

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN EL ECUADOR

Leili G. Lopezdomínguez Rivas¹, Gaudencio Zurita Herrera²

¹Ingeniera en Estadística Informática, 2000

²Director de tesis. M.S.C en Matemáticas, University of South Carolina, 1974.

M.S.C en Estadística, University of South Carolina, 1982.

RESUMEN

En este estudio presentamos un análisis estadístico de diez variables cuantitativas de tipo agrícola y económico relacionadas con la producción de café en el Ecuador. Inicialmente, se hace una breve introducción de como se ha venido desarrollando la actividad cafetalera en nuestro país. Se emplearon técnicas estadísticas descriptivas con el objeto de presentar la naturaleza de los datos; y, pruebas de hipótesis para hacer inferencias o generalizaciones acerca de la distribución de las variables. Utilizando técnicas estadísticas multivariadas como el análisis de componentes principales se logró reducir la cantidad de variables originalmente observadas, sin sacrificar información. Además, se ajustó mediante un modelo de series de tiempo, cada una de las variables que se investigan para luego estimar valores de éstas en el tiempo.

1.1. INTRODUCCIÓN

Para analizar estadísticamente la producción cafetalera del Ecuador consideramos las variables, que a nuestro juicio, son relevantes para este estudio. Las variables que se estudiarán son de carácter económico y agrícola definidas durante el período *mensual* de enero de 1990 a diciembre de 1998 y el período *anual* 1965 a 1998. Las observaciones correspondientes a cada variable incluyen las dos variedades de café que se cultivan en el Ecuador: arábica y robusta.

Cabe resaltar, que para las variables anuales no existe información publicada correspondiente a los años 1999 y 2000; mientras que para el caso de las variables de tipo mensual, no existe para todas las variables información disponible de los meses de 1999 y 2000, razón por la que se definió el período referencial mensual de 1990-1998.

1.2. SITUACIÓN DE LA CAFICULTURA EN EL ECUADOR

El Ecuador es uno de los pocos países del mundo donde se cultivan las dos variedades de café más comercializadas: arábica y robusta. La producción total estimada anual es de 1'500.000 sacos de 60 kg, en condiciones climatológicas normales, correspondiendo el 50% a la variedad arábica y 50% a la variedad robusta, con una superficie cultivada de 375 ± 25 mil has., con 129.747 agricultores cafeteros y 700 mil personas dependientes de este cultivo. Actualmente, el café es cultivado en 19 de las 22 provincias del territorio nacional, distribuidos en 127 mil unidades de producción que cubren aproximadamente 350 mil hectáreas equivalentes a un poco menos del 20% de la superficie cultivable del país.

De la producción anual del país alrededor del 10% se destina al consumo interno: consumo doméstico e industrial; mientras que el otro 90% a la exportación, siendo Estados Unidos el mayor comprador de café ecuatoriano en grano; y, Alemania y Japón los principales destinos del café industrializado.

1.3. ANÁLISIS MULTIVARIADO: PRODUCCIÓN DEL CAFÉ EN EL ECUADOR

Las variables que estudiaremos son: oferta exportable, importaciones, precio internacional, tipo de cambio e índice de precios al consumidor, definidas durante el período *mensual* de enero de 1990 a diciembre de 1998; y, las variables: producción, superficie sembrada, superficie cosechada, rendimiento y PIB agrícola, definidas en el período *anual* 1965-1998. Cabe resaltar, que para las variables anuales no existe información publicada correspondiente a los años 1999 y 2000; mientras que para el caso de las variables de tipo mensual, no existe para todas las variables información disponible de los meses de 1999 y 2000.

Efectuaremos dos análisis de componentes principales (A.C.P): uno a las anuales (34 datos); y otro, a las variables mensuales (108 datos). En cada uno de los análisis de componentes principales utilizamos los datos observados, estandarizados y rotados.

El A.C.P. utilizando los datos estandarizados de las variables anuales fue el que mostró mejores resultados, ya que explica con dos componentes aproximadamente el 94% de la varianza total

del sistema, reemplazando y conteniendo tanta información como las variables observadas, matemáticamente se tiene:

Superficie cafetera: $Y_1 = 0.491 X_1 + 0.494 X_2 + 0.497 X_3 + 0.272 X_4 - 0.440 X_5$

Rendimiento: $Y_2 = 0.317 X_1 - 0.195 X_2 - 0.256 X_3 + 0.820 X_4 + 0.351 X_5$

X_1 : producción, X_2 : sup. sembrada, X_3 : sup. cosechada, X_4 : rendimiento, X_5 : PIB agrícola.

Para el caso de las variables mensuales, el A.C.P que mostró mejores resultados fue el aplicado a los datos estandarizados, obteniendo matemáticamente tres componentes que explican en conjunto aproximadamente el 84% de la variación total:

Precios: $Y_1 = 0.335 X_1 + 0.364 X_2 + 0.616 X_3 + 0.340 X_4 - 0.511 X_5$

Influencia del dólar en las exportaciones:

$$Y_2 = -0.613 X_1 - 0.335 X_2 + 0.168 X_3 + 0.695 X_4 + 0.025 X_5$$

Importaciones: $Y_3 = -0.331 X_1 + 0.792 X_2 + 0.102 X_3 + 0.047 X_4 + 0.501 X_5$

X_1 : oferta exp., X_2 : imp., X_3 : precio int., X_4 : tipo de cambio, X_5 : índice de prec. al consumidor.

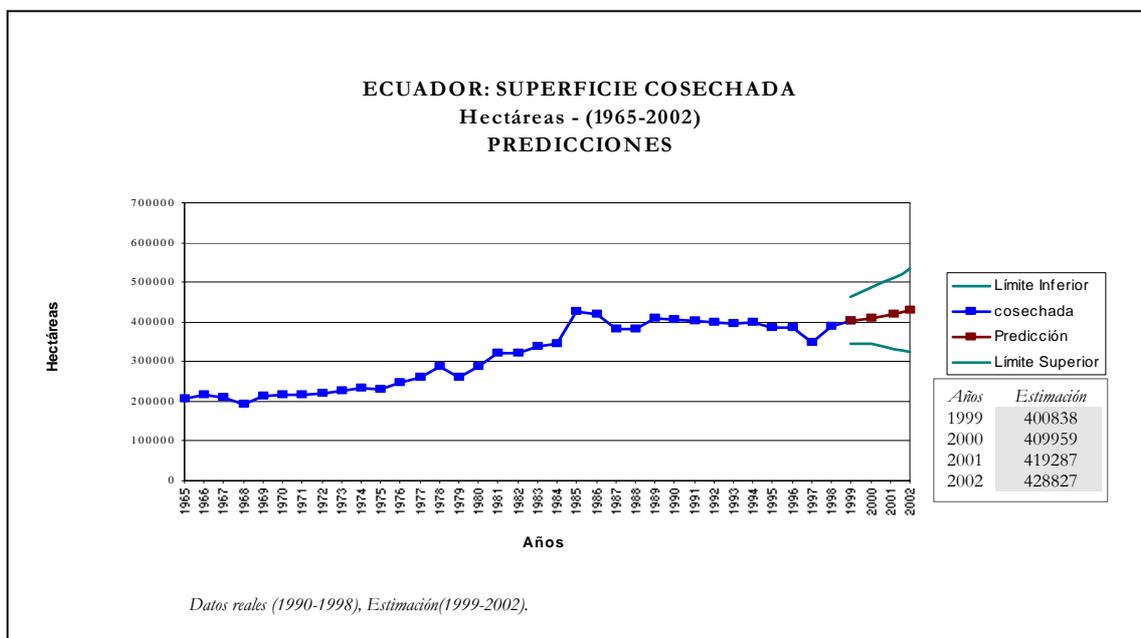
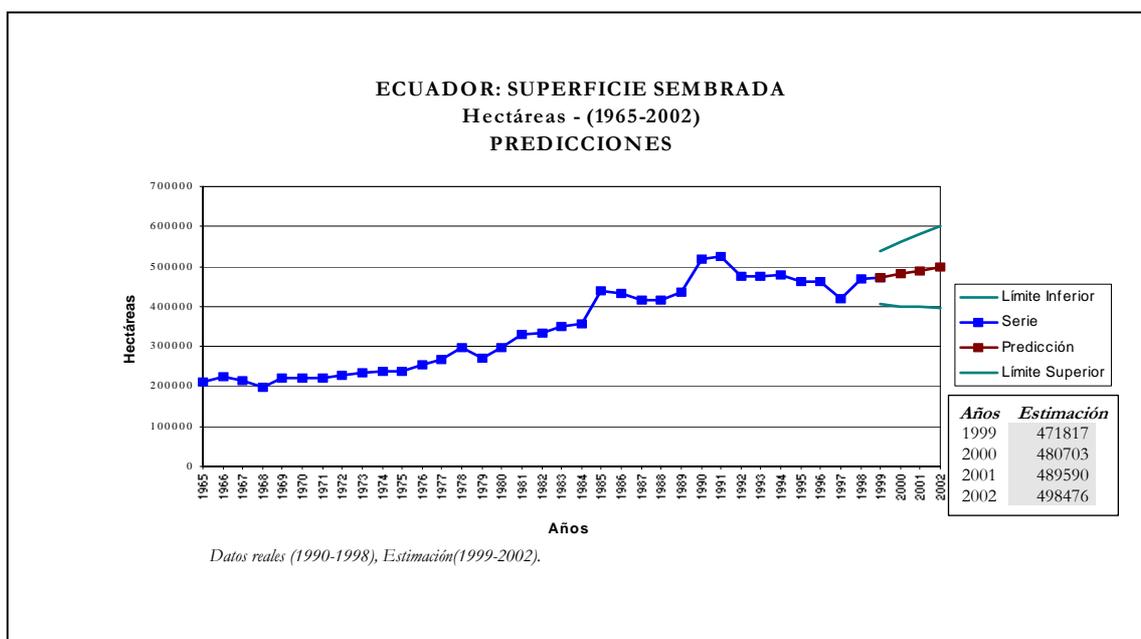
14. ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO: PRODUCCIÓN DEL CAFÉ EN EL ECUADOR

Las variables que vamos a analizar son: superficie sembrada, superficie cosechada, producción, rendimiento y oferta exportable; por ser éstas las que tienen una mayor influencia en la constitución de los factores en el análisis de componentes principales.

Superficie sembrada .- Con el modelo temporal $ARIMA(0,1,1)$ se estimó que en 1999 se cultivaron 471.817 has.; en el año 2000 se alcanzará las 480.703 has.; mientras que en el 2001 aumentará en un 2% con relación al año anterior (489.590 has.). Para el 2002 se espera se cultiven 498.476 hectáreas de café en el Ecuador.

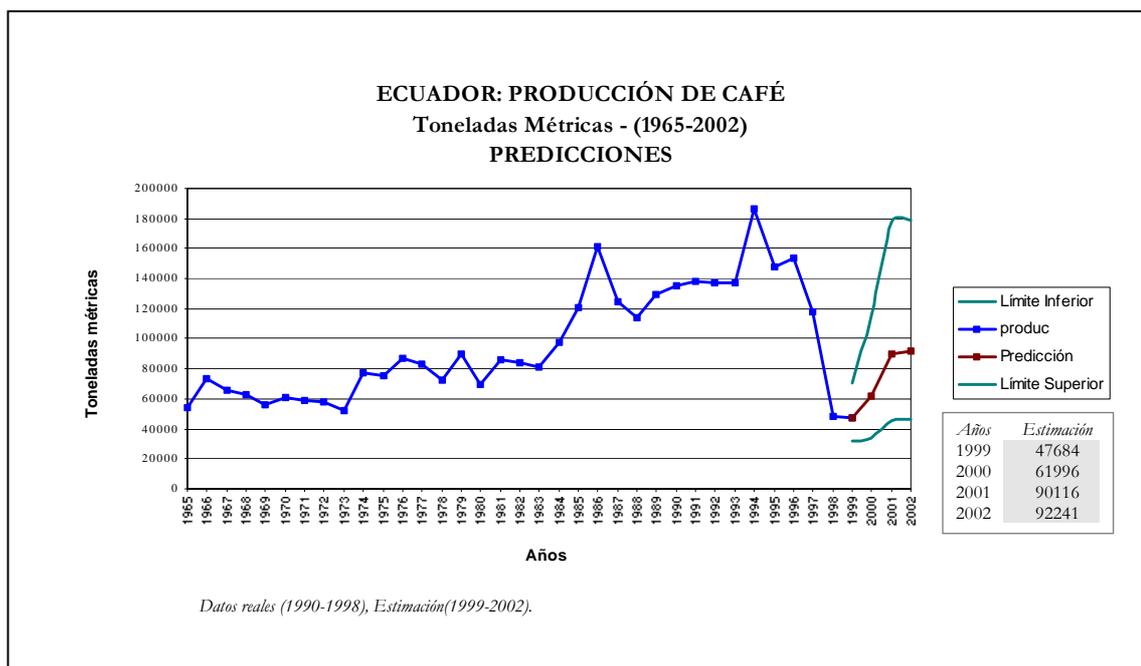
Superficie cosechada .- A partir del modelo $ARIMA(0,1,1)$ se estimó que se cosecharon 400.838 has. de café en 1999, mostrando un comportamiento proporcional a la superficie sembrada, esto es, aumentó aproximadamente sólo en un 3% con relación a 1998. En el año

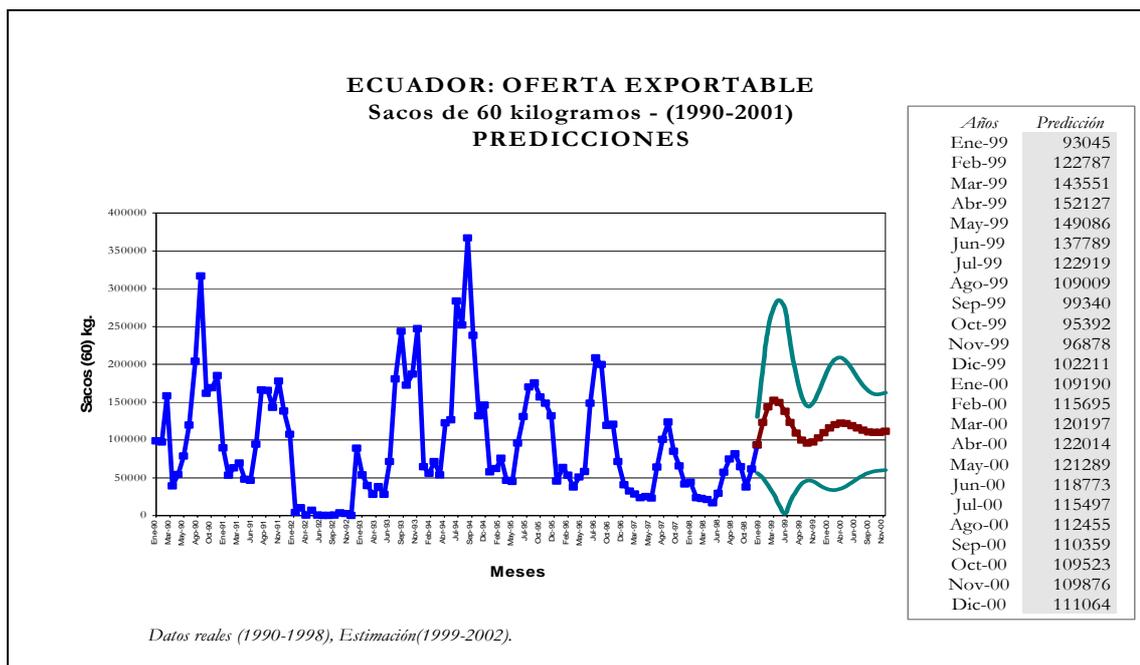
2000 y 2001 se llegará a cosechar 409.959 y 419.287 hectáreas, respectivamente. Para el año 2002 se espera que la superficie cosechada alcance las 428.827 has. sobrepasando el máximo ocurrido en 1985 con 426.969 has.



Producción .- Del modelo temporal $ARMA(0,2)$, se estimó que en 1999 la producción de café alcanzó las 47.684 toneladas. Para el año 2000 y 2001, la producción se situará en 61.996 y 90.116 tm. respectivamente; mientras que en el año 2002 la producción alcanzará las 92.241 tm. Según nuestras predicciones, habrá una recuperación en la producción aunque seguirá en un nivel inferior a los históricos por los estragos producidos por el fenómeno “El Niño”.

Oferta exportable .- Con el modelo $ARIMA(2,1,1)$ se obtuvo que las exportaciones estimadas de café en grano en el año 1999 mostraron un pequeño incremento con relación a las de 1998, ocurriendo en el mes de abril la máxima cantidad exportada, con 152.127 sacos de 60 kg. En este mismo año, en los meses de septiembre a noviembre las exportaciones de café fueron inferiores a los 100 mil sacos. En el transcurso del año 2000 las exportaciones estimadas sobrepasarán los 100 mil sacos con un máximo de 122.013 sacos exportados en el mes de abril.





1.5. CONCLUSIONES

1. Se utilizó el modelo temporal $ARIMA(0,1,1)$ para estimar la superficie sembrada de café en el Ecuador, con el cual se estimó que en 1999 se cultivaron 471.817 has. y que en el año 2000 se sembrarán 480.703 has. aproximadamente. En el año 2001 aumentará la superficie sembrada en un 2% con relación al año anterior (489.590 has.); mientras que para 2002 se espera que se cultiven 498.476 hectáreas de café en el Ecuador.
2. A partir del modelo $ARIMA(0,1,1)$ se estimó que se cosecharon 400.838 has. de café en 1999, mostrando un comportamiento proporcional a la superficie sembrada, esto es, aumentó aproximadamente sólo en un 3% con relación a 1998. En el año 2000 y 2001 se estima que se llegará a cosechar 409.959 y 419.287 hectáreas, respectivamente. Para el año 2002 se espera que la superficie cosechada de café alcance las 428.827 has. sobrepasando el máximo ocurrido en 1985 con 426.969 has.
3. Se utilizó el modelo temporal $ARMA(0,2)$ para estimar la producción de café en nuestro país, observándose que se estima que en 1999 la producción de café alcanzó las 47.684 toneladas métricas y que para el año 2000 y 2001, la producción se situará en 61.996 y

90.116 tm., respectivamente; mientras que en el año 2002 la producción alcanzará las 92.241 tm. Según nuestras estimaciones, se espera una recuperación en la producción de café aunque seguirá en un nivel inferior a los históricos, según expertos, por los estragos producidos por el fenómeno “El Niño”.

4. Con el modelo $ARIMA(2,1,1)$ se observó que las exportaciones estimadas de café en grano en el año 1999 mostraron un pequeño incremento con relación a las de 1998, ocurriendo en el mes de abril la máxima cantidad exportada, con 152.127 sacos de 60 kg. En este mismo año, durante los meses de septiembre a noviembre las exportaciones de café en grano fueron inferiores a los 100 mil sacos. También se observó que el transcurso del año 2000 las exportaciones estimadas (café en grano) sobrepasarán los 100 mil sacos con un máximo de 122.013 sacos exportados en el mes de abril.

5. Del análisis multivariado se obtuvo que aplicando componentes principales a las variables estandarizadas anuales, se obtuvieron los mejores resultados; ya que explica con dos componentes aproximadamente el 94% de la varianza total del sistema, reemplazando y conteniendo tanta información como las variables observadas. Estas dos combinaciones lineales se las denominó superficie cafetera del Ecuador y el Rendimiento, matemáticamente se tiene:

Superficie cafetera: $Y_1 = 0.491 X_1 + 0.494 X_2 + 0.497 X_3 + 0.272 X_4 - 0.440 X_5$

Rendimiento: $Y_2 = 0.317 X_1 - 0.195 X_2 - 0.256 X_3 + 0.820 X_4 + 0.351 X_5$

6. Para el caso de las variables mensuales, el Análisis de componentes principales que mostró mejores resultados fue el aplicado a los datos estandarizados; ya que tres componentes principales: Precios, Influencia del dólar en las exportaciones e Importaciones sin perder información valiosa, explican en conjunto aproximadamente el 84% de la variación total, matemáticamente esto es:

Precios: $Y_1 = 0.335 X_1 + 0.364 X_2 + 0.616 X_3 + 0.340 X_4 - 0.511 X_5$

Influencia del dólar en las exportaciones:

$$Y_2 = -0.613 X_1 - 0.335 X_2 + 0.168 X_3 + 0.695 X_4 + 0.025 X_5$$

Importaciones: $Y_3 = -0.331 X_1 + 0.792 X_2 + 0.102 X_3 + 0.047 X_4 + 0.501 X_5$

REFERENCIAS

1. L. Lopezdomínguez Rivas, “Análisis estadístico de la producción de café en el Ecuador” (Tesis, Ingeniería en Estadística Informática, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2000).
2. Mendenhall W., Wackerly D, Scheaffer R. Estadística Matemática con Aplicaciones (2^{da}. Edición, México d.f. México, Iberoamérica, 1.998)
3. Scheaffer R., Mcclave J. Probabilidad y Estadística para Ingeniería(México d.f. México, Iberoamérica, 1.996)
4. Freund John, Walpole Ronald. Estadística Matemática con Aplicaciones (4^{ta} Edición, México, Prentice – Hall Hispanoamericana, s.a., 1.995.)
5. Klimov G. Probability Theory and Mathematical Statistics (Rusia, Mir Publishers, 1.992.)
6. Box G.e.p., G.m. Jenkins. Time Series Analysis, Forecasting and Control (3^{ra} Edición, México, Prentice Hall Hispanoamericana, s.a. 1.995.)
7. H. Capa Santos. Modelación de Series Temporales (Ecuador, ESPON, 1.998.)
8. Jhonson Richard, Wichern Tean. Applied Multivariate Statistical Analysis (4^{ta} Edición, New York, Prentice Hall, 1.998.)
9. Hair J., Anderson R., Tatham R., Black W. Multivariate Data Analysis (5^{ta} Edición, New York, Prentice Hall, 1.998.)
10. Organización Internacional Del Café. Statistic On Coffee (España, OIC, 1999.)
11. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. I Censo Cafetalero en el Ecuador (Ecuador, INEC, 1983.)
12. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Manual del Cultivo del Café (Quevedo-Ecuador, INIAP,1995.)
13. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletines Mensuales, (Ecuador, proyecto SICA-MAG, 1998.)