raíz = λ_1) de las ecuaciones características $H - \lambda E$, que expresada en forma de determinante es:

$$|H - \lambda E| = 0$$

o sea:

$$\theta = \frac{\lambda_1}{1 + \lambda_1}$$

con los parámetros S , M y N definidas en los criterios anteriores, el estadístico θ calculado se compara en las cartas de Heck a un nivel de probabilidad $\alpha(28)$.

Los cálculos estadísticos requeridos, para el análisis de componentes principales, correlación canónica y MANOVA se efectuaron mediante los paquetes estadísticos SAS (6,7), en la computadora IBM 370 modelo 145 del DANE.

3.2.3.2. *Comparación de promedios de series.*

Para efectuar esta prueba, se recurrió al procedimiento ANOVA (Analysis of Variance) con un criterio de clasificación, en base a la columna de totales de la Tabla 2 de perfiles, donde las series son consideradas como tratamientos (28).

Las hipótesis requeridas son:

$H_0: \bar{P} = \bar{X} = \bar{E} = \bar{Y}$, implica que las cuatro series tienen el mismo promedio aritmético.

H_a : Las series presentan promedios diferentes.

Como el análisis de varianza, detecta diferencias entre promedios en forma global, las comparaciones específicas y de interés se logran por la prueba de contrastes ortogonales; en este caso las comparaciones relevantes son: Cantidades producidas y exportadas con los precios, la producción con las exportaciones y el precio externo con respecto al precio interno; las hipótesis formuladas contribuyen a describir el fenómeno de paralelismo entre las cuatro series en estudio.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Componentes principales.

En la segunda parte de la Tabla 3, se observa la matriz de correlaciones R , correspondientes a las cuatro series; en base a esta matriz, fueron determinadas las cuatro raíces características (Eigen values), de las cuales, la primera raíz que tiene un valor de 3.29147, remueve prácticamente toda la variación del enjambre hiper-elipsoidal de observaciones, en una magnitud correspondiente a 82.28%; las restantes raíces características no son significativas, o no contribuyen en explicar la forma de la distribución multivariada en el espacio euclidiano, constituyendo el error experimental (32), entonces es factible obtener solamente un vector caracterfstico (Eigen vectors), tal como se presenta en la tercera parte de la Tabla 3, con el que queda definida el primer componente principal.

$$C_1 = .49883P + .50258X + .50795E + .49047Y$$

Esto indica, en primer lugar, que las series de producción (P), exportación (X), precio externo (E) y precio interno (Y) tienen aproximadamente el mismo grado de importancia en el mercado del café, lo cual debe tenerse presente en la formulación de modelos económicos (1,2).

En segundo lugar, los signos positivos expresan que las series influyen de una manera directa en definir el primer componente principal, globalmente las series se desplazan en forma contigua durante el período en estudio (13). También inspeccionando la contribución relativa de cada serie, se identifica, que la serie que toma el liderazgo en las variaciones a través del tiempo es el precio externo en el mercado de Nueva York, por tanto el comportamiento de las demás series tienden a estar supeditadas por esta serie; es más notoria esta situación entre las series de precios, lo cual quiere decir que la serie del precio interno esta condicionada a las fluctuaciones del precio externo; por esta razón, el precio interno es fijado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y el Gobierno, visualizando primero el precio externo; con el fin de poder asegurar al caficultor un ingreso estable, procurando evitar las bruscas oscilaciones del mercado cafetero internacional (15). En las figuras 3 y 4, se puede apreciar claramente la similitud entre los ciclos de largo período, de aproximadamente 24 años (30); que fueron provocadas, por las variaciones en los programas de plantaciones, período de gestación y maduréz, reflejadas por la producción mundial del café, y las fluctuaciones predominantes del café brasilero (31); además este tipo de oscilaciones, es una imagen típica del comportamiento de los caficultores frente a los precios, esto es, cuando los precios son altos aumentan las plantaciones, y viceversa, causando el fenómeno clásico

de la telaraña (31, 36), debido a que los precios, pueden presentar variaciones con demasiada rapidéz; en cambio, la producción no puede ajustarse con la misma velocidad a las fluctuaciones de los precios, sino con un retraso considerable, porque las cosechas son anuales, además al efectuarse las plantaciones, los árboles empiezan a producir a partir del tercer y cuarto años (6, 31, 36). Con respecto a las series producción y exportación del café, el fenómeno es similar, la serie que describe más fluctuaciones es la de exportación; esta situación es consistente con la realidad, dado que la serie de producción presenta oscilaciones más suavizadas (Figuras 1, 2). De otro lado, las cantidades a exportarse son susceptibles a mayores fluctuaciones en vista de que esta serie está gobernada predominantemente por el proceso del mercadeo, presentando mayores posibilidades de variación por las transacciones.

4.2. Correlación canónica.

En la Tabla 4, se presenta la matriz de varianza-covarianza particionada S_{11} , S_{22} , S_{12} , con las que se forman las ecuaciones características; las soluciones de éstas ecuaciones, a través de los determinantes correspondientes, proporcionan las raíces características (λ^2) requeridas, o sea:

$$\lambda_1^2 = .53058008; \text{ y}$$

$$\lambda_2^2 = .02834348$$

se espera un nivel de oferta mayor al nivel de consumo, con disminuciones de los inventarios, además los agricultores por los precios altos tienden a extender sus plantaciones; pero cuando los precios declinan, como respuesta no hay incentivos para movilizar los inventarios lo mismo que para extender las plantaciones; en estas circunstancias por la naturaleza de buscar un equilibrio, se producen retrasos en algunas variables como son las de la producción y exportación resultando entonces los fenómenos de telaraña convergentes (20, 31, 36); además como la elasticidad precio de la demanda del café es baja, el lógico esperar que pequeñas variaciones en las cantidades trasciendan en el mercado provocando importantes cambios en los precios (11, 23, 25, 36), este fenómeno es perfectamente notorio en la magnitud de los coeficientes de las variables canónicas Z_1 y V_1 . La Tabla 6 presenta el listado de los valores correspondientes a cada variable canónica, observándose que los de mayor contribución e importancia son las variables canónicas $Z_1 = (\text{GROU P1, CAN VAR N1})$ y $V_1 = (\text{GROU P2, CAN VAR N1})$; también la Figura 5 ilustra el grado de asociación positiva entre las dos variables canónicas, corroborando la afirmación de que la producción y exportación del café colombiano dependen de los precios. En la Tabla 7 se aprecian los coeficientes de correlación entre las variables canónicas y las variables originales, comprobándose que las variables originales (series) fueron identificadas por las variables canónicas Z_1 y V_1 en las siguientes

Extrajendo la raíz cuadrada a cada una de ellas, se obtienen los coeficientes de correlación canónica: (Tabla 5 primera parte).

$$\lambda_1 = .72840929; \text{ y}$$

$$\lambda_2 = .16835524$$

Al probar las hipótesis, respecto a cada uno de los coeficientes de correlación canónica, mediante la prueba de Bartlett (chi-cuadrada, Tabla 5 primera parte), resulta que sólo el primer coeficiente de correlación, logra captar una asociación altamente significativa ($\alpha=0.1$), entre las dos variables canónicas Z_j y V_j . La segunda y tercera partes de la Tabla 5, muestran los vectores característicos, con los que quedan definidas las variables canónicas; siendo de relevancia solamente las variables canónicas Z_1 y V_1 .

$$Z_1 = .00001899P + .00007583X$$

$$V_1 = .00541234E - .00018076Y$$

los que explican, las relaciones existentes entre las cantidades de producción (P) y exportación (X), con los precios externo (E) e interno (Y) del café colombiano. Implica que las cantidades producidas y exportadas, sí dependen de los precios en el mercado cafetero; entonces cualquier variación, en cualesquiera de las variables, tendrá su impacto en el mercado cafetero; por esta razón es típico observar que, cuando los precios tienden a subir

proporciones (8). Observando las correlaciones de la primera variable canónica (Z_1) con las series de producción y exportación (Tabla 7).

$$\begin{bmatrix} .958703 & .995359 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} .958703 \\ .995359 \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} = .9549254905$$

indica, que el 95.49% de las observaciones de las series de producción y exportación son explicadas por la variable canónica Z_1 ; también

$$.9549254905 (.53058008) = .506664431$$

(donde $\lambda_1^2 = .53058008$ es la primera raíz característica).

Quiere decir que el 50.67% de la varianza de estas series son explicadas por la canónica V_1 . En forma similar las correlaciones de las series de precios con la primera variable canónica V_1 indica que

$$\begin{bmatrix} .999840 & .912454 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} .999840 \\ .912454 \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} = .9161261639$$

Esto significa, el 91.61% de las series de precios son explicadas por la canónica V_1 . Similarmente

$$0.161261639 (.53058008) = .4860782933$$

Esto indica, que el 48.61% de la varianza de estas series son explicadas por la canónica Z_1 . La conclusión central al respecto es,

que las series de producción y exportación se interrelacionan perfectamente con las series de precios, durante el período en estudio.

4.3. Análisis de perfiles.

El comportamiento de los perfiles que describen simultáneamente las series de producción, exportación, precio externo y precio interno del café, se visualizan mediante las pruebas de paralelismo y de promedios respectivamente.

4.3.1. Prueba de paralelismo.

Como esta prueba se logra mediante el procedimiento MANOVA, en la Tabla 8, se observan los perfiles para las cuatro series en estudio expresadas en promedios quinquenales, los que resumen las observaciones presentadas en la Tabla 2, para los que se había planteado la hipótesis de paralelismo. La Tabla 9 representan la matriz "error" (E), y la Tabla 10 la matriz "Hipotesis" (H); en base a éstas dos matrices se obtienen la matriz $E^{-1}H$, para poder efectuar las diferentes pruebas de significancia propuestas. La Tabla 11 presenta las raíces y vectores característicos de esta matriz ($E^{-1}H$); finalmente la Tabla 12 contiene las diferentes pruebas de significancia de MANOVA. De aquí se concluye lo siguiente:

Criterios	F_c	$F_{.01}$	$F_{.05}$	Significancia
Hotelling-Lawley	82544.28064	3.00	2.15	**
Pillai	1.86681	2.47	1.88	N.S.
Wilks	330.03583	2.72	2.00	**

y, para el criterio de Roy, determinando el estadístico θ en base a la mayor raíz característica de la matriz $E^{-1}H$ (tabla 11), se obtiene que:

$$\theta = \frac{43684.8488}{43685.8488} = .999977$$

Luego, comparando este valor en las cartas de Heck (28), con los parámetros $S=3$, $H=3$, $N=2.5$ y $\alpha=0.1$, puede notarse que es superior al valor crítico de significancia que tiene un valor de .925, por lo que se confirma que la mayoría de las pruebas, dan bases suficientes para aceptar la hipótesis de no existencia de paralelismo entre las cuatro series en conjunto. Por lo tanto, no puede considerarse las observaciones como series, que simultáneamente describan fluctuaciones en la misma dirección, ya sea por cambios en los precios o cantidades producidas y exportadas de café, durante el período en consideración. También el análisis de correlación canónica, indicó que los precios y cantidades de café se interrelacionan entre sí, lo cual también sugiere que las series no pueden com-

portarse de la misma manera a través del tiempo; del mismo modo la primera raíz característica $\lambda_1 = 436847.84880489$ de la matriz $E^{-1}H$, que remueve el 99.97% de la variación en el análisis de paralelismo (Tabla 11), a través del vector característico correspondiente; indica por los signos negativos que, en los quinquenios A, B, C y D (1927-1946), existen series que se desplazan con una tendencia ascendente como son las series de producción y exportación, al mismo tiempo hay series que se desplazan con una tendencia descendente, caso de las series de precios, lo cual quiere decir que mientras las cantidades se tornan crecientes, los precios tienden a bajar en dicho período, reflejando el comportamiento de las series en el mercado; en cambio en el quinquenio E (1947-1950) el coeficiente del vector decrece en magnitud, haciendo notar que las series de precios empiezan a subir, y las series de cantidades a bajar (Figuras 1, 2, 3, 4), precisamente describiendo el primer ciclo de período largo en el mercado cafetero. En el quinquenio F (1952-1956) el signo positivo sugiere que todas las series convergen, etapa en que los precios alcanzan los máximos valores, completando el primer ciclo de período largo (31, 36). El signo negativo del quinquenio G (1957-1961), refleja nuevamente un período de recesión en los precios, por presentar niveles de producción altos y exportación oscilantes; y finalmente los quinquenios H, I, J (1962-1976), presenta muchas oscilaciones de período corto, pero con tendencias crecientes en las cuatro series, describiendo así el segundo ciclo de período largo; los ciclos de período largo son aproximadamente de 25 años, aceptado

como ciclo de la vida económica de los árboles de café (6,31,36).

4.3.2. Comparaciones de promedios.

Al efectuar el análisis de varianza (ANOVA), con las observaciones contenidas en la columna "total" de la Tabla 2 de perfiles, resulta la Tabla 13. La hipótesis nula consiste, en que los promedios de las cuatro series se mantienen iguales a lo largo del tiempo; sin embargo, los resultados indican que esto no ocurre, dado el interés de efectuar comparaciones específicas, se continuó con la prueba de contrastes ortogonales (Tabla 14). La primera comparación, entre las cantidades producidas y exportadas con las series de precios difieren al nivel de 0.01 de significancia, esta situación es obvia porque dichos conjuntos de series están en unidades y magnitudes diferentes; pero además, esta prueba corrobora la indicación de que las series agrupadas en precios y cantidades no se comportan paralelamente; por el contrario ambos grupos de series se interrelacionan.

La segunda comparación, únicamente entre las series de producción y exportación, también presenta diferencia altamente significativa ($\alpha=0.01$) por tanto no es posible esperar que ambas series coincidan en promedio; de hecho las cantidades producidas superan a las cantidades exportadas, con excepción de algunos años en los dos primeros quinquenios, además no siempre se exporta toda la producción

quedan ciertas cantidades de café para el consumo nacional y reservas (inventarios). Al mismo tiempo observando las Figuras 1 y 2, se nota que en los primeros quinquenios las series tienden a comportarse paralelas, pero a medida que transcurren los años; se ha ido acentuando una brecha cada vez mayor entre ambas series, con una tendencia divergente, o sea que la producción se ha ido incrementando a una tasa mayor en relación a las exportaciones.

El tercer contraste, compara el precio externo con el precio interno; en este caso la prueba de F no detectó diferencia significativa, por consiguiente las dos series tienen promedios similares; la conclusión de esta prueba es que ambas series se comportan como paralelas. Observando las Figuras 3 y 4 se aprecia esta característica, lo cual nuevamente confirma, que el precio interno es fijado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y el Gobierno en función del precio externo (15, 16); por consiguiente las dos series de precios simultáneamente presentan los diferentes tipos de ciclos reportados (31, 36).

4.4. Implicaciones en la política cafetera.

Como el objetivo general de la política cafetera colombiana, es la búsqueda de un equilibrio a largo plazo entre la oferta y demanda del café (23), corresponde a la luz de los resultados obtenidos, analizar si esta meta tiene posibilidades de lograrse, de acuerdo con las políticas trazadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y el Gobierno.

4.4.1. Política cafetera Internacional.

La política cafetera colombiana, para enfrentar el mercado internacional definida y practicada hoy, puede resumirse a la siguiente manera (16):

- a) Se reanude el diálogo de los países productores con los consumidores.
- b) Se reanude el diálogo entre los países productores.
- c) Los precios sean sostenidos de acuerdo a niveles que correspondan al mercado.

Como en la actualidad el mercado cafetero no opera por vía de la negociación (pacto cafetero, con sistemas de cuotas), sino de acuerdo a la interacción entre la oferta y la demanda, con las consecuencias de enfrentarse a un mercado que no actúa en equilibrio, además ésta característica se visualiza más fluctuante en el futuro, por el comportamiento cíclico del mercado cafetero; las políticas en cuestión, como primera medida son lógicas y operantes. La reanudación de las negociaciones entre productores y consumidores con una mentalidad implícita, a lo que fué el pacto cafetero de 1962, para tratar de aproximarse a un equilibrio en el mercado, no tiene un impacto definitivo, porque esta medida sólo logra atenuar las oscilaciones de mediano período (ciclos de 6 años), propias del mercado (36), como son el manejo de los inventarios, mercados futuros, y el grado de participación de los especuladores, principalmente.

Respecto a la reanudación del diálogo entre los productores, también es una posición muy coherente y la más importante; porque de acuerdo a lo demostrado en el presente trabajo, las fluctuaciones en los precios están correlacionados simultáneamente con las exportaciones y la producción; entonces cualquier medida en la oferta, tiene su efecto en los precios; y aún más esta medida es muy significativa, considerando que la elasticidad precio de la demanda es baja, o sea pequeñas variaciones en las cantidades, producen movimientos muy importantes en los precios (11, 21, 23, 36), por otro lado en las series de precios, en forma aislada no es posible lograr una estabilidad, sino tomando medidas respecto a otros factores (variables) que si tienen mayores posibilidades de manejo, como son la producción y exportación. En estas variables si es posible tomar decisiones, procurando abastecer al mercado cantidades de café, primordialmente en función al consumo; también si se logra integrar a todos los productores, se está constituyendo una entidad monopólica, con mejores ventajas de operar en el mercado. De otro lado, Serna-Laignelet (36) ha demostrado que políticas de oferta de los productores, logra producir mayor estabilidad, incluyendo las fluctuaciones de largo periodo; en estas condiciones, los productores integrados pueden coordinar, con mejores perspectivas, sus sistemas de siembras; finalmente, como la demanda y oferta del café interactúan en un modelo de tela-raña convergente (31, 36); entonces procurando cambios en la política

de oferta por las naciones productoras, puede tenderse a una estabilidad coherente. Por tanto, no sólo es importante el diálogo entre productores, sino su integración.

Con referencia a la posición colombiana, de sostener los niveles de precios de acuerdo al mercado, se refiere al hecho de revisar la franja de precios, para operar en un sistema de cuotas por encima de 73 centavos (\$EE.UU.); porque este nivel de precios, no considera los efectos de inflación mundial ni la consiguiente devaluación del dólar (16); este planteamiento implícitamente se puede lograr con la integración de los productores, mediante la negociación con las naciones compradoras, asemejando un sistema de monopolio bilateral.

4.4.2. Política cafetera nacional.

La política cafetera nacional se caracteriza, por los esfuerzos para mantener el precio interno, sin las excesivas fluctuaciones del precio externo, y además procurar el sostenimiento de ingresos reales a los productores de café (16, 23). De acuerdo a los resultados del presente trabajo, solamente se puede inferir, sobre la primera política, pues respecto a la segunda se requiere de estudios específicos.

Se ha visto mediante el análisis de paralelismo, que las series de los precios externo e interno, se desplazan en forma paralela a través del tiempo; entonces en la práctica, el precio interno es

definidas en función a las oscilaciones del precio externo (15); los esfuerzos de mantener sin oscilaciones el precio interno, pueda cumplir su objetivo, enfrentando principalmente la estacionalidad de los precios, desde este punto de vista las medidas tomadas son positivas.

Con respecto a las políticas de siembras y de reintegros; solamente es posible analizar la primera, la política de reintegros requiere un tratamiento especial que escapa al presente estudio. Las medidas en torno a la renovación de las plantaciones de café, es una imagen típica de respuesta a lo que ocurre después de la ruptura del pacto cafetero, con posterioridad a la helada ocurrida en Brasil en julio de 1975, cambió el panorama cafetero con la creencia de que el Brasil sería incapaz de recuperarse; los países productores resolvieron actuar en forma unilateral, mostrándose más consecuentes en este sentido los países africanos, motivo suficiente para la imposibilidad de un acuerdo cafetero internacional, para definir las estrategias sobre la oferta internacional de café. Colombia, visualizando cómo crecía la capacidad de producción y exportación de los demás países, optó por no regular las renovaciones de cafetos, con la creencia de que en el futuro, era amenazada su capacidad de participación en el mercado (16); dado que el presente estudio no fué orientado al conocimiento ni naturaleza de la oferta del café colombiano, entonces tangencialmente se puede vaticinar, que si todos los países optaron por incrementar sus

plantaciones de café, se presentarán próximamente años en que la superproducción sería inevitable, y los precios descenderán drásticamente dada la inelasticidad de la demanda respecto al precio, a niveles bajos no sospechados, y además dado el carácter cíclico del mercado cafetero, se esperan años de recesión y depresión en los precios.

Sintetizando, en la política cafetera colombiana se está actuando, con una mentalidad de revivir el pacto cafetero, quizás con la misma estructura funcional; la posición debería ser lograr una verdadera integración entre los productores, y regular desde allí la oferta, para poder esperar recién, la tan ansiada estabilidad del mercado cafetero.

Finalmente corresponde aclarar, de acuerdo al material disponible con que se trabajó, y los diferentes métodos de análisis estadístico, solamente se contribuyó en el conocimiento genérico del mercado cafetero; de ahí las implicaciones más relevantes, están dirigidas principalmente a la política cafetera internacional; con respecto a la política cafetera nacional, es necesario diseñar trabajos muy específicos y detallados.

5. CONCLUSIONES

Del presente trabajo se derivan las siguientes conclusiones:

- Las series de producción, exportación, precio externo y precio interno, tienen un alto grado de importancia en el mercado cafetero, que pueden servir como base en la construcción de modelos econométricos en estudios específicos.
- La serie del precio externo en el mercado de Nueva York, toma el liderazgo en las fluctuaciones cíclicas; mientras que las series del precio interno, producción y exportación, se comportan visualizando las oscilaciones de esta serie.
- Existe una correlación altamente significativa entre las series de producción y exportación con las series de precios; entonces variaciones en cualquier conjunto de las series, tendrán su impacto en el mercado cafetero; tanto la oferta como la demanda están interactuando en condiciones de desequilibrio, hipotetizando un modelo de telaraña convergente.
- La serie de producción de café se incrementa a una tasa cada vez mayor, respecto a la serie de exportaciones, ampliándose la brecha entre ambas series, creando dificultades en el manejo de los inventarios.
- Las series de precios externo e interno del café, se comportan paralelas a través del tiempo, describiendo las oscilaciones

correspondientes a los ciclos de diferente periodo, mostrando que el precio interno es determinado visualizando el precio externo; entonces los esfuerzos en la política cafetera de mantener el precio interno sin las influencias del precio externo, estaría operando solamente haciendo frente a la estacionalidad, mas no a los componentes cíclicos.

- Las posiciones de la política cafetera internacional por parte de Colombia muestran metas con una imagen de revivir el pacto cafetero, para solamente enfrentarse al mercado, que procuraría apenas atenuar los ciclos de mediano periodo (6 años). La política más relevante consistiría, en lograr integrar a todos los productores, en una entidad con poder de negociación y capacidad de regular la oferta de café en función de consumo; esperando asegurar de esta manera estabilidad frente a los diferentes ciclos que presenta el mercado cafetero.
- Si las políticas de siembras continúan sin regulación, y bajo el supuesto de la no posibilidad de renegociar un nuevo pacto cafetero, se esperan años de superproducción, donde los precios descenderán drásticamente, dado que se está entrando a las etapas de recesión y depresión por el carácter cíclico del mercado cafetero.

6. RESUMEN

RELACIONES ENTRE LAS SERIES DE PRODUCCION, EXPORTACION Y PRECIOS DEL CAFE COLOMBIANO

Oscar Chaquilla

Colombia es el segundo país productor de café en el mundo, y el primero de cafés suaves; como se necesita un equilibrio entre la oferta y la demanda, para poder evitar las dificultades causadas por los excedentes y las excesivas fluctuaciones de los precios, son de utilidad no sólo estudios de análisis de precios, sino también trabajos tendientes a visualizar las relaciones con otras variables. Estos estudios permitirán un mejor conocimiento del mercado cafetero, y servirán de bases para elaborar diagnósticos y tomar decisiones en la política cafetera.

Los objetivos del estudio son: 1) determinar las relaciones entre las series de producción, exportación y precios del café colombiano, y 2) presentar sus implicaciones en la política cafetera.

Se utilizaron series de producción, exportación, precio interno y precio externo, correspondientes al período comprendido entre 1927-1976, proporcionadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.

Entre las técnicas del análisis multivariado utilizadas están: el análisis de componentes principales, la correlación canónica, y el análisis de perfiles; éste último comprende las pruebas de paralelismo efectuadas mediante el procedimiento MANOVA (Multivariate Analysis of Variance), y de promedios efectuada por contrastes ortogonales.

Del trabajo se obtienen las siguientes conclusiones:

Las series de producción, exportación y precios tienen una importancia significativa en el mercado cafetero.

Entre éstas la serie de precios externo en el mercado de Nueva York, toma el liderazgo en las fluctuaciones. El comportamiento de las demás series a su vez, es afectado por la serie de precios del mercado de Nueva York. Existe también simultáneamente, alta interdependencia entre las series de producción y exportación con las series de precios, que interactúan en el mercado cafetero. El volumen de producción se incrementa a una tasa cada vez mayor respecto al volumen de exportaciones, creando dificultades en el manejo de los inventarios. Las series de precio interno y externo de café tienen un comportamiento cíclico paralelo. Por tanto, las medidas para evitar en el precio interno oscilaciones del precio externo, estarían operando solamente sobre el componente estacional.

La política cafetera colombiana muestra metas hacia el restablecimiento del pacto cafetero, con el que se procuraría apenas atenuar los ciclos del mercado (seis años). Una política que aseguraría una mejor estabilidad a largo plazo, es lograr la integración de todos los países productores, con poder de negociación y capacidad de regular la oferta de café en función al consumo. Finalmente la política nacional de renovación de las plantaciones de cafetos, debe ser diseñada para poder enfrentar con éxito los períodos de superproducción.

ICA, Bogotá, 1978

7. SUMMARY

RELATIONSHIPS AMONG THE SERIES OF PRODUCTION, EXPORTS AND PRICES OF COLOMBIAN COFFEE.

Oscar Chaquilla

Colombia is the second largest producer of coffee in the world and the major producer of mild coffees. Since it is necessary to have an equilibrium of demand and supply to avoid the difficulties caused by surpluses and the resulting severe price fluctuations, price analysis is useful, as are studies aimed at determining the relationships between price and other variables. Such studies would provide a better understanding of the coffee market and serve as a basis for undertaking diagnostic studies, and to assist in determining coffee policies.

The objectives of this study are 1) to determine the relationships among the series of production, export, and prices of colombian coffee, and 2) to present the implications of these relationships for the coffee policy.

Series on production, exports, domestic prices, and international prices for coffee for the period, 1927-1976 are used. These series were provided by the Coffee Growers Federation of Colombia.

Among the techniques of multivariate analysis used are the analysis of principal components, the canonic correlation, and the analysis of profiles. This last techniques includes the tests for parallelism made using the MANOVA (Multivariate Analysis of Variance) and the tests for averages made through orthogonal contrasts.

The conclusions obtained form the analysis are as follows. First, the series of production, exports, and prices have a significant importance in the coffee market.

Among these series, the prices in the New York market exert leadership or dominance in the fluctuations: The behavior of the remaining series are, in turn, affected by the New York price series, There es also a simultaneous interdependence between the series of production and export with that of prices as they interact in the coffee market. The volume of production nas been increasing at a greater rate relative to volume of exports, causing difficulties in handling inventories. The series of domestic and international market prices have a parallel cyclical behavior. Thus, the measures aimed at avoiding fluctuations of the domestic prices brought about by fluctuations in international market prices would have effects only on the seasonal component.

The Colombian coffee policy includes goals concerning the re-establishment of the coffee agreement with which it would only be possible to alleviate the market cycles (six years). A policy that would guarantee more stability in the long run would be to achieve a cooperation among all the coffee producer countries providing strong bargaining power and ability to regulate the supply of coffee as a function of consumption. Finally, the national policy concerning the renovation of coffee plantations should be designed to successfully deal with the periods of overproduction.

ICA, Bogotá, 1978

8. LITERATURA CITADA.

1. ADELMAN, I. and MORRIS, C.T. A factor analysis of the interrelationship between social and political variables and percapita gross national product. *Quart. J. Econ.* 79(4):554-578, 1965.
2. _____ and _____ Performance criteria for evaluating economic development potencial and operational approach. *Quart. J. Econ.* 82(2):260-280, 1968.
3. ARANGO, J. La industria mundial del café. Bogotá, Ed. Librería Voluntad, 1957. 229 p.
4. BARR, A.J. and GOODNIGHT, J.H. A user's guide to the statistical analysis system, SAS. Raleigh, North Carolina State Univesity, 1972. 260 p.
5. _____; _____; SALL, J.P. and HELWIG, J.T. A user's guide to SAS. Raleigh. SAS Institut Inc. 1976. 329 p.
6. BATEMAN, M.J. Supply response in the colombian coffee sector; memorandum RM-5780-RC/AID. Santa Monica, The Rand Corporation, AID. 1969. 49 p.
7. BOFINGER, V.J. An introduction to some multivariate techniques with applications in field experiments. In: Bofinger-V.J. and Wheeler, J.L. Development in field experiments desing analysis. Armidale, University of New England, 1975. p. 73-83.
8. COOLEY, W.W. and LOHNES, P.R. Multivariate data analysis New York, John Wiley, 1971. 364 p.
9. CHALARCA, J. y HERNANDEZ, H. El café. In: Enciclopedia de Desarrollo Colombiano. Bogotá, Canal Ramírez-Antares, 1974. v.3.

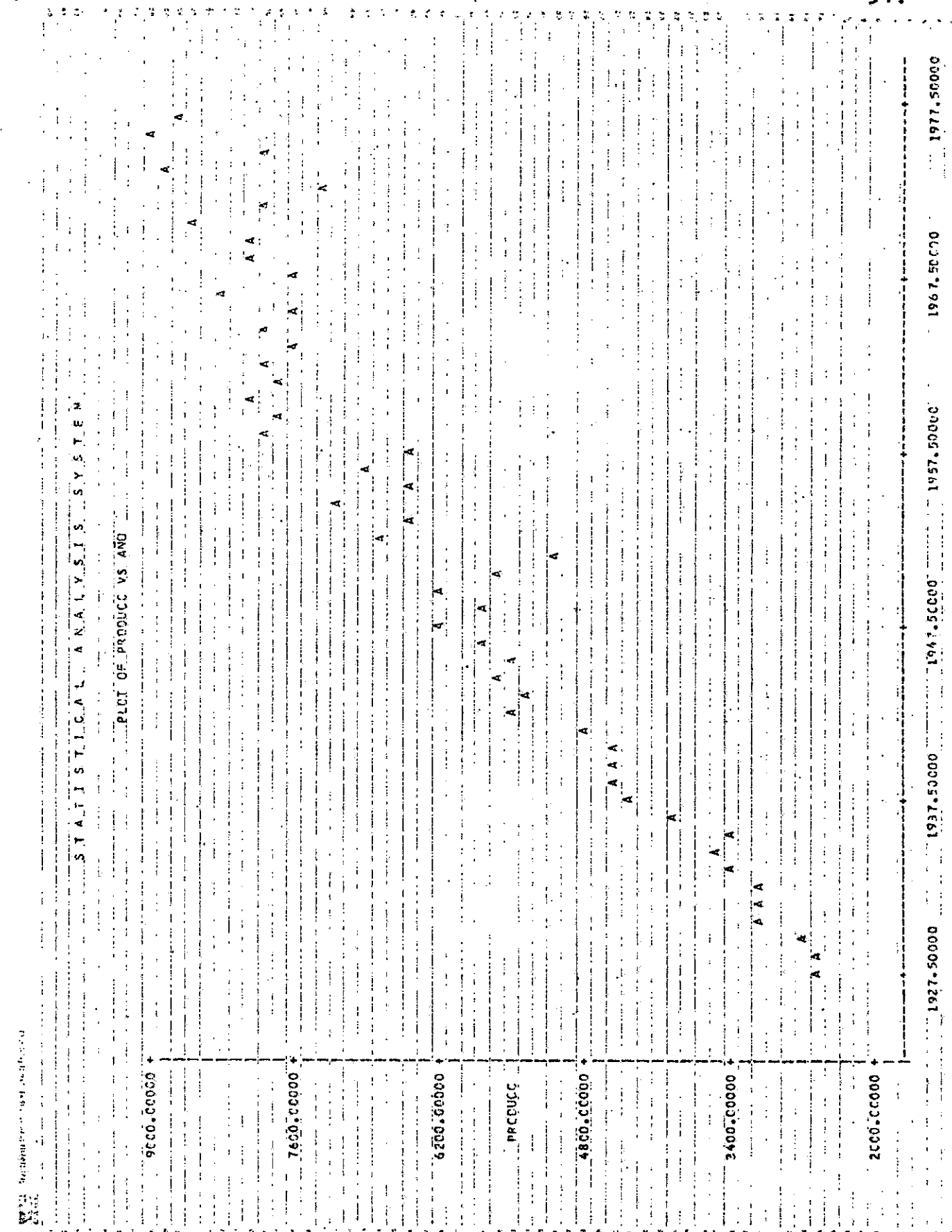
10. CRABTREE, J.R. An assessment of the relative importance of factors affecting criteria of success in dairy farming using component analysis. *The Farm Economist* 12(1):17-30. 1971.
11. DALY, R.F. Coffee consumption and prices in the United States. *Agr. Econ. Res.* 10(3):61-71, 1958.
12. DIETRICH, J.K. and GUTIERREZ, D.A. An evaluation of short term forecasts of coffee and cocoa. *Am. J. Agr. Econ.* 55(1):93-99, 1973.
13. DOLL, J.P. and CHIN, S.B. A use for principal components in price analysis. *Am. J. Agr. Econ.* 52(4):591-593, 1970.
14. DUDZINSHI, M.L. Principal components analysis and its use in hypothesis generation and multiple regression. In: Bofinger, V.J. and Wheeler, J.L. *Development in field experiments design and analysis.* Armidale, University of New England. 1975. p. 85-105.
15. ECONOMIA CAFETERA. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.
Se consultaron diferentes números de los años 1974-1977.
16. GOMEZ, J.A. Informe del gerente general a la conferencia cafetera nacional. Bogotá, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1968-1977.
17. GUTIERREZ, J. y ZULUAGA, H. Análisis de los precios al por mayor para seis productos agrícolas (arroz, azúcar, café, frijol, maíz y panela). Tesis Ing. Agr. Manizales, Universidad de Caldas, 1975. 126 h.

18. HOLLAND, D.A. The component analysis approach to the interpretation of plant analysis data from groundnuts and sugarcane. *Expl. Agri.* 42(2):179-185, 1968.
19. _____. Component analysis; an aid to the interpretation of data. *Expl. Agri.* 5(2):151-164, 1969.
20. HOPP, H. and FOOTE, R.J. A statistical analysis of factors that affect prices of coffee. *J. Farm. Econ.* 37(3):429-438, 1955.
21. HUGHES, J.J. Note on the U.S. demand for coffee. *Am. J. Agr. Econ.* 51(4):912-914, 1969.
22. JARAMILLO, R. En busca de mercados cafeteros estables para el café. *Economía Colombiana* no.92:36-41, Abr., 1972.
23. JUNGUITO, R. Objetivos de la política cafetera colombiana. Bogotá, Fundación para la Educación Superior y el Desarrollo, 1974. 29 p.
24. KALMANOFF, G. The coffee economy of Colombia. Washington, International Bank for Reconstruction and Development. Economics Department. Working paper No.15. 1968. 126 p.
25. KIGNSTON, J. The statistical law in the demand for coffee In: Instituto Brasileiro do Café. Essays of coffee and economic development. Rio de Janeiro 1973. p. 161-180.
26. MACHADO, A. El café de la aparcería al capitalismo. Bogotá, Ed. Punta de Lanza, 1977. 361 p.
27. MENDOZA, J.L. Derecho internacional del café. Guatemala. Eros, 1977. 224 p.
28. MORRISON, D.E. Multivariate statistical methods. New York, McGraw-Hill, 1967. 330 p.

29. ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CAFE. Resoluciones aprobadas por el Consejo Internacional del Café 1963-1965. Londres, 230 p.
30. PARIKH, A. Study on coffee prices; a spectral approach. Canadian J. Agr. Econ. 19(3):15-25, 1971.
31. _____ . United States, european, and world demand functions for coffee. Am. J. Agr. Econ. 55(3):490-494, 1973.
32. PEARCE, S.C. Multivariate techniques of use in biological research. Expl. Agr. 5(1):67-77, 1969.
33. RAMIREZ, J. Anotaciones sobre economía cafetera. Bogotá, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1974. 24 p.
34. ROCHAC, A. Diccionario del café. New York, Oficina Panamericana del Café, 1974. 490 p.
35. SAMPER, A. Importancia del café en el comercio exterior de Colombia. Bogotá, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 1948. 151 p.
36. SERNA-LAIGNELET, R. World coffee dynamics. Thesis Ph.D. Georgia. Atlanta, Georgia Institute of Technology. 1976. 366 h.

9. APENDICE

FIGURA 1. Producción anual de Café Colombiano en miles de sacos de 60 Kgs. 1927-1976.



1927.50000 1937.50000 1947.50000 1957.50000 1967.50000 1977.50000
 LECHENO: A = 1 OBS + B = 2 OBS + ETC. ANO

FIGURA 1. Exportación anual de Café Colombiano en miles de sacos a 60 Kgs. 1927-1976.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM

PLOT OF EXPORTA VS ANO

8300.00000	A
8200.00000	
8100.00000	
8000.00000	
7900.00000	
7800.00000	
7700.00000	
7600.00000	
7500.00000	
7400.00000	
7300.00000	
7200.00000	
7100.00000	
7000.00000	
6900.00000	
6800.00000	
6700.00000	
6600.00000	
6500.00000	
6400.00000	
6300.00000	
6200.00000	
6100.00000	
6000.00000	
5900.00000	
5800.00000	
5700.00000	
5600.00000	
5500.00000	
5400.00000	
5300.00000	
5200.00000	
5100.00000	
5000.00000	
4900.00000	
4800.00000	
4700.00000	
4600.00000	
4500.00000	
4400.00000	
4300.00000	
4200.00000	
4100.00000	
4000.00000	
3900.00000	
3800.00000	
3700.00000	
3600.00000	
3500.00000	
3400.00000	
3300.00000	
3200.00000	
3100.00000	
3000.00000	
2900.00000	
2800.00000	
2700.00000	
2600.00000	
2500.00000	
2400.00000	
2300.00000	
2200.00000	
2100.00000	
2000.00000	
1900.00000	
1800.00000	
1700.00000	
1600.00000	
1500.00000	
1400.00000	
1300.00000	
1200.00000	
1100.00000	
1000.00000	
900.00000	
800.00000	
700.00000	
600.00000	
500.00000	
400.00000	
300.00000	
200.00000	
100.00000	
0.00000	

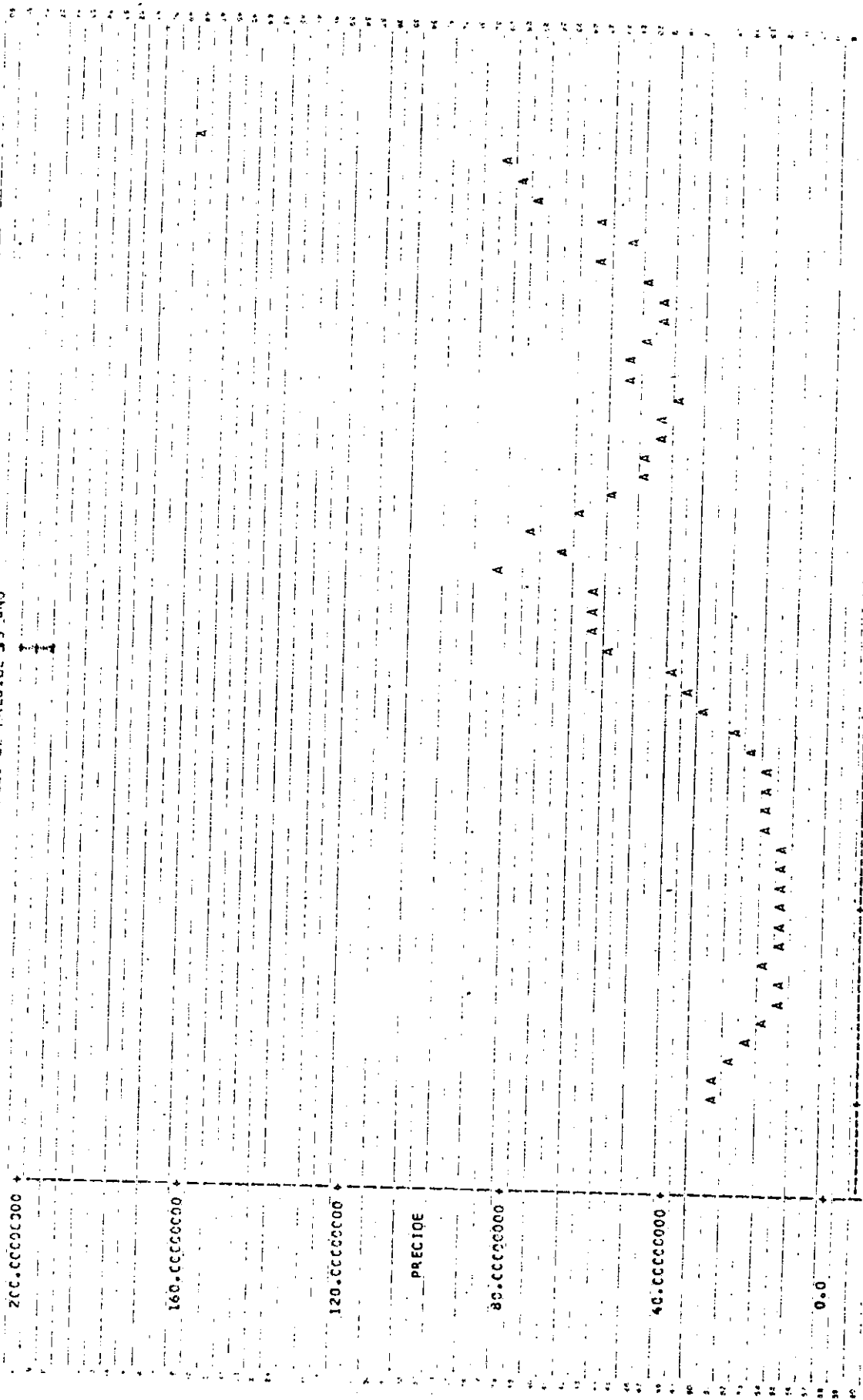
1927.50000 1937.50000 1947.50000 1957.50000 1967.50000 1977.50000

LEGEND: A = 1 OBS, B = 2 OBS, ETC.

FIGURA 3. Precio externo del café verde colombiano en AUSA/Lb. de 453.6 gr. 1927-1976.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM

PLOT OF PRICE VS. ANO



1927.50000 1937.50000 1947.50000 1957.50000 1967.50000 1977.50000
 ANO
 LEGEND: A = 1 OBS, B = 2 OBS, ETC.

FIGURA 4. Precio interno del café pergamino colombiano en \$USA/carga de 125 kgs. 1027-1976.

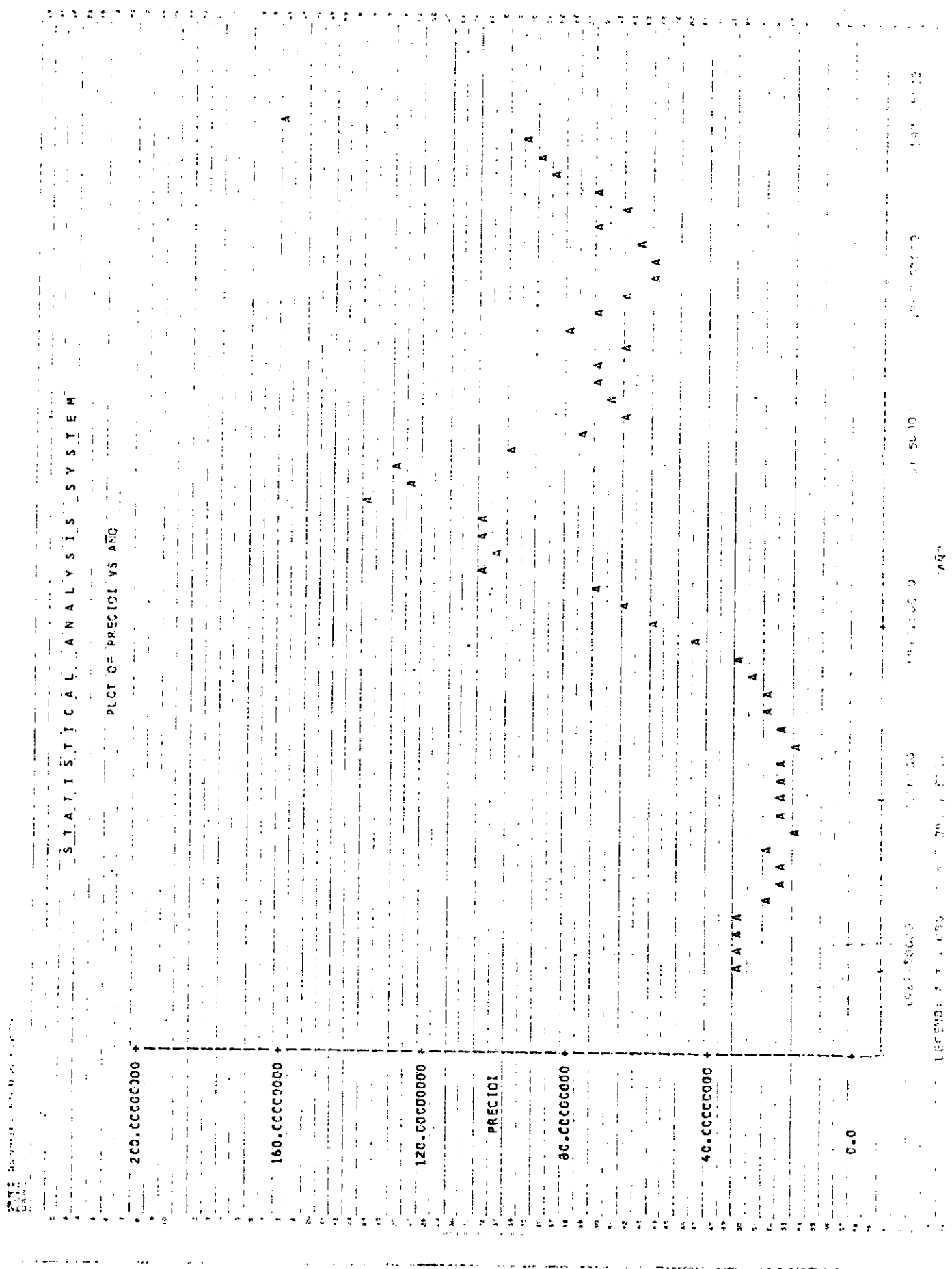


TABLA 1. SERIES DE PRODUCCION, EXPORTACION Y PRECIO DEL CAFE COLOMBIANO (14)

AÑO	Producción Café verde en miles de sacos de 60 kgr. (F)	Exportaciones café verde, en miles de sacos de 60 kgr. (X)	Precio externo café verde en \$ USA/Lb. de 453.6 gr. (E)	Precio interno café verde en \$/carga de 125 kgr. (Y)	Tasa de cambio Ven-tn. Pesos/dólar USA. (Z)	Precio interno Transformada a \$ USA/carga de 125 kgr. (V)
1927	2438	2356.514	25.06	30.80	1.0242	30.072
1928	2529	2659.578	27.26	30.80	1.0218	30.162
1929	2608	2835.776	22.81	30.80	1.0334	29.804
1930	3060	3117.595	17.24	30.20	1.0330	29.178
1931	3017	3017.399	15.55	23.28	1.0350	22.492
1932	3015	3184.328	11.35	20.00	1.0500	19.047
1933	3348	3280.938	10.46	20.50	1.2450	16.455
1934	3464	3162.886	13.70	36.30	1.6255	22.331
1935	3300	3785.675	10.26	28.50	1.7830	15.964
1936	3824	3980.650	11.26	31.70	1.7516	18.097
1937	4360	4059.642	11.60	33.30	1.7679	18.835
1938	4416	4262.366	10.97	30.80	1.7882	17.224
1939	4416	3775.652	11.66	32.20	1.7523	18.375
1940	4430	4456.852	8.37	23.00	1.7518	13.129
1941	4760	2911.505	14.74	34.90	1.7544	19.892
1942	5488	4309.472	15.87	40.10	1.7526	21.282
1943	5283	5250.922	15.87	40.10	1.7479	22.941
1944	5333	4923.305	15.87	53.70	1.7465	27.855
1945	5478	5149.389	16.22	53.70	1.7520	30.650
1946	5762	5661.464	22.50	74.50	1.7314	42.537
1947	6189	5338.866	30.11	95.50	1.7566	54.458
1948	5775	5587.535	32.57	106.20	1.7602	60.334
1949	6148	5409.653	37.61	188.70	1.9595	70.783
1950	5630	4472.357	53.25	198.62	1.9600	101.336
1951	5038	4793.983	58.74	238.38	2.3878	99.832
1952	6712	5032.058	57.14	259.87	2.5100	103.533
1953	6405	6832.336	59.81	260.00	2.5100	104.595
1954	7088	5753.820	80.10	340.14	2.5100	133.513
1955	6405	5866.891	64.57	309.97	2.5100	123.494
1956	6800	5069.777	73.95	316.77	2.5100	126.203
1957	6400	4823.733	63.94	484.40	5.0600	95.731
1958	7800	5440.625	52.34	467.48	6.4100	72.929
1959	7700	5413.180	45.22	387.57	6.4000	60.557
1960	8000	5937.741	44.89	429.42	6.6300	65.574
1961	7700	5650.792	43.62	471.30	6.7000	70.343
1962	7800	6561.432	40.76	477.83	6.7787	70.489
1963	7500	6133.673	39.55	555.52	9.0000	61.724
1964	7800	6412.257	48.80	718.20	9.0000	79.600
1965	7600	5851.544	48.21	716.92	10.1500	70.771
1966	8200	5365.533	47.35	756.92	12.3800	61.140
1967	7600	6094.178	41.61	759.22	14.1500	53.655
1968	8000	6588.467	42.42	889.11	16.3300	54.466
1969	7900	6478.017	44.44	882.15	17.9600	56.575
1970	8450	6508.660	56.66	1303.95	18.4900	70.521
1971	7800	6569.291	49.01	1245.75	19.9800	62.349
1972	7200	6528.438	56.70	1499.57	21.9200	68.411
1973	8800	6766.268	72.52	23.6750	21.9200	81.836
1974	7800	6806.330	77.81	2206.61	26.1100	84.512
1975	9000	6174.764	81.31	2729.93	30.9800	88.119
1976	8700	8289.508	157.72	5532.37	34.7500	159.204

TABLA 2. Perfiles de las series de producción, exportación y precios del café.

Series (MERCAFE)	QUINQUENIOS					TOTAL
	A	B J				
PRODUCC (P)	1927	2438	.	1972	7200	57172.000
	1928	2529	.	1973	8000	59900.000
	1929	2608	.	1974	7800	60457.000
	1930	3060	.	1975	9000	61373.000
	1931	3017	.	1976	8700	61601.000
Promedios	$\bar{P}_A = 273.4$		$\bar{P}_B \bar{P}_J = 8300.0$			
EXPORTA (X)	1927	2356.514	.	1972	6528.438	48288.661
	1928	2659.578	.	1973	6766.268	52602.708
	1929	2835.776	.	1974	6906.330	52049.076
	1930	3117.595	.	1975	8174.764	53121.468
	1931	3017.399	.	1976	8289.508	51509.902
	$\bar{X}_A = 2797.3724$		$\bar{X}_J = 7333.0616$			
PRECIOE (E)	1927	25.06	.	1972	56.70	354.140
	1928	27.26	.	1973	72.52	363.770
	1929	22.81	.	1974	77.81	398.020
	1930	17.24	.	1975	81.31	400.980
	1931	15.55	.	1976	157.72	494.440
	$\bar{E}_A = 21.584$		$\bar{E}_J = 89.212$			
PRECIOS (Y)	1927	30.072	.	1972	68.411	535.483
	1928	30.142	.	1973	81.836	521.626
	1929	29.804	.	1974	84.512	585.902
	1930	29.178	.	1975	88.119	608.756
	1931	22.492	.	1976	159.204	682.089
	$\bar{Y}_A = 28.3376$		$\bar{Y}_J = 96.4164$			

TABLA 3. Promedios, desviación estandar de las series, matriz de correlación, raíces y vectores característicos de componentes principales.

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DEL CAFE COLOMBIANO

DATA CAFE 12:33 THURSDAY, NOVEMBER 3, 1977

VARIABLE	MEAN	STANDARD DEVIATION
PRODUCC	6010.06000	1929.16910
EXPORTA	5151.43680	1427.67225
PRECIOE	40.22700	27.46974
PRECIOI	56.67718	25.95311

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DEL CAFE COLOMBIANO

DATA CAFE 12:33 THURSDAY, NOVEMBER 3, 1977

CORRELATION MATRIX

PRODUCC	EXPORTA	PRECIOE	PRECIOI
1.00000	0.92688	0.59907	0.65678
0.92688	1.00000	0.72462	0.65493
0.59907	0.72462	1.00000	0.91962
0.65678	0.65493	0.91962	1.00000

CUMULATIVE PERCENTAGE OF EIGENVALUES

0.82287
3.29147
0.55692
0.08916
0.06025

EIGEN VALUES

3.29147
0.55692
0.08916
0.06025

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DEL CAFE COLOMBIANO

DATA CAFE 12:33 THURSDAY, NOVEMBER 3, 1977

EIGEN VECTORS

PRODUCC	0.49883
EXPORTA	0.50258
PRECIOE	0.50795
PRECIOI	0.49047

TABLA 4. Matriz varianza-covarianza particionada S₁₁, S₂₂, S₁₂.

ANALISIS CANONICO DEL CAFE COLOMBIANO
CANONICAL CORRELATION ANALYSIS

GROUP 1 SS & CP MATRIX

	PRODUCT	EXPORTA
PRODUCT	182362976.8200000	125071972.5410000
EXPORTA	125071972.5410000	99046313.39658620

= S₁₁

GROUP 2 SS & CP MATRIX

	PRECIOF	PRECIOI
PRECIOF	37052.07225000	44344.16977700
PRECIOI	44344.16977700	63338.67710138

= S₂₂

GROUP 1 BY GROUP 2 CROSS PRODUCT MATRIX

	PRECIOF	PRECIOI
PRODUCT	1616929.05900000	2232162.15085999
EXPORTA	1393561.28668501	1676558.35893132

= S₁₂

TABLE 5. *Procedimiento de correlación canónica, prueba de bondad de ajuste (chi-cuadrado), y vectores*

CANONICAL VARIABLE		MEAN OF GROUP 1	MEAN OF GROUP 2	CANONICAL CORRELATION	CHI-SQUARE	DF	PROB > CHI-SQ
1		0.50473961	0.20711563	0.72640929	37.28600	4	0.0001
2		0.13457597	-0.10752840	0.18935524	1.36578	1	0.2403
CANONICAL VARIABLE		NORMALIZED CHARACTERISTIC VECTOR ASSOCIATED WITH GROUP 1		(VECTOR * GROUP 1 SSCP MATRIX * VECTOR * I)			
1		0.00001899	0.00001523				
2		-0.00019537	0.0002561				
CANONICAL VARIABLE		NORMALIZED CHARACTERISTIC VECTOR ASSOCIATED WITH GROUP 2		(VECTOR * GROUP 2 SSCP MATRIX * VECTOR * I)			
1		0.00541234	-0.0018076				
2		0.01206935	-0.01011985				

TABLE 6. Listado de valores de las variables canónicas.

ANÁLISIS CANÓNICO DEL CAPE COLOMBIANO

CANONICAL CORRELATION ANALYSIS

CANONICAL VARIABLE LISTING

OBS NUMBER	GROUP 1		GROUP 2		GROUP 1		GROUP 2	
	CAN VAR R 1	CAN VAR R 2	CAN VAR R 1	CAN VAR R 2	CAN VAR R 1	CAN VAR R 2	CAN VAR R 1	CAN VAR R 2
1	0.22497224	0.13019739	0.12340490	-0.00169378				
2	0.24969151	0.14209189	0.18320263	0.02615881				
3	0.26452528	0.11806807	0.21272803	-0.02613130				
4	0.29430443	0.08803448	0.19600503	-0.03702628				
5	0.28699012	0.09009620	0.17883767	-0.03980230				
6	0.29871053	0.05758709	0.22189969	-0.05565135				
7	0.31235859	0.03363684	0.18120281	-0.04027912				
8	0.30409225	0.07011247	0.12313559	-0.06050226				
9	0.34972197	0.05264132	0.31964678	-0.03782823				
10	0.37445529	0.05767171	0.26658642	-0.04712944				
11	0.39062133	0.05937850	0.18152266	-0.05089988				
12	0.40789252	0.05625993	0.21370469	-0.04180016				
13	0.36559761	0.05978639	0.09742264	-0.04511335				
14	0.42245075	0.04292807	0.26538185	-0.03178426				
15	0.31175108	0.07618219	-0.19050656	-0.02328247				
16	0.43096134	0.08204688	0.02387550	-0.02370236				
17	0.49848071	0.08174699	0.30478002	-0.04048123				
18	0.47630319	0.08080487	0.17194341	-0.08815790				
19	0.49473316	0.08224781	0.24053421	-0.11422455				
20	0.53878504	0.11408859	0.31565845	-0.15855239				
21	0.52178022	0.15312706	0.15523812	-0.18706842				
22	0.53334674	0.16573364	0.29420629	-0.21711020				
23	0.52693822	0.19076325	0.17569240	-0.26196027				
24	0.46602894	0.26888943	0.03762640	-0.38220405				
25	0.45517896	0.29987506	0.23609085	-0.30073212				

Tabla 6. Continuación. Listado de valores de las variables canónicas.

OBS NUMBER	ANALISIS CANONICO DEL CAFE COLOMBIANO			
	GROUP 1 CAN VAR N 1	GROUP 2 CAN VAR N 1	GROUP 1 CAN VAR N 2	GROUP 2 CAN VAR N 2
26	0.50901344	0.29054631	-0.03780095	-0.35747441
27	0.62453556	0.30498766	0.43756041	-0.32577518
28	0.57088370	0.40003289	0.07887703	-0.40380304
29	0.56249117	0.32713180	0.24190154	-0.46968165
30	0.51354439	0.37742999	-0.03941924	-0.38386961
31	0.48729262	0.32876055	-0.02376296	-0.19679464
32	0.56065122	0.27609913	-0.14099685	-0.10568313
33	0.63251761	0.23379566	0.12729064	-0.06668837
34	0.60214499	0.23110670	-0.05320113	-0.12141242
35	0.57468986	0.22337096	-0.06763794	-0.18497342
36	0.64564304	0.20786527	0.14549771	-0.22096837
37	0.60751016	0.20200073	0.09206782	-0.14692442
38	0.63433096	0.24965742	0.10736641	-0.21610085
39	0.57288338	0.24813625	-0.04780654	-0.13390385
40	0.57771714	0.24522256	-0.18761726	-0.04687704
41	0.60641372	0.21550873	0.06533515	-0.04045294
42	0.65149074	0.21974974	0.11313370	-0.03867683
43	0.64121611	0.23029783	0.10459845	-0.03582913
44	0.63981899	0.22931573	0.00336678	-0.02938942
45	0.64623099	0.25398851	0.14750659	-0.03906957
46	0.63175002	0.29451363	0.25486702	-0.00756644
47	0.60016162	0.37771015	0.00348501	0.04759222
48	0.67179697	0.40585771	0.23365866	0.08437461
49	0.79676556	0.42414890	0.3224272	0.09013647
50	0.79377119	0.82485544	0.41068440	0.29341241

TABLE 7. Coeficientes de correlación entre las variables canónicas y las variables originales.

ISSI
INSTITUTO VENEZOLANO DE ESTADÍSTICA

ANÁLISIS CANÓNICO DEL CAFE COLOMBIANO

CANONICAL CORRELATION ANALYSIS

CORRELATION COEFFICIENTS BETWEEN EACH CANONICAL VARIABLE OF GROUP 1 AND THE VARIABLES OF GROUP 1

CANONICAL	PRODUCTO	EXPORTA
VAR N 1	0.958703	0.995359
VAR N 2	-0.284410	0.356231

CORRELATION COEFFICIENTS BETWEEN EACH CANONICAL VARIABLE OF GROUP 2 AND THE VARIABLES OF GROUP 2

CANONICAL	PRECIOE	PRECIOI
VAR N 1	0.598840	0.912454
VAR N 2	-0.017870	-0.409178

TABLA 8. Perfiles de las series en promedios quinquenales.

ANALISIS DE VARIANZA MULTIVARIADO DEL CAFE COLOMBIANO

MEANS

N	MERCAFE	A	B	C	D	E	F	G	H	I
5	EXPORTA	2777.3724	3474.0954	3892.8034	5058.9104	5120.4788	5670.9704	5653.2542	6064.8878	6447.7248
		7333.0016								

N	MERCAFE	A	B	C	D	E	F	G	H	I
5	PRECIOE	21.5840	11.4060	11.4680	17.2660	42.4500	67.1140	50.0020	44.9340	46.6280
		89.2120								

N	MERCAFE	A	B	C	D	E	F	G	H	I
5	PRECIOI	28.3376	16.3848	17.4910	29.0130	77.3426	118.4656	73.0268	68.7848	59.5042
		96.4164								

N	MERCAFE	A	B	C	D	E	F	G	H	I
5	PRODUCC	2730.4000	3390.2000	4489.2000	5508.8000	5750.0000	6682.0000	7520.0000	7780.0000	7950.0016
		8140.0000								

ANALISIS DE VARIANZA MULTIVARIADO DEL CAFE COLOMBIANO

ANALYSIS OF VARIANCE TABLE, REGRESSION COEFFICIENTS, AND STATISTICS OF FIT FOR DEPENDENT VARIABLE A

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PRIB > F	R-SQUARE	C.V.
REGRESSION	3	2751389.011259	12506679.67290420	286.79419	0.0001	0.98174313	14.5751
ERROR	16	697739.05403641	43608.6837728				
CORRECTED TOTAL	19	3449128.06529599					
						STD DEV	13.2512
						238.80619179	13.2512
SOURCE	DF	SEQUENTIAL SS	F VALUE	PRIB > F	PARTIAL SS	F VALUE	PRIB > F
MERCAFE	3	2751389.011259	286.79419	0.0001	2751389.011259	286.79419	0.0001

TABLA 9. Matriz "error" (E).

ANÁLISIS DE VARIANZA MULTIVARIADO DEL CAJAL COLOMBIANO

Y₁ ADJUSTED FOR 2 INTERCEPT MEANS

	A	B	C	D	E	F
A	897734.05431641	506950.92633391	-47095.71252178	571147.30931621	-346305.70631240	22522.33064441
	G	H	I	J		
	973750.33530232	-349153.44645087	403960.03373632	1683966.67996772		
B	550750.92633381	929009.64226802	-236265.80689978	650132.90941722	-1039872.84904198	-164811.0762419
	G	H	I	J		
	573520.84644855	-449674.93104663	161098.04083816	1729536.03244435		
C	-47095.71252178	-236265.80689978	1537526.91970123	-500848.76011476	-141468.49243660	956613.41623421
	G	H	I	J		
	8654.82025050	448651.24737228	-108376.69196232	-487507.43860932		
D	571147.30931621	650132.90941722	-500848.76011478	1105553.60774294	-548931.99973601	418156.30775476
	G	H	I	J		
	496396.36839936	-569201.93736288	308193.90070961	1364366.47009672		
E	-346305.70631240	-1039872.84904198	-141468.49243660	-548931.99973601	1726365.73167561	519897.52900420
	G	H	I	J		
	-810443.12143243	403555.27850333	-196071.12398417	-2443012.39629383		
F	22522.33064441	-164811.0762419	956613.41623421	418156.30775476	519397.52900420	2073428.16241583
	G	H	I	J		
	295112.97150812	182942.70210589	101936.50775310	-774205.98058147		
G	973750.33530232	573520.84644855	8654.82025050	496396.36839936	-810443.12143243	295112.97150812
	G	H	I	J		
	3021056.82885596	-387050.41318699	913091.40417871	2165270.64904992		
H	-349153.44645087	-449674.93104664	448651.24737228	-569201.93736288	403695.27850333	182942.70210589
	G	H	I	J		
	-397050.41318694	1680475.62736582	-416174.77133301	-1318521.43541360		
I	403960.03373632	161098.04083816	-108376.69196232	308193.90070961	-196071.12398417	101936.50775310
	G	H	I	J		
	913091.40417371	-416174.77133301	504065.19493935	1045039.30368696		
J	1683966.67996772	1729536.03244435	-487907.43860932	1364366.47009672	-2443012.39629383	-374205.98058147
	G	H	I	J		
	2165270.64904992	1318521.43541360	1045039.30368696	496397.90044286		

TABLA 10. Matriz "hipótesis" (H).

ANALISIS DE VARIANZA MULTIVARIADO DEL CAFE COLOMBIANO

HYPOTHESIS MATRIX PARTIAL SSCCP DUE TO MERCAFE

	A	B	C	D	E	F
A	37519889.01751259	46817771.92976869	57096160.09941678	71968412.13527427	73508465.32895988	83145570.69053557
G	89046822.19414628	93734858.61063048	97606293.17295627	104542862.86654740		
B	46817771.92976869	58419791.25455294	71243328.47594718	89801431.55959492	91722532.07214012	103746652.45716820
G	111107971.89268330	116958164.12669460	121789610.07370510	130447053.86144930		
C	57096160.09941678	71243328.47594718	88106001.38801558	110528437.99468360	113190272.36425040	128551707.94913880
G	139045039.06164630	145928907.24629680	151460813.85252600	160824007.12771920		
D	71968412.13527427	89801431.55959492	110528437.99468360	138881954.99162530	142099742.41892210	161161669.01032370
G	173734064.10977010	182519169.13653500	189647331.57532670	201964894.18007170		
E	73508465.32895988	91722532.07214012	113190272.36425040	142099742.41892210	145465190.99361250	165105370.51070130
G	178313398.04939290	187225587.27293700	194418061.27121350	206708472.16236610		
F	83145570.69053557	103746652.45716820	128551707.94913880	161161669.01032370	165105370.51070130	187618945.37226160
G	205205354.51234930	213178836.40754700	221159947.37093780	234550841.55640040		
G	89046822.19414628	111107971.89268330	139045039.06164630	173734064.10977010	178313398.04939290	203205354.51234930
G	221599473.7058410	241999137.20881230	240143939.52521710	253146848.18162370		
H	93734858.61063048	116958164.12669460	145928907.24629680	182519169.13653500	187225587.27293700	213178836.40754700
G	23199132.20881230	240306999.48137500	251739011.42042570	265853315.36974350		
I	57096160.09941678	71243328.47594718	88106001.38801558	110528437.99468360	113190272.36425040	128551707.94913880
G	240143939.52521710	251739011.42042570	260947185.45011160	276129175.05493170		
J	104542862.86654740	130447053.86144930	160824007.12771920	201964894.18007170	206708472.16236610	234550841.55640040
G	25146848.18162370	265853315.36974350	276129175.05493170	293760021.01751259		

TABLA 11. Raíces y Vectores característicos de la Matriz $E^{-1}H$.

ANÁLISIS DE VARIANZA MULTIVARIADA DEL CAFÉ COLOMBIANO

CHARACTERISTIC ROOTS AND VECTORS OF : ADJUSTED Y-Y INVERSE PARTIAL SS & CP DUE TO MERCAFE

CHARACTERISTIC ROOT	PERCENT	NORMALIZED CHARACTERISTIC VECTOR ASSOCIATED WITH CHARACTERISTIC ROOT (VECTOR = E * VECTOR)									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
43.847.84880489	99.97	-0.01343591	-0.01361573	-0.03177644	-0.03290474	-0.02749701	0.03079555	-0.00463903			
		0.00029521	0.00279339	0.00813763							
151.5233098	0.03	0.01121739	0.00625183	0.00121266	-0.00160562	0.00149854	-0.00236043	-0.00066522			
		-0.00185332	0.00302232	-0.00594291							
0.03168972	0.00	-0.00153261	-0.00129745	-0.00173737	-0.00250070	0.00139706	0.00253523	-0.00014747			
		0.00055356	-0.00336139	0.00357040							
0.00000000	0.00	0.00409183	0.00318864	-0.00170408	-0.00256174	-0.00199636	0.00070813	-0.00112941			
		0.00061624	0.00461980	-0.00326558							
0.00000000	0.00	0.00009231	-0.00021114	-0.00001418	0.00008858	-0.00043699	0.00023444	-0.00015936			
		-0.00019714	0.00047507	-0.00055666							
0.00000000	0.00	0.00002329	0.00039353	0.00048163	-0.00043191	-0.00035521	0.00027332	-0.00006916			
		-0.00007696	0.00022142	-0.00017975							
0.00000000	0.00	0.00016778	-0.00027874	-0.00026919	-0.00013906	-0.00043647	0.00024875	-0.00006556			
		0.00002120	0.00013647	0.00006283							
0.00000000	0.00	-0.00140292	0.00126289	-0.00017891	-0.00012190	-0.00021210	0.00018161	-0.00000815			
		0.00002346	0.00001516	0.00009660							
-0.00000000	-0.00	-0.00001772	-0.00007078	0.00007099	0.00153956	0.00056706	-0.00066681	0.00131247			
		0.00014270	-0.00015020	0.00024135							
-0.00000000	0.00	0.00193652	0.00077899	-0.00007549	0.00162149	-0.00091943	0.00032636	-0.00011111			
		-0.00053781	0.00033714	-0.00024134							

ANALISIS DE VARIANZA MULTIVARIADO DEL CAFE COLOMBIANO
 MANOVA TEST CRITERIA FOR THE HYPOTHESIS OF NO OVERALL MERCAFE EFFECT

NOTATION: E = ADJUSTED Y'Y MATRIX
 H = PARTIAL SS&CP MATRIX DUE TO MERCAFE
 P = NUMBER OF DEPENDENT VARIABLES = 10
 C = RANK OF HYPOTHESIS = 3
 NE = ERROR DEGREES OF FREEDOM = 16

WILKING-LAWLEY'S TRACE = $TR(E^{-1}H)$ = 436999.13282598 (SEE PILLAI'S TABLE R3)
 PARAMETERS: S = MIN(P,Q) = 3
 M = .5(P-Q)-1 = 3.0
 N = .5(NE-P-1) = 2.5
 APPROXIMATION: $2(S*N+1)TR(E^{-1}H)/S**2(2M+S+1)$ APPROX DIST AS F WITH S(2M+S+1) AND 2(S*N+1) DF
 F = 82544.28064 WITH 30 AND 17 DF PROB > F = 0.0001

PILLAI'S TRACE = $V = TR(H*(H+C)^{-1})$ = 2.02414599 (SEE PILLAI'S TABLE R2)
 PARAMETERS: S = MIN(P,Q) = 3
 M = .5(P-Q)-1 = 3.0
 N = .5(NE-P-1) = 2.5
 APPROXIMATION: $(2N+S+1)/(2M+S+1) * V/(S-V)$ APPROX DIST AS F WITH S(2M+S+1) AND S(2N+S+1) DF
 F = 1.86681 WITH 30 AND 27 DF PROB > F = 0.0523

WILKS' CRITERION = $|E|/|H+E|$ = 0.00000001 (SEE BKA VOL 53 P 347)
 PARAMETERS: k = -(NE-.5(P-Q+1)) * LN(|E|) = 216.52395649
 M = NE-.5(P-Q+1) = 12.0
 S = SQRT((P**2*Q**2-4)/(P**2+Q**2-5)) = 2.9352
 B = (P*Q-2)/4 = 7.0000
 APPROXIMATION: $(M*S-2B)/(P+Q) * (1-L**1/S)/L**1/S$ APPROX DIST AS F WITH P*Q AND M*S-2B DF
 F = 330.03583 WITH 30 AND 21 DF PROB > F = 0.0001

ROY'S MAXIMUM ROOT CRITERION = 436847.84980489 (SEE AMS VOL 31 P 425)
 PARAMETERS: S = MIN(P,Q) = 3
 M = .5(P-Q)-1 = 3.0
 N = .5(NE-P-1) = 2.5
 FIRST CANONICAL VARIABLE YIELDS AN F UPPER BOUND = 999999.99999 WITH 3 AND 16 DF

ANALISIS DE VARIANZA MULTIVARIADO DEL CAFE COLOMBIANO

CORRELATION COEFFICIENTS BETWEEN EACH CANONICAL VARIABLE AND THE DEPENDENT VARIABLES

EACH CANONICAL VARIABLE W_i * CHARACTERISTIC VECTOR OF $E^{-1}H$

WHERE H = PARTIAL SS&CP MATRIX DUE TO MERCAFE

CANONICAL	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
VAR # 1	0.0011279	-0.011960	-0.011354	-0.016753	-0.013873	-0.014345	-0.012736	-0.022475	-0.032327	-0.011757
VAR # 2	0.032728	0.036706	-0.002220	-0.021015	-0.034456	-0.022225	-0.113112	-0.160226	-0.193695	-0.000000
VAR # 3	0.005804	0.007392	0.017681	0.071334	0.098629	0.081593	0.071598	0.139036	0.090106	0.007329

TABLA 13. ANOVA de las series de producción, exportación y precios del café.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Series	3	154820119.6	51606706.53	3046.75 **
Error	16	271012.4	16938.28	
Total	19	155091132.0		

** Significativo al 1%.

TABLA 14. Prueba de contrastes ortogonales.

Contrastes	P	X	PE	PI	$r_{\Sigma C}^2$	S.C.	Fc.
1. Cantidades vs. precios	+ 1	+ 1	- 1	- 1	20	152976182.1	9031.39 **
2. Producción vs. exportación	+ 1	- 1	0	0	10	1843086.6	108.81 **
3. Precio ext. vs. Precio Int.	0	0	+ 1	- 1	10	851.0	.05 NS

** Significativo al 1%

NS No significativo