

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**INSTITUTO DE CIENCIAS MATEMÁTICAS**

**“ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE CACAO EN EL  
ECUADOR “**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA**

Presentada por:

**KAREN PAOLA LOYOLA MAYORGA**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**AÑO**

**2001**

## **AGRADECIMIENTO**

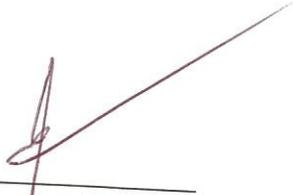
A DIOS, a mis padres, a mi hermana y a mi tía, que siempre han estado junto a mí.

A mi director de tesis el matemático John Ramírez.

## DEDICATORIA

A DIOS  
A MIS PADRES  
A MI HERMANA  
A MI TÍA

TRIBUNAL DE GRADUACION



Ing Félix Ramírez  
Director del ICM



Mat John Ramírez.  
Director de Tesis



Dra Gloria Bajaña  
(Vocal)



Ing Angela Naupay  
(Vocal)

## DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL )



---

**Karen Paola Loyola Mayorga**

## RESUMEN

El presente estudio es un análisis estadístico de la producción y comercialización del cacao en el Ecuador. Nuestro país es conocido como productor y comercializador de cacao fino de aroma, por lo cual intervienen variables agrícolas y económicas.

En el primer capítulo se expone como introducción un resumen de la Fase Agrícola, Producción y comercialización del cacao.

En el segundo capítulo se revisa el marco teórico que será utilizado, este comprende el análisis por componentes principales y el análisis de series de tiempo.

En el tercer capítulo se detallan las variables que serán estudiadas, y se muestra su estadística descriptiva. Por medio del análisis multivariado se observan las diferentes relaciones entre las variables y agrupaciones que intervienen en la producción y comercialización del cacao. Y por último se detectan estacionalidades y tendencias, de este producto a través de series temporales.

En el cuarto capítulo se emiten las conclusiones y recomendaciones que se han obtenido

## INDICE GENERAL

### PÁG

RESUMEN.....	II
INDICE GENERAL.....	III
<b>ABREVIATURAS.....</b>	<b>IV</b>
<b>SIMBOLOGIA.....</b>	<b>V</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>VI</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>VII</b>
<b>INDICE DE TABLAS.....</b>	<b>VIII</b>
INTRODUCCION.....	1
I. PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DEL CACAO EN EL ECUADOR	2
1.1 Generalidades.....	2
1.2 Antecedentes Histórico en el Ecuador .....	4
1.3 Fase Agrícola .....	7
1.3.1 Zonificación y Ecología del Cultivo.....	7
1.3.1.1 Clasificación del Cacao .....	7
1.3.1.2 Principales Zonas de Producción.....	10
1.3.1.3 Factores Climáticos.....	14
1.3.2 Enfermedades del Cacao .....	20
1.3.3 Labores Culturales .....	22
1.3.4 Beneficio del Grano .....	31
1.4 Producción Nacional del Cacao en el Ecuador .....	36
1.4.1 Importaciones.....	39
1.4.2 Producción Mundial del Cacao .....	40
1.4.3 Exportaciones.....	43
1.4.4 Elaboración Industrial.....	45
1.4.5 Precios del cacao fino o de aroma.....	47

1.5	Comercialización del Cacao en el Ecuador .....	48
1.5.1	Los actores de la cadena :Localización , función y características.....	49
1.5.1.1	Productores.....	49
1.5.1.2	Intermediarios.....	50
1.5.1.3	Compradores finales :Industriales y Exportadores.....	52
1.5.2	Sistema de Compra .....	55
1.5.3	Exportación del Cacao en Grano.....	55
1.6	Normativas y Convenios del Cacao.....	59
1.6.1	Normativas del Cacao en Grano en el Ecuador .....	59.
1.6.2	Convenios del Cacao en el Ecuador .....	69
II	MARCO TEORICO DEL ANALISIS.....	74
2.1	Análisis Multivariado.....	74
2.1.1	Definiciones.....	76
2.1.2	El método de Análisis por Componentes Principales.....	79
2.1.3	Deducción de los Componentes Principales.....	81
2.2	Análisis de Series de Tiempo .....	87
2.2.1	Movimiento Característicos de las Series de Tiempo.....	87
2.2.1.1	Clasificación de los Movimientos .....	88
2.2.1.2	Estimación de la Tendencia.....	92
2.3	Procesos Estocásticos.....	99
2.3.1	Procesos Lineales .....	105
2.3.2	Modelo ARIMA .....	107
2.3.2.1	Identificación de Modelos Estacionarios (Determinación de p y q).....	110
2.3.2.2	Función de Autocorrelación Parcial Teórica y Estimada	112
2.3.2.3	MODELOS ARMA.....	116

2.3.2.4	FASE DE VERIFICACIÓN.....	117
2.3.2.5	Uso de los Ruidos Blancos para modificar el modelo	120
2.3.2.6	Validación del Modelo.....	121
2.3.2.7	El Predictor Optimo.....	124
III	ANALISIS ESTADISTICO.....	125
3.1	Introducción.....	125
3.2	Estadística descriptiva de las variables de estudio.....	128
3.2.1	Superficie Sembrada.....	128
3.2.2	Superficie Cosechada.....	132
3.2.3	Producción.....	136
3.2.4	Rendimiento.....	139
3.2.5	Cosecha y Moliendas.....	142
3.2.6	Exportaciones de cacao en grano y derivados.....	149
3.2.7	Precios del cacao en grano al productor y Precios Internacionales.....	157
3.2.8	Producto Interno Bruto.....	162
3.2.9	Indice de Precios al Consumidor Urbano.....	165
3.3	Análisis Multivariado de las variables de estudio.....	168
3.3.1	Análisis de Componentes Principales (Primer Caso ).....	168
3.3.2	Análisis de Componentes Principales (Segundo Caso) ..	186
3.4	Análisis mediante Series de Tiempo.....	199
3.4.1	Método de Suavizamiento de Promedios Móviles.....	199
3.4.1.2	Superficie Sembrada.....	201
3.4.1.3	Rendimiento.....	203
3.4.1.4	Cosecha.....	206

3.4.1.5	Moliendas.....	209
3.4.1.6	Exportaciones de Manteca de Cacao.....	211
3.4.1.7	Exportaciones de Polvo de Cacao.....	213
3.4.1.8	Exportaciones de Pasta de Cacao.....	215
3.4.1.9	Exportaciones de Chocolate.....	217
3.4.1.10	Precios del Cacao en grano al productor.....	219
3.4.1.11	Producto Interno Bruto.....	221
3.4.2	Modelos ARIMA.....	224
3.4.2.1	Exportaciones de cacao en grano.....	225
3.4.2.2	Exportaciones de cacao industrializado.....	234
3.4.2.3	Precios Internacionales.....	244
3.4.2.4	Indice de Precios al Consumidor Urbano.....	252
IV	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	262
4.1	Conclusiones.....	262
4.2	Recomendaciones.....	269

## ABREVIATURAS

	Población económicamente activa
PEA	
SEAN	Sistema Estadístico Agropecuario Nacional.
SICA	Servicio de Información y Censo Agropecuario.
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
ANECACAO	Asociación Nacional de Exportadores de cacao.
PIB	Producto Interno Bruto.
IPCU	Índice de Precios al consumidor urbano.
ICCO	Organización Internacional de Cacao
Tm	Toneladas métricas
\$ por Tm	Dólares por tonelada métrica.
ha	hectárea

## SIMBOLOGIA

MCE	Media Cuadrática del error
MAE	Media absoluta del error.
MAPE	Media absoluta porcentual del error.
MPE	Media porcentual del error.
$\mu$	Valor característico
e	Vector característico.

## INDICE DE CUADROS

CUADRO 1.1	Estructura del sector cacaotero en el Ecuador	APÉNDICE
CUADRO 1.2	Costos de Producción..Renovación de una hectárea de cacao clonal	APÉNDICE
CUADRO 1.3	Costos de Producción. Rehabilitación de una hectárea de cacao clonal	APÉNDICE
CUADRO 1.4	Costos de Producción. Mantenimiento de una hectárea de cacao	APÉNDICE
CUADRO 3.1	Variables de estudio. Período de referencia 1970-1999	APÉNDICE
CUADRO 3.2	Variables de estudio. Período de referencia 1970-1999	APÉNDICE
CUADRO 3.3	Matriz de varianzas y covarianzas. Primer Caso	APÉNDICE
CUADRO 3.4	Exportaciones mensuales de cacao en grano 1996-2000	APÉNDICE
CUADRO 3.5	Exportaciones mensuales de cacao industrializado 1996-2000	APÉNDICE
CUADRO 3.6	Precios Internacionales del cacao 1996-2000	APÉNDICE
CUADRO 3.7	Indice de Precios al consumidor Urbano 1996-2000	APÉNDICE

## INDICE DE FIGURAS

	PÁG
Figura 1.1	3
Figura 1.2	13
Figura 1.3	58
Figura 2.1	88
Figura 2.2	89
Figura 2.3	89
Figura 2.4	90
Figura 2.5	91
Figura 3.1	130
Figura 3.2	130
Figura 3.3	133
....	
Figura 3.4	134
Figura 3.5	137
Figura 3.6	138
Figura 3.7	140
Figura 3.8	141
Figura 3.9	144
Figura 3.10	145
Figura 3.11	146
Figura 3.12	147
Figura 3.13	150
Figura 3.14	151
Figura 3.15	151
Figura 3.16	152
Figura 3.17	153
Figura 3.18	154
Figura 3.19	154
Figura 3.20	155
Figura 3.21	159

	en grano al productor.....	
Figura 3.22	Histograma de frecuencia de la variable Precios Internacionales.....	159
Figura 3.23	Ojiva de la variable Precios Internacionales.....	160
Figura 3.24	Histograma de frecuencia de la variable Producto Interno Bruto.....	163
Figura 3.25	Ojiva de la variable Producto Interno Bruto.....	164
Figura 3.26	Histograma de Frecuencia de la variable IPCU.....	166
Figura 3.27	Valores Propios. Datos Originales.....	172
Figura 3.28	Matriz de Correlación.....	174
Figura 3.29	Valores Propios. Datos estandarizados.....	177
Figura 3.30	Componentes en el plano.....	182
Figura 3.31	Factores rotados .....	185
Figura 3.32	Matriz de correlación (segundo caso).....	188
Figura 3.33	Valores Propios (segundo caso) datos estandarizados.....	190
Figura 3.34	Componentes Principales en el plano.....	195
Figura 3.35	Factores rotados.....	198
Figura 3.36	Promedios Móviles de la variable superficie sembrada.....	201
Figura 3.37	Promedios Móviles de la variable rendimiento.....	203
Figura 3.38	Promedios Móviles de la variable cosecha.....	206
Figura 3.39	Promedios Móviles de la variable molineras.....	209
Figura 3.40	Promedios Móviles de la variable exportaciones de manteca de cacao.....	211
Figura 3.41	Promedios Móviles de la variable exportaciones de polvo de cacao .....	213
Figura 3.42	Promedios Móviles de la variable exportaciones de pasta de cacao.....	215
Figura 3.43	Promedios Móviles de la variable exportaciones de chocolate.....	217
Figura 3.44	Promedios Móviles de la variable Precio del cacao en grano al productor.....	219
Figura 3.45	Promedios Móviles de la variable Producto Interno Bruto.....	221
Figura 3.46	Participación del cacao en el PIB.....	223
Figura 3.47	Serie real de las exportaciones de cacao en grano.....	225
Figura 3.48	Autocorrelaciones de la variable exportaciones de cacao en grano.....	226
Figura 3.49	Autocorrelaciones parciales de la variable exportaciones de cacao en grano.....	227
Figura 3.50	Autocorrelaciones parciales de los residuos ARMA (1,1)	232

Figura 3.51	Autocorrelaciones de los Residuos ARMA (1,1).....	232
Figura 3.52	Predicciones.....	233
Figura 3.53	Serie real de las exportaciones de cacao industrializado.....	234
Figura 3.54	Autocorrelaciones parciales de las exportaciones de cacao industrializado.....	235
Figura 3.55	Autocorrelaciones de la variable exportaciones de cacao industrializado.....	236
Figura 3.56	Serie diferenciada de la variable exportaciones de cacao industrializado.....	237
Figura 3.57	Autocorrelaciones parciales diferenciada una vez.....	237
Figura 3.58	Autocorrelación.....	238
Figura 3.59	Autocorrelación de los residuos.(1,1,0).....	241
Figura 3.60	Autocorrelación de residuos (1,1,0).....	242
Figura 3.61	Predicción para la variable exportaciones de cacao industrializado.....	242
Figura 3.62	Serie Real Precios Internacionales.....	244
Figura 3.63	Autocorrelación de la variable Precios Internacionales.....	245
Figura 3.64	Autocorrelación parcial de la variable Precios Internacionales.....	246
Figura 3.65	Serie diferenciada de la variable Precios Internacionales..	246
Figura 3.66	Autocorrelación de la variable Precios Internacionales.....	247
Figura 3.67	Autocorrelación parcial de la variable Precios Internacionales.....	247
Figura 3.68	Autocorrelación de los residuos.....	250
Figura 3.69	Autocorrelación parcial de los residuos.....	251
Figura 3.70	Predicciones.....	251
Figura 3.71	Serie Real de la variable ipcu .....	252
Figura 3.72	Autocorrelación de la variable ipcu .....	253
Figura 3.73	Autocorrelación parcial de la variable ipcu.....	254
Figura 3.74	Serie diferenciada una vez.....	254
Figura 3.75	Autocorrelación de la variable ipcu.....	255
Figura 3.76	Autocorrelación parcial de la variable ipcu.....	255
Figura 3.77	Autocorrelación parcial de los residuos.....	259
Figura 3.78	Autocorrelación de los residuos.....	260
Figura 3.79	Predicciones.....	261

## INDICE DE TABLAS

		PÁG
TABLA I	Rendimiento por tipo de cacao.....	19
TABLA II	Rendimiento por labor cultural.....	23
TABLA III	Rendimiento por labor cultural.....	25
TABLA IV	Rendimiento por labor cultural.....	26
TABLA V	Rendimiento por labor cultural.....	28
TABLA VI	Rendimiento por labor cultural.....	31
TABLA VII	Característica de las Almendras.....	34
TABLA VIII	Superficie, Producción y Rendimiento.....	37
TABLA IX	Requisitos de las calidades.....	65
TABLA X	Estadística descriptiva de la variable superficie sembrada .....	129
TABLA XI	Tabla de Frecuencias de la variable superficie sembrada.....	129
TABLA XII	Prueba de Kolmogorov – Smirnov para la variable superficie sembrada.....	131
TABLA XIII	Estadística descriptiva de la variable superficie cosechada .....	132
TABLA XIV	Tabla de Frecuencias de la variable superficie cosechada.....	134
TABLA XV	Prueba de Kolmogorov – Smirnov para la variable superficie cosechada.....	135
TABLA XVI	Estadística descriptiva para la variable producción.....	136
TABLA XVII	Tabla de Frecuencias de la variable producción.....	138
TABLA XVIII	Prueba de Kolmogorov – Smirnov para la variable producción.....	139
TABLA XIX	Estadística descriptiva de la variable rendimiento.....	140
TABLA XX	Tabla de Frecuencias de la variable rendimiento.....	141
TABLA XXI	Prueba de Kolmogorov – Smirnov para la variable rendimiento.....	142
TABLA XXII	Estadística descriptiva de las variables cosecha y moliendas.....	143
TABLA XXIII	Tabla de Frecuencias de las variable cosecha .....	144

TABLA XXIV	Prueba de Kolmogorov – Smirnov para la variable cosecha .....	146
TABLA XXV	Tabla de Frecuencias de las variable molindas..	147
TABLA XXVI	Prueba de Kolmogorov – Smirnov para la variable molindas.....	148
TABLA XXVII	Estadística descriptiva de las variables exportaciones de cacao en grano y derivados.....	149
TABLA XXVIII	Tabla de Frecuencias de la variable exportaciones de cacao en grano.....	150
TABLA XXIX	Tabla de Frecuencias de la variable exportaciones de manteca de cacao.....	152
TABLA XXX	Tabla de Frecuencias de la variable exportaciones de polvo de cacao.....	153
TABLA XXXI	Tabla de Frecuencias de la variable exportaciones de chocolate.....	155
TABLA XXXII	Tabla de Frecuencias de la variable exportaciones de pasta de cacao.....	156
TABLA XXXIII	Prueba de Kolmogorov -Smirnov para las variables exportaciones de cacao en grano,manteca de cacao y polvo de cacao.....	157
TABLA XXXIV	Estadística descriptiva de las variables precios internacionales y precios del cacao en grano al productor.....	158
TABLA XXXV	Tabla de frecuencias para la variable precios internacionales .....	160
TABLA XXXVI	Prueba de Kolmogorov –Smirnov para las variables precios internacionales y precios del cacao en grano al productor .....	161
TABLA XXXVII	Estadística descriptiva para la variable PIB.....	162
TABLA XXXVIII	Tabla de frecuencias para la variable PIB.....	163
TABLA XXXIX	Prueba de Kolmogrov Smirnov para la variable PIB.....	164
TABLA XL	Estadística descriptiva de la variable IPCU.....	165
TABLA XLI	Prueba de Kolmogorov Smirnov para la variable IPCU.....	166
TABLA XLII	Nómina de variables de interés . Análisis de Componentes Principales.....	169
TABLA XLIII	Valores propios y proporción de la varianza total explicada de los datos originales. ....	170
TABLA XLIV	Vectores propios.....	171

TABLA XLV	Datos estandarizados. Proporción de la varianza total explicada de los datos originales.....	176
TABLA XLVI	Vectores Propios.....	178
TABLA XLVII	Matriz de Carga.....	181
TABLA XLVIII	Datos estandarizados. Proporción de la varianza total explicada de los factores rotados.....	183
TABLA XLIX	Matriz de Carga de los factores rotados.....	184
TABLA L	Nómina de variables de interés . .....	187
TABLA LI	Valores propios y proporción de la varianza total explicada de los datos estandarizados.....	189
TABLA LII	Vectores Propios.....	191
TABLA LIII	Matriz de Carga.....	194
TABLA LIV	Datos estandarizados. Proporción de la varianza total explicada de los factores rotados.....	195
TABLA LV	Matriz de Carga.....	196
TABLA LVI	Promedios Móviles de 2 y 3 años de la variable superficie sembrada.....	201
TABLA LVII	Comparación de los estadísticos.....	202
TABLA LVIII	Promedios Móviles de 2 y 3 años de la variable rendimiento.....	203
TABLA LIX	Comparación de estadísticos.....	204
TABLA LX	Promedios Móviles de 2 y 3 años de la variable cosecha.....	206
TABLA LXI	Comparación de estadísticos.....	207
TABLA LXII	Promedios Móviles de 2 y 3 años de la variable molindas.....	209
TABLA LXIII	Comparación de estadísticos.....	210
TABLA LXIV	Promedios Móviles de 2 y 3 años de la variable exportaciones de manteca de cacao.....	211
TABLA LXV	Comparación de estadísticos.....	212
TABLA LXVI	Promedios Móviles de 2 y 3 años de la variable exportaciones de polvo de cacao.....	213
TABLA LXVII	Comparación de estadísticos.....	214
TABLA LXVIII	Promedios Móviles de 2 y 3 años de la variable exportaciones de pasta de cacao.....	215
TABLA LXIX	Comparación de estadísticos.....	216
TABLA LXX	Promedios Móviles de 2 y 3 años de la variable exportaciones de chocolate.....	217
TABLA LXXI	Comparación de estadísticos.....	218
TABLA LXXII	Promedios Móviles de 2 y 3 años de la variable Precio del Cacao en Grano al Productor.....	219
TABLA LXXIII	Comparación de estadísticos.....	220
TABLA LXXIV	Promedios Móviles de 2 y 3 años de la variable PIB.....	221

TABLA LXXV	Comparación de estadísticos.....	222
TABLA LXXVI	Prueba t de student ARMA (1,2).....	228
TABLA LXXVII	Prueba t de student ARMA (1,3).....	228
TABLA LXXVIII	Prueba t de student ARMA (1,1).....	229
TABLA LXXIX	Comparación de estadísticos .....	229
TABLA LXXX	Prueba de corridas hacia arriba y hacia abajo de la mediana.....	230
TABLA LXXXI	Prueba de corridas hacia arriba y hacia abajo.....	230
TABLA LXXXII	Prueba de Box Pierce.....	231
TABLA LXXXIII	Predicciones.....	233
TABLA LXXXIV	Comparación de estadísticos .....	239
TABLA LXXXV	Prueba t de student ARIMA (1,1,0).....	239
TABLA LXXXVI	Prueba de corridas hacia arriba y abajo de la mediana.....	240
TABLA LXXXVII	Prueba de corridas hacia arriba y hacia abajo.....	240
TABLA LXXXVIII	Prueba de Box Pierce.....	240
TABLA LXXXIX	Predicciones.....	243
TABLA XC	Comparación de estadísticos.....	248
TABLA XCI	Prueba t de student ARIMA (3,1,0).....	248
TABLA XCII	Prueba de corridas hacia arriba y hacia abajo de la mediana.....	249
TABLA XCIII	Prueba de corridas hacia arriba y hacia abajo.....	249
TABLA XCIV	Prueba de Box Pierce.....	249
TABLA XCV	Predicciones.....	252
TABLA XCVI	Prueba t de student ARIMA (1,1,3) .....	256
TABLA XCVII	Prueba t de student ARIMA (0,1,4).....	256
TABLA XCVIII	Prueba t de student ARIMA (0,1,3).....	257
TABLA XCIX	Prueba de corridas hacia arriba y hacia abajo de la mediana.....	257
TABLA C	Prueba de corridas hacia arriba y hacia abajo.....	258
TABLA CI	Prueba de Box Pierce.....	258
TABLA CII	Intervalo de Predicción.....	260

## INTRODUCCION

El cultivo, producción, comercialización, industrialización y exportación del cacao sobre todo del cacao fino y de aroma constituyen un sector relevante de la economía de nuestro país.

El objetivo de este estudio es determinar estadísticamente la relación entre las variables y diferentes agrupaciones, por medio del análisis multivariado se reducirán las variables sin alterar la naturaleza de ellas.

Las variables agrícolas, y las variables de exportaciones del cacao en grano y derivados tienen como fuente el Proyecto de Servicio e Información Agropecuario y Anecacao. Como variables económicas están el PIB ya que a partir del año 90 el cacao ha constituido aproximadamente el 4.6 % del PIB agrícola y el 0.6 % del PIB total y la variable índice de precios al consumidor urbano.

También se encontrará un modelo matemático que describa las predicciones futuras.

# CAPITULO I

## I. PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DEL CACAO EN EL ECUADOR

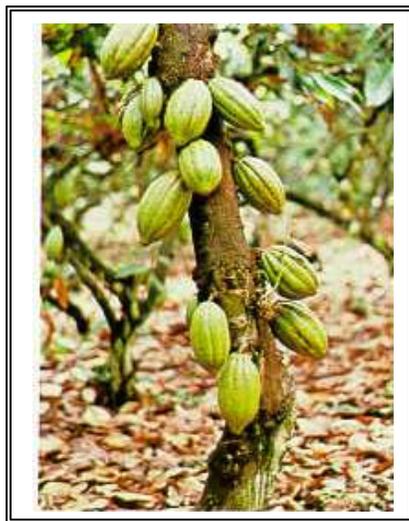
### 1.1 Generalidades del cacao

El cacao principal ingrediente de los chocolates, era ya un producto básico en algunas culturas en América.

Los aztecas creían que el Dios Quetzalcóatl había enseñado el cultivo de esta peculiar especie a sus antepasados; y en ocasiones sus semillas se utilizaban como moneda en las transacciones comerciales.

Se presume que la palabra cacao tuvo su origen en las palabras mayas kaj que significa amargo y kab cuyo significado es jugo. La fusión de estas dos palabras dio como resultado kajkab y luego kajkabal, de la

que se deriva kakahuat. Esta última expresión cambió para cacauatl para finalmente transformarse en cacao, por facilidad de expresión.



**FIGURA 1.1 PLANTA DE CACAO**

En 1519 Hernán Cortés descubrió que el chocolate, tanto en líquido como en forma de pasta, era de uso común entre los aztecas, quienes lo elaboraban tostando las semillas de cacao, que molían después sobre una piedra. Luego aromatizaban la pasta obtenida con especias, y una vez hervida, la batían antes de consumirla. Este líquido espumoso se conocía como cacáhuatl, luego resultó chocolatl la cual se transformó en la española <<chocolate>>. En 1529 introdujo Cortés

la bebida en España, la pasta al ser amarga para el gusto europeo se la endulzó con azúcar volviéndose popular en la corte española.

A partir del siglo XVIII la industria del chocolate experimentó un notable auge ya que se crearon las primeras fábricas que contribuyeron a expandir su consumo.

El cacao cuyo nombre científico es *Theobroma Cacao* tiene un gran valor nutritivo, pues contiene buenos porcentajes de carbohidratos, grasa, proteínas y minerales.

## **12 ANTECEDENTES HISTORICOS EN EL ECUADOR**

Muchos años antes de la instauración de la República se tiene noticias sobre la producción del cacao, lo que podría significar que el Ecuador tiene más de 200 años de producción, incluso este cultivo constituyó la base económica para el mantenimiento de las gestas patrióticas que lograron la independencia de España.

La variedad original conocida como la Nacional que aún se cultiva en el Ecuador, se mantuvo en forma exclusiva para el país hasta 1890 en la que fue introducido el cacao venezolano perteneciente al complejo genético de los Trinitarios; la variedad nacional es sin duda nativa del país, y se cree que proviene de los declives orientales de la cordillera

de los Andes, en la Hoya Amazónica del Ecuador, de donde fue distribuída por monos y ardillas, que tienen predilección por la pulpa azucarada que rodea a la semilla, también se presume que la semilla de esta planta fue introducida por los viejos caminos del Imperio Inca y sembrada por los aborígenes de la Costa Occidental, en tiempos remotos.

Se asume la posibilidad de que el cacao haya crecido naturalmente en la Hoya Amazónica y que al aislarse por el plegamiento de los Andes, las características ecológicas al Oeste de la Cordillera imprimieran las cualidades con que en la actualidad se lo conoce.

La economía del país durante toda su historia y hasta 1972 se sustentó en el sector agropecuario, este sector proveyó la mayor parte del empleo, del ingreso y de las divisas. El sector agroexportador banano, café, **cacao**, azúcar, junto con las actividades agrícolas y pecuarias de la sierra que sustituían a las importaciones formaban la base de la economía ecuatoriana dominando al sector minero e industrial que en ese entonces eran relativamente pequeños.

El cacao Nacional tenía un lugar privilegiado en el mercado mundial por su elevado aroma y calidad. Ecuador fue el mayor exportador de cacao

a inicios de siglo, aportó el 20 % del mercado mundial, pero luego de la primera guerra mundial una combinación de factores adversos, incluyendo graves enfermedades, baja del precio y problemas de producción y expansión de cultivo en otros países tropicales, redujeron nuestro contexto mundial a tan sólo el 2 % de la participación.

La producción de cacao ha generado recursos y empleo, movilizando a decenas de miles de jornaleros y familias campesinas del litoral atrayendo también mano de obra de la región Sierra; y haciendo que provincias como Los Ríos, Manabí, Guayas y el Oro; generen recursos que han sido canalizados en beneficios de otras áreas para el desarrollo nacional; además de un gran aporte de divisas a través de las exportaciones, situación que ha permitido contribuir al desarrollo y progreso de la economía ecuatoriana.

La producción cacaotera en nuestro país se encuentra muy ligada a las condiciones del ecosistema y esto es determinante para que las causas que reducen el rendimiento sean diferentes a otros países productores.

Sin embargo el cultivo del cacao en el país a pesar de los problemas tiene buenas perspectivas debido a la creciente demanda en el mercado internacional por su calidad de aroma fino.

### 1.3. FASE AGRICOLA

#### 1.3.1 ZONIFICACION Y ECOLOGIA DEL CULTIVO

##### 1.3.1.1 CLASIFICACION DEL CACAO

El cacao es una planta tropical que pertenece al género ***Theobroma*** de la familia de las Esterculiáceas; que comprende unas 20 especies; entre estas encontramos *Theobroma Cacao* que es una de las más conocidas por su importancia económica y social, *T.bicolor* conocido en el Ecuador como cacao blanco o patas, y *T. angustifolia*, que se ha empleado en América Central desde. Por su variabilidad genética siempre ha existido confusión en la ubicación taxonómica del cacao comercial; pero se sostiene que la mayor parte del cacao comercial pertenece a una sola especie (*Theobroma CACAO*) que comprende los complejos genéticos: Criollo, Forastero Amazónico, Cacao Nacional, Trinitario.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Tomado del Manual del Cultivo del Cacao.INIAP 1995

### **1.-Criollo**

El término criollo (indígena) fue atribuido por los conquistadores españoles al cacao cultivado en ese entonces en Venezuela. Actualmente se lo encuentra cultivado en América Central, México, Colombia y parte de Venezuela.

### **2.-Forastero Amazónico**

Este grupo comprende los tipos de cacao de Brasil y África Occidental. También se llaman Amazónicos porque se encuentran distribuidos en forma natural en la cuenca de este río y sus afluentes. Se reconocen como centro de origen el área localizada entre los ríos Napo, Putumayo y Caquetá, en América del Sur.

### **3.-Cacao Nacional**

La variedad nacional por mucho tiempo se la ha considerado perteneciente a los Forasteros, pero se la mantiene como un grupo distintivo aparte, porque sus características de calidad y aroma se asemejan más a los criollos.

#### **4.-Trinitario.**

Se originó en la Isla de Trinidad, sus características genéticas son intermedias entre criollos y forasteros determinando diversos tipos de cacao.

Hay dos formas de propagar plantas de cacao por medio de semillas (sexual producto del padre y la madre), y por la clonal (asexual) que es cortar ramas seleccionadas, ponerles hormonas y enraizarlas.

**CACAO CLONADO** Entre estos destaca La variedad CCN-51 (Colección Castro Naranjal) fue descubierta en 1960 por un científico que haciendo el cruce de dos híbridos de dos variedades y con el producto de esto lo clonó con un cacao denominado Canelos del Oriente Ecuatoriano. Siendo muy resistente a enfermedades como la Escoba de Bruja y la Monilla; le ofrece al país una mejor posición dentro del mercado competitivo de exportación.

En el Ecuador en la actualidad encontramos Concretamente que el tipo Nacional x Trinitario reemplazó el cultivo tradicional del "Nacional" hace

más de cincuenta años. La superficie con CCN-51, únicamente se observa en cacao menor de 20 años, con tendencia creciente, especialmente en los últimos años.

### **1.3.1.2 Principales Zonas de Producción en el Ecuador**

En nuestro país el cacao cultivado se encuentra distribuido casi en su totalidad en la región costanera, a diferentes estratos se identifican 3 zonas ecológicamente distintas norte, central y sur. En las provincias de la región Oriental también se encuentra cacao y se lo considera zona oriental.<sup>2</sup>

#### **ZONA NORTE**

Comprende las provincias de Esmeraldas, Manabí y las estribaciones occidentales de la cordillera, en Pichincha y Cotopaxi, encontrándose en Quinindé, Viche, Esmeraldas, Choné, El Carmen, Santo Domingo y la Maná, como puntos más sobresalientes es importante anotar que las intensas precipitaciones que ocurren en El Carmen, Quinindé, Viche y Sto Domingo propician enfermedades que disminuyen su producción, considerándose estas zonas como áreas marginales de cultivo.

---

<sup>2</sup> Manual del Cultivo del cacao. INIAP 1995

En esta zona no existe un mayor rendimiento tecnológico y los rendimientos son bajos, aunque en los últimos años ha aumentado la colonización de la zona y se observan mayores siembras de cacao.

## **2.-ZONA CENTRAL**

Abarca las áreas de cacao de cacao que se encuentran en la mayor parte de la zona de la Cuenca del Río Guayas y la provincia de los Ríos: Balzar, Colimes, Sta Lucía, Urbina Jado, Vinceas, Palenque, Baba, Guare, Isla de Bejucal, San Juan, Pueblo Viejo, sur de Ventanas, Catarama, orillas de Ricaurte, Pimocha, Caracol, Babahoyo y Quevedo.

Este cacao se lo conoce como tipo <<Arriba>>, por lo que se encuentra situado aguas arriba de los ríos Babahoyo, Daule y sus afluentes.

También lo encontramos en los márgenes de la cordillera occidental de la provincia de Bolívar en Echeandía, San Antonio y Balsapamba. Esta zona posee características óptimas en cuanto a suelos.

Desde el punto de vista económico aquí encontramos el renglón más importante en producción nacional.

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias ha generado un paquete tecnológico, en consideración que la zona tiene un buen potencial de producción.

### **ZONA SUR ORIENTAL**

En esta zona se agrupa la parte sur de la provincia del Guayas (Milagro, Naranjito, Naranjal, Balao Chico, Balao, Tenguel) y las provincias de El Oro (Santa Rosa, Machala, Guabo y Tendales).

Esta última área se la considera como de alto potencial, ya que sus condiciones climáticas son menos favorables para el desarrollo de enfermedades, incluso se ha sembrado cacao en carreteras modernas y zonas dotadas de riego, drenaje y que incluso reciben los beneficios de plantaciones bananeras próximas.

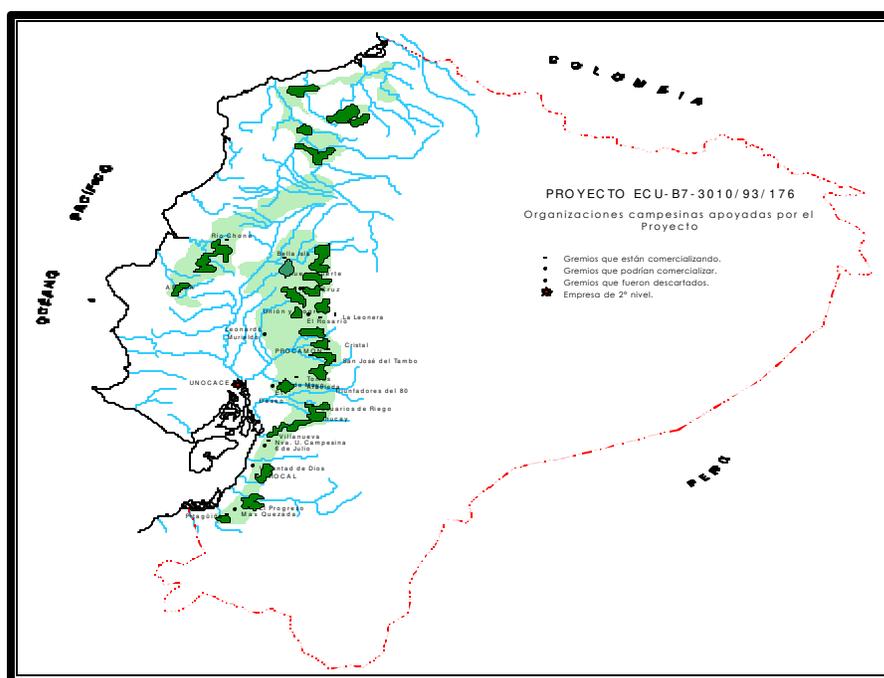
### **ZONA ORIENTAL**

En la región oriental encontramos cacao en las provincias de Napo, Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe. Aunque se encuentra situada en el centro del origen del cacao los colonos no

tienen mayor interés sobre este cultivo, las semillas han sido traídas de la costa, así como de árboles silvestres locales.

En la figura 1.2 se aprecia un mapa del Ecuador con producción de cacao.

**FIGURA 1.2 MAPA DE LA PRODUCCIÓN DE CACAO EN EL ECUADOR**



Fuente : Proyecto ECUB7

### 1.3.1.3 FACTORES CLIMATICOS

El clima ideal para el cultivo del cacao es el tropical cálido, razón por la cual se lo encuentra cultivado en países ubicados en una faja próxima a la línea ecuatorial en América, África, Asia y Oceanía. Los factores climáticos de temperatura, pluviosidad, luminosidad, humedad relativa y viento guardan relación e interactúan con los procesos fisiológicos de crecimiento y de desarrollo (fase vegetativa, productiva y reproductiva).

En nuestro país, tenemos dos períodos climáticos bien marcados, el lluvioso (invierno) y el verano que es seco lo cual también es un factor limitante en la producción nacional.

#### TEMPERATURA

El promedio ideal se lo encuentra alrededor de 25° C y en nuestro país lo tenemos: En las provincias de la región Litoral, en la faja correspondiente a las laderas bajas de la cordillera occidental; en provincias de la región Sierra, hasta una altura de 500 a 1000 metros sobre el nivel del mar, así como en las laderas de la

cordillera oriental y ciertas áreas de las provincias de la región Amazónica.

La temperatura media máxima es de 30.3°C y la temperatura media mínima es de 18.6° C.

En las localidades de la zona central el período es más frío.

Las áreas de producción próximas a las estribaciones de la cordillera andina tales como: La Maná, Echeandia, Caluma, Bucay y Ponce Enríquez son las más afectadas por las bajas temperaturas.

## **2.- Luminosidad**

La luminosidad o heliofania es la cantidad de brillo o luz solar que entra en una plantación.

La intensidad de la luz es probablemente el factor más importante a considerar. La incidencia luminosa diaria está afectada por las nubes, las lluvias fuertes, el polvo y otros factores.

En la mayoría de las zonas productoras del Ecuador, las horas de brillo solar oscilan entre 800 y 1000 horas al año, o sea de 2 a 3

promedio diarias, la latitud determina las horas de luz diarias y en el Ecuador es casi constante, pero la nubosidad si influye en la radiación solar en las zonas central y norte. Podemos anotar las horas de brillo solar de otros países cacheteros tales como en Costa Rica tiene 4.3, Trinidad 7.3, Ghana 4.6 y Brasil 6.0.

### **3.- Precipitación**

Para establecer si una huerta o finca cacaotera ofrece condiciones óptimas se requiere una precipitación de 1200 a 2500 mm anuales bien distribuidos y con un mínimo de lluvia de 100 mm. En las provincias de la región Litoral existen muy pocas zonas con este microclima, pero en la Sierra y en la región Amazónica encontramos provincias y zonas con una buena distribución anual de lluvias, donde no está marcada la época lluviosa con la época seca. Sin embargo en zonas secas o con un verano largo o marcado se utiliza el riego por gravedad, microaspersión o goteo mediante un paquete tecnológico y actualizado.

### **4.-Humedad Relativa**

La humedad relativa del aire guarda relación directa con el mayor porcentaje de mazorcas enfermas por Escoba de Brujas y Monilla.

En el Oro donde hay una menor humedad relativa hay menor porcentaje de mazorcas enfermas, mientras que Esmeraldas y los Ríos que son las zonas con mayor humedad relativa presentan un mayor porcentaje de mazorcas enfermas, a estas conclusiones llegó el Instituto De Investigaciones Agropecuarias.

Una media de 75-80 % de humedad relativa es conveniente para el cacao. En Pichilingue la humedad relativa es de 85 %, en Costa Rica 62 %, Trinidad 63 %, Ghana 66 % y Brasil 75 %.

El cacao ecuatoriano ocupa el sexto puesto en la producción mundial, y mencionando el hecho de que a inicios de siglo ocupaba el primer puesto; es muy importante para nuestro país recuperar este sitio y por ende mantener la buena imagen del cacao fino de aroma.

El cacao tipo arriba, es cotizado por los mercados potencialmente grandes, ya que estos requieren de confianza y de credibilidad;

cualidades que se obtienen a través del tiempo; demostrando constancia y homogeneidad en la calidad que se exporta.

Los rendimientos más altos de producción de cacao se encuentran en los cantones de Portoviejo y Bolívar, en la provincia de Manabí (mejor luminosidad; menos impacto de las enfermedades), y lo más bajos en Mocache - Buena Fe (Provincia de Los Ríos), El Empalme (Provincia de Guayas) donde no existe diferencia entre los rendimientos promedios de las huertas sembradas con tipo Nacional o con tipo Nacional por Trinitario; pero las huertas sembradas con CCN-51 tienen un rendimiento por encima de los otros tipos.

En nuestro país, el complejo Nacional x Trinitario ocupa más del 87,8 % del área sembrada. El tipo Nacional, en el mejor de los casos no sobrepasa el 12 % del área sembrada. Concretamente, el tipo Nacional x Trinitario reemplazó el cultivo tradicional del "Nacional" hace más de cincuenta años. El tipo Nacional es más frecuente en Guayas y Los Ríos especialmente en los sectores de Milagro, Naranjal, Babahoyo (Febres Cordero). El clon CCN-51 se lo encuentra en los sectores de Milagro, La Troncal, Simón Bolívar y Yaguachi.

Cuando se establece el rendimiento promedio por clases de edades, (en el caso del grupo genético Nacional x Trinitario que abarca el 86,1 % de la superficie total); encontramos que el rendimiento es inversamente proporcional a la edad; puesto que en huertas más jóvenes, se logran como promedio 9,11 qq/ha; mientras este promedio va decreciendo (hasta 4,04 qq/ha en las huertas de más de 50 años) conforme aumenta la edad de las huertas.

Estableciendo la producción promedio por hectárea al año de los diferentes tipos de cacao, y comparando sólo huertas menores de 20 años (ya que el CCN-51 irrumpió por esa época), se observa que estos presentan diferencias pequeñas en su rendimiento, a excepción del CCN-51 que tiene un rendimiento muy por encima de los otros tipos, puesto que con 8,13 qq/ha de promedio aventaja a los demás.

**TABLA I**

**RENDIMIENTO POR TIPO DE CACAO**

TIPO DE CACAO	RENDIMIENTO qq/ha
NACIONAL	6,55
N x T	6,40

---

CCN-51			8,13
OTRO	CLON	SIN	6,82
IDENTIFICAR			

---

**FUENTE: Encuestas 1997 Proyecto ECU- B7- 3010/93/176**

### 1.3.2 Enfermedades del Cacao

Uno de los mayores problemas que afronta la producción de cacao en nuestro país se deben a las enfermedades; entre las cuales más comúnmente se encuentran: La Escoba de Bruja, Monilla del Cacao, Mal del machete, mazorca negra.

**La Escoba de Bruja.-** Se produce a causa de un hongo por medio de las escobas secas que permanecen en los árboles las cuales reproducen un hongo por dos años y más; sólo necesitan lluvias o garúas.

Las escobas que se encuentran en el suelo de la planta, reproducen el hongo en menos tiempo; para su control se lleva a cabo la remoción de escobas mediante podas, y fungicidas.

**Monilla del cacao.-** Es una enfermedad causada por un hongo parásito que ataca solamente las mazorcas, de cualquier tamaño y

en cualquier sitio del árbol. Cuando la mazorca ya está dañada por dentro aparecen manchas café chocolate que se cubren con una ceniza, después aparece un polvillo crema sobre esta mancha, el cual es el hongo que se reproducirá y enfermará a las otras mazorcas. Para evitar su propagación se tumban los frutos enfermos y se los deja en el campo para su degradación natural.

**El Mal del Machete.**- es una enfermedad mortal causada por un hongo, que ataca al tronco o las ramas del cacao, generalmente se encuentra en la parte baja de los troncos de los árboles. La puerta de entrada son las heridas y cortes que se hacen en las plantas con machete y otras herramientas de poda contaminadas. Para combatir esta enfermedad se queman los arboles afectados y si el ataque es parcial se elimina el tejido cortándolo hasta hallar la madera sana.

Existen también otras enfermedades como: El marchitamiento prematuro de las mazorcas, bubas o agallas de cacao, pudrición negra de las mazorcas, antracnosis, muerte regresiva, enfermedad causada por algas, virosis, las enfermedades de las raíces, y las enfermedades en plántulas (viveros).

Nuestro medio ecológico, en el cual se desarrolla el cacao, crea condiciones favorables para los insectos. En una plantación de cacao, además de insectos polinizadores existen otra clase de insectos benéficos especialmente parásitos y predadores, los cuales controlan a los insectos plagas que atacan a las plantas.

Entre las plagas que afectan al cacao se encuentran: Las polillas del tronco, Mosquilla del cacao, Trips, Afidos o pulgones, Cochinillas, Roedor de la mazorca de Cacao o medidor, Esqueletizadores de las hojas, larvas defoliadoras, cicadélidos, perforadores de las hojas, Hormigas Arrieras.

La poda fitosanitaria disminuye la incidencia de enfermedades, así como también un adecuado control químico.

### **1.3.3 LABORES CULTURALES**

#### **Control de Malezas**

El control de malezas es una labor muy extendida en nuestro medio debido, a que las condiciones predominantes en un huerto de cacao favorecen el crecimiento de maleza, estas pueden ser hospederas de enfermedades y plagas, dificultando las labores

agrícolas. El Control se lo realiza por medio de dos métodos: Mecánico con machete, dejando la maleza distribuida en el suelo; y químico con la aplicación de herbicidas.

Al precisar sobre el total de las huertas con cacao tipo Nacional x Trinitario comprendidas entre 10 y 40 años de edad, que son las más comunes, si estas reciben o no ciertas labores culturales que pudieren tener alguna influencia sobre la variable de rendimiento promedio por hectárea, se distinguen ciertas diferencias de producción de acuerdo al manejo que reciben las mismas.

Es así que, para huertas que no reciben control de malezas, el rendimiento por hectárea está en 2,27 qq de promedio; mientras que los rendimientos aumentan cuando se elimina, de manera oportuna y precisa, la competencia ocasionada por las malezas, pudiéndose incluso llegar a casi siete quintales por hectárea cuando se realizan tres controles anuales. Como se aprecia en la tabla II

**TABLA II**  
**RENDIMIENTO POR LABOR CULTURAL**

LABOR CULTURAL	RENDIMIENTO qq/ha
Sin control de malezas	2,27

---

1 control de malezas	5,76
2 controles de malezas	6,07
3 controles de malezas	6,68
>3 controles de malezas	5,30

---

**FUENTE: Encuestas 1997 Proyecto ECU- B7- 3010/93/176**

### **Podas y riegos.**

Es una práctica que ayuda al árbol a tener una mayor distribución y forma; aumenta la cantidad de flores y por consiguiente de frutos. Otro de sus objetivos es regular la entrada de luz y aire necesarios para que el árbol cumpla sus funciones.

Eliminando las ramas secas y enfermas, se facilita el control de virus y enfermedades. Existen 4 tipos de podas en el cacao las cuales son: Formación, mantenimiento, fitosanitario, y de rehabilitación.

La poda de formación tiene por finalidad favorecer el crecimiento del árbol, y equilibra el sistema aéreo de las plantas en desarrollo, mediante el corte de ramas innecesarias del interior de la copa.

La poda de mantenimiento tiende a mantener la forma del árbol, dar suficiente luz y aereación en todo el follaje y entresacar las ramas mal formadas.

La poda fitosanitaria elimina plantas parásitas y mazorcas infectadas que crecen en la copa del árbol.

La poda de rehabilitación se realiza en huertos viejos e improductivos y consiste en eliminar abundante follajes y ramas, con el fin de que la planta emita nuevas ramas.

Este tipo de labor agronómica tiene cierta influencia sobre la producción, puesto que en huertas podadas se logran 6,84 qq/ha; mientras que, en huertas sin podas este promedio baja a 5,27 qq/ha.

**TABLA III**  
**RENDIMIENTO POR LABOR CULTURAL**

LABOR CULTURAL	RENDIMIENTO qq/ha
Huertas con poda	6,84
Huertas sin poda	5,27

---

**FUENTE: Encuestas 1997 Proyecto ECU- B7- 3010/93/176**

Aunque no existen diferencias marcadas en huertas con riego (por gravedad) y sin riego, ya que con promedios de 5,96 y 5,84 qq/ha, respectivamente, dan a entender aquello. Es posible que en huertas con riego; éste, el riego, no sea aplicado en las épocas, cantidades y frecuencias adecuadas para los requerimientos hídricos del cultivo, o más bien podría tratarse de la posibilidad de pérdidas ocasionadas por enfermedades de la mazorca.

**TABLA IV**  
**RENDIMIENTO POR LABOR CULTURAL**

LABOR CULTURAL	RENDIMIENTO qq/ha
Huertas con riego por gravedad	5,96
Huertas sin riego	5,84

**FUENTE: Encuestas 1997 Proyecto ECU- B7- 3010/93/176**

El tipo de riego más utilizado para dotar de agua a las plantas es por gravedad, luego sigue el riego por inundación. El uso de riego subfoliar está limitado a ciertas áreas (especialmente el sur de Guayas).

Acerca de la disponibilidad de una fuente de agua para riego de las huertas, en el caso de que no posean fuente alguna, dependerían

del agua que en época de lluvias cae para suplir las necesidades hídricas.

### **Fertilización.**

El cacao se desarrolla mejor en suelos bien provistos de materia orgánica, para establecer una plantación de cacao el suelo debe tener una estructura altamente porosa que permita la infiltración y perforación rápida del agua, así como una adecuada aereación y fácil penetración de las raíces.

La fertilización es un recurso para aumentar la producción. La huerta de cacao puede requerir algún nutriente que esté limitando su normal desarrollo y la fertilización debe ser hecha en base a sus necesidades, pero para asegurar el éxito de la práctica esta debe ir acompañada de otras labores como reducción de la sombra definitiva, control de malezas, riego, control de enfermedades y de plagas, entre otros factores.

El tratamiento de fertilización consiste en aplicar urea y abono completo por lo general, en algunos casos se utiliza abono foliar.

Los nutrientes del cacao son, tomando en cuenta la extracción total de nutrientes, para las mazorcas es usado en mayor cantidad el potasio, seguido por el nitrógeno, fósforo, magnesio y calcio, en las almendras el elemento que más se acumula es el nitrógeno, siguiéndole el potasio, fósforo, magnesio y calcio. En cambio, las cáscaras extraen más potasio, nitrógeno y calcio.

La fertilización por lo general se realiza a base de urea y con una dosis general promedio de 120 kg/ha/año, también se suelen aplicar abonos completos a base de NPK. La dosis promedio general por hectárea utilizada es de 120,5 kg al año, y en nuestro medio es muy poco usual la fertilización completa (NPK) en el tratamiento de las huertas.

En la siguiente tabla se puede ver el rendimiento de una huerta fertilizada y una huerta no fertilizada.

**TABLA V**  
**RENDIMIENTO POR LABOR CULTURAL**

LABOR CULTURAL	RENDIMIENTO
Huertas fertilizadas	6,21 qq/ha

---

Huertas	no	5,70
---------	----	------

fertilizadas

---

**FUENTE: Encuestas 1997 Proyecto ECU- B7- 3010/93/176**

### **SOMBREAMIENTO**

La mayoría del cacao en el Ecuador, como casi la totalidad del cacao del mundo se desarrolla bajo alguna forma de sobrealimento, la cual modifica las condiciones climáticas en la proximidad inmediata al árbol.

El cacao requiere para su normal desarrollo dos tipos de sombra: Una inicial o provisional que proporciona sombra al cacao durante un período más o menos corto, dado por las plantas que van a estar en desarrollo hasta cuando crezcan las plantaciones para producir alto sobrealimento; y otra para proteger a el cacao durante toda su fase productiva.

**Sombra Provisional.**-Protege las plantas jóvenes de cacao, se utiliza comúnmente cepas de banano o de plátano, estas son tratadas químicamente.

Es recomendable que a las plantas de cacao desde el momento del transplante hasta que crezcan se les proporcione sombra

adecuada, hasta que se haya establecido la sombra permanente y dé una buena cobertura al cacao, lo cual ocurre generalmente a partir del tercer año.

### **SOMBRA PERMANENTE**

El sombreamiento definitivo proporciona protección a las plantas de cacao, durante toda su fase productiva, proporcionando condiciones ambientales más estables, generalmente se utilizan Guabos de bejuco, machete, mico y de cajón, bombón.

En la siguiente tabla se encuentran los rendimientos en huertas con sombra y sin sombra.

**TABLA VI**  
**RENDIMIENTO PO LABOR CULTURAL**

<b>INTENSIDAD DE SOMBRA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>
<b>PERMANENTE</b>	<b>qq/ha</b>
<b>Ninguna</b>	9,18
<b>Baja</b>	7,35
<b>Media</b>	5,04
<b>Alta</b>	4,90

**FUENTE: Encuestas 1997 Proyecto ECU- B7- 3010/93/176**

## **TECNOLOGIA**

El tipo de tecnología a utilizarse está dado en función del tipo de agricultor sea grande, pequeño, o mediano, se acepta tres tipos de tecnificación: Tenificado, Semitecnificado y Tradicional, su diferencia radica en la cantidad y frecuencia de insumos utilizados y de la aplicación que se quiera llevar a cabo, no solamente con agroquímicos, sino también en la eficiencia de la mano de obra.

### **1.3.4 BENEFICIOS DEL GRANO DE CACAO**

El beneficio o preparación del cacao como materia prima para la industrialización del producto, incluye una serie de operaciones las cuales son: La cosecha de mazorcas maduras, extracción de almendras, fermentación y por último el secado del grano.<sup>3</sup>

## **COSECHA**

La mazorca (fruto del cacao) una vez que haya alcanzado su madurez en buenas condiciones, se procede a su cosecha. Se utiliza una podadera bien afilada, acoplada a palancas de caña, provistas de embonos de madera.

---

<sup>3</sup> Manual del Cultivo del Cacao. INIAP 1995.

La cosecha se realiza máximo cada 15 días en época lluviosa y 30 días en época seca, la frecuencia dependerá un poco de la conveniencia del agricultor, en época de alta producción la cosecha es semanal, está se la hace cuando el fruto está maduro y se observa su cambio de coloración.

Durante la cosecha se debe evitar mezclar mazorcas pintonas, enfermas, sobremaduras y dañadas por roedores .

En nuestro país existen diferencias marcadas de los picos de producción entre una provincia y otra por ejemplo en El Oro la producción se inicia a mediados de mayo, continuando en ascenso durante junio, la producción se mantiene estable hasta el mes de octubre, donde se observa un descenso paulatino en la producción en noviembre y diciembre, durante el resto de meses la producción es casi inexistente. Este comportamiento es diametralmente opuesto a lo que ocurre en Manabí, donde se observa que durante los meses de la época lluviosa los niveles de producción de las huertas son altos, declinando la productividad de estas en época seca. En Guayas y Los Ríos, la producción está distribuida un poco de manera más uniforme todo el año, con la tendencia de que

sus picos máximos de producción se dan a inicios de la época lluviosa.

### **EXTRACCION DEL GRANO**

La apertura y extracción del grano de mazorca de preferencia debe efectuársela en la misma plantación pero rotando los sitios para esta labor, debido que los cascarones sirven de refugio natural de los insectos polinizadores.

Las mazorcas deben de partirse, procurando no lastimar las almendras, estas se extraen con los dedos o con una cuchara de madera o hueso, se elimina la placenta, así como cualquier fragmento de cáscara y almendras afectadas por enfermedades, que desmejoran la calidad del producto.

### **FERMENTACION**

Se la conoce como la preparación o cocinado, es el proceso a que se someten las almendras frescas, el cual les permite adquirir su particular calidad, dando como resultado un producto con el sabor precursor del chocolate.

En la siguiente tabla se muestra la comparación entre las características de almendras fermentadas y sin fermentar.

**TABLA VII**  
**CARACTERISTICAS DE LAS ALMENDRAS**

Almendras		
Características	Fermentada	Sin fermentar
Aroma	Agradable	Desagradable
Sabor	Medianamente amargo	Astringente
Forma	Hinchada	Aplanada
Color interno	Café oscuro	Café violáceo
Textura	Quebradiza	Compacta
Separación de la testa	Fácil	Difícil

**FUENTE : Manual del Cultivo del Cacao. INIAP 1995**

Se depositan las almendras en cajas de fermentación confeccionadas en madera de pechiche, laurel o nogal, otra opción es fermentar en montón sobre tendales de caña.

Luego la masa en fermentación se la cubre con hojas de plátano o banano, bijao, en cantidad suficiente para evitar la pérdida de calor.

Para obtener un buen producto se aconseja dejar las almendras en fermentación durante 4 días, la remoción de la masa es muy bueno realizarlas cada 48 horas con palas de madera.

## **SECADO**

El secado reduce el contenido de humedad en las almendras fermentadas, del 60 % con que se inicia el proceso a un 7% si se quiere asegurar buenas condiciones de conservación. En el Ecuador el secado natural es el procedimiento más comúnmente empleado.

La construcción de tendales puede ser de cemento, con una ligera pendiente para facilitar el drenaje; o de caña picada, sobre montículos de arena y cercado con caña de bambú, según la economía del agricultor.

Otro tipo de tendal se lo construye a base de madera o caña, el complemento es una cubierta de lámina de polietileno color negro sostenida con caballete de madera, que protege a las almendras de las lluvias.

El primer día se extiende el cacao en los tendales, por cuatro horas si en la zona hay poco sol, en sectores muy asoleados se lo extiende por dos horas y luego se lo retira a un lugar con menos luz solar. El segundo día se exponen los granos por 5 horas

pasando el rastrillo varias veces para que reciban el sol en forma uniforme. El tercer día se los expone al sol.

Un adecuado tratamiento es muy importante para lograr un producto calificado y de buen precio.

#### **1.4 PRODUCCION NACIONAL DEL CACAO**

Por varias décadas el cacao tipo <<Arriba>> del Ecuador ha sido líder indiscutible en proveer grandes cantidades de un producto con aroma altamente deseado y libre de defectos de comercialización.

La superficie cultivada de cacao se estima en aproximadamente 350.000 hectáreas, con una producción anual de 100.000 TM y un rendimiento de 0.26 TM/ha, lo que significa 5 quintales por hectárea al año. Vale la pena resaltar que existen plantaciones modernas, donde los agricultores obtienen rendimientos muy superiores al antes señalado, (entre 1.5 y 2 Tm/ha).

Para el año 1997, la población económicamente activa dedicada a la producción de cacao fue de aproximadamente 141.777

personas, cifra que constituyó el 12 % de la PEA agrícola, mientras que si comparamos con la PEA total, el aporte fue del 3.6%.

En cuanto al aporte al PIB, durante los años 90, en promedio, la producción de cacao ha representado aproximadamente el 4.6 % del PIB agrícola y el 0.6% del PIB total.

Se ha podido determinar que en muchas zonas cacaoteras del país se produce la utilización de sustancias químicas, situación que le permite al producto obtener un precio internacional mucho más alto, por el valor ecológico que esto representa, existiendo una tendencia hacia la certificación ecológica.

A continuación podemos apreciar la producción, superficie y rendimiento en la tabla VIII.

**TABLA VIII**  
**PRODUCCION, SUPERFICIE, RENDIMIENTO**

<b>Años</b>	<b>Sup. Semb. has.</b>	<b>Sup. Cosech. has.</b>	<b>Producción Tm</b>	<b>Rendim. tm/ha</b>
1991	343.320	331.980	100.455	0,30
1992	346.220	327.060	93.999	0,29
1993	348.570	330.250	82.730	0,25
1994	336.130	325.400	81.163	0,25
1995	362.120	349.37	85.505	0,24
1996	362.120	335.075	93.821	0,28
1997	362.120	330.000	83.385	0,25

1998	362.120	301.191	35.006	0,12
1999	360.000	350.000	95.000	0,27

FUENTE: PROYECTO SICA

En el mercado mundial se suele clasificar al cacao en dos grandes categorías, la primera la de los granos utilizados en la fabricación de manteca de cacao y productos con gran cantidad de chocolate; la segunda categoría es la de los granos que dan características específicas de aroma o color en chocolates finos y revestimientos o capas de cobertura, estas distinciones se hacen desde el punto de vista industrial y comercial. Los granos de la primera categoría se suelen denominar granos básicos en los EEUU y granos ordinarios en Europa; los granos del segundo grupo se denominan finos en Europa y granos de aroma en los EEUU, en fin no hay criterios claros definidos universalmente para clasificar los granos de cacao y los criterios de calidad dependen de cada usuario.

Entre los exportadores de cacao fino o de aroma exclusivamente se encuentran: Belice, Granada, Islas de Barlovento y Sotavento, Jamaica, Samoa, Sri Lanka, Trinidad y Tobago, Venezuela.

Entre los exportadores de cacao fino o de aroma están: Colombia, Costa Rica, Ecuador con un 75 % Indonesia, Mexico, Papua Nueva Guinea.

#### **1.4.1 IMPORTACIONES**

Los países importadores de cacao fino o de aroma más importantes son: Estados Unidos, Francia, Alemania, Japón, Suiza, el Reino Unido, Bélgica y Holanda.

Sólo unos pocos elaboradoras utilizan cacao fino o de aroma en EEUU, nuestro país le provee normalmente el tipo A.S.E (Arriba Superior, Epoca), que es la calidad más baja entre las destinadas a la exportación en el Ecuador, el cual tiene un bajo precio.

Japón es considerado un país con grandes posibilidades de expansión, al igual que los demás sectores de la industria de elaboración de alimentos los industriales adquieren las materias primas importadas que necesitan de grandes firmas comerciales.

Alemania, su industria chocolatera atravesó a partir de la década de los 90, un período de expansión, pero se presume que los comerciantes operan en su mayoría con el cacao del Ecuador.

Suiza tiene la fama de poseer el índice de consumo de chocolate per cápita más alto del mundo, incluso a esto se debe la popularidad de las barras suizas de chocolates, y únicamente en este país se lo incluye en la dieta ordinaria del adulto; los suizos incorporan en sus fórmulas un alto porcentaje de cacao fino o de aroma; como ejemplo está Nestlé que ha intensificado sus contactos directos con ciertos centros productores, en especial Jamaica, Papua, Nueva Guinea y Ecuador, a través de sus propias instalaciones locales de elaboración para asegurar la continuación y la expansión de las adquisiciones del cacao fino o de aroma.

El mercado francés es más difícil de apreciar debido a que el sector industrial ha tenido una mayor descentralización en relación a otros países, aunque si bien es cierto el mercado del cacao fino de aroma es importante .

En Reino Unido, los compradores de cacao fino o de aroma son las grandes empresas de elaboración como Rowntree (Del grupo Nestlé)

#### 1.4.2 PRODUCCION MUNDIAL

A nivel mundial la producción cacaotera mantiene un crecimiento estable.

Costa de Marfil, el mayor proveedor del orbe espera producir 250000 tm para el año 2000, Ghana, Nigeria, Indonesia y Malasia aumentaron su producción en 1999, mientras que Brasil sufrió una baja en su producción a causa de la <<Escoba de bruja >>.

En las naciones africanas se concentra el 70 por ciento de la producción mundial de cacao, el restante 30 por ciento se encuentra entre América y Asia. .

La popularidad creciente de los artículos de confitería con gusto de chocolate, combinados a menudo con elementos de fuerte aroma, como nueces, frutas, maní obliga a fabricar una base de chocolate de sabor neutro, para lo cual los mejores cacao son los de tipo africano occidental.

El Ecuador en el año 99 logró recuperar su producción después de los efectos devastadores de el fenómeno del niño en la producción de 1998, en el que apenas llegó a 35.006 toneladas métricas , siendo el promedio normal por año de 85.000 toneladas

métricas, en el presente año la producción cacaotera nacional se proyecta a 120000 o 130000 tm , la más alta de su historia entre los riesgos que podría sufrir la producción de cacao en los próximos años se deberían a la presencia impredecible de el Fenómeno de el Niño y a la dependencia de la producción de los países africanos .

Estados Unidos es el más grande importador de cacao con el 26 % de consumo mundial, mientras que Europa se ha afianzado en el consumo de cacao fino y de aroma en un segmento destacado del mercado bajo las calidades ASSS y ASS, el mismo que presenta las características de alta calidad , cuyo promedio anual se sitúa en las 90000 toneladas métricas.

Como ya se mencionó anteriormente la calidad del cacao en grano tiene dos aspectos, uno es objetivo, susceptible de medida y universalmente comprendido; el otro es subjetivo y peculiar de cada elaborador. La mayoría de los elaboradores si no todos, tienen la misma opinión subjetiva sobre la calidad del grano de cacao de Ghana, patrón universal; en menor medida lo mismo puede decirse del cacao de Nigeria y Costa de Marfil, además el

cacao de Ghana es muy apreciado en atención a aspectos de calidad.

Los rendimientos de los granos de cacao de países productores tienen uniformidad en pruebas realizadas en laboratorios en cuanto al contenido en grasa, pero sin embargo en operaciones reales de operación si existen diferencias, y el factor que más influye es la irregularidad de los lotes de una estación a otra y de una cosecha a otra.

#### **1.4.3 EXPORTACIONES**

Las exportaciones de cacao en grano durante el año 1996 (año normal pre-Niño) alcanzaron el volumen de 69.000 TM, por un valor de US\$ 91 millones; durante los últimos años las exportaciones de cacao en grano e industrializado han representado aproximadamente del 3 % al 5% de las exportaciones totales del país, porcentaje que puede incrementarse en el futuro, con el apoyo estatal y privado.

Durante el año 1997 y 1998 el Fenómeno climático afectó considerablemente a la producción y exportaciones de cacao en

grano, observándose que mientras en 1996 las exportaciones alcanzaron el volumen de 69.000 TM, para 1997 fue de 42.000 TM, lo que representa una disminución del 39%. Para 1998 la disminución fue del 40 o 50% con relación a 1996, tomando en consideración que el fenómeno climático todavía se encontraba presente en el litoral ecuatoriano hasta junio /98 y que las plantaciones en su mayoría perdieron su floración.

La producción total de cacao en grano en 1999 , según el Reporte de la Asociación Nacional de Exportadores de Cacao , Anecacao , fue de 96.070 toneladas métricas , con un consumo interno estimado en 5.000 toneladas métricas .La exportación alcanzó los 64'808793 dólares FOB .El rubro de los semielaborados representó un ingreso de 41'529.193 dólares FOB .Se destaca las exportaciones a Europa de la variedad tipo arriba por parte de los agricultores , gracias al Proyecto ECU-B7, programa auspiciado por la Unión Europea y que busca el mejoramiento en la producción y calidad de nuestro producto

#### 1.4.4 ELABORACION INDUSTRIAL

Para comprender los diversos factores que condicionan la demanda y los precios del cacao fino o de aroma se debe mencionar que los elaboradores del grano de cacao pueden en general clasificarse en fabricantes de chocolate e industriales prensadores. La industria del prensado elabora específicamente manteca de cacao, torta de cacao y cacao en polvo. Algunos productores de artículos de consumo como Nestlé, realizan ambos tipos de operaciones, ya que esta empresa transforma el licor de cacao en manteca para usarla en la producción de sus chocolates, y utiliza tortas residuales para dar sabor a sus productos de consumo a base de cacao. También puede fabricar chocolate para venderlo a otros fabricantes de productos terminados.

Se calcula que dos terceras partes de la producción mundial de cacao se destinan al suministro de los industriales prensadores, la tercera parte restante se utiliza para producir licor de cacao para la elaboración del chocolate.

La demanda de manteca de cacao ha sido superior a la demanda de cacao en polvo, la torta de cacao alcanza un precio que es solo una fracción del precio del grano.

Debido a que la industria entre sí es sumamente competitiva, los fabricantes de chocolate necesitan cada vez más un suministro constante de cacao de calidad.

La maquinaria para la elaboración de cacao fino o de aroma suele ser distinta a la que se utiliza para el grano ordinario, la primera tiene mayor flexibilidad y menor capacidad de producción, y se basa en el procesamiento por lotes la segunda procesa grandes cantidades en poco tiempo, y trabaja de manera continua.

Los granos de cacao fino o de aroma suelen utilizarse en mezclas con granos ordinarios, para producir ciertos efectos aromáticos en su acabado, y también obviamente para reducir el costo del cacao.

Los granos de cacao procedentes de Costa de Marfil y Malasia tienen un aroma mucho mayor a los producidos en Ghana ,Nigeria, Togo, sin embargo el grano de Ecuador es una excepción ya que el penetrante aroma arriba tiene bastante fuerza para dominar sobre el de otra procedencia.

#### 1.4.5 PRECIOS DEL CACAO FINO O DE AROMA

Los granos del cacao fino o de aroma se han cotizado en el mercado secundario a precios superiores a los de los granos ordinarios más corrientes como los de Costa De Marfil, este sobreprecio se debe a la disponibilidad de granos finos en países consumidores en relación con la disponibilidad de granos ordinarios; por ejemplo una producción de cacao ecuatoriano durante un período de escasez de cacao ordinario hará que la diferencia de precio se reduzca, desaparezca u opere en sentido inverso, en cambio una gran oferta de grano ordinario cuando la cosecha de cacao ecuatoriano es pequeña hará que se eleve notablemente la cotización de este. Esto ocurre con frecuencia en la historia de los precios de Brazil.

El cacao fino o de aroma alcanza cotizaciones más altas durante los períodos que bajan los precios mundiales del cacao, mientras que la diferencia de cotizaciones se acorta durante los períodos de alza de precios del cacao.

Este fenómeno no ha de atribuirse a una presunta demanda de cacao fino o de aroma en comparación con una demanda más irregular de cacao ordinario, y refleja el hecho de que la producción varía en países productores de cacao fino, también influye las situaciones estacionales en los países productores.

### **1.5 Comercialización del cacao en el Ecuador**

La comercialización del cacao en el Ecuador es manejada por varios tipos de intermediarios que forman una cadena entre productores y compradores finales (industriales y exportadores), quienes en conjunto pero desordenadamente ejercen un proceso de comercialización muy irregular.<sup>4</sup>

La participación de cada intermediario en la cadena depende del tipo de productor, que se define por el tamaño de la finca.

---

<sup>4</sup> Este tema es tomado del Estudio de la Cadena de Comercialización del Ecuador.

Los costos de producción o siembra, rehabilitación, mantenimiento de una hectárea de cacao se detalla en el apéndice.

En el cuadro 1.2 se aprecian los costos de producción o de siembra

Y su utilidad al final del año, los egresos los cuales están formados por la labor de instalación o labores culturales, insumos materiales y servicios y labores de formación y desarrollo y sus respectivos ingresos, la utilidad aumenta a partir del cuarto año de producción de cacao.

Igualmente en el cuadro 1.3, 1.4 se observan los diferentes costos de rehabilitación y mantenimiento. Actualmente el jornal de trabajo para los agricultores esta dado en \$3 y son 5 horas al día, regularmente desde la 7h00 hasta las 12h00.

## **1.5.1 Los Actores de la cadena: Localización, Función y Características**

### **1.5.1.1 Los Productores**

Existen aproximadamente 60000 productores de cacao en Ecuador. En las principales zonas cacaotera del país (las

provincias de Guayas, El Oro, Los Ríos y Manabí ) alrededor de 27000 agricultores cultivan cacao. La mayoría de ellos son pequeños y medianos productores. Estos no se dedican solo al cacao sino también a otros cultivos tales como café, plátano, arroz y maíz. En el 2001 el acuerdo ministerial de trabajo decreta el salario mínimo vital para los agricultores de \$32.

Según el tipo de productores resultan tres categorías.

Los grandes productores; los cuales representan el 10% de la superficie total sembrada en cacao, comercializan casi siempre su cacao directamente con los intermediarios de ciudad, industriales y exportadores, los medianos productores; los cuales representan el 25%, comercializan generalmente su cacao con intermediarios de pueblos y ciudades, los pequeños productores; los cuales representan el 65%, el estrato más numeroso y pobre y son quienes dependen de la intervención de toda la cadena de comercialización para llegar al industrial o exportador.

#### **1.5.1.2 Los Intermediarios**

Los intermediarios son comerciantes que compran cacao a los pequeños y medianos productores para venderlo a los exportadores e industriales.

Los comerciantes reciben el cacao en su bodega. Lo pesan, lo califican y lo sacan de los costales. La mayoría de las veces, los intermediarios lo amontonan en su bodega.

Los intermediarios tienen sus propios costales, sacos de plástico para el manipuleo corriente y sacos de yute para llevar el cacao a los exportadores. Renovan los sacos dos a tres veces por año. Después los intermediarios secan el cacao si es necesario. No les gusta comprar cacao en baba, pero cuando falta cacao, lo compran en cualquier estado. Cuando hay bastante cacao, exigen un mínimo de uno o dos días de sol.

Secan el cacao en tendales de cemento, algunas veces en la acera. Cuando está seco, hacen una sola mezcla. Un cacao fermentado, seco y limpio casi siempre se mezcla con el cacao corriente porque los intermediarios compran este tipo de cacao en muy pocas cantidades.

Por lo general se comercializan más de 1000 quintales por semana.

Los intermediarios venden el cacao seco o casi seco:

- ◆ Directamente a los exportadores e industriales en Durán y en Guayaquil.
- ◆ A un intermediario más fuerte en el mismo pueblo o en la misma ciudad.
- ◆ A un intermediario en Durán o en Guayaquil.

### **Medios de Transporte**

La mayoría de los intermediarios tiene su propio medio de transporte.

La compra de cacao se hace por anticipo. Los intermediarios reciben anticipo de dinero de los exportadores

#### **1.5.1.3 Compradores finales: Industriales y exportadores**

Exportan el cacao semielaborado (industriales) o en grano (exportadores), realizando las exportaciones desde el puerto de Guayaquil.

Forman el último eslabón de la cadena. Compran el cacao a los intermediarios y, según las empresas, procesan el cacao para exportarlo ó lo exportan en grano.

- Cuatro empresas se dedican a la fabricación de productos semielaborados: Triari, Santa Fé, Novolli y Edeca.
- Tres empresas se dedican a la fabricación de chocolates: Nestlé, Ferrero y La Universal.
- Unas 15 empresas exportan cacao en grano.

Los exportadores compran el cacao a los intermediarios y a los productores siendo el cacao de los productores de mucha mejor calidad ya que no se mezclan los granos de calidad diferente ni de secado diferente.

El problema es que los productores no pueden entregar bastante cacao, los volúmenes son demasiados pequeños y la rotación del capital no es bastante rápida.

Por eso los exportadores compran la mayoría del cacao que se exporta a los intermediarios, en grandes volúmenes y con una rotación rápida.

Los exportadores compran el cacao casi seco cuando supera 8 grados de humedad, proceden a un secado adicional en tendales

de cemento, y a veces cuando el clima no lo permite o cuando hay demasiado cacao, secan artificialmente con secadoras a gas.

Después se clasifica el cacao con una clasificadora con cinco salidas: Cacao ASE, ASS, ASSS, ASSPS y la basura.

A veces otra máquina (olivar ) hace una segunda clasificación. Se ensaca al cacao al salir de la máquina. El cacao en grano se exporta en sacos de cabuya libre de aceite mineral, es embarcado en contenedores de 20 a 40 pies dependiendo del mercado al cual se dirija. El cacao se carga en contenedor en el puerto o en la planta.

Un contenedor de 20 pies tiene capacidad para 250 a 270 sacos. Un proceso de absorción y de control de humedad es necesario para que el cacao se conserve durante el viaje.

El cacao semielaborado se exporta:

-En cajas de cartón y fundas de plástico de 30 kg por el licor.

-En sacos de 25 kg por polvo,

En cajas de 25 kg por manteca.

## 1.5.2 SISTEMA DE COMPRA

Cuando el agricultor entrega su cacao, primero el intermediario mira el aspecto general del cacao. El cacao negro o con monilla se compra a parte. Después el intermediario toma un puñado de pepas de cada saco, corta algunas pepas con una navaja y calcula el grado de humedad enterrando la uña. Esta estimación no necesita de ningún material especializado solo cuenta la experiencia y la destreza.

La calificación corresponde el peso que va a perder el cacao:

- ◆ En agua cuando va a terminar de secar.
- ◆ En impurezas cuando el exportador va a clasificarlo.

Del peso que indica la balanza, se descuenta primero la tara (peso de los sacos vacíos ) y después se descuenta el número de libras que va a perder el cacao.

## 1.5.3 Exportación del Cacao en Grano.

Los trámites para la exportación de cacao en grano respecto a la calidad la tiene la Asociación Nacional de Exportadores de Cacao (ANECACAO).

ANECACAO expide el certificado de calidad, basado en la Norma INEN 176 Cabe mencionar que la norma tiene 7 clasificaciones establecidas pero en la práctica esto no se cumple, y apenas se utilizan cuatro ASE, ASS, ASSS, ASSPS.

Tres empresas verificadoras contratadas por ANECACAO efectúan la inspección del cacao, elaboran un informe y lo entregan a ANECACAO.

Detalles de la Tramitación del certificado de calidad por parte de ANECACAO.

1.-Para que un exportador pueda tramitar el certificado de calidad de cacao en grano y cacao elaborado debe llenar la orden de inspección y remitirla a ANECACAO, a fin de designarle una empresa verificadora.

El control de calidad interviene 48 horas antes de la fecha de exportación del cacao en grano.

2.-Para tramitar el Formulario Unico de Exportación, en el Banco Central o en el banco corresponsal, el exportador debe presentar

la orden de inspección con el sello de recibido de ANECACAO (con dos copias original destinado a anecacao, copias para el banco y para el exportador.

3.-La verificadora designada tiene la obligación de trasladarse al lote del exportador a inspeccionar el lote ya listo, en el 80 % del total. Las muestras del lote son analizadas en el laboratorio de la verificadora si la empresa está dentro del Guayas, si esta fuera lo hace en la empresa del exportador, sobre la base de 4 muestra selladas de 500 gramos a ser distribuidas a:  
Al Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria . (SESA)

A ANECACAO .

Al exportador

A la verificadora

4.-Una vez realizada el análisis, la empresa le comunica los resultados a Anecacao, y al SESA a fin de que emita el certificado indicando si el lote está fuera de norma o dentro de la norma INEN 176.

Si el lote está dentro de la NORMA, el certificado lleva el sello de garantía de ANECACAO.

Si el lote está fuera de norma, el exportador puede solicitar la intervención de una Comisión de Arbitraje integrada por representantes del SESA, de ANECACAO, y de una verificadora independiente.

ANECACAO puede aceptar aquellos lotes que estén fuera de norma pero bajo una solicitud escrita del cliente comprador, en este caso la responsabilidad de la calidad perdida recae sobre el cliente que ha aceptado este lote.

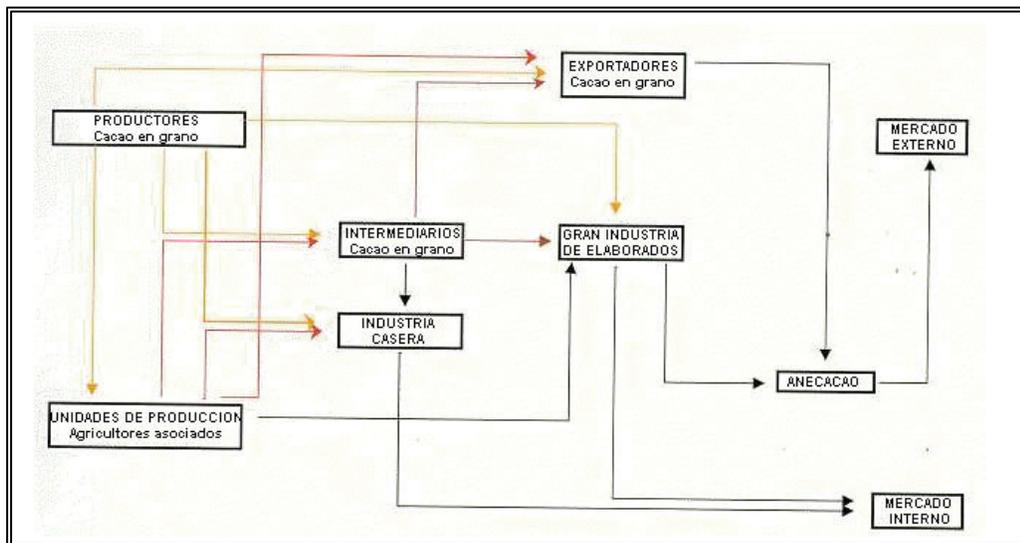
Aunque, se tiene estipulado que no se debe perder un cliente potencial y debe satisfacer su solicitud, la deficiente calidad del producto ecuatoriano exportado crea confusión y mala imagen para el Ecuador.

ANECACAO tiene como misión restablecer para el país el prestigio de exportador de cacao fino de aroma; colaborando con la eficiencia de la producción, mejoramiento de la competitividad internacional, satisfaciendo las necesidades del consumidor .

En el siguiente gráfico se muestra un flujograma de la cadena de cacao y elaborados.

FIGURA 1.3 FUENTE : PROYECTO SICA

## FLUJOGRAMA DE LA CADENA DE CACAO Y ELABORADOS



En el apéndice en el cuadro 1.1 se puede ver la Estructura del Sector Cacaotero en el Ecuador.

## 1.6.-NORMATIVAS SOBRE EL CACAO Y CONVENIOS

### NORMAS DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

#### 1.6.1 ECUADOR: NORMATIVAS SOBRE CACAO

El Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) es el organismo oficial de la República del Ecuador que implanta la política del Gobierno Nacional en materias de Normalización, Calidad y Metrología.

Es la única entidad del estado que a través de las normas técnicas analiza, coordina, racionaliza las actividades técnicas de la producción en los campos de la Calidad, Metrología, Ensayos Industriales, Envases, Embalajes y, Protección al Consumidor.

Las normativas técnicas del cacao en grano son.

NTE INEN 173.Cacao en grano. Determinación de la humedad

NTE INEN 174. Cacao engrano. Determinación del contenido de grasa.

NTE INEN 175. Cacao en grano. Ensayo de Corte.

NTE INEN 176Cacao en grano. Requisitos Y Clasificación.

NTE INEN 177.Cacao en grano. Muestreo.

#### **1.6.1.1 NORMA INEN 176 NORMA TECNICA ECUATORIANA. -**

Esta Norma establece la clasificación y los requisitos de calidad que debe cumplir el cacao beneficiado y los criterios que deben aplicarse para su clasificación. Los Certificados de calidad para las exportaciones de cacao se emiten, tomando en consideración lo estipulado en esta Norma.

## ACUERDO INTERMINISTERIAL 287. -

Establece que hasta la creación del Instituto Nacional del Cacao, el Certificado de calidad lo extenderá la Asociación Nacional de Exportadores de Cacao (ANECACAO), para lo cual podrá contratar los servicios de las empresas verificadoras o de inspección que sean necesarias para proporcionar agilidad en el otorgamiento de dicho Certificado.

Este Acuerdo deroga a los Acuerdos Interministeriales 731, 122 y 198 publicados en los Registros Oficiales Nos. 585 del 11 de diciembre de 1986; 627 del 17 de febrero de 1987; y 974 del 25 de junio de 1996, respectivamente.

### **1. OBJETO**

1.1 Esta norma establece la clasificación y los requisitos de calidad que debe cumplir el cacao beneficiado y los criterios que deben aplicarse para su clasificación.

### **2.ALCANCE**

Esta norma se aplica al cacao beneficiado, destinado para fines de comercialización.

### **3. DEFINICIONES**

**3.1 Cacao en grano.** Es la semilla proveniente del fruto del árbol *Theobroma cacao* L.

**3.2 Cacao beneficiado.** Grano entero, fermentado, seco, y limpio.

**3.3 Grano defectuoso.-** Se considera como grano defectuoso a los que a continuación se describen:

**3.3.1 Grano mohoso.** Grano que ha sufrido deterioro en su estructura interna debido a la acción de hongos.

**3.3.2 Grano dañado por insectos.** Grano que ha sufrido deterioro en su estructura (perforaciones, picados, etc) debido a la acción de insectos.

**3.3.3 Grano vulnerado.** Grano que ha sufrido deterioro evidente en su estructura por el proceso de germinación, o por la acción mecánica durante el beneficiado.

**3.3.4 Grano múltiple o pelota.** Es la unión de dos o más granos con restos de mucílago.

**3.3.5 Grano negro.** Es el grano que se produce por mal manejo post cosecha o en asocio con enfermedades.

**3.3.6 Grano ahumado .** Grano con olor o sabor a humo que muestra signos de contaminación por humos.

**3.3.7 Grano plano -vano o granza .**Es un grano cuyos cotiledones están atrofiados hasta el punto que cortando la semilla no es posible obtener una superficie de cotiledones.

**3.3.8 Grano partido (quebrado).**Fragmento de grano entero, menos del 50% del grano entero.

**3.4 Grano pizarroso (pastoso).** Es un grano sin fermentar que al ser cortado longitudinalmente, presenta en su interior un color gris negruzco y de aspecto compacto.

**3.5 Grano violeta.** Grano cuyos cotiledones presentan un color violeta intenso, debido al mal manejo durante la fase de beneficio del grano.

**3.6 Grano ligeramente violeta - parcialmente fermentado**

Granos cuyos cotiledones presentan un color ligeramente violeta, debido al mal manejo durante la fase de beneficio del grano.

**3.7 Grano de buena fermentación.-** Grano fermentado cuyos cotiledones presentan una coloración marrón o marrón rojiza.

**3.8 Grano infestado** Grano que contiene insectos vivos en cualquiera de sus estados biológicas.

**3.9 Grano seco .** Grano cuyo contenido de humedad no es mayor de 8.0 por ciento (cero relativo).

**3.10 Impureza** Es cualquier material distinto a la almendra de cacao.

**3.11 Cacao en baba.** Almendras de la mazorca del cacao recubiertas por una capa de pulpa mucilaginosa.

**3.12 Fermentación del cacao .** Proceso a que se somete el cacao en baba, que consiste en causar la muerte del embrión,

eliminar la pulpa que rodean a los granos y lograr el proceso bioquímico que le confiere el aroma, sabor y color característico.

#### **4. Clasificación**

Los cacaos del Ecuador por la calidad se clasifican de acuerdo a lo establecido en la tabla 1.

Requisitos de las calidades del cacao beneficiado

\*1 A.S.S.P.S Arriba Superior Summer Plantación Selecta.

\*2 A.S.S.S Arriba Superior Summer Selecto.

\*3 A.S.S Arriba Superior Selecto.

\*4 A.S.N.S Arriba Superior Navidad Selecto.

\*5 A.S..N Arriba Superior Navidad.

\*6 A.S.E.S Arriba Superior Época Selecto.

\*7 A.S.E. Arriba Superior Epoca.

#### **5. REQUISITOS**

##### **5.1 Requisitos específicos**

5.1.1 El cacao beneficiado debe cumplir con los requisitos que a continuación se describen en la siguiente tabla

**TABLA IX**  
**REQUISITOS DE LAS CALIDADES**

Requisito	Unidad	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*
		A.S.S.P.S	A.S.S..S	A.S.S	A.S..N..S	A.S.N	A.S.E.S	A.S.E
Cien granos pesan .	9	135.140	130.135	120.125	120.125	110.115	120.125	105.110
Buena fermentación rojo-marrón/mínimo	%	75	65	60	50	42	35	24
Fermentación ligeramente violeta o gris marrón /máximo	%	10	10	5	10	10	15	27
TOTAL FERMENTADO	%	85	75	65	60	52	50	51
violeta máximo	%	10	15	20	25	25	30	25
Pizarroso(Pastoso) máximo	%	5	9	12	13	18	18	18
Defectuosos máximo	%	0	1	3	2	5	2	6**

5.1.2 El porcentaje máximo de humedad del cacao beneficiado será 8% (cero relativo), el que será determinado o ensayado de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 173.

5.1.3 El cacao beneficiado no deberá estar infestado.

5.1.4 Dentro del porcentaje de defectuosos el cacao beneficiado no deberá exceder del 1 % de granos partidos.

5.1.5 El cacao beneficiado deberá estar libre de olores a moho, ácido butírico (podrido), agroquímicos, o cualquier otro que pueda considerarse objetable.

5.1.6 El cacao beneficiado, deberá sujetarse las normas establecidas por la FAO/OMS, en cuanto tiene que ver con los límites de recomendación, aflatoxinas, plaguicidas y metales pesados hasta tanto se elaboren las regulaciones ecuatorianas correspondientes

## **5.2 Requisitos complementarios.**

5.2.1 La bodega de almacenamiento deberá presentarse limpia desinfectada, tanto interna como externamente protegida contra el ataque de roedores.

5.2.2 Cuando se asperje plaguicidas se deberán utilizar los permitidos por la ley para formulación, importación, comercialización y empleo de plaguicidas y productos afines de uso agrícola.

5.2.3 No se deberá almacenar junto al cacao beneficiado otros productos que puedan transmitirle olores o sabores extraños.

5.2.4 Los envases conteniendo el cacao beneficiado deberán estar almacenados sobre palets (estibas).

## **6. Inspección**

### **6.1 Muestreo**

6.1.1 El muestreo se efectuará de acuerdo a lo establecido en la NTE INEN 177.

6.1.2 Aceptación o rechazo.- Si la muestra ensayada no cumple con los requisitos establecidos en esta norma; se considera no clasificada. En caso de discrepancia se repetirán los ensayos sobre la muestra reservada para tales efectos.

Cualquier resultado no satisfactorio en este segundo caso será motivo para reclasificar el lote.

## **7. Envasado**

7.1 El cacao beneficiado deberá ser comercializado en envases que aseguren la protección del producto contra la acción de agentes externos que puedan alterar sus características químicas o físicas; resistir las condiciones de manejo; transporte y almacenamiento.

## **8. Etiquetado**

8.1 Los envases destinados a contener cacao beneficiado ; serán etiquetados de acuerdo a las siguientes indicaciones:

- Nombre del producto y tipo
- Identificación del lote.
- Razón Social de la empresa y logotipo.
- Contenido neto y bruto en unidades del Sistema Internacional de Unidades, país de origen.
- La leyenda Ecuador Amazónico.
- Puerto de destino.

## **1.6.2 CONVENIOS DEL CACAO EN EL ECUADOR**

### **1.6.2.1 CONVENIO INTERNACIONAL DEL CACAO (1993). -**

Este Convenio tiene los siguientes objetivos:

Promover el desarrollo y el fortalecimiento de la cooperación internacional en todos los sectores de la economía mundial del cacao. Contribuir a la estabilización del mercado mundial del cacao en interés de todos los Miembros.

Facilitar la expansión del comercio internacional del cacao;

Fomentar la transparencia en el funcionamiento de la economía mundial del cacao mediante la recogida, el análisis y la difusión de estadísticas pertinentes y la realización de estudios adecuados;

Fomentar la investigación y el desarrollo científicos en el campo del cacao.

Ofrecer una tribuna apropiada para el examen de todas las cuestiones relacionadas con la economía mundial del cacao.

#### **1.6.2.2 INSTITUTO ECUATORIANO DE CACAO**

Los Ministerios de Agricultura y Ganadería y de Comercio Exterior, Industrialización y Pesca han preparado el Proyecto de creación del Instituto Ecuatoriano del Cacao, el mismo que ha sido remitido a la Presidencia de la República para su trámite respectivo.

### **1.6.2.3 ACUERDO MINISTERIAL # 187 del 16 de diciembre de 1998**

Establece la creación del Comité de Concertación Agropecuaria para la Cadena Agroindustrial de Cacao y Elaborados, como instrumento de Concertación entre el sector público y privado, relacionados con la producción, comercialización e industrialización de este producto. El Comité tiene como fin fundamental, asesorar al Ministro de Agricultura y Ganadería, en la formulación de políticas para la citada cadena.

Este Comité se encuentra integrado de la siguiente manera:

El Ministro de Agricultura y Ganadería o su delegado, quien lo preside.

El Presidente de la Federación de Cacaoteros del Ecuador - FEDECADE, o su delegado.

El Presidente de la Asociación de Productores de cacao Fino y de Aroma, ASOPROCAFA, o su delegado.

El Presidente de la Corporación de Agroindustriales de Cacao del Ecuador, o su delegado.

El Presidente de la Asociación Nacional de Exportadores de Cacao ANECACAO, o su delegado.

El Representante de la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones - CORPEI.

El Director Ejecutivo del Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria -SESA.

El Acuerdo también establece que actuarán como organismos de apoyo el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y el Proyecto ECU-B7-3010, financiado por la Unión Europea.

#### **1.6.2.4 PROYECTO ECU-B7-3010/93/176**

### **REACTIVACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y MEJORA DE LA CALIDAD DEL CACAO EN ECUADOR**

El proyecto "Reactivación de la producción y mejora de la calidad del cacao en el Ecuador ", el cual es un convenio de cooperación entre los gobiernos de Ecuador y Francia y la

Unión Europea se lleva a cabo desde 1995 y tiene una duración de 5 años.

Entre las acciones encaminadas encontramos la Propagación clonal y difusión de plantas de la variedad "Nacional", el afinamiento y transferencia de técnicas de tratamientos postcosecha adaptados, Construcción de equipos de fermentación y secado. , y el rescate del patrimonio genético (creación de una colección de cacao aromático: cacao SNA).

El Proyecto apoya la constitución legal de asociaciones, y asegura la formación de los responsables. La formación de una Unión de estas asociaciones (UNOCACE) "Unión de organizaciones campesinas cacaoteras del Ecuador" es una empresa de segundo nivel que acoge en su seno organizaciones de pequeños y medianos productores cacaoteros, destinados a la reactivación de la producción y mejora de la calidad del cacao. Con el asesoramiento del proyecto ECU-B7-3010/93/176 (proyecto Cacao), que ofrece y exporta cacao tipo Nacional "Arriba"; para asegurar la exportación directa del cacao aromático.

# CAPITULO II

## II. MARCO TEÓRICO DEL ANÁLISIS

### 2.1- ANALISIS MULTIVARIADO

En el análisis multivariado se utilizan diferentes enfoques tales como la simplificación de la estructura de datos, el cual es una manera simplificada de representar el universo de estudio, mediante la transformación (combinación lineal o no lineal) de un conjunto de variables interdependientes en otro conjunto independiente o en un conjunto de menor dimensión.

Este tipo de análisis permite ubicar las observaciones dentro de grupos o bien concluir que los individuos están dispersos aleatoriamente en el multiespacio; también pueden agruparse variables.

El objetivo es examinar la interdependencia de las variables, la cual abarca desde la independencia total hasta la colinealidad cuando una de ellas es combinación lineal de algunas de las otras o, en términos aún más generales, es una función  $f(x)$  cualquiera de las otras.

Entre los métodos de análisis multivariado para detectar la interdependencia entre variables y también entre individuos se incluyen el análisis de factores, el análisis por conglomerados o clusters, el análisis de correlación canónica, el análisis por componentes principales, el análisis de ordenamiento multidimensional, y algunos métodos no paramétricos. Los métodos para detectar dependencia comprenden el análisis de regresión multivariado, el análisis de contingencia múltiple y el análisis discriminante.

El método de análisis de componentes principales es uno de los más difundidos, permite la estructuración de un conjunto de datos multivariados obtenidos de una población.

### 2.1.1 Definiciones

Para la interpretación del análisis de componentes principales se necesita un conjunto de conceptos necesarios entre los cuales se encuentran:

#### Matriz de datos

Se dice que un conjunto de datos constituye una muestra aleatoria multivariada si cada individuo ha sido extraído al azar de una población de individuos y en él se han medido u observado una serie de características. Sean  $x(ij)$  la observación de la  $j$ -ésima variable en el  $i$ -ésimo individuo,  $x(i)$  el vector fila que contiene las observaciones de todas las variables en el  $i$ -ésimo individuo y  $x(j)$  el vector columna que contiene todas las observaciones de la  $j$ -ésima variable. Por lo cual se define una matriz de datos como el arreglo de:

$$x = (x(ij)) = \begin{bmatrix} x(11) & \cdots & \cdots & x(1p) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & x(ij) & \vdots \\ x(n1) & \vdots & \vdots & x(np) \end{bmatrix}$$

de dimensión  $n \times p$  que también puede expresarse como

$$x = \langle x(1) \cdots \cdots x(p) \rangle = \begin{bmatrix} x(1) \\ \vdots \\ \vdots \\ x(n) \end{bmatrix}$$

**La media muestral** de la  $j$ -ésima variable de una matriz de datos

se define por:

$$\bar{x}(j) = 1/n \sum_{i=1}^n x(ij)$$

y el vector formado por los  $\bar{x}(j)$  será el vector promedio

$$\bar{x} = \begin{bmatrix} \bar{x}(1) \\ \vdots \\ \bar{x}(p) \end{bmatrix}$$

**la varianza muestral** de la  $j$ -ésima variable se la define por.

$$s(ij) = 1/n \sum_{i=1}^n (x(ij) - \bar{x}(j))^2$$

### **Matriz de varianzas y covarianzas S**

Dada una matriz de datos, la varianza muestral de la  $j$ -ésima variable se la define por:

$$s(ij) = 1/n \sum_{i=1}^n (x(ij) - \bar{x}(j))^2$$

y se define la covarianza entre la  $j$ -ésima y la  $k$ -ésima variable por:

$$s(jk) = 1/n \sum_{i=1}^n (x(ij) - \bar{x}(j))(x(ik) - \bar{x}(k))$$

$$j, k = 1, \dots, p$$

la matriz formada por el arreglo de

los  $s(jk)$  y los  $s(jj)$  será la matriz de varianzas y covarianza  $S$

:

$$S = \begin{bmatrix} s(11) & \cdots & \cdots & s(1p) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & s(jk) & \vdots \\ s(p1) & \vdots & \vdots & s(pp) \end{bmatrix}$$

### Matriz de Correlación R

A partir de los elementos de la matriz S es posible calcular los elementos de la matriz R, de igual dimensión que S, y cuyos elementos sean los coeficientes de correlación entre la jésima y la k-ésima variable.

$$r(jk) = \frac{s(jk)}{\sqrt{s(jj)s(kk)}} = \frac{s(jk)}{s(j)s(k)}$$

Los cuales también pueden ser arreglados en una matriz de correlación muestral cuya diagonal principal estará formada por números uno y será simétrica como la matriz de covarianzas, por ser  $r(jk) = r(kj)$ :

$$R = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & \cdots & r(1p) \\ \vdots & 1 & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & 1 & \vdots \\ r(p1) & \vdots & r(pk) & 1 \end{bmatrix}$$

La matriz S de covarianza es una manera de expresar la dispersión de los datos alrededor de la media. Sin embargo, a veces es necesario en ocasiones encontrar un escalar que sintetice esta dispersión.

### 2.1.2 El método de Análisis por componentes principales

Los componentes principales es una técnica multivariada de interdependencia, en la que se estudian p variables de interés, que constituyen un vector aleatorio  $X=(X_1, X_2, \dots, X_p)$ , posiblemente normal multivariado ( $X \sim N(\mu, \Sigma)$ ) o tal vez en el que estas p variables observables, generarán k variables latentes,  $k < p$ , que se pretende que contengan tanta información como sea posible.

Esta técnica fue descubierta a inicios de siglo 20 por Pearson y luego formalizada por Hotelling quien fue el primero en formular el análisis de componentes principales tal como se ha difundido hasta nuestros días.

Los objetivos más importantes de todo análisis por componentes principales son:

- *Generar nuevas variables que puedan expresar la información contenida en el conjunto original de datos.*
- *Reducir la dimensionalidad del problema que se está estudiando como paso previo para futuro análisis.*
- *Eliminar, cuando sea posible, algunas de las variables originales si ellas aportan poca información.*

Los componentes principales poseen algunas características deseables tales como independencia (cuando se asume multinormalidad), y en todos los casos no correlación. Esto significa que si las variables originales no están correlacionadas, el análisis no ofrece ventaja alguna.

Cada componente principal sintetiza la máxima variabilidad residual contenida en los datos.

Este análisis se aplica cuando se dispone de un conjunto de datos multivariados y no se puede postular, sobre la base de conocimientos previos del universo en estudio, una estructura

particular de las variables. Cuando se conoce la existencia de una o varias variables independientes y, por lo tanto, otro conjunto de variables dependientes, pueden aplicarse las técnicas de regresión múltiple o las de regresión multivariada.

El análisis de componentes principales deberá ser aplicado cuando se desee conocer la relación entre los elementos de una población y se sospeche que en dicha relación influye de manera desconocida un conjunto de variables o propiedades de los elementos.

### 2.1.3 Deducción de los Componentes Principales de una población .

Sea  $X$  un vector aleatorio  $p$  variado con media  $\mu$  y matriz de varianzas  $\Sigma$ , esto es,  $X^T = (X_1, X_2, \dots, X_p)$ , suponiendo que además los valores propios característicos de  $\Sigma$  son:  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \lambda_3 \geq \dots \geq \lambda_p$ .

Definamos  $p$  variables no observadas  $Y_1, Y_2, \dots, Y_p$  como una combinación lineal de  $X_1, X_2, \dots, X_p$  así.

Consideremos la combinación lineal.

$$Y_1 = a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1p} X_p$$

$$Y_2 = a_2^t x = a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2p} X_p$$

$$Y_p = a_p^t x = a_{p1} X_1 + a_{p2} X_2 + \dots + a_{pp} X_p$$

de donde obtenemos

$$\text{Var}(Y_i) = a_i^t \Sigma a_i \quad i=1,2,\dots,p$$

$$\text{Cov}(Y_i, Y_k) = a_i^t \Sigma a_k \quad i,k=1,2,\dots,p$$

Las componentes principales  $Y_1, Y_2, \dots, Y_p$ , son combinaciones lineales no correlacionadas, cuyas varianzas son tan grandes como sea posible.

**La primera componente principal** es la combinación lineal con la máxima varianza de todas.

$$a_1^t x \text{ donde } \text{Var}(a_1^t x) \text{ está sujeta a } a_1^t a_1 = 1$$

**La segunda componente principal** es la máxima combinación lineal de  $a_2^T X$  donde.

$\text{Var}(a_2^T X)$  está sujeta a  $a_2^T a_2 = 1$  y  $\text{Cov}(a_1^T X, a_2^T X) = 0$

**Y en la i-ésima componente** será la máxima combinación lineal de  $a_i^T X$  donde,  $\text{Var}(a_i^T X)$  está sujeta a,

$a_i^T a_i = 1$  y  $\text{Cov}(a_i^T X, a_k^T X) = 0$  para  $\forall k < i$

Con  $\Sigma$  la matriz de covarianzas asociada con el vector aleatorio

$X^T = [X_1, X_2, \dots, X_p]$  obtenemos los pares de los valores característicos y los pares de los vectores característicos denotados como  $(\lambda_1, e_1), (\lambda_2, e_2), \dots, (\lambda_p, e_p)$  donde  $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$ , así podemos mostrar que la i-ésima componente principal se denota como,

$$Y_i = e_i^T X = e_{i1} X_1 + e_{i2} X_2 + \dots + e_{ip} X_p; \quad i = 1, 2, \dots, p$$

Con esta definición podemos mostrar la estructura de sus varianzas y covarianzas como,

$\text{Var}(Y_i) = e_i^T \Sigma e_i = \lambda_i ; i=1,2,\dots,p$  (Las varianzas de los componentes principales es igual a los valores propios de  $\Sigma$ )

$\text{Cov} ( Y_i , Y_k ) = e_i^t \Sigma e_k = 0 \quad i \neq k$  ( Los componentes principales son variables no correlacionadas ).

Para la covarianza podemos mostrarla como  $\max_{a \neq 0} [a^t \Sigma a / a^T a] = \lambda_1$

(solo cuando  $a = e_1^T \quad e_1^T e_1 = 1$  debido a que los vectores característicos son normalizados tenemos.

$$\max_{a \neq 0} [a^t \Sigma a / a^t a] = \lambda_1 = e_1^T \Sigma e_1 / e_1^T e_1 = \text{Var} (Y_1) .$$

Así una notación para los demás vectores característicos se representa como,

$$\max_{a | e_1, e_2, \dots, e_k} [a^t \Sigma a / a^T a] = \lambda_{k+1} ; k=1,2,\dots,p-1$$

Para el caso  $a = e_{k+1}$ , con  $e_{k+1}^t e_i = 0$  para  $i = 1, 2, \dots, k$

y

$k = 1, 2, \dots, p-1$

$$e_{k+1}^t \Sigma e_{k+1} / e_{k+1}^t e_{k+1} = e_{k+1}^t \Sigma e_{k+1} = \text{Var}(Y_{k+1}) = \lambda_{k+1}$$

esto es  $e_i^t e_k = 0$  para  $i \neq k$  obteniéndose  $\text{Cov}(Y_i, Y_k) = 0$ .

Ahora los vectores propios de  $\Sigma$  son ortogonales y todos los valores propios  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_p$  son distintos. Si los valores propios no son todos distintos, los vectores propios correspondientes para los valores propios comunes pueden ser ortogonales.

Aquí para cualquier dos eigenvectores  $e_i$  y  $e_k$ ,  $e_i^t e_k = 0$  para

$i \neq k$ .

$\Sigma e_k = \lambda_k e_k$  multiplicando por  $e_i^t$ .

$$\text{Cov}(Y_i, Y_k) = e_i^t \Sigma e_k = e_i^t \lambda_k e_k = \lambda_k e_i^t e_k = 0$$

para  $i \neq k$

### **Varianza total de la Población**

De igual manera se puede probar que :

$$\begin{aligned}
 \sigma_{11} + \sigma_{22} + \dots + \sigma_{pp} &= \text{Var}(X_1) + \text{Var}(X_2) + \dots + \text{Var}(X_p) \\
 &= \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p \\
 &= \text{Var}(Y_1) + \text{Var}(Y_2) + \dots + \text{Var}(Y_p)
 \end{aligned}$$

Consecuentemente, la proporción de la varianza total explicada por la  $i$ -ésima componente principal es.

$$\frac{\lambda_i}{(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p)} \quad i=1,2,\dots$$

El número de componentes principales escogidas dependerá del porcentaje de varianza que se desee explicar, lo cual este en función del tipo de estudio que se está realizando.

Si la mayor parte de la varianza total de la población ( 80 o 90 % ) para valores grandes de  $p$ , puede ser explicada por una, dos o tres componentes, entonces, estas pueden reemplazar las  $p$  variables

originales sin mucha pérdida de información, la correlación entre la  $i$ -ésima componente principal y la  $k$ -ésima variable de interés está dada por:

$$\rho_{Y_i, X_k} = \frac{(e_{ik} \sqrt{\lambda_i})}{\sqrt{\sigma_{kk}}} \quad i, k = 1, 2, \dots, p$$

## 2.2. Análisis de Series de Tiempo.

Una serie de tiempo es un conjunto de observaciones hechas en momentos determinados a intervalos iguales.

Matemáticamente una serie de tiempo se define por los valores  $Y_1, Y_2, \dots$  de una variable  $Y$ , en los momentos  $t_1, t_2, \dots, t_n$ . Así  $Y$  es una función de  $t$ , simbolizada por  $Y = F(t)$ .

### 2.2.1 Movimiento Característicos de las Series de Tiempo

Se puede considerar el gráfico de una serie de tiempo, como un punto que se mueve con el paso del tiempo, en muchos aspectos

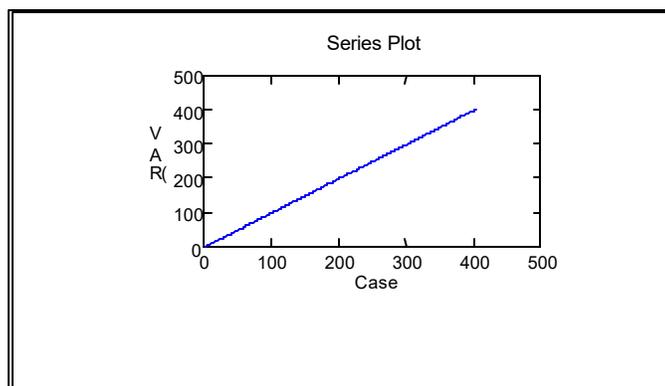
análogos al movimiento de una partícula bajo la influencia de fuerzas físicas, que también puede ser debido a la combinación de fuerzas económicas, sociológicas, psicológicas u otras.

La experiencia basada en muchos ejemplos de series de tiempo ha revelado ciertos movimientos o variaciones características, algunos o todo de ellos se presentan en diferentes grados.

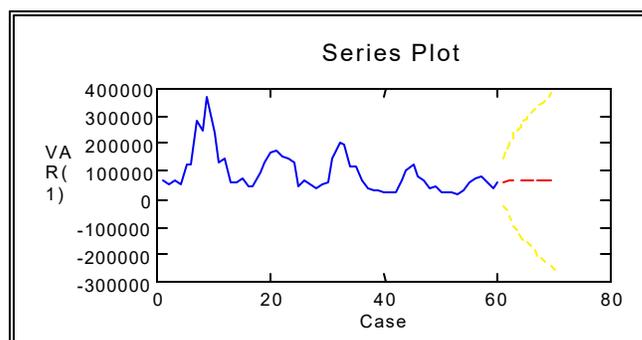
#### **2.2.1.1 Clasificación de Movimientos**

Los movimientos característicos de una serie de tiempo pueden clasificarse en cuatro movimientos llamados a menudo componentes de una serie de tiempo.

**Movimientos seculares o de larga duración** .-Se refiere a la dirección general que el gráfico de una serie de tiempo parece dirigirse en un intervalo grande de tiempo. Este movimiento circular o variación secular o tendencia secular como se llama a veces, se indica por una curva de tendencia, que aparece a trazos. En algunas series puede ser apropiada una recta de tendencia. Esta curva de tendencia se la puede hallar mediante el método de mínimos cuadrados. Como se aprecia en la figura 2.1 y 2.2



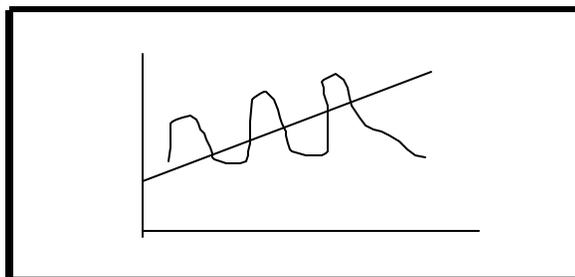
**FIGURA 2.1 LINEA DE TENDENCIA**



**FIGURA 2.2 MOVIMIENTO DE LARGA DURACIÓN**

**Movimientos Cíclicos** .- o variaciones cíclicas, se refieren a las oscilaciones de larga duración alrededor de la recta o curva de tendencia. Estos ciclos, como se llaman a veces pueden ser o no periódicos, es decir pueden o no seguir caminos análogos después de intervalos de tiempos iguales. En negocios y actividades económicas, los movimientos se consideran cíclicos solamente si su período tiene un intervalo de tiempo superior a un año. Ver figura 2.3.

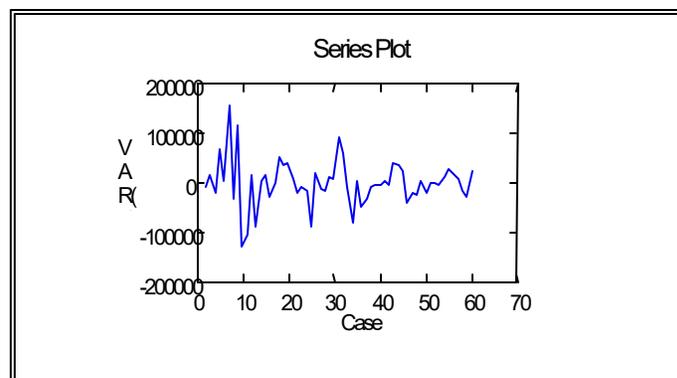
Un ejemplo importante de movimientos cíclicos son los llamados asuntos cíclicos, que representan los intervalos de prosperidad, retroceso, depresión y recuperación.



**FIGURA 2.3 MOVIMIENTOS CÍCLICOS**

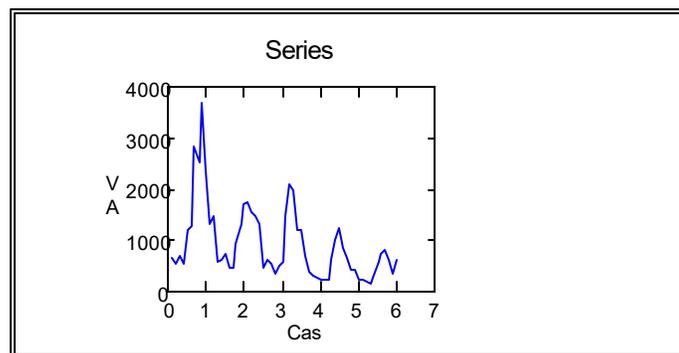
**Movimientos Estacionales** .o variaciones estacionales se refieren a las idénticas, o casi idénticos movimientos que una serie de tiempo parece seguir durante los correspondientes meses de los sucesivos años. Tales movimientos se deben a sucesos recurrentes que se repiten anualmente, la figura 2.4 presenta movimientos estacionales.

**FIGURA 2.4 MOVIMIENTOS ESTACIONALES**



**Movimientos irregulares o al azar** .- Se refieren a movimientos esporádicos de las series de tiempo debido a sucesos ocasionales tales como fenómenos como inundaciones, etc. Normalmente se supone que tales sucesos producen variaciones que solamente duran un corto intervalo de tiempo, también se concibe que sean tan intensos que originen un nuevo ciclo u otros movimientos .Ver figura 2.5

**FIGURA 2.5 MOVIMIENTOS IRREGULARES**



El análisis de las series de tiempo consiste en una investigación de los factores, que originan los movimientos de tendencia **(T)**, cíclicos **(C)**, estacionales **(S)** e irregulares **(I)**, y a menudo se refiere a una descomposición de una serie de tiempo en sus movimientos componentes básicos.

$$Y = TCSI \quad ( 1 )$$

Aunque algunos estadísticos consideran a  $Y$  como una suma de los factores

$T + C + S + I$  de las variables básicas que lo componen.

### **2.2.1.2 Estimación de la tendencia**

La estimación de la tendencia puede conseguirse de varias formas posibles

**1.-El método de los mínimos cuadrados** . Se puede utilizar para hallar la ecuación de una recta o curva de tendencia adecuada. De esta ecuación se pueden calcular los valores de tendencia  $T$  .

**2.-El método libre** , que consiste en ajustar una recta o curva de tendencia mediante la sola observación del gráfico, puede utilizarse para estimar  $T$ . Sin embargo esto tiene el inconveniente de depender en gran parte del criterio personal.

**3.-El método de promedios móviles.**

### Movimientos Medios .Suavización de Series de Tiempo

Dado un conjunto de números  $Y_1, Y_2, Y_3, \dots$  se define un movimiento medio de orden N al que viene dado por la sucesión de medias aritméticas.

$$\frac{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n}{N}, \frac{Y_2 + Y_3 + \dots + Y_{N+1}}{N}, \frac{Y_3 + Y_4 + \dots + Y_{N+2}}{N}$$

Las sumas de los numeradores se llaman movimientos totales de orden N.

Esta técnica matemática consiste en utilizar un promedio para suprimir las variaciones estadísticas. Al utilizar un promedio móvil como base de un sistema de estimación, una consideración importante es la selección de n, número de términos que incluyen en el promedio. Cuanto mayor sea n, las estimaciones resultantes quedarán alisadas de modo más considerable. Cuando el proceso básico que produce la sucesión es relativamente estable, convienen valores grandes de n. Pero cuando el proceso está sujeto a cambios, es conveniente emplear un sistema de estimación que sea más sensible, o sea, uno en que influyan más las variaciones significativas, es decir se utilizan pequeños valores de n.

$$\hat{X}_{i-1} = \overline{X}_i$$

donde

$$\overline{X}_i = \frac{X_i + X_{i-1} + X_{i-2} + \dots + X_{i-n+1}}{n}$$

En estas ecuaciones :

$i$  = número del último o más reciente término.

$\hat{X}_{i+1}$  = estimación del siguiente término.

$\overline{X}_i$  = valor del promedio móvil.

$n$  = número de términos del promedio móvil.

***En el presente estudio debido a que la producción de cacao en nuestro país está sujeta a la presencia de variaciones cíclicas anuales es conveniente utilizar un promedio móvil con un  $n$  pequeño, como los datos se encuentran en forma anual tomar 2 y 3 años.***

El procedimiento del método de promedios móviles puede escribirse en términos generales de la siguiente manera:

## PRINCIPIO DEL METODO

Consideremos una serie  $X = [X_t]$  admitiendo una descomposición aditiva:

$$X_t = Z_t + S_t + u_t \quad \text{para } t=1, \dots, T$$

Una fase simple de determinar una de las componentes de esta serie, por ejemplo la tendencia  $Z_t$ , consiste en aplicar una transformación lineal  $f$ , que conserva la tendencia y anula las otras componentes. Más precisamente notemos  $X_t^*$ ,  $Z_t^*$ ,  $S_t^*$ ,  $u_t^*$  las  $t$  ésimas componentes de las transformadas por  $f$  de las series  $X$ ,  $S$ ,  $Z$ ,  $U$ ; como  $f$  es lineal; nosotros tenemos:  $X_t^* = Z_t^* + S_t^* + u_t^*$ ; por otra parte,  $f$  anula la estacionalidad:  $S_t^* = 0$ , la perturbación:  $u_t^* = 0$  y conserva la tendencia  $Z_t^* = Z_t$ . La serie  $X^*$  transformada de la serie inicial es entonces confundida con la tendencia.

Toda la dificultad de este método se encuentra evidentemente dentro de la elección de la transformación  $f$ . Las definiciones de diversas componentes están muy confusas no se puede razonablemente esperar construir una transformación conservando exactamente la tendencia y anulando exactamente todas las estacionalidades y todas las perturbaciones. Se puede además tratar de tener estas propiedades aproximativamente,  $Z_t^* \approx Z_t$ ,  $S_t^* \approx 0$ ,  $u_t^* \approx 0$ .

$\neq 0$ ,  $u_t^* \neq 0$  y exactamente para ciertas formas particulares de las componentes.

La elección de una función  $f$  no es automática y debe ser fundamentada sobre un examen previo de la serie y sobre una modelización de sus diversas componentes. La elección de esta función debe también permitir de evitar ciertos inconvenientes del método de regresión.

Las transformaciones generalmente utilizadas son las medias móviles.

$X_t^*$  es entonces por definición una suma ponderada de valores de  $X$  correspondiente a los datos entorno de  $t$ :

$$X_t^* = \theta_{-m_1} X_{t-m_1} + \theta_{-m_1+1} X_{t-m_1+1} + \dots + \theta_{m_2} X_{t+m_2}$$

$$X_t^* = \sum_{i=-m_1}^{m_2} \theta_i X_{t+i}$$

donde  $m_1, m_2 \in \mathbb{N}$  y  $\theta_{-m_1}, \dots, \theta_{m_2} \in \mathfrak{R}$ .

El número de los puntos  $m_1+m_2+1$  intervinientes dentro de la transformación es llamado orden de la media móvil.

Si nosotros notamos  $B$  el operador de retardo que en la serie  $(X_t, t \in Z)$

hace corresponder la serie  $(X_{t-1}, t \in Z)$  la serie transformada por la media móvil se escribe :

$$X^* = MX = \left[ \sum_{i=-m_1}^{m_2} \theta_i B^{-i} \right] X$$

El cálculo precedente no tiene evidentemente el sentido cuando .

$$m_1+1 \leq t \leq T-m_2$$

Habría que encontrar otras escrituras para expresar los valores extremos  $X_1^*$ ,  $X_{m_1}^*$  y  $X_{T-m_2+1}^*, \dots, X_T^*$  en función de valores de la serie inicial . Dentro de un primer tiempo es preferible no tener en cuenta esta dificultad.

Por esto podemos suponer que la serie observada es indexada por  $Z; t$  varía entonces de menos infinito a más infinito y no hay valores extremos.

### Definición

Una media móvil es una aplicación escrita como una combinación lineal finita de poderes positivos y negativos del operador de retardo.

$$M = \sum_{i=-m_1}^{m_2} \theta_i B^{-i}$$

Las medias móviles son frecuentemente centradas tales que  $m_1 = m_2 = m$ . El operador  $M$  puede entonces escribirse como:

$$M = B^m [\theta_{-m} + \theta_{-m+1} B^{-1} + \dots + \theta_m B^{-2m}]$$

Notando a  $F$  el operador avanzado definido por  $F = B^{-1}$  y  $\Theta$  el polinomio tal que:

$$\Theta(X) = \theta_{-m} + \theta_{-m+1} X + \dots + \theta_m X^{2m}$$

se tiene:

$$M = B^m \Theta(F)$$

El polinomio  $\Theta$  caracteriza la media centrada  $M$ . Se conoce en efecto el orden de esta media, ya que  $2m+1 = d^0 \Theta + 1$  y evidentemente sus coeficientes, iguales a los del polinomio  $\Theta$ .

Los procedimientos fundamentados sobre las medias móviles son principalmente utilizados para la desestacionalización. Habitualmente la serie es desestacionalizada, se comienza por aplicar una media móvil vista en conservar la tendencia y anular las otras componentes. Se obtiene así una primera estimación de la tendencia y por diferencia con la serie inicial, de la suma  $S+u$ , (esta es más fácil que a partir de  $Z+S+u$ ) se aplica una media móvil vista a conservar  $S$  y anular  $u$ .

Sustrayendo la estimación de  $S$  de la serie inicial  $X$ , se obtiene un valor aproximado de  $Z+u$  a partir del cual la tendencia deberá ser estimada con mayor precisión que la primera vez y así

sucesivamente . Esta aproximación interactiva permite la construcción de procedimientos de desestacionalización .

Remarcando que las medias utilizadas anulan la tendencia y conservan la estacionalidad, o a la inversa, pero que todas deben eliminar la perturbación o al menos reducirla.

### 2.3 Procesos Estocásticos

El proceso estocástico (p.e) se define como una familia de variables aleatorias, definidas en un espacio probabilístico  $(\Omega, A, P)$  que corresponden a momentos sucesivos del tiempo .

$Y(t,w)$  donde  $t$  es el tiempo ,  $w \in \Omega$  y  $w$  es una variable aleatoria.

Notando al proceso  $Y(t,w)$  por  $Y_t$ , esto no quiere decir que estamos fijando la variable aleatoria  $w$ .

El análisis de un proceso estocástico se lo puede hacer de dos formas :

1.-Mediante las funciones de distribución conjunta .

2.-A partir de los momentos (no de la función generadora de momentos).

1.-Para  $t = t_i$  la función de distribución de la v.a  $Y_{t_i}$  es  $F(Y_{t_i})$ .

Para  $t = t_i$  y  $t = t_j$  la función de distribución conjunta es  $F(Y_{t_i}, Y_{t_j})$

En general para un conjunto finito de valores en el tiempo  $t_1, t_2, \dots, t_n$  la distribución conjunta es  $F(Y_{t_1}, Y_{t_2}, \dots, Y_{t_n})$ .

Se dice que un proceso estocástico está perfectamente caracterizado, cuando se pueden determinar las funciones de distribución para cualquier conjunto finito de variables  $t$  del proceso, es decir para cada valor finito de  $n$  variables se puede determinar  $F(Y_{t_1}, Y_{t_2}, \dots, Y_{t_n})$ .

Este procedimiento en sí es muy complicado por lo que se acostumbra a utilizar el método de los momentos.

En una distribución de probabilidad se pueden calcular momentos de diversos orden, aunque los más utilizados son los de 1º y 2º orden.

En un proceso estocástico, la media o momento de 1º orden se define por:  $\mu_t = E(Y_t)$ .

Como momentos de 2º orden con respecto a la media, además de la varianza, se consideran las covarianzas entre variables referidas a distintos instantes de tiempo (autocovarianzas).

$$\text{Cov}(Y_t, Y_s) = E[(Y_t - \mu_t)(Y_s - \mu_s)] = \gamma_{t,s}$$

Si  $t=s$  tenemos la varianza .

$$\text{Var}(Y_t) = E[(Y_t - \mu_t)^2]$$

Los Coeficientes de Autocorrelación se definen por

$$\rho = \frac{\text{Cov}(Y_t, Y_s)}{\sqrt{\text{Var}(Y_t)\text{Var}(Y_s)}}$$

Para  $-1 < \rho \leq 1$

Es preferible usar las autocorrelaciones pues estas carecen de unidades, es decir, son cantidades o medidas relativas a las que no afectan las unidades de medida. La caracterización de un proceso estocástico por medio de los momentos de 1º y 2º orden es en principio más incompleta que cuando se hace por funciones de distribución conjunta. Ahora si el proceso es normal gaussiano este sí queda perfectamente caracterizado a través de los 2 primeros momentos.

En una serie temporal (s.t ), se dispone de una observación para cada período de tiempo, por lo que se la puede considerar como una muestra de tamaño 1 tomada en períodos sucesivos de tiempo en un procesos estocástico, en otras palabras, una serie temporal es una realización de un proceso estocástico.

A diferencia de un muestreo aleatorio simple, donde cada extracción es independiente a las demás, en una serie temporal el dato extraído para un período completo no será, en general independiente de los datos de períodos anteriores, en cambio si se dispone de n datos de una serie temporal, con ellos hay que estimar n medias y n varianzas, sin contar las autocovarianzas tal como se plantea el problema, no tiene solución. Para poder a partir de una sola realización efectuar inferencias sobre un proceso estocástico, es preciso imponer restricciones a dicho proceso éstas son, que sea estacionario y ergódico. Se dice que un proceso estocástico es estacionario en sentido estricto cuando al realizar el mismo desplazamiento en el tiempo de todas las variables aleatorias de cualquier distribución conjunta finita, resulta que la distribución no varía.

$$F(Y_{t1}, Y_{t2}, \dots, Y_{tk}) = F(Y_{t1+h}, Y_{t2+h}, \dots, Y_{tk+h})$$

Se dice que un proceso estocástico es estacionario de primer orden  
o en media si :

$$\forall t : E [ Y_t ] = \mu$$

La media permanece constante en el tiempo.

Se dice que un proceso estocástico es estacionario de segundo orden  
o en sentido amplio sí:

$$1. - \forall t : \text{Var} (Y_t) = E [(Y_t - \mu)^2] = \sigma^2 < \infty.$$

2.- La autocovarianza entre 2 períodos distintos de tiempo viene  
afectada únicamente por el lapso de tiempo transcurrido entre estos dos  
períodos.

$$\forall_t : E[(Y_{t+k} - \mu)(Y_t - \mu)] = \gamma_k$$

$$\text{Cov}[Y_{t+k}, Y_t] = \gamma_k$$

$$\text{Cov}[Y_{t+k}, Y_t] = \gamma_k$$

$$\text{Para } \gamma_0 = \text{Cov}[Y_{t+0}, Y_t]$$

$$\gamma_0 = \text{Var}[Y_t]$$

Un proceso estacionario de 2<sup>o</sup> orden tiene que ser ante todo estacionario de primer orden, pues  $\mu$  no viene afectada por  $t$ .

Estacionario en sentido estricto y tiene momentos de 2<sup>o</sup> orden finito  
 $\Rightarrow$  Estacionario en sentido amplio.

Si el proceso es estacionario en sentido amplio y es normal entonces es estacionario en sentido estricto.

A más de la estacionalidad es necesario que el proceso estacionario sea ergódico.

Si un proceso estocástico es ergódico tenemos que:

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \rho_k = 0$$

En otras palabras el coeficiente de correlación a la larga se hace cero.

Si para valores altos de  $k$  las autocorrelaciones también son altas, se tiene que al aumentar el tamaño de la muestra se añade poca

información nueva, en consecuencia los estimadores obtenidos no serán consistentes.

### 2.3.1 Procesos Lineales

Estos procesos estocásticos en sentido amplio y ergódicos, consisten en combinaciones lineales de variables aleatorias.

#### 1.-Proceso Puramente Aleatorio

Ruido blanco.

$$Y_t = \epsilon_t \text{ donde}$$

$$1.E[\epsilon_t] = 0$$

$$2.E[\epsilon_t^2] = \sigma^2$$

$$3.E[\epsilon_{t_1}, \epsilon_{t_2}] = 0$$

1.-  $\forall_t$  media cero ,

2.-  $\forall_t$  varianza constante,

3.- no hay correlación entre instantes diferentes de tiempo ,  $t_1 \neq t_2$

#### 2.-Procesos Autoregresivos de orden p : AR(p) .

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \epsilon_t.$$

$$\phi(L) Y_t = \epsilon_t.$$

$$\text{con } \phi(L) = 1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p.$$

Para que el proceso sea estacionario se requiere que las raíces de la ecuación  $\phi(L) = 0$  estén fuera del círculo unidad.

**3.-Procesos de Medias Móviles de orden q : MA(q) .**

$$Y_t = \epsilon_t - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \theta_2 \epsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \epsilon_{t-q}.$$

Para que un proceso MA(q) sea inversible se requiere que las raíces del polinomio :  $1 - \theta_1 L - \theta_2 L^2 - \dots - \theta_q L^q = 0$  caigan fuera del círculo unidad .

Además se tiene que :

$$\left. \begin{aligned} \gamma_0 &= (1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \dots + \theta_q^2) \sigma_\epsilon^2 \\ \rho_\tau &= \begin{cases} \frac{-\theta_\tau + \theta_1 \theta_{\tau-1} + \dots + \theta_{q-\tau} \theta_q}{1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2} & \text{si } \tau = 1, \dots, q \\ 0 & \text{si } \tau > q \end{cases} \end{aligned} \right\}$$

**4.-Procesos Arma (p,q)**

**Es una combinación de los dos anteriores**

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \epsilon_t - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \theta_2 \epsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \epsilon_{t-q}$$

### 2.3.2 MODELO ARIMA

A un proceso integrado  $Y_t$  se le denomina proceso Arima  $(p, d, q)$  si tomando diferencias de orden  $d$  se obtiene un proceso estacionario  $W_t$  del tipo ARMA  $(p, q)$ .

Sea  $Y_t$  un modelo original (no estacionario), del cual tomando diferencias de orden  $d$  se tiene un modelo estacionario, este modelo estacionario  $W_t$  del tipo ARMA  $(p, q)$ .

$$W_t = \Delta^d Y_t$$

$$\Delta = 1 - L$$

$$w_t = (1 - L)^d Y_t$$

$$(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p) W_t = (1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q) \epsilon_t$$

$$(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p) (1 - L)^d Y_t = (1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q) \epsilon_t$$

Entonces la representación de un proceso ARIMA  $(p, d, q)$  es:

$$\phi(L)(1-L)^d Y_t = \theta(L)\epsilon_t.$$

Por medio de estos procesos ARIMA, se puede considerar una amplia clase de series, gracias a que aplicando transformaciones de tipo no lineal muchos de ellas pasan a ser representadas por medio de estos modelos, existen series en las que a lo largo de un período extenso de tiempo la varianza puede estar afectada por una tendencia la cual no desaparece al tomar diferencias (la idea de un proceso estocástico es que la varianza no varía y permanece constante).

### **Busqueda de un modelo ARIMA**

a) Se comienza por buscar a partir de las observaciones, los valores posibles para  $(p, d, q)$ . Esta etapa constituye la fase de identificación a priori del modelo. Se requiere de muchos cálculos, y en general no se obtiene una sola tripleta de valores  $(p, d, q)$ . Esto se explica porque un proceso estacionario puede aproximarse, tanto como se quiera, por un proceso ARMA  $(p,q)$  donde el valor de  $p$  puede ser cualquiera.

b) Para cada tripleta obtenida de valores de  $(p,d,q)$ , se procede a la fase de estimación de los coeficientes de los polinomios autoregresivos y media móvil.

c) Al final de la etapa b se dispone de varios modelos estimados. Estos pasan entonces por una fase de pruebas estadísticas (test de significación para los coeficientes, test concerniente a las no correlaciones de los ruidos blancos ,etc ), para verificar los resultados obtenidos con las hipótesis hechas. Esta es la fase de verificación y puede resultar que todos los modelos sean rechazados.

d) Puede darse el caso de que varios modelos pasen la fase de verificación. En este caso se escoge al modelo que tenga el mayor poder predictivo o la mayor cantidad de información. Las etapas c y d constituyen la fase de identificación a posteriori, es decir después de la estimación.

### 2.3.2.1 Identificación de Modelos Estacionarios

( Determinación de  $p$  y  $q$  ).

Para la identificación de los modelos estacionarios se utilizaron principalmente la función de autocorrelación estimada (FACE ) y la función de autocorrelación parcial estimada (FACPE ).

A partir de una muestra los coeficientes de autocorrelación estimados, cuya secuencia constituye la FACE, son útiles para identificar el proceso.

Por otro lado, la función de autocorrelación parcial estimada (FACPE ), se utiliza para la identificación del Modelo ARMA, según sea el tamaño de la muestra, la identificación del proceso generador, pues revierte distinto grado de dificultad.

Por otro lado, la función de autocorrelación parcial estimada (FACPE ) se utiliza para la identificación de modelos ARMA según sea el tamaño de la muestra, la identificación del proceso generador puede revertir distinto grado de dificultad.

Por eso también se analizará la incidencia del tamaño muestral en el proceso de identificación.

A partir de una muestra de tamaño  $N$  de valores de una serie estacionaria  $W_t$  igual se puede calcular un coeficiente de autocorrelación muestral.

### **FACE**

$$\gamma_{\zeta} = \frac{\sum_{t=\zeta+1}^N (W_t - \bar{w})(W_{t-\zeta} - \bar{w})}{\sum_{t=1}^N (W_t - \bar{w})^2}$$

El proceso original  $Y_t$  se convierte en un proceso estacionario  $W_t$  al tomar diferencias, en cada diferencia que se toma se pierde una observación al comienzo de la serie.

Si para obtener  $W_t$  se ha tomado diferenciaciones, entonces la muestra original de tamaño  $T$  se la ha reducido a una muestra de tamaño  $t - \alpha$ .

La FACE es el estimador de menor sesgo y la secuencia de valores de  $\gamma_\zeta$  para  $\zeta = 1, 2, 3, \dots$  constituye el correlograma estimado que es una forma gráfica de la FACE.

$\rho_\tau$  es el coeficiente de autocorrelación teórica y por lo tanto  $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_\tau$  constituye la forma gráfica de la FACT (función de autocorrelación teórica).

Puesto que  $\gamma_\tau$  es aproximadamente normal, los intervalos de confianza del 95 % son  $(-1.96\sqrt{\text{Var}(\gamma_\tau)}, 1.96\sqrt{\text{Var}(\gamma_\tau)})$

### 2.3.2.2 Función de autocorrelación parcial teórica y estimada

A diferencia de los modelos MA, en los AR de cualquier orden, la función de autocorrelación teórica (FACT) empieza a decrecer a partir de un determinado retardo, pero nunca se hace cero, por esta razón es difícil deducir el valor de  $p$  para un modelo AR, a partir del correlograma.

A través de las ecuaciones de Yule - Walken se pueden calcular los coeficientes de  $\phi_i$  de un AR ( $p$ ) a partir de los valores de  $\rho_i$  para  $i = 1, 2, \dots, p$ .

$$\begin{bmatrix} \phi_1 \\ \vdots \\ \phi_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{p-1} \\ \rho_1 & 1 & & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{p-1} & \cdots & \cdots & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 1 \\ \rho_1 \\ \vdots \\ \rho_p \end{bmatrix}$$

Ahora bien cuando se trabaja con series reales se desconoce  $p$ . Si el sistema anterior se resuelve sucesivamente para un AR (1), AR(2), ....., etc se obtienen los siguientes coeficientes.

$$\text{AR(1)} \quad \phi_{11}$$

$$\text{AR(2)} \quad \phi_{21} \quad \phi_{22}$$

$$\text{AR(3)} \quad \phi_{31} \quad \phi_{32} \quad \phi_{33}$$

$$\text{AR(4)} \quad \phi_{p1} \quad \phi_{p2} \quad \dots \dots \dots \phi_{pp}$$

$$\text{AR(P11)} \quad \phi_{p+1,1} \quad \phi_{p+2,2} \quad \phi_{p+3,3} \quad \dots \dots \dots \phi_{p+1,p+q}$$

Si se toma el último coeficiente de cada uno de los procesos se tiene la FACPT (función de autocorrelación parcial teórica), entonces los coeficientes  $\phi_{11}, \phi_{22}, \phi_{33}, \dots, \phi_{pp}, \phi_{p+1, p+1}$  constituyen la FACPT.

Si se supone el orden del modelo AR es  $p$  los valores  $\phi_{kk}$  serán distintos de cero para  $k \leq p$  y serán iguales a cero para  $k > p$ .

Si se considera un MA (q), este es equivalente a un AR ( $\infty$ ) y por lo tanto su FACPT tendrá infinitos elementos distintos de cero. En otras palabras la FACPT de un MA (q) se comporta en forma análoga a la FACT de un AR(P) y recíprocamente.

La función de Autocorrelación Parcial Estimada es el instrumento empírico práctico que se utiliza para estimar la función de autocorrelación parcial teórica y se puede calcular de dos formas .

### 1.-Mediante las ecuaciones de Yule - Walker

$$\hat{\phi}_{11} = \gamma_1 \rightarrow \phi_{11}$$

$$\begin{bmatrix} \hat{\phi}_{21} \\ \hat{\phi}_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \gamma_1 \\ \gamma_1 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \gamma_1 \\ \gamma_2 \end{bmatrix} \rightarrow \hat{\phi}_{22}$$

$$\begin{bmatrix} \hat{\phi}_{31} \\ \hat{\phi}_{32} \\ \hat{\phi}_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \gamma_1 & \gamma_2 \\ \gamma_1 & 1 & \gamma_1 \\ \gamma_2 & \gamma_1 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \rightarrow \hat{\phi}_{33}$$

2.- Los coeficientes  $\hat{\phi}_{kk}$  se obtienen por regresión.

$$Y_t = \hat{\phi}_{11} Y_{t-1}$$

$$Y_t = \hat{\phi}_{21} Y_{t-1} + \hat{\phi}_{22} Y_{t-2}$$

$$Y_t = \hat{\phi}_{k1} Y_{t-1} + \hat{\phi}_{k2} Y_{t-2} + \dots + \hat{\phi}_{kk} Y_{t-k}$$

I

Independientemente de cómo se lo obtenga se tiene que, si se trata de un modelo AR (P) el coeficiente  $\hat{\phi}_{kk}$  estará próxima a cero para  $k > p$  puesto que el correspondiente coeficiente teórico  $\phi_{kk}$  es cero.

Para  $k \leq p$ ,  $\hat{\phi}_{kk}$  tendrá un valor significativamente distinto de cero, siempre que el tamaño de la muestra sea el adecuado.

En un proceso AR(P) los coeficientes de autocorrelación parcial tienen aproximación a una distribución normal con media cero y varianza 1.

Es preferible tener una muestra de 50 o 60 observaciones para obtener estimadores consistentes, aunque el tamaño de la muestra depende del tipo de modelo y de los parámetros p y q.

### **Modelos AR(p)**

En un modelo AR(p) los coeficientes de autocorrelación  $\rho_t$  presentan un decrecimiento rápido exponencial que puede ser simple o alternado.

### **Modelos MA(q)**

El comportamiento de estos modelos es inverso al de los modelos AR(p).

Así en un MA(q) la función de autocorrelación FACT se hace cero para retardos superiores a q.

Por el contrario la FACPT decrece de forma rápida sin llegar a anularse.

#### **2.3.2.3 Modelos ARMA**

Estos modelos son más difíciles de identificar, pues tanto la FACT como la FACPT tienen un número infinito de coeficientes distinto de cero.

En la FACT los coeficientes  $\rho_1, \dots, \rho_q$  no tienen un patrón fijo de comportamiento ya que dependen de los valores de los coeficientes de medias móviles del modelo .

Para  $\tau > q$  los coeficientes de  $\rho_\tau$  decrecen formando oscilaciones sinusoidales y/o exponenciales amortiguadas.

La FACPT , los coeficientes  $\phi_{11}, \phi_{12}, \dots, \phi_{pp}$  presenta p valores iniciales sin un patrón fijo de comportamiento seguido de oscilaciones sinusoidales y/o exponenciales decrecientes.

#### **2.3.2.4 FASE DE VERIFICACION**

Las pruebas estadísticas utilizadas en esta fase son de dos tipos:

Las pruebas concernientes a los parámetros  $a_i$  y  $b_j$  de los procesos autoregresivos y media móvil, respectivamente , del modelo propuesto ARMA (p,q ) , de la serie diferenciada d veces , y las pruebas concernientes a las hipótesis de ruidos blancos.

**Pruebas concernientes a los parámetros :**

Nos interesa saber si es posible disminuir el número de parámetros ; es decir , si disponemos de un modelo ARMA (p,q) , queremos ver si es posible formular un modelo ARMA (p-1 , q ) o un modelo ARMA (p, q-1) . Esto quiere decir , que queremos examinar el nivel de significación del coeficiente  $a_p$  o de  $b_q$  , para lo que se utiliza una prueba de tipo student (bajo hipótesis de normalidad de ruido blanco ).

Sea  $\hat{a}_p$  el estimador de  $a_p$  en la formalización ARMA (p,q) y  $\hat{V}_p$  su varianza estimada . Se aceptará con un riesgo de primera especie del 5 % , la hipótesis de que el modelo es ARMA (p-1 , q ) si  $|\hat{a}_p| / (\hat{V}_p)^{1/2} < 1.96$ ; de lo contrario se acepta la modelización ARMA (p,q).

De manera similar se procede para examinar el nivel de significación del parámetro  $b_q$  .También se puede efectuar esta prueba para examinar el nivel de significación de un parámetro  $a_{p+1}$  o  $b_{q+1}$  ; no es conveniente probar la hipótesis de que un modelo sea ARMA(p+1, q+1) , o un ARMA (p-1 q-1) .

### Pruebas concernientes al ruido blanco

Se pretende verificar si la serie de residuos .

$$e_t = \frac{\hat{\phi}(B)}{\hat{\theta}(B)} X_t$$

Es coherente con la hipótesis de que los  $\epsilon_t$  forman un ruido blanco; es decir , verificar si los residuos son independientes, centrados, de varianza  $\sigma^2$  y gaussianos.

### Prueba de Box- Pierre (“overcoat “)

El test se basa en que el estadístico :Sigue asintóticamente una ley  $\chi^2$  con  $k-p-q$  grados de libertad bajo la hipótesis de independencia de  $s \in_t$  .

( $\hat{\rho}_h[e]$  representa la correlación estimada de orden  $h$ , de los residuos )

$$Q = N \sum_{h=1}^k \hat{\rho}_h [e]$$

Luego, se rechaza la hipótesis de independencia de los ruidos blancos al nivel  $\alpha$  , si  $Q > \chi^2_{1-\alpha}[k-p-q]$ . El número  $k$  debe ser suficientemente grande , habitualmente se lo toma entre 15 y 20 .

Cuando la hipótesis se declara inadecuada , se puede utilizar la función de autocorrelación estimada de los residuos , para ver en que forma se modifica el modelo.

### 2. 3.2.5 Uso de los ruidos blancos para modificar el modelo .

Cuando la función de autocorrelación de los ruidos blancos de un modelo ajustado indica un modelo inadecuado , es necesario considerar en qué manera el modelo podría ser modificado.

Supongamos que los ruidos blancos  $B_t$  del modelo :

$$\phi_0(B)\nabla^{d_0}Z_t = \theta_0(B)B_t$$

Parecen no verificar las hipótesis de independencia y normalidad Utilizando las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial estimada de los  $B_t$  y los métodos explicados anteriormente , podemos tratar de ajustar un modelo :

$$\prod(B)\nabla^d B_t = \phi(B)\epsilon_t$$

para la serie  $Z_t$ . Eliminando  $B$  de las ecuaciones anteriores llegamos a plantear un modelo :

$$\phi_0(B) \prod (B) \nabla^{d_0} \nabla^{d_1} Z_t = \theta_0(B) \phi(B) \varepsilon_t$$

que puede ser ajustado nuevamente y verificado.

### 2.3.2.6 Validación del modelo

Para que un modelo sea válido debe cumplir lo siguiente :

- 1.- Los residuos del comportamiento estimado se aproximan al comportamiento del ruido blanco .
- 2.- El modelo es estacionario e invertible .
- 3.- Los coeficientes son estadísticamente significativos que están poco correlacionados entre sí .
- 4.- Los coeficientes del modelo son suficiente para representar la serie .
- 5.- El grado de ajuste es elevado en comparación al de otros modelos alternativos .

## Elección del modelo

Puede suceder que varios modelos pasen la fase de verificación .  
 En este caso existen criterios que no poseen una base teórica sólida , pero son útiles a la hora de realizar una elección .

### a)Criterio del mayor valor predictivo .

En un modelo ARMA , el error de la previsión al horizonte 1 , es tal que  $V[\hat{e}_{(1)}] = \sigma^2$ . Se puede entonces proponer escoger el modelo que conduzca a un error e predicción pequeño .Diversos criterios son disponibles :

1.-En este criterio se trata de minimizar .

*La estimación  $\hat{\sigma}_1$  o  $\hat{\sigma}_2$  de la varianza.*

2.-El coeficiente de determinación modificado :

$$R^2 = 1 - \frac{\sigma^2}{V}$$

donde  $V$ , es la varianza empírica de la serie inicial diferenciada  $d$  veces .

3.- El coeficiente de determinación modificado .

$$R^2 = 1 - \frac{(\sigma^2 / (N - p - q))}{V / N - 1}$$

este coeficiente permite tomar en cuenta los grados de los polinomios autoregresivos y media móvil .

4. El estadístico de Fisher :

$$F = \frac{((V - \sigma^2) / pq)}{\sigma^2 / (N - p - q)}$$

En el criterio 2,3 y 4 se trata de maximizar.

### 2.3.2.7 EI PREDICTOR OPTIMO

Se designará por  $\hat{Y}_{T+L/T}$  al predictor óptimo para el período  $T+L$ , utilizando toda la información disponible hasta el período  $T$  se supone que:

- 1) Los parámetros  $\phi_i$  y  $\theta_j$  son conocidos.
- 2) Los ruidos blancos presentes y pasados  $\epsilon_t, \epsilon_{t-1}, \dots, \epsilon_1, \epsilon_0$  son conocidos.

$\hat{Y}_{T+L/T}$  cumple que

$$E^2 [Y_{T+L} - \hat{Y}_{T+L/T}]^2 \leq E^2 [Y_{T+L} - Y_{T+L/T}^*]^2$$

donde  $Y_{T+L/T}^*$  es otro predictor cualquiera esto significa que el predictor óptimo tiene un error cuadrático mínimo.

El predictor óptimo se define por

$$\tilde{Y}_{(T+L)/T} = \sum_{j=0}^{\infty} \psi_{1+j} \epsilon_{T-j} = \psi_{1+1} \epsilon_{T-1} + \psi_{1+2} \epsilon_{T-2} + \dots$$

y su error cuadrático medio es

$$ECM(\hat{\phi}_{T+L/T}) = (1 + \phi_1^2 + \phi_2^2 + \dots + \phi_{l-1}^2) \sigma_\epsilon^2$$

## **CAPITULO III**

### **III ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

#### **3.1 Introducción**

La producción de cacao en el mercado nacional, al igual que la comercialización está influenciadas por variables económicas y agrícolas.

El Sistema Estadístico Agropecuario Nacional (SEAN), proporcionaba datos del área sembrada, cosechada, producción, rendimiento; por medio de encuestas realizadas, en los últimos años esa labor la realiza el Servicio de Información y Censo Agropecuario ( SICA), ya que los censos agropecuarios se realizan cada cierto tiempo.

Es necesario mencionar que Ecuador es país exportador de cacao fino de aroma, por lo cual únicamente importa cacao en épocas de escasez, como el

fenómeno del Niño en el 97-98, en el cual la producción del mismo sufrió una baja, por lo cual esta variable no está incluida en el estudio.

Entre las variables escogidas para este estudio se encuentran:

**1. Superficie Sembrada.-** Las cuales comprenden tierras ocupadas por semillas o plantas destinadas a la producción agrícola del cacao en el período de referencia, la cual se encuentra medida en hectáreas.

**2. Superficie Cosechada.-** Son aquellas que luego de ser sembradas o plantadas han sido cosechadas generando producción agrícola dentro del período de referencia. Esta área puede ser igual o menor que el área sembrada. Se encuentra medida en hectáreas.

**3. Producción.-** La producción agrícola es la cantidad total del producto primario en este caso el cacao, obtenida del cultivo en el período de referencia. Se encuentra en toneladas métricas.

**4. - Rendimiento.-** El rendimiento por hectárea es la cantidad del producto expresada en toneladas métricas dividida para el número de hectáreas que la produjeron.

**5. -Cosecha.-** Se encuentra expresada en toneladas métricas, y se refiere a la cantidad de cacao que ha sido cosechado.

**6. -Moliendas.-** Es la cantidad de cacao destinado al proceso de industrialización, sus unidades son toneladas métricas

**7.-Exportaciones.-** Son las ventas de cacao en forma mensual, cuyo certificado de calidad es emitido por ANECACAO .Las exportaciones son las referentes a cacao en grano, e industrializado tales como manteca de cacao, cacao en polvo, chocolate ,y pasta.Sus unidades están expresadas en TM.

**8.-Precios internacionales** .Los cuales son los cotizados en la Bolsa de Nueva York por la Organización Internacional del Cacao (ICCO), está dado en \$ por Tm.

**9.-Precios en grano al productor** .- Son precios ficticios en el mercado nacional, con los cuales negocia el productor o agricultor, sus unidades son sucres por quintal.

**10.-PIB.-** Refleja el valor de los bienes y servicios de uso final generados por los agentes económicos durante un período, está dado en millones de dólares. Tiene como fuente el Banco Central del Ecuador.

**11.-Índice de Precios al Consumidor Urbano.-** Es un indicador económico coyuntural que mide la evolución temporal de los precios correspondientes al conjunto de bienes y servicios. Tiene como fuente el INEC

*Los datos de las variables en forma anual se encuentran en el apéndice (Ver cuadro 3.1, 3.2)*

## **3.2 Estadística Descriptiva de las variables de estudio**

### **3.2.1 Superficie Sembrada**

La superficie sembrada de cacao en el período del año 70 hasta el año 99 no ha variado significativamente, en base a la encuestas realizadas por el Sistema Estadístico Agropecuario Nacional.

A continuación se muestra la estadística descriptiva de esta variable.

La superficie sembrada mínima fue en el año de 1973 y la máxima superficie sembrada tuvo lugar en el año 1996, esta variable tiene una media de 282693, y sus datos se encuentran dispersos en relación a la media 44758 hás.

**TABLA X: Estadística descriptiva:  
Variable superficie  
sembrada**

<i>N de casos</i>	30
Mínimo (1973)	213106
Máximo (1996)	350000
Rango	136894
Mediana	273500
Media	282693
95 % IC superior	299406.81
95 % IC inferior	265980.92
Error Estándar	8171.67
Desviación Estándar	44758.08
Varianza	2.00E+09
Sesgo	-0.07

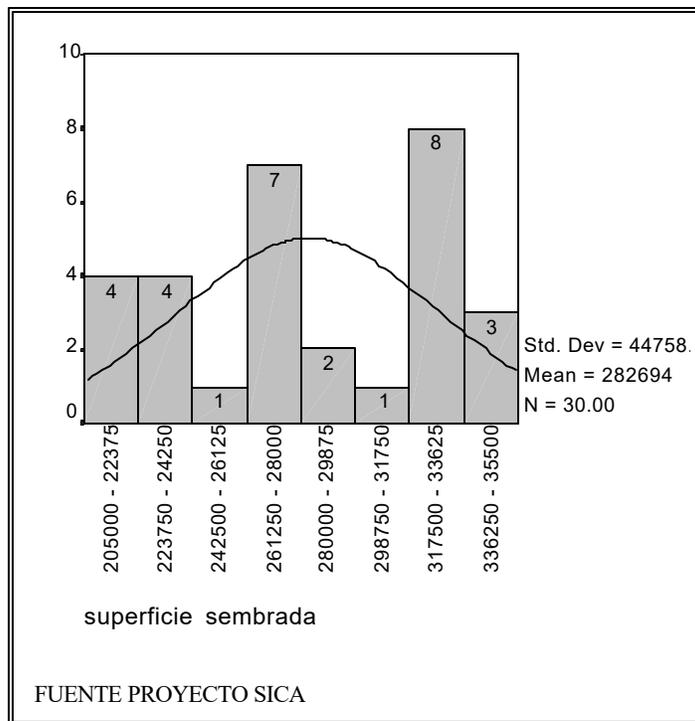
**FUENTE: Proyecto SICA**

En la figura 3.1 podemos apreciar el histogramas de frecuencias de la variable el cual se encuentra detallado en la tabla III .La clase modal se encuentra en el intervalo [317500-336250), la cual es la que tiene el mayor número de observaciones.

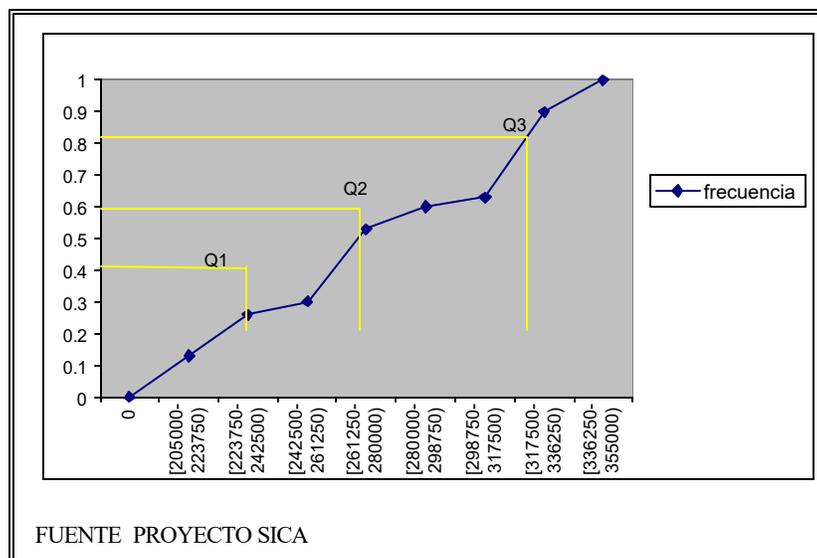
**TABLA XI TABLA DE FRECUENCIAS**

Intervalo de clase	Marca de Clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada relativa
[205000-223750)	214375	4	0.13	0.13
[223750-242500)	233125	4	0.13	0.26
[242500-261250)	251875	1	0.03	0.3
[261250-280000)	270625	7	0.23	0.53
[280000-298750)	289375	2	0.06	0.6
[298750-317500)	303625	1	0.03	0.63
[317500-336250)	326875	8	0.26	0.9
[336250-355000)	345625	3	0.1	1

**FIGURA 3.1 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**



**FIGURA 3.2 OJIVA**



Los valores representados por  $Q_1$ ,  $Q_2$  y  $Q_3$  que dividen a los datos colocados por orden de magnitud en cuatro partes iguales se denominan cuartiles. Como se observa en la figura 3.2 el primer cuartil cuyo valor es 235886 cae en el segundo intervalo de clase, el segundo cuartil el cual es la mediana que es la mejor medida de posición en distribuciones sesgadas es 273500 y el tercer cuartil corresponde al valor de 326568.75. Por lo cual el alcance intercuartil que significa que tan lejos de la mediana tenemos que ir en cualquiera de las dos direcciones antes de recorrer la mitad de los valores del conjunto de datos es  $Q_3 - Q_1$  y en este caso es de 90682.75.

El 25 % de la superficie sembrada es menor o igual que 235886 hás, el 50% de la superficie sembrada es menor o igual que 273500 y el 75 % de la superficie sembrada es menor o igual que 326568 hás.

Para determinar a que distribución converge la variable usamos la prueba no paramétrica de kolmogorov Smirnov .

#### **TABLA XII**

#### **PRUEBA DE KOLMOGOROV SMIRNOV PARA UNA MUESTRA USANDO UNA DISTRIBUCION NORMAL (282693.00,44758.00)**

NO DE CASOS	Max Diferencia	Probabilidad (2 colas )
30.00	0.17	0.38

El valor de probabilidad que es significativamente grande, nos dice que existe evidencia estadística sobre la normalidad de los datos. Al igual como se puede apreciar en el gráfico de la figura 3.1, el sesgo es el grado de asimetría de una distribución y debido a que este es  $-0.07$  la normal se encuentra sesgada hacia la izquierda y la curtosis indica el grado de apuntamiento de la normal en este caso siendo  $-1.39$  la distribución es platicúrtica.

### 3.2.2. SUPERFICIE COSECHADA

Los datos de esta variable corresponden al período de los años 70 hasta el 99. Esta variable está en miles de hectáreas.

**TABLA XIII**

#### **ESTADISTICA DESCRIPTIVA**

<i>No de casos</i>	30
Mínimo	213110 (1973)
Máximo	349370 (1995)
Rango	136260
Mediana	286985
Media	285721
95% IC superior	301748.15
95 % IC inferior	269694.51

Error estándar	7836.20
desviación estándar	42920.61
Varianza	1.84218E+09
Sesgo	-0.31
Curtosis	-1.27
Coefficiente de variación	0.15

FUENTE: PROYECTO SICA

**FIGURA 3.3 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**

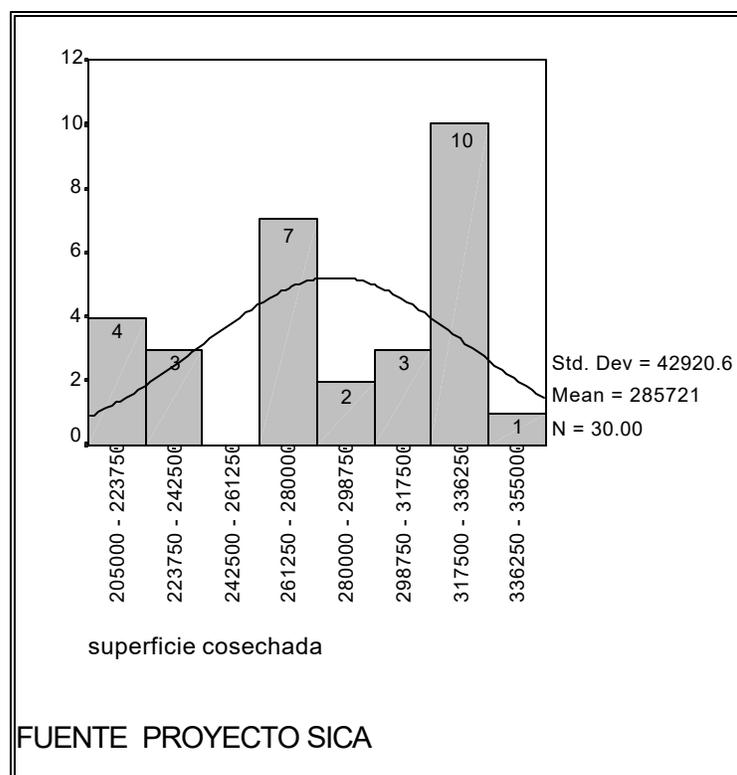
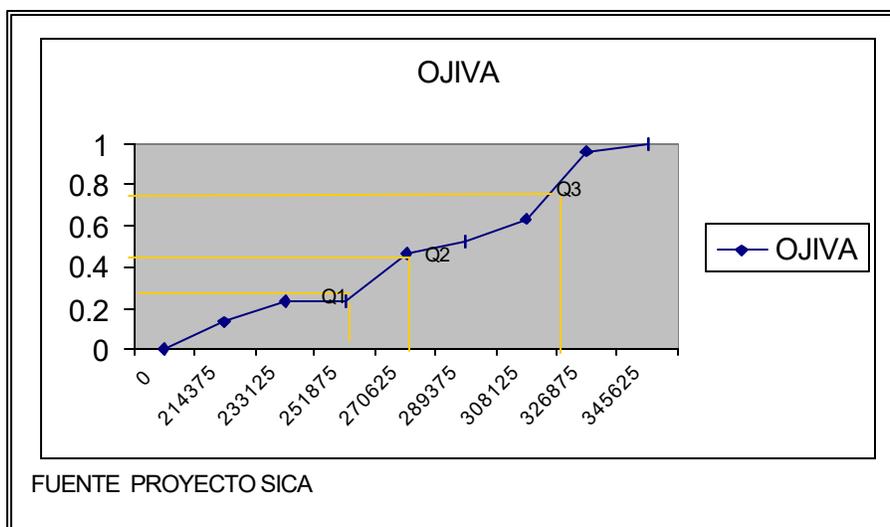


TABLA XIV

TABLA DE FRECUENCIAS

<i>Intervalo de Clase</i>	<i>Marca de Clase</i>	<i>Frecuencia Absoluta</i>	<i>Frecuencia Relativa</i>	<i>Frecuencia acumulada relativa</i>
[205000-223750)	214375	4	0.13	0.13
[223750-242500)	233125	3	0.1	0.23
[242500-261250)	251875	0	0	0.233
[261250-280000)	270625	7	0.23	0.46
[280000-298750)	289375	2	0.06	0.53
[298750-317500)	308125	3	0.1	0.63
[317500-336250)	326875	10	0.33	0.96
[336250-355000)	345625	1	0.033	1

FIGURA 3.4 OJIVA



En la figura 3.4 se muestra el polígono de frecuencia acumulada u ojiva .El primer cuartil corresponde al valor de 256240, el segundo cuartil o mediana es 286985 y el tercero es de 327420. El intervalo de clase modal es [317500-336250)en el eje X se encuentra la marca de clase para cada uno de los intervalos

**TABLA XV**

**PRUEBA DE KOLMOGOROV SMIRNOV PARA UNA MUESTRA USANDO UNA DISTRIBUCION NORMAL (285721.00,42920.60)**

NO DE CASOS	Max Diferencia	Probabilidad (2 colas )
30.00	0.19	0.23

Por medio de la Prueba de Kolmogorov Smirnov podemos concluir que aunque la probabilidad es baja existe evidencia estadística de la normalidad de los datos . por lo cual no rechazamos la hipótesis nula. El sesgo de  $-0.31$  nos indica que se encuentra sesgada hacia la izquierda y por medio de la curtosis la cual es  $-1.27$  podemos deducir que la distribución es platicúrtica con respecto a la normal es decir de menor apuntamiento que esta. Así como se observa en la figura 3.3.

Esta variable guarda mucha similitud con la variable superficie sembrada, sus coeficientes de variación son casi iguales, la variable superficie sembrada tiene una mayor dispersión absoluta.

### 3.2.3. PRODUCCION

Los datos de esta variable corresponden desde el año 70 al 99 en forma anual.

**TABLA XVI**  
**ESTADISTICA DESCRIPTIVA**

<i>N de casos</i>	30
Mínimo	35006 (1998)
Máximo	130770 (1970)
Rango	95764
Mediana	81946.50
Media	78019.53
95 % IC superior	85410.50
95 % IC inferior	70628.56
Error Estándar	3613.76
Desviación Estándar	44758.08
Varianza	3.92E+08

Sesgo	0.026
Curtosis	0.722
Coefficiente de variación	0.25

FUENTE: PROYECTO SICA

**FIGURA 3.5 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**

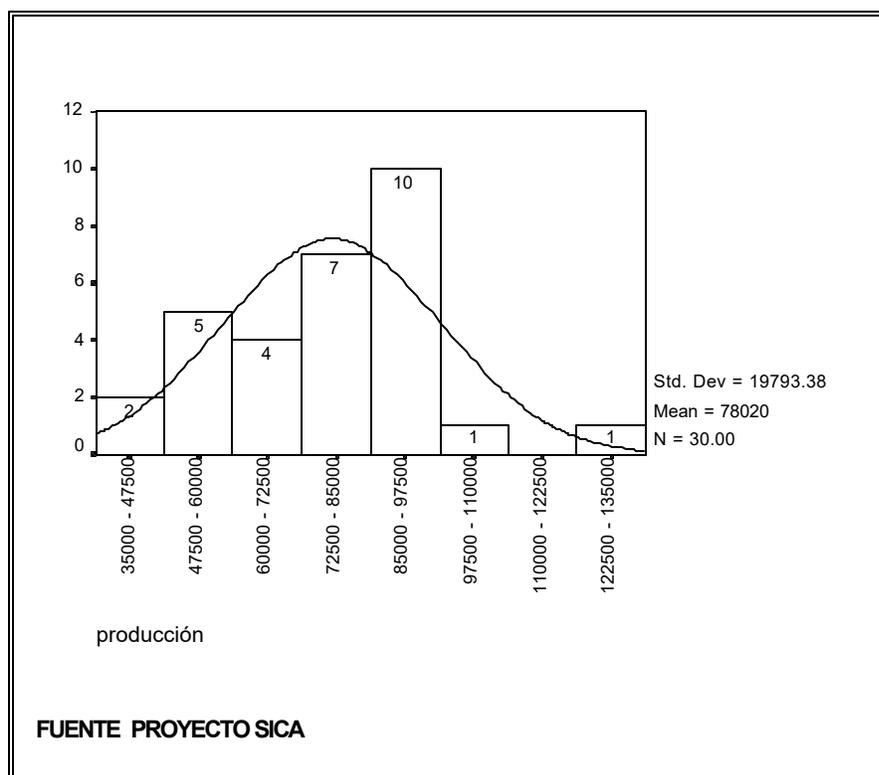
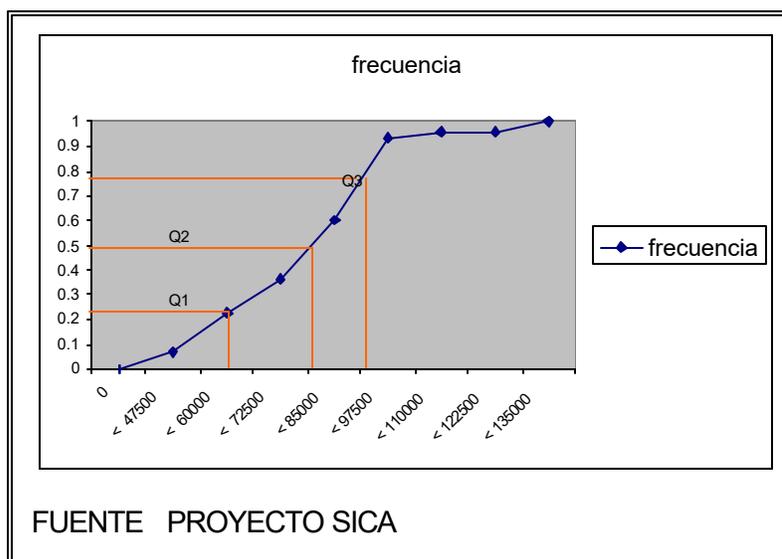


TABLA XVII

TABLA DE FRECUENCIAS

<i>Intervalo de Clase</i>	<i>Marca de Clase</i>	<i>Frecuencia Absoluta</i>	<i>Frecuencia Relativa</i>	<i>Frecuencia Acumulada Relativa</i>
[35000-47500)	41250	2	0.066	0.066
[47500-60000)	53750	5	0.16	0.23
[60000-72500)	66250	4	0.13	0.36
[72500-85000)	78750	7	0.23	0.6
[85000-97500)	91250	10	0.33	0.93
[97500-110000)	103750	1	0.03	0.96
[110000-122500)	116250	0	0	0.96
[122500-135000)	128750	1	0.03	1

FIGURA 3.6 FRECUENCIA ACUMULADA



En la figura 3.6 se muestra el gráfico que muestra las frecuencias acumuladas menores que el límite real superior de clase. Por ejemplo la frecuencia acumulada relativa menor que 97500 es 0.93 lo cual se interpreta como que el 93 % de la producción en el periodo de los años 70-99 tiene menos de 97500 Tm.

### TABLA XVIII

**PRUEBA DE Kolmogorov-Smirnov usando una distribución Normal (78019.50,19793.30).**

NO DE CASOS	Max Diferencia	Probabilidad (2 colas )
30	0.12	0.82

Aceptamos la hipótesis nula de que la variable es normal, ya que existe evidencia significativa de que la distribución de la variable es normal. Por medio del sesgo el cual es 0.026 podemos deducir que es positivamente sesgada o sesgada hacia la derecha, es decir que disminuye poco a poco hacia el extremo derecho, la curtosis la cual determina la agudeza de la distribución es 0.722 la distribución es platicúrtica con respecto a la normal.

#### **3.2.4. Rendimiento**

Esta variable corresponde a los años 70-99 en forma anual, y se la obtiene dividiendo la superficie cosechada para la producción Tm ./has.

TABLA XIX

## ESTADISTICA DESCRIPTIVA

<i>N de casos</i>	30
Mínimo(1998)	0.12
Máximo (1985)	0.45
Rango	0.33
Mediana	0.28
Media	0.27
95 % IC superior	0.30
95 % IC inferior	0.25
Error Estándar	0.01
Desviación Estándar	0.07
Varianza	0.00
Sesgo	0.30
Curtosis	1.57

FUENTE PROYECTO SICA

FIGURA 3.7 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

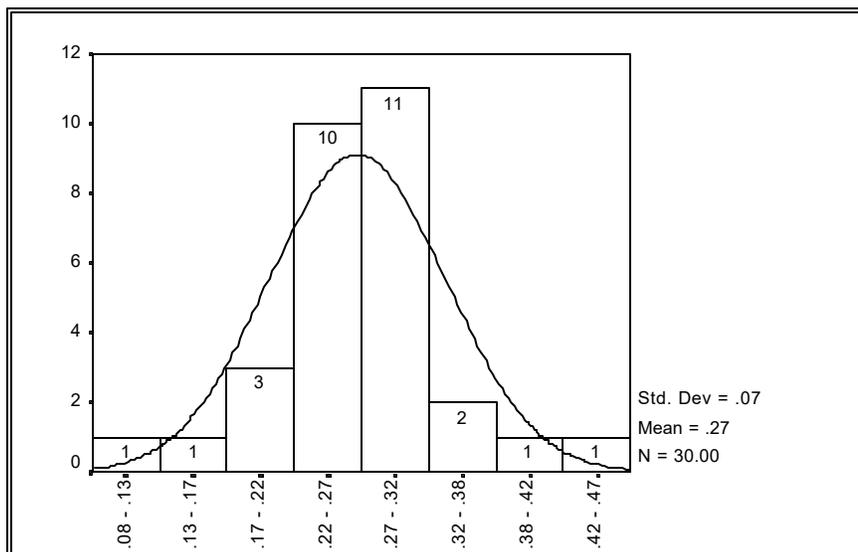
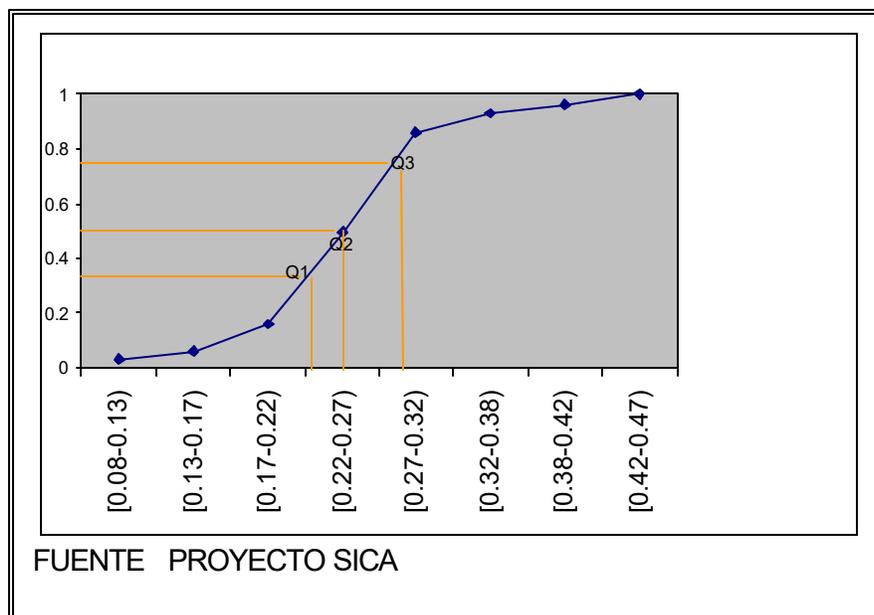


TABLA XX

TABLA DE FRECUENCIAS

<i>Intervalo de Clase</i>	<i>Marca de Clase</i>	<i>Frecuencia Absoluta</i>	<i>Frecuencia Relativa</i>	<i>Frecuencia Acumulada Relativa</i>
[0.08-0.13)	0.10	1	0.03	0.03
[0.13-0.17)	0.15	1	0.03	0.06
[0.17-0.22)	0.19	3	0.1	0.16
[0.22-0.27)	0.245	10	0.33	0.5
[0.27-0.32)	0.295	11	0.36	0.86
[0.32-0.38)	0.35	2	0.06	0.93
[0.38-0.42)	0.4	1	0.03	0.96
[0.42-0.47)	0.44	1	0.03	1

FIGURA 3.8 FRECUENCIA ACUMULADA



La frecuencia acumulada de la variable rendimiento muestra que el 25 % de los datos Q1 es menor igual que 0.2475 Tm/hás, el 50% Q2 es menor igual que 0.2750 Tm/hás y el 75% Q3 es menor igual que 0.30 TM/hás. El alcance intercuartil es 0.0525.

**TABLA XXI**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov usando una Distribución Normal(0.27,0.07)**

NO DE CASOS	Max Diferencia	Probabilidad (2 colas )
30.00	0.15	0.47

La probabilidad de 0.47 es significativa para aceptar la hipótesis nula de la normalidad de los datos, El sesgo de 0.30 indica que la distribución está sesgada hacia la derecha y la curtosis de 1.57 es platicúrtica con respecto a la distribución normal.

### **3.2.5. COSECHA Y MOLIENDAS**

Las variables cosecha y moliendas están en años cacaoteros 1969/1970 hasta el año 1998/1999, el año cacaotero comienza en septiembre de un año y culmina en octubre del siguiente. A continuación se muestra su estadística descriptiva.

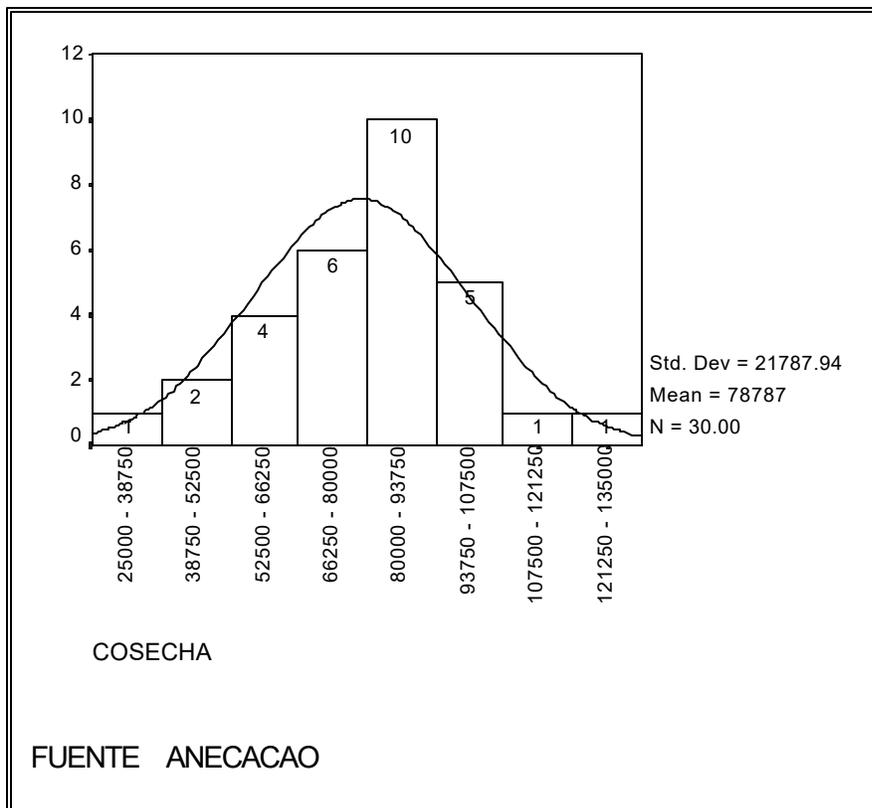
TABLA XXII

## ESTADISTICA DESCRIPTIVA

	<i>COSECHA</i>	<i>MOLIENDAS</i>
Nº de Casos	30	30
Mínimo	30000 (1998)	12200(1970)
Máximo	128200 (1985)	85000(1980)
Rango	98200	72800
Mediana	80000	38000
Media	78786.67	38743.33
95 % IC SUPERIOR	86922.42	45681.79
95 % IC INFERIOR	70650.92	31804.87
Error estándar	3977.92	3392.51
Desviación Estándar	21787.94	18581.54
Varianza	4.74714E+08	3.45274E+08
Coefficiente de Variación	0.28	0.48
Sesgo	-0.19	0.68
Curtosis	0.31	0.25

FUENTE ANECACAO

**FIGURA 3.9 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**



A continuación se muestra la distribución de frecuencias de cada variable.

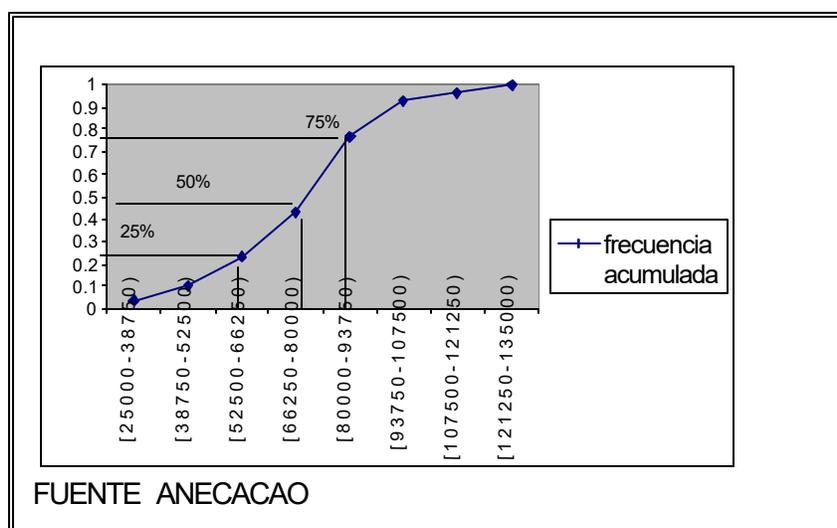
**TABLA XXIII**

**TABLA DE FRECUENCIAS**

Intervalo de Clase	Marca de Clase	frecuencia absoluta	frecuencia relativa	frecuencia acumula relativa
--------------------	----------------	---------------------	---------------------	-----------------------------

[25000-38750)	31875	1	0.033	0.033
[38750-52500)	45625	2	0.06	0.1
[52500-66250)	59375	4	0.13	0.2333
[66250-80000)	73125	6	0.2	0.433
[80000-93750)	86875	10	0.33	0.766
[93750-107500)	100625	5	0.16	0.93
[107500-121250)	114375	1	0.03	0.96
[121250-135000)	128125	1	0.03	1

**FIGURA 3.10 OJIVA DE LA VARIABLE COSECHA**



FUENTE ANECAAO

EL primer cuartil es de 66775, el segundo cuartil o mediana es de 80000, y el tercer cuartil es de 92800. El rango semiintercuartílico es  $(Q3-Q1)/2$ , por lo cual en este caso es de 13012.5. Puesto que se puede considerar como medida de centralización a  $(Q3+Q1)/2$  el cual es igual a 79787.5.

Se puede deducir que el 50% de la cosecha se encuentra entre (79787.5  $\pm$ 13012.5) a lo largo del período de referencia.

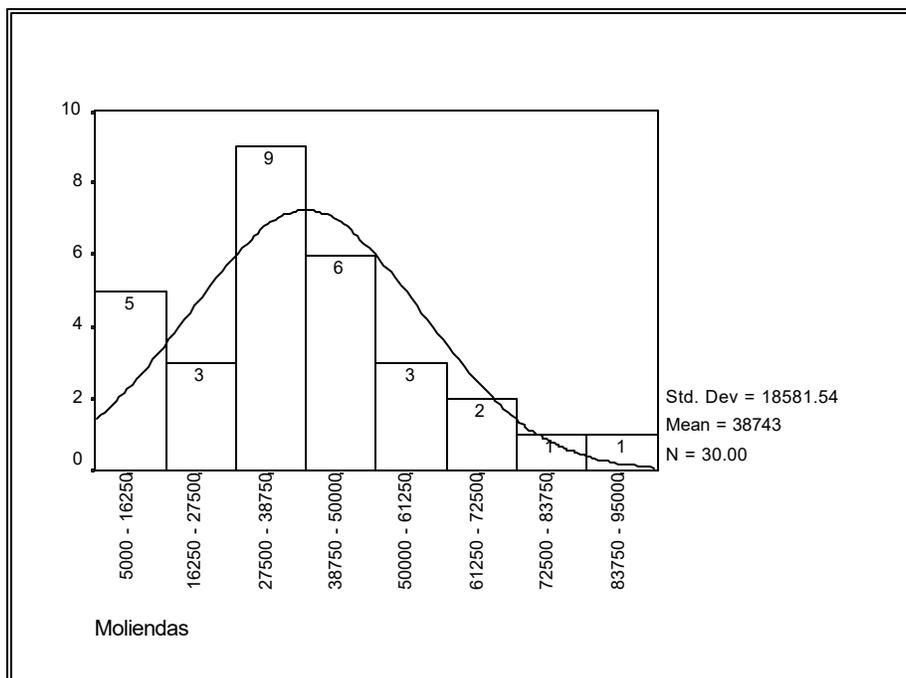
**TABLA XXIV**

**Prueba de Kolmogorov Smirnov para una Distribución Normal  
(78786.60,21787.90)**

Variable	Max Diferencia	Probabilidad(2 colas)
cosecha	0.10	0.93

La probabilidad es suficientemente grande de 0.93 por lo cual existe suficiente evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula sobre la normalidad de los datos. El sesgo de  $-0.19$  de esta variable indica que se encuentra negativamente sesgado o hacia la izquierda y la curtosis indica que la variable es platicúrtica con respecto a la distribución normal .

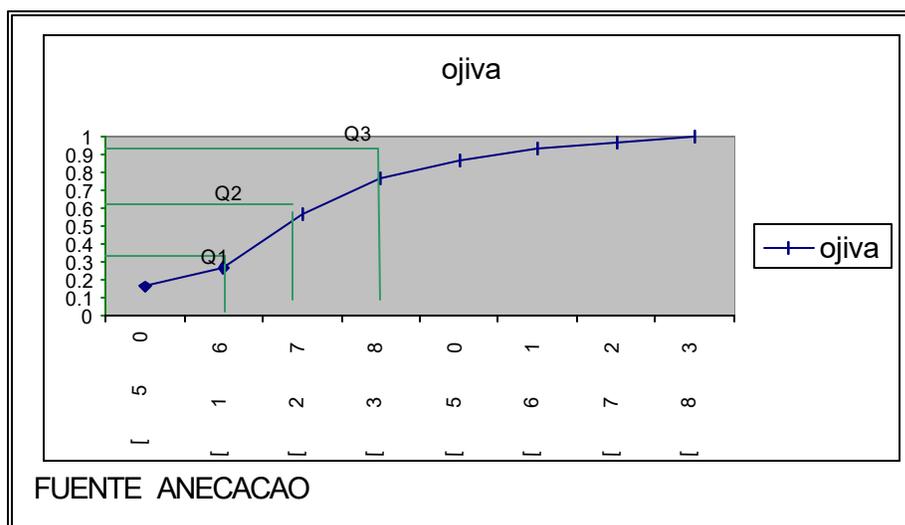
**FIGURA 3.11 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**



**TABLA XXV**  
**TABLA DE FRECUENCIAS**

Intervalo de clase	Marca de clase	frecuencia absoluta	frecuencia relativa	frecuencia acumulada relativa
[5000-16250)	10625	5	0.16	0.16
[16250-27500)	21875	3	0.1	0.26
[27500-38750)	33125	9	0.3	0.56
[38750-50000)	44375	6	0.2	0.76
[50000-61250)	55625	3	0.1	0.86
[61250-72500)	66875	2	0.06	0.93
[72500-83750)	78125	1	0.03	0.96
[83750-95000)	89375	1	0.03	1

**FIGURA 3.12 OJIVA**



El primer cuartil indica que el 25 % de las moliendas es menor o igual que 26100 Tm, el segundo cuartil indica que el 50% de los datos es menor o igual que 38000 Tm y el tercer cuartil indica que el 75% de los datos es menor o igual que 49250 Tm. Por medio del rango semiintercuartílico el cual en este caso es 11575, podemos deducir que el 50% de las moliendas se encuentran entre  $37675 \pm 11250$  toneladas métricas.

#### TABLA XXVI

#### Prueba de Kolmogorov Smirnov para una Distribución Normal (38743.30,18581.50)

Variable	Máxima Diferencia	Probabilidad(2 colas)
moliendas	0.14	0.60

La probabilidad de 0.60 es significativamente grande para aceptar la hipótesis nula sobre la normalidad de los datos, al igual que la figura 3.11 los datos muestran una tendencia hacia la normal, el sesgo es de 0.68 por lo que se puede deducir que está sesgada hacia la derecha o positivamente sesgada y la curtosis de 0.25 indica que esta es platicúrtica con respecto a la distribución normal .

### 3.2.6. EXPORTACIONES DE CACAO EN GRANO Y DERIVADOS

Esta variable tiene como período de referencia el año cacaotero el cual empieza en septiembre de un año y termina en octubre del siguiente año.

Los datos comienzan desde el año 1969/70 hasta el año 1998/1999. Se encuentran en toneladas métricas .

**TABLA XXVII  
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA**

	cacao en grano	manteca de cacao	polvo de cacao	pasta de cacao	chocolate
N de casos	30	30	30	30	30
Mínimo	10049(1998)	967(1984)	1148 (1970)	85 (1970)	0 (1970)
Máximo	75924(1985)	16734 (1997)	11658 (1991)	48365(1980)	27667 (1983)
Rango	65875	15767	10510	48280	27667
Mediana	45340.50	3554.50	3201	14194.50	668.50
Media	39900.23	5035.87	4374.10	16098.37	2637.67
95%IC sup	46603.70	6495.25	5420.51	20997.16	4922.63
95%IC inf	33196.77	3576.48	3327.69	11199.57	352.70
Error estándar	3277.61	713.56	511.63	2395.23	1117.22
desviación estándar	17952.20	3908.31	2802.33	13119.22	6119.25
varianza	3.22282E+08	15274873.64	7853058.30	1.72114E+08	37445208.99
coeficiente de variación	0.45	0.78	0.64	0.81	2.32
Sesgo	-0.18	1.56	0.95	1.01	3.29
Curtosis	-0.88	2.45	0.20	0.35	10.77

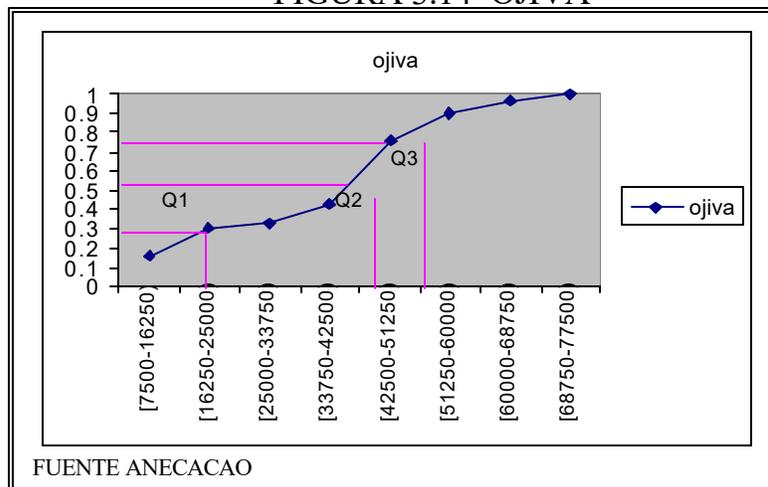
FUENTE : ANECACAO



**TABLA XXVIII**  
**Tabla de Frecuencias de la Variable Exportaciones de cacao en grano**

Intervalo de clase	Marca de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada relativa
[7500-16250)	11875	5	0.16	0.16
[16250-25000)	20625	4	0.13	0.3
[25000-33750)	29375	1	0.033	0.33
[33750-42500)	38125	3	0.1	0.43
[42500-51250)	46875	10	0.33	0.76
[51250-60000)	55625	4	0.13	0.9
[60000-68750)	64375	2	0.06	0.96
[68750-77500)	73125	1	0.033	1

FIGURA 3.14 OJIVA



En el gráfico de la frecuencia acumulada de la figura 3.14 se puede ver que el primer cuartil es 20909, el segundo o mediana es 45340.5 y el tercer cuartil es de 51606.25. Por medio del rango semiintercuartílico el cual en este caso es de 15348.625, se puede deducir que el 50% de las exportaciones se encuentran entre  $36257.625 \pm 15348.625$  tm.

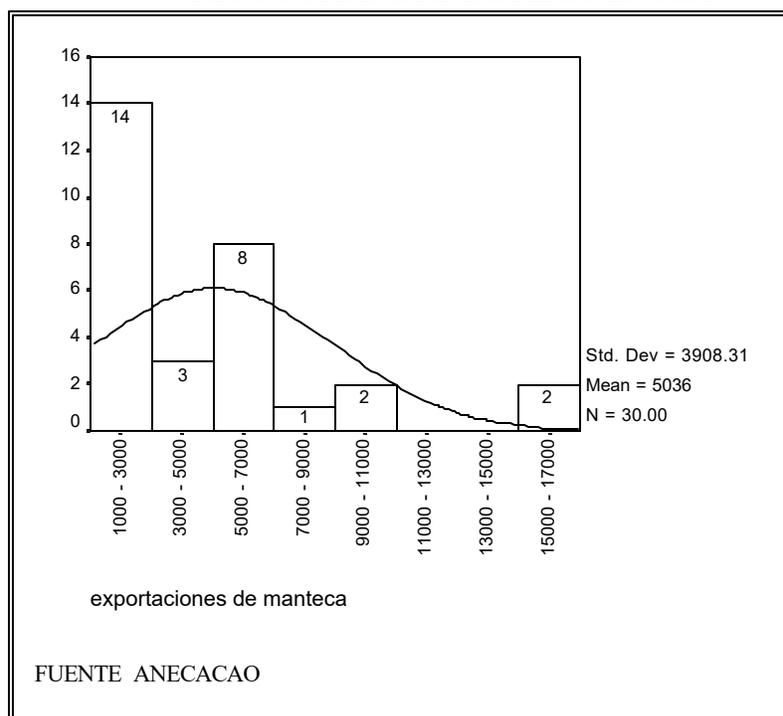
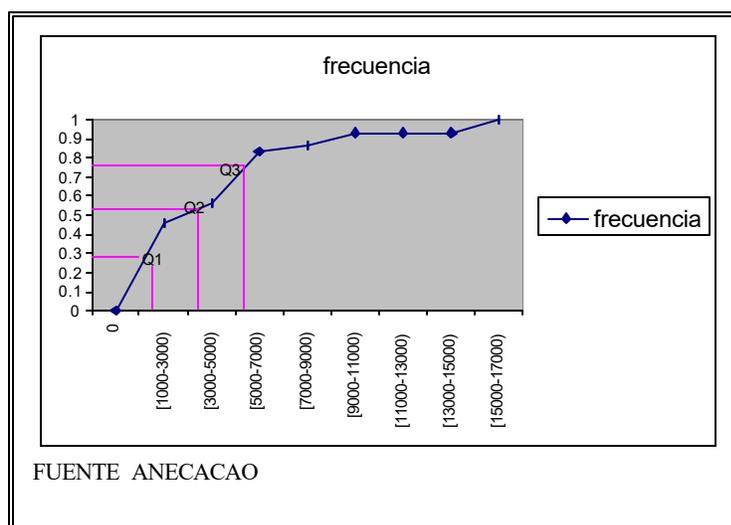
FIGURA 3.15  
HISTOGRAMA DE FRECUENCIA

TABLA XXIX

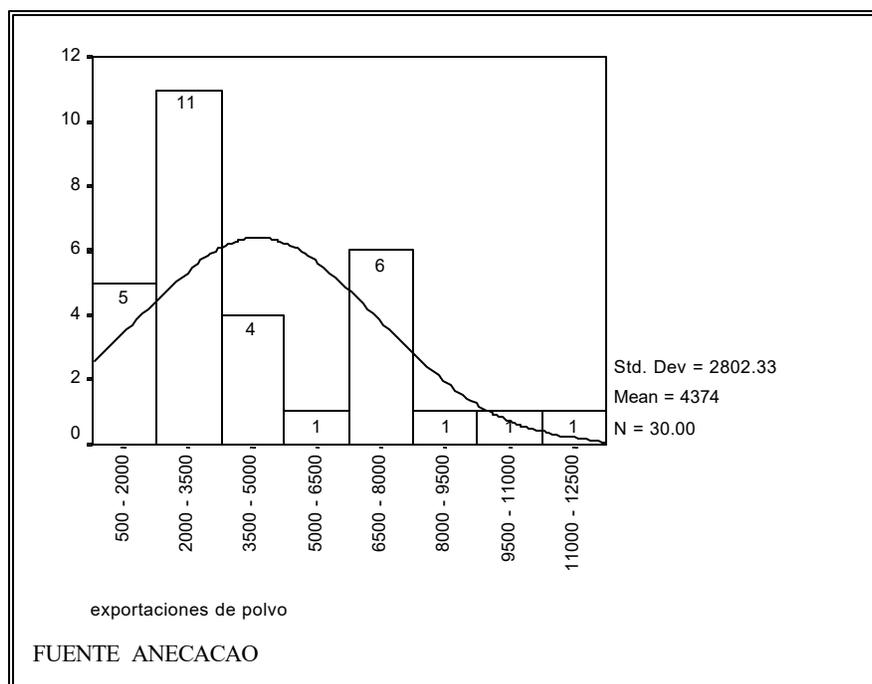
## Frecuencia de La variable exportaciones de manteca

Intervalo de clase	Marca de clase	frecuencia absoluta	frecuencia relativa	frecuencia acumulada relativa
[1000-3000)	2000	14	0.46	0.46
[3000-5000)	4000	3	0.1	0.56
[5000-7000)	6000	8	0.26	0.83
[7000-9000)	8000	1	0.03	0.86
[9000-11000)	10000	2	0.06	0.93
[11000-13000)	12000	0	0	0
[13000-15000)	14000	0	0	0
[15000-17000)	16000	2	0.06	1

Figura 3.16 Ojiva

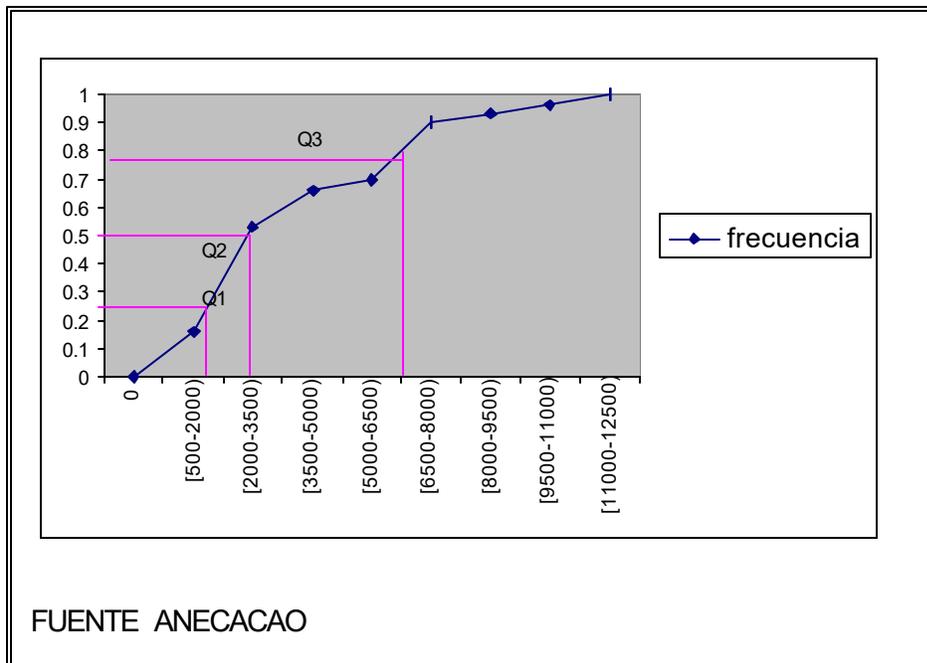


El primer cuartil es de 2277.75 Tm, el segundo cuartil es de 3554.5 Tm y el tercer cuartil es de 6938 Tm. Por lo cual el alcance intercuartil es 4660.5 Tm.

**FIGURA 3.17 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS****TABLA DE FRECUENCIAS DE LA VARIABLE POLVO DE CACAO**

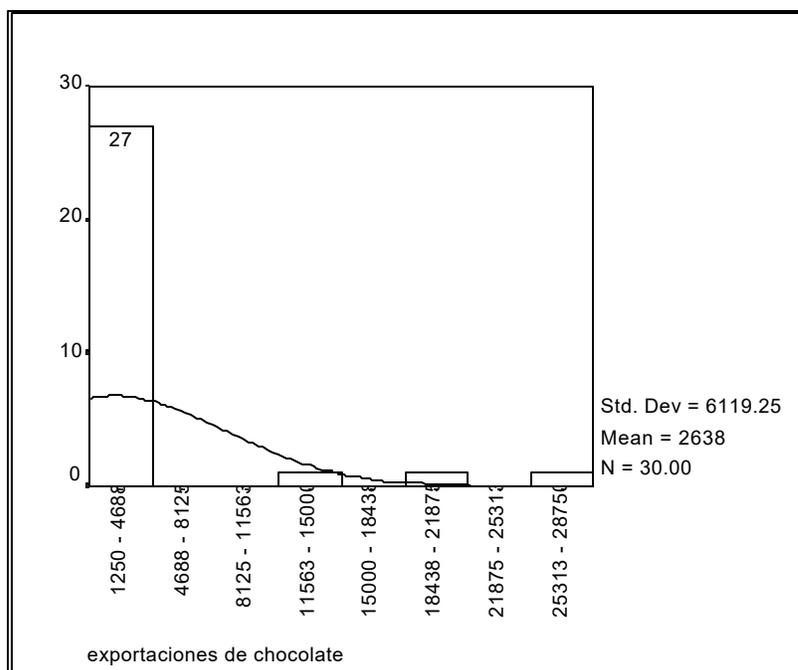
Intervalo de clase	de marca clase	de	frecuencia absoluta	frecuencia relativa	frecuencia acumulada relativa
[500-2000)	1250		5	0.16	0.16
[2000-3500)	2750		11	0.36	0.53
[3500-5000)	4250		4	0.13	0.66
[5000-6500)	5750		1	0.03	0.7
[6500-8000)	7250		6	0.2	0.9
[8000-9500)	8750		1	0.03	0.93
[9500-11000)	10250		1	0.03	0.96
[11000-12500)	11750		1	0.03	1

**FIGURA 3.18 OJIVA DE LA VARIABLE CACAO EN POLVO**



En la figura 3.18 se aprecia que el primer cuartil es de 2029.25 Tm el segundo cuartil es de 3201 Tm y el tercero es de 6656Tm.

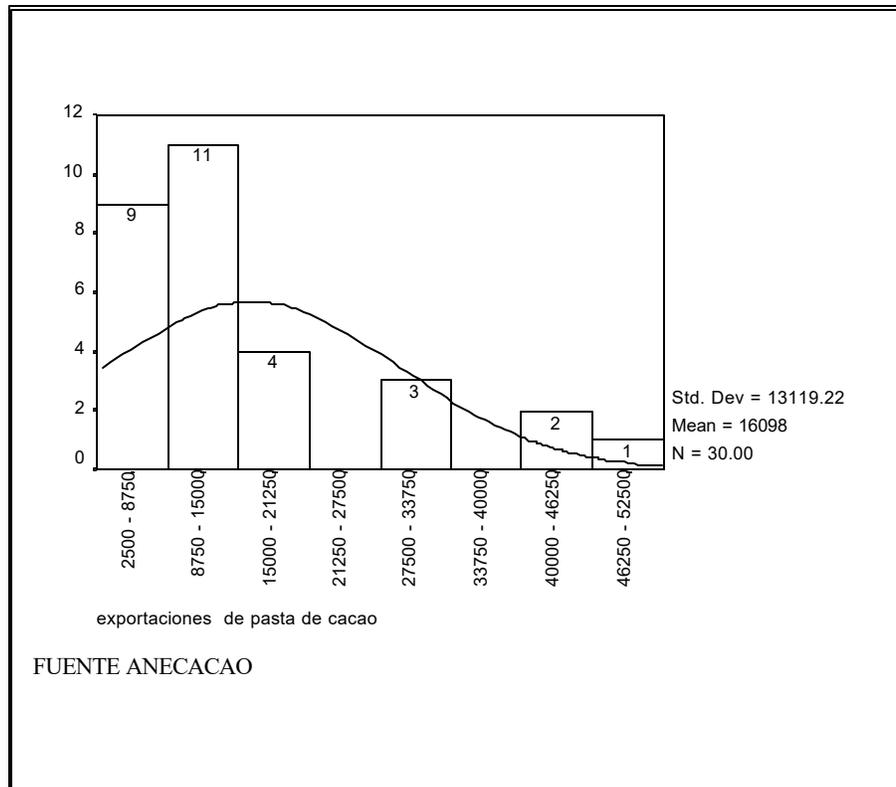
**FIGURA 3.19 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**



**TABLA XXXI**  
**TABLA DE FRECUENCIAS DE LA VARIABLE EXPORTACIONES DE CHOCOLATE**

Intervalo de clase	marca de clase	frecuencia absoluta	frecuencia relativa	frecuencia acumulada relativa
[1250-4688)	2969	27	0.9	0.9
[4688-8125)	6406.5	0	0	0
[8125-11563)	9844	0	0	0
[11563-15000)	13281.5	1	0.03	0.9333
[15000-18438)	16719	0	0	0
[18438-21875)	20156.5	1	0.03	0.96
[21875-25313)	23594	0	0	0
[25313-28750)	27031.5	1	0.03	1

FIGURA 3.20 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



**TABLA XXXII**  
**TABLA DE FRECUENCIAS DE LA VARIABLE PASTA DE CACAO**

Intervalo de clase	marca de clase	frecuencia absoluta	frecuencia relativa	frecuencia acumulada relativa
[2500-8750)	5625	9	0.3	0.3
[8750-15000)	11875	11	0.36	0.66
[15000-21250)	18125	4	0.13	0.8
[21250-27500)	24375	0	0	0.8
[27500-33750)	30625	3	0.1	0.9
[33750-40000)	36875	0	0	0.9
[40000-46250)	43125	2	0.06	0.96
[46250-52500)	49375	1	0.033	1

**TABLA XXXIII**

**PRUEBA DE KOLMOGOROV SMIRNOV PARA LAS VARIABLES EXPORTACIONES**

Variable	Max diferencia	Probabilidad de 2 colas
cacao en grano	0.16	0.43
manteca de cacao	0.18	0.27
polvo de cacao	0.19	0.23

La prueba de Kolmogorov Smirnov muestra evidencia significativa para aceptar la normalidad de las variables, al igual como se aprecia en las figuras respectivas, la curtosis de  $-0.18$  para la variable exportaciones en grano determina que se encuentra moderadamente sesgada hacia la izquierda (negativamente), mientras que las variables exportaciones de manteca tiene sesgo positivo al igual que la variable exportaciones de polvo, el valor numérico o valor absoluto del coeficiente de sesgo para la

variable exportaciones de manteca es el de mayor valor 1.56 esta es la variable que se encuentra más sesgada.

Según la tabla de estadística descriptiva la variable exportaciones en grano tiene mayor dispersión que las otras 2 variables, las exportaciones de manteca tienen una mayor dispersión relativa o coeficiente de variación .

Las variables exportaciones de pasta y chocolate rechazaron la hipótesis de normalidad con una probabilidad muy baja, además como se puede ver en sus gráficos respectivos 3.19 y 3.20 datos no tienden hacia una normal .

### **3.2.7 Variables: Precios del Cacao en Grano al Productor y Precios**

#### **Internacionales**

Los datos de la variable precios del cacao en grano al productor corresponden al período 78 hasta el 99 en forma anual. Los precios internacionales son aquellos a los cuales se cotiza el cacao en la Bolsa de Nueva York y los precios internos del cacao en grano al productor son precios ficticios dentro del mercado nacional, la información del año 89 no constaba en el registro. Los precios internacionales se encuentran en \$ por TM, y los precios del cacao en grano al productor se encuentran sures por quintal.

A continuación se detalla la estadística descriptiva de estas variable.

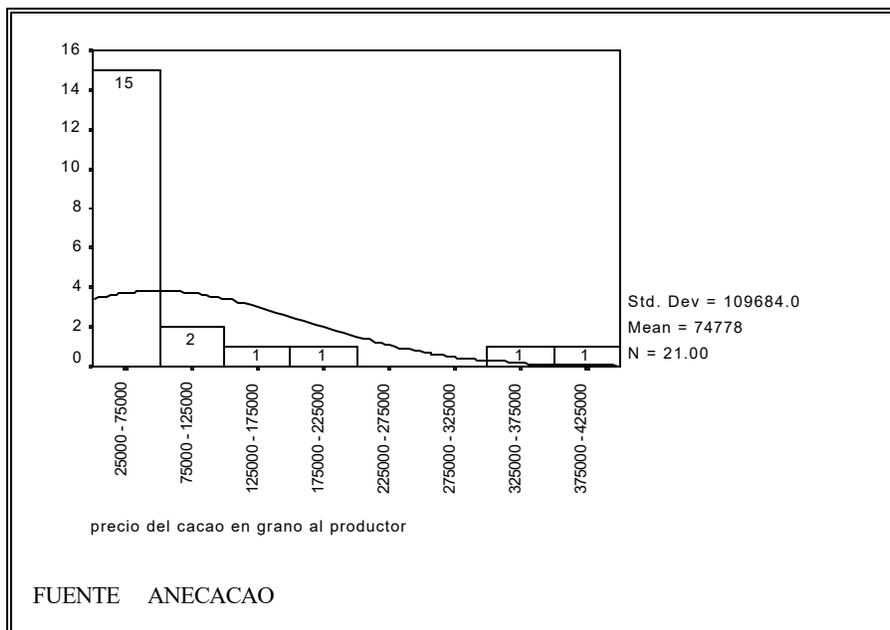
TABLA XXXIV

## ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

	Precio del cacao en grano al productor	Precios Internacionales
Número de casos	21	22
Mínimo	1476.92 (1981)	1097.14(1992)
Máximo	379853 (1999)	3395.26 (1978)
Rango	378376.08	2298.12
Mediana	17852.34	1643.95
Media	74777.55	1822.31
95 % IC Superior	124705.10	2114.21
95% IC Inferior	24850	1530.41
Error Estandarizado	23935.01	140.36
Desviación Estándar	109683.98	658.36
Varianza	1.20306E+10	433433.31
Coefficiente de Variación	1.47	0.36
Sesgo	1.84	1.09
Curtosis	2.71	0.71

FUENTE: ANECACAO

**FIGURA 3.21 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**



**FIGURA 3.22 HISTOGRAMA DE FRECUENCIA**

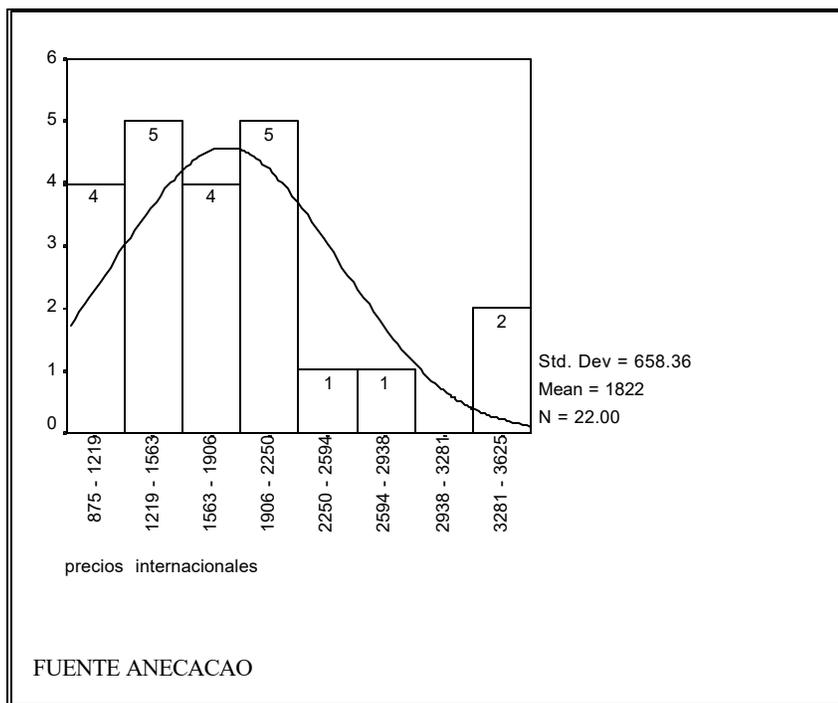
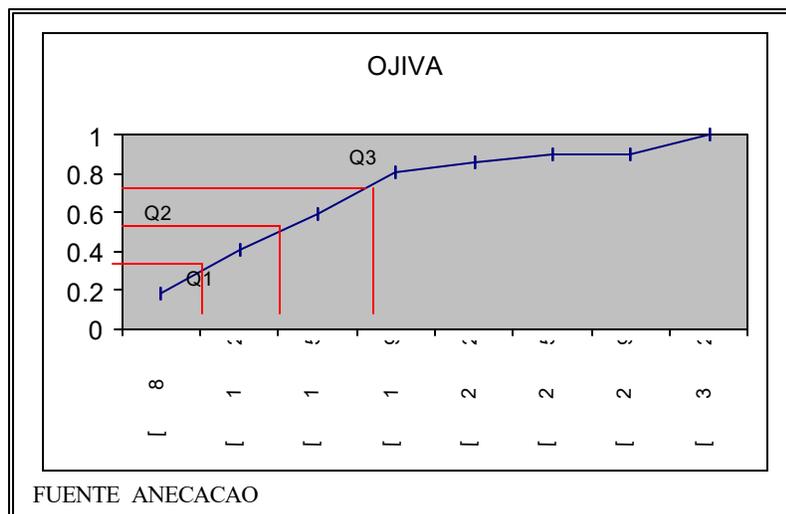


TABLA XXXV

TABLA DE FRECUENCIAS VARIABLE PRECIOS INTERNACIONALES

Intervalo de clase	marca de clase	frecuencia absoluta	frecuencia relativa	frecuencia acumulada relativa
[875-1219)	1047	4	0.18	0.18
[1219-1563)	1391	5	0.227	0.409
[1563-1906)	1734.5	4	0.18	0.590
[1906-2250)	2078	5	0.227	0.81
[2250-2594)	2422	1	0.045	0.86
[2594-2938)	2766	1	0.045	0.90
[2938-3281)	3109.5	0	0	0
[3281-3625)	3453	2	0.090	1

FIGURA 3.23 OJIVA



El 25 % de los datos corresponde al valor de 1258.89 \$ port Tm, el 50% a 1643.95 \$ porTm y el 75% a 2148.1350 \$ por Tm. Por lo tanto esta variable tiene un alcance intercuartil de 889.245.

**TABLA XXXVI**

**Prueba de Kolmogorov Smirnov**

Variable	No de casos	Máxima diferencia	Probabilidad
Precios del cacao en grano al productor	21	0.25	0.12
Precios internacionales	22	0.14	0.72

Los precios internacionales muestra evidencia significativa de que los datos tienden hacia una normal, el sesgo de 1.09 indica que está sesgada hacia la derecha o positivamente sesgada y la curtosis indica que la distribución es platicúrtica con respecto a la normal, es decir con menor apuntamiento que esta. Mientras que los precios del cacao en grano al productor tiene una probabilidad muy baja por lo cual se rechaza la hipótesis nula de normalidad de los datos, como se aprecia en la figura 3.21.

Para probar la validez de esta suposición determinamos la diferencia entre el valor hipotetizado y el valor real de dicha muestra . Como la diferencia obtenida no es significativa ya que el valor de probabilidad es menor que la diferencia .El valor de probabilidad es de 0.12 y la diferencia es de 0.25.

### 3.2.8 Producto Interno Bruto

PIB está dado en miles de millones de dólares y comprende el período de 1970-1999.

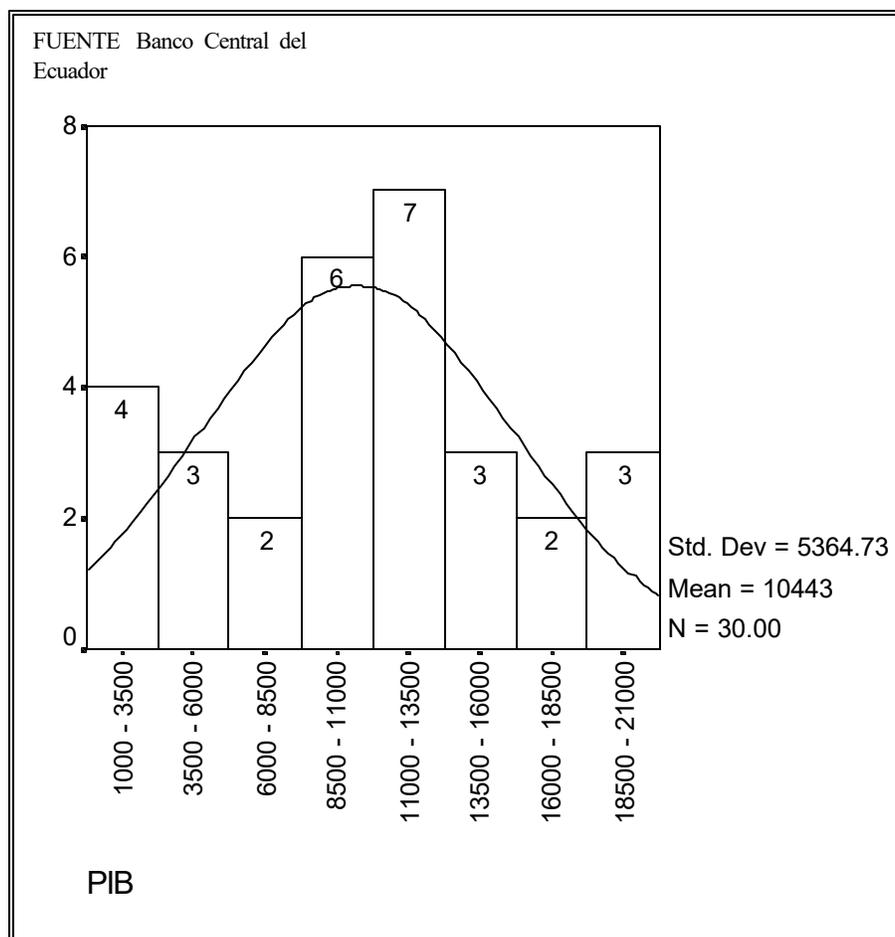
**TABLA XXXVII**

**ESTADISTICA DESCRIPTIVA**

Número de casos	30
Mínimo (1971)	1602
Máximo (1997)	19760
Rango	18158
Mediana	10841.50
Media	10443.37
95 % IC Superior	12446.59
95% IC Inferior	8440.14
Error Estandarizado	979.46
Desviación Estándar	5364.73
Varianza	28780360.86
Coefficiente de Variación	0.51
Sesgo	-0.03
Curtosis	-0.66

FUENTE : ANECACAO

FIGURA 3.24 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS



**TABLA XXXVIII**  
**TABLA DE FRECUENCIA**

Intervalo de clase	Marca de clase	frecuencia absoluta	frecuencia relativa	frecuencia acumulada relativa
[1000-3500)	2250	4	0.13	0.13
[3500-6000)	4750	3	0.1	0.23

[6000-8500)	7250	2	0.06	0.3
[8500-11000)	9750	6	0.2	0.5
[11000-13500)	12250	7	0.23	0.73
[13500-16000)	14750	3	0.1	0.83
[16000-18500)	17250	2	0.06	0.9
[18500-21000)	19750	3	0.1	1

FIGURA 3.25 OJIVA

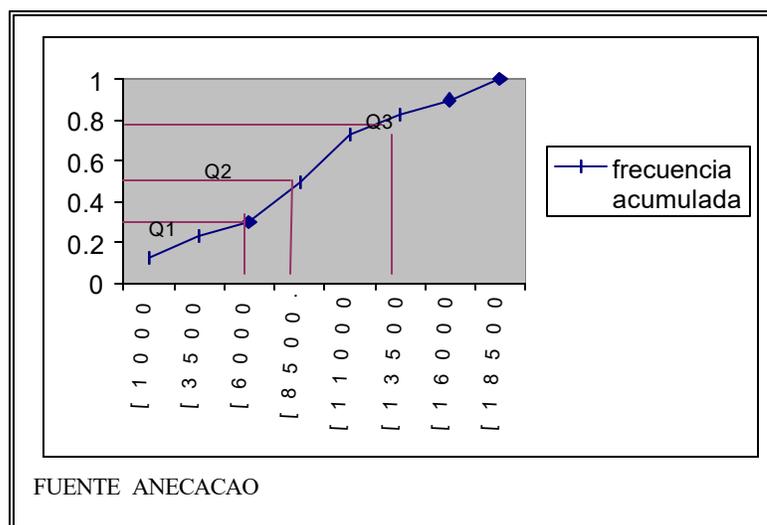


TABLA XXXIX

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una distribución**

**Normal(10443.30,5364.73)**

variable	Maxima diferencia	Probabilidad
PIB	0.10	0.91

La probabilidad indica suficiente evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula sobre la normalidad de los datos, el sesgo indica que la distribución está negativamente sesgada o hacia la izquierda y la curtosis indica que es platicúrtica con respecto a la normal

### 3.2.9 Índice de Precios al Consumidor Urbano

Esta variable comprende los años 1970 hasta 1999.

#### TABLA XL

#### ESTADISTICA DESCRIPTIVA

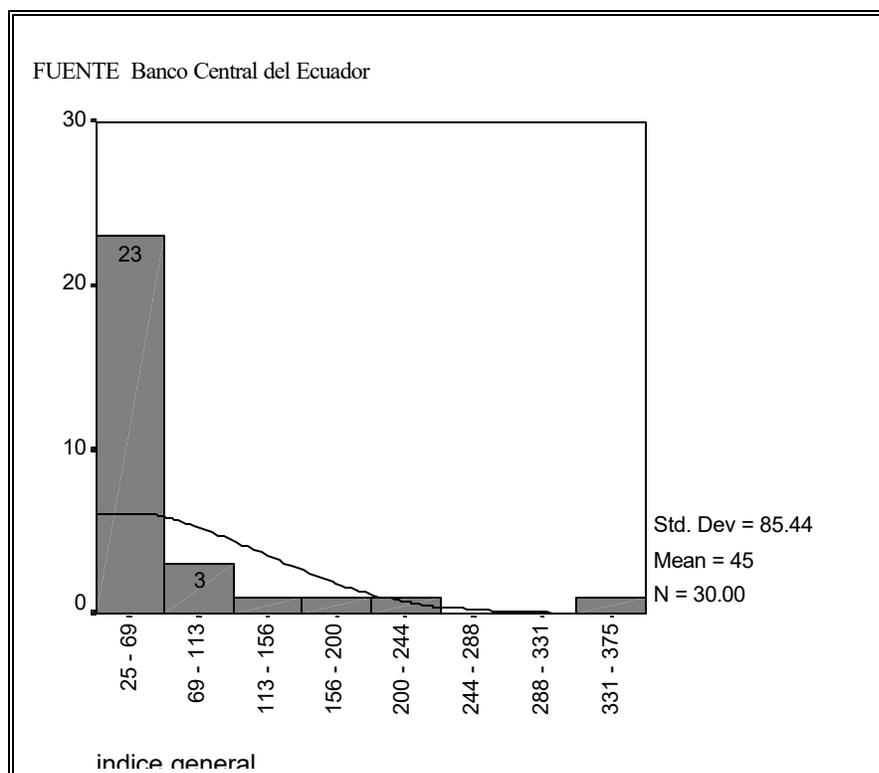
<i>Número de casos</i>	30
Mínimo (1970)	0.29
Máximo (1999)	367
Rango	366.71
Mediana	2.83
Media	44.50
95 % IC Superior	76.41
95% IC Inferior	12.60
Error Estandarizado	15.60
Desviación Estándar	85.44
Varianza	7300.76
Coefficiente de Variación	1.92
Sesgo	2.55
Curtosis	6.83

**FUENTE ANECACAO**

La media del índice de precios al consumidor urbano es de 44.50 y la

desviación estándar es de 85.44 con respecto a la media, el mínimo tiene lugar en el año 1970 y el máximo en el año 1999.

**FIGURA 3.26 HISTOGRAMA DE FRECUENCIA**



**TABLA XLI**

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov usando una distribución Normal**

**(44.50,85.44)**

	max diferencia	probabilidad
indice general	0.31	0.01

La probabilidad es baja se rechaza la hipótesis nula sobre la normalidad de los datos.

### **3.3 Análisis Multivariado de las variables Investigadas**

#### **3.3.1 Análisis de Componentes Principales (Primer Caso)**

Con el objetivo de medir las variables que influyen en la producción cacaotera en el Ecuador durante el período de referencia del año 70 hasta el 99 el análisis estadístico multivariado es el más adecuado este permitirá extraer la máxima información posible del conjunto de datos y expresarlo en un número reducido de combinaciones lineales, para las cuales la varianza no explicada fuera mínima y estudiar la relación lineal entre las variables que influyen en la producción cacaotera, a continuación se realizará un estudio de sus correlaciones y entre las técnicas multivariadas el método por componentes principales.

Primeramente se utilizaran las siguientes variables con los datos originales (Ver apéndice cuadro 3.1 y 3.2 )

La matriz de covarianza  $S$  con los datos originales es decir sin estandarizar los valores se encuentra en el apéndice (Ver cuadro 3.3)

variables		unidades
superficie sembrada	$X_1$	hectáreas
superficie cosechada	$X_2$	hectáreas
producción	$X_3$	Tm
moliendas	$X_4$	Tm
cosecha	$X_5$	Tm
precios	$X_6$	\$ por Tm
Producto Interno Bruto	$X_7$	millones de \$
Exportaciones de Grano	$X_8$	TM
Exportaciones de Manteca	$X_9$	TM
Exportaciones de Polvo	$X_{10}$	TM
Exportaciones de Pasta	$X_{11}$	TM
Exportaciones de Chocolate	$X_{12}$	TM

Fuente: Anecacao

La matriz de varianzas y covarianzas  $S$  muestra que los valores de las variables superficie sembrada y superficie cosechada son mucho mayores que las demás variables, lo cual se debe también a que sus magnitudes absolutas son también mayores. Las covarianzas asumen valores del mismo orden de magnitud que las varianzas, lo que indica una dependencia entre las variables, las variables que tienen covarianzas negativas tienen relación inversa entre ellas, como es el caso de las exportaciones de chocolate con las demás variables esto se debe a que la cantidad de chocolate que se

exporta es mínima en relación a los otros elaborados ya que el cacao en grano es el que mayor se exporta y los países se encargan de su proceso industrial, las primeras 5 variables superficie sembrada, superficie cosechada, producción, molindas y cosecha son las que tienen una mayor varianza y covarianza esto se debe también a que los valores de sus magnitudes como se señaló anteriormente son mayores, es decir la superficie sembrada y cosechada difieren muy poco en hectáreas, las toneladas métricas de la producción y la cosecha igual, también se observa claramente que la variable precios internacionales la cual está dada en \$ por Tm tiene una mayor relación inversa con algunas variables.

A continuación se presentan en la tabla los valores propios y la proporción de la variación total explicada por cada componente al utilizar la matriz S

<b>TABLA XLIII</b>			
<b>VALORES PROPIOS Y PROPORCIÓN DE LA VARIANZA TOTAL EXPLICADA DE LOS DATOS ORIGINALES</b>			
<b>componente</b>	<b>valor propio <math>\lambda_i</math></b>	<b>porcentaje de explicación</b>	<b>porcentaje acumulado</b>
1	4134240000	73.28	73.28
2	766072000	13.58	86.86
3	555749000	9.85	96.71
4	74931860.49	1.33	98.04
5	60122503.56	1.07	99.11
6	19283679.71	0.34	99.45
7	13570435.13	0.24	99.69
8	10051106.77	0.18	99.87
9	4117261.06	0.07	99.94
10	2234079.62	0.04	99.98
11	11060034.66	0.02	100
12	129427.90	0.00	100

Fuente: Anecacao

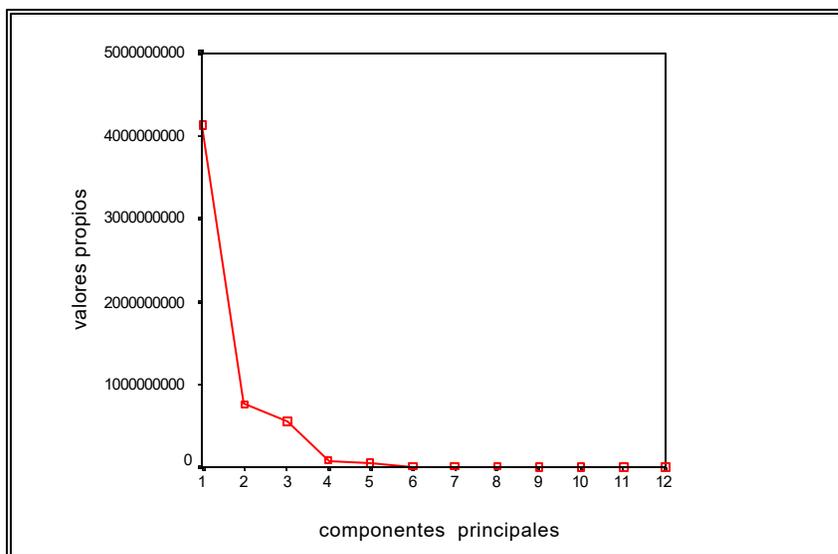
Cada valor propio está asociado con una componente en total se tiene 12 componentes principales, se observa que el primer componente resume el 73.28% de la variabilidad total, y el segundo resume el 13.28 % es decir que la combinación lineal de las variables originales con los dos primeros componentes sintetizan el 86.86% de la variación total del conjunto de datos.

Pero para poder reemplazar las 12 variables por los dos primeros componentes hay que examinar también los vectores propios y los coeficientes de correlación de las nuevas variables con las originales .

**TABLA XLIV**

<b>VECTORES</b>	<b>PROPIOS</b>	
	<b>1*</b>	<b>2*</b>
<i>variable</i>		
<i>sup sembrada</i>	0.69	-0.14
<i>sup cosechada</i>	0.65	-0.3
<i>producción</i>	0.17	0.54
<i>moliendas</i>	0.11	0.34
<i>cosecha</i>	0.21	0.6
<i>precios</i>	0	0.01
<i>PIB</i>	0.06	-0.04
<i>Exp de Grano</i>	0.11	0.25
<i>Exp de Manteca</i>	0.04	0.01
<i>Exp de Polvo</i>	0.02	0.01
<i>Exp de Pasta</i>	0.06	0.22
<i>Exp de Chocolate</i>	-0.01	-0.06

Como se ha escogido 2 componentes, la tabla anterior muestra que el primer componente muestra un coeficiente de 0.69 para superficie sembrada y 0.65 para superficie cosechada, es decir que la primera combinación lineal refleja la variación en superficie sembrada y la segunda combinación lineal refleja la cosecha con un coeficiente de 0.60 y la producción con un coeficiente de 0.54.



**Figura 3.27 VALORES PROPIOS**

Bajo estos criterios los componentes principales quedan expresados de la siguiente manera, los cuales son la combinación lineal de los vectores propios de la matriz con las variables.

$$Y_1 = 0.69 X_1 + 0.65 X_2 + 0.17 X_3 + 0.11 X_4 + 0.21 X_5 + 0.06 X_7 + 0.11 X_8 + 0.04 X_9 \\ + 0.02 X_{10} + 0.06 X_{11} - 0.01 X_{12}$$

$$Y_2 = -0.14 X_1 - 0.30 X_2 + 0.54 X_3 + 0.34 X_4 + 0.60 X_5 + 0.01 X_6 - 0.04 X_7 + 0.25 X_8 + 0.01 X_9 \\ + 0.01 X_{10} + 0.22 X_{11} - 0.06 X_{12}$$

Debido a que las varianzas son muy diferentes entre sí ya que las variables se encuentran en distintas unidades es recomendable estandarizar los datos originales a fin de homogeneizar las magnitudes para un mejor estudio de los componentes principales.

A partir de la matriz de varianzas y covarianzas S se obtiene la matriz de correlación R.

	cosecha	exp chocolat	xp cacac grano	exp manteca	xp polv	molienda	exp pasta	PIB	precios in	roduccior	sup sembrada	sup cosechada
cosecha	1.000	-.319	.584	.505	.356	.583	.492	.239	.124	.881	.546	.439
exp chocolate	-.319	1.000	-.301	-.227	.239	-.079	-.235	.109	.163	-.224	-.057	-.103
exp caca grano	.584	-.301	1.000	.315	-.017	-.278	-.354	.064	-.531	.672	.367	.292
exp manteca	.505	-.227	.315	1.000	.524	.316	.218	.620	-.110	.398	.666	.609
exp polv	.356	.239	-.017	.524	1.000	.450	.259	.321	.030	.354	.483	.446
molienda	.583	-.079	-.278	.316	.450	1.000	.934	.348	.689	.439	.321	.310
exp pasta	.492	-.235	-.354	.218	.259	.934	1.000	.212	.746	.281	.217	.203
PIB	.239	.109	.064	.620	.321	.348	.212	1.000	.107	.248	.726	.775
precios in	.124	.163	-.531	-.110	.030	.689	.746	.107	1.000	-.007	-.012	-.028
produccio	.881	-.224	.672	.398	.354	.439	.281	.248	-.007	1.000	.467	.390
sup sembrada	.546	-.057	.367	.666	.483	.321	.217	.726	-.012	.467	1.000	.962
sup cosechada	.439	-.103	.292	.609	.446	.310	.203	.775	-.028	.390	.962	1.000

**FIGURA 3.28 MATRIZ DE CORRELACIÓN.**

Inspeccionando la matriz de correlación se observa la relación lineal entre las variables, la mayor correlación positiva o directa la tiene superficie sembrada y superficie cosechada con un coeficiente de 0.96, esto se debe a su poca diferencia de magnitudes entre sus unidades, la cosecha y la producción también tienen una fuerte relación lineal positiva con un coeficiente de 0.88, es decir que al aumentar la producción obviamente aumenta la cosecha y viceversa.

Las correlaciones inversas tienen coeficientes bajos como se pudo deducir a partir de la matriz de varianzas y covarianzas su relación es neutra las

exportaciones de chocolate que están expresadas en Tm son mínimas en comparación con las exportaciones de los otros productos elaborados y del cacao en grano.

Cosecha y exportaciones de grano tiene una correlación débilmente positiva con un coeficiente de 0.584 es decir que al aumentar la cosecha obviamente aumentará la producción de cacao en grano y viceversa. La variable producción tiene una relación positiva con exportaciones de cacao en grano con un coeficiente de 0.672, esto se debe a que las mayores exportaciones son las de cacao en grano y por ende la mayor parte de la cosecha y la producción está destinada a esta.

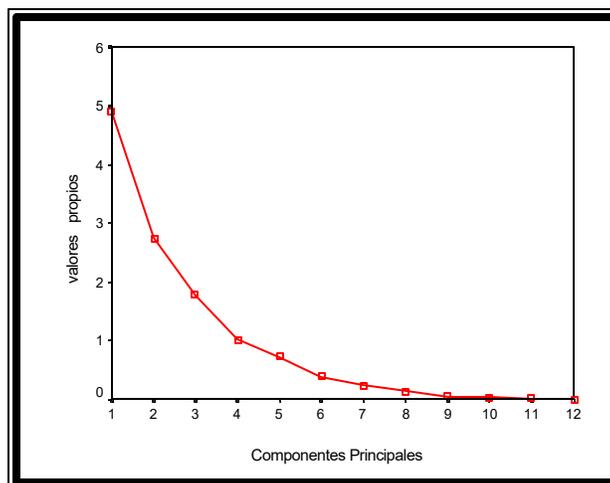
Se observa también una correlación débilmente positiva entre precios y moliendas con un coeficiente de 0.69; y cosechas con moliendas tienen un coeficiente de 0.58, la producción y la cosecha se puede inferir que está destinada en mayor cantidad a las exportaciones de grano, siguiéndole la manteca, polvo, pasta y chocolate.

A partir de la matriz de correlación R se generarán los valores propios correspondientes y su proporción de varianza total explicada.

**TABLA XLV**  
**DATOS ESTANDARIZADOS: PROPORCIÓN DE LA VARIANZA**  
**EXPLICADA**

componente	valor propio	porcentaje de explicación	porcentaje acumulado
1	4.90	40.81	40.81
2	2.74	22.83	63.64
3	1.79	14.89	78.53
4	1.01	8.43	86.96
5	0.72	5.98	92.94
6	0.39	3.214	96.146
7	0.23	1.958	98.104
8	0.13	1.060	99.164
9	0.05	0.409	99.573
10	0.03	0.224	99.797
11	0.02	0.161	99.958
12	0.01	0.04173	100.00

La selección de los componentes depende de tres criterios; que el valor característico sea mayor que la unidad, que el porcentaje de explicación acumulado determine que existe suficiente información para determinar la componente y el Criterio del Codo el cual en la gráfica de los valores característicos presenta un punto de inflexión que demuestra que alrededor de este existe un porcentaje de explicación suficiente para la componente.



**Figura 3.29 VALORES PROPIOS DATOS ESTANDARIZADOS**

Los 4 primeros valores característicos son mayores que la unidad, poseen mayor explicación, el resto brinda una contribución mínima para la determinación de los componentes principales, ya que la suma de los 4 componentes alcanza el 86.96% de la variabilidad total explicada, y como se observa en la figura a partir del quinto componente hay un quebrantamiento; bajo estos criterios de los 12 componentes principales se deben escoger los 4 primeros lo cual significa que de una matriz de dimensión  $R^2$  se ha simplificado a una de  $R^4$ .

A continuación se presentan los vectores propios u ortogonales asociados a los 4 componentes, los cuales son la combinación lineal entre las 12 variables de entrada y el vector ortogonal asociado a la matriz R. Además,

los coeficientes de cada variable indican el grado de influencia de la variable en la componente principal.

**TABLA XLVI**  
**VECTORES PROPIOS**

	<b>e<sub>1</sub></b>	<b>e<sub>2</sub></b>	<b>e<sub>3</sub></b>	<b>e<sub>4</sub></b>
<b>sup sembrada</b>	0.38	0.14	0.24	-0.12
<b>cosecha</b>	0.37	0.05	-0.38	0.19
<b>sup cosechada</b>	0.37	0.13	0.29	-0.23
<b>exp manteca</b>	0.34	0.13	0.14	-0.15
<b>producción</b>	0.33	0.14	-0.35	0.33
<b>PIB</b>	0.31	0.01	0.41	-0.25
<b>Molien das</b>	0.3	-0.42	-0.13	0.06
<b>exp polvo</b>	0.27	-0.06	0.24	0.5
<b>pasta</b>	0.24	-0.46	-0.21	-0.14
<b>precios</b>	0.08	-0.53	-0.05	-0.02
<b>exp granos</b>	0.16	0.49	-0.28	0.13
<b>exp chocolate</b>	-0.09	-0.12	0.46	0.64

Los componentes principales quedan expresados de la siguiente manera

$$Y_1 = 0.38 X_1 + 0.37 X_2 + 0.33 X_3 + 0.30 X_4 + 0.37 X_5 + 0.08 X_6 + 0.31 X_7 + 0.16$$

$$X_8 + 0.34 X_9 + 0.27 X_{10} + 0.24 X_{11} - 0.09 X_{12}$$

$$Y_2 = 0.14 X_1 + 0.13 X_2 + 0.14 X_3 - 0.42 X_4 + 0.05 X_5 - 0.53 X_6 + 0.01 X_7$$

$$+ 0.49 X_8 + 0.13 X_9 - 0.06 X_{10} - 0.46 X_{11} - 0.12 X_{12}.$$

$$Y_3 = 0.24 X_1 + 0.29 X_2 - 0.35 X_3 - 0.13 X_4 - 0.38 X_5 - 0.05 X_6 + 0.41 X_7 -$$

$$0.28 X_8 + 0.14 X_9 + 0.24 X_{10} - 0.21 X_{11} + 0.46 X_{12}.$$

$$Y_4 = -0.12 X_1 - 0.23 X_2 + 0.33 X_3 + 0.06 X_4 + 0.19 X_5 - 0.02 X_6 - 0.25 X_7$$

$$+ 0.13 X_8 - 0.15 X_9 + 0.50 X_{10} - 0.14 X_{11} + 0.64 X_{12}.$$

Interpretación de los componentes principales.

### **Primer Componente**

El primer componente es una combinación lineal de las variables con ponderación relativa mayor para las variables superficie sembrada, cosecha, superficie cosechada, producción, moliendas, es decir que la producción del cacao con valores elevados del primer componente estará asociada a valores elevados de dichas variables. Este componente se lo puede llamar “ *eje de la producción cosechada*”.

### **Segundo Componente**

El segundo componente tiene un valor alto con coeficiente positivo 0.49 para las exportaciones en grano, y tiene coeficiente negativo  $-0.42$  para las moliendas,  $-0.06$  exportaciones de polvo,  $-0.46$  exportaciones de pasta, y muy exigua la contribución de exportaciones de chocolate con un coeficiente de

-0.12. Esto contribuye un contraste entre las variables de tal manera que los valores más elevados del segundo componente principal serán aquellos que tengan la mayor exportación de cacao en grano y menor exportación de derivados. Nuestro país exporta el producto semielaborado a marcas privadas por falta de capital y porque las empresas ecuatorianas y las marcas de chocolate nacional son desconocidas para el consumidor extranjero es así como empresas multinacionales usan cacao proveniente del Ecuador. Se lo puede interpretar como “ **Eje de la producción exportada** “

### **Tercer Componente**

La explicación de la tercera componente no es tan sencilla ya que tiene el mayor coeficiente 0.41 para la variable PIB, y si consideramos los coeficientes más negativos (como mayor valor absoluto) tenemos cosecha con un coeficiente de -0.38 y producción con un coeficiente de -0.35. Pero es necesario mencionar que la variable Producto Interno Bruto está dada en millones de dólares por lo cual es lógico que exista una relación inversa con las demás variables por sus diferencias de magnitudes, el cacao es uno de los principales productos agrícolas que sustentan la economía del país tiene su contribución junto con otros productos, aunque con la dolarización este haya tenido una baja este componente tendrá mayor valor con coeficientes

altos para el mismo, se lo puede llamar “**Participación del cacao en el PIB**”.

#### **Cuarta Componente**

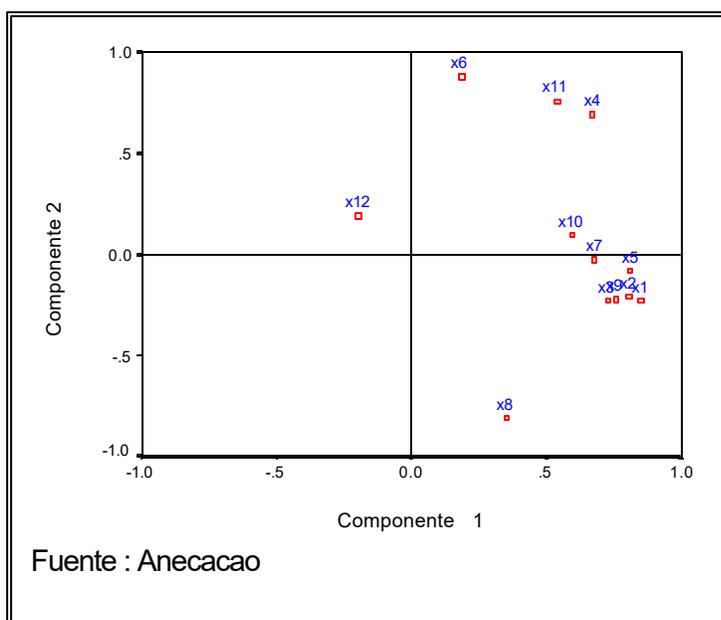
Las variables con mayor ponderación relativa la tienen exportaciones de chocolate y producción. Este componente tendrá los valores más elevados para las mayores exportaciones de chocolate y exportaciones de polvo.

En la siguiente tabla se encuentra la correlación de las variables originales con cada una de las componentes, mientras mayor sea la correlación mayor carga tendrán en los componentes

**TABLA XLVII  
MATRIZ DE CARGA**

	F1	F2	F3	F4
<b>cosecha</b>	0.81213164	-0.08019054	-0.50427746	0.18763964
<b>exp chocolate</b>	-0.19647835	0.19128755	0.61551381	0.6478708
<b>exp grano</b>	0.35115367	-0.80716209	-0.37651784	0.13336388
<b>exp manteca</b>	0.7589591	-0.21975421	0.18291707	-0.14731387
<b>exp pasta</b>	0.5394956	0.76181715	-0.27761309	-0.14513221
<b>exp polvo</b>	0.59754574	0.09378036	0.32075731	0.50082757
<b>moliendas</b>	0.66977889	0.69588634	-0.17338834	0.05770737
<b>PIB</b>	0.67977679	-0.02353217	0.54185916	-0.24985018
<b>precios</b>	0.18360322	0.88118617	-0.06700938	-0.01906911
<b>producción</b>	0.7276409	-0.22444343	-0.46896305	0.33409046
<b>sup sembrada</b>	0.85132014	-0.22822251	0.32347361	-0.12104318
<b>sup cosechada</b>	0.80778624	-0.20844732	0.38118567	-0.23081573

Se puede graficar la correlación  $r_{(jk)}$  de cada variable original con los dos primeros componentes. Aquellas variables que más se acerquen al círculo de radio unitario que se encuentra en la escala  $-1$  y  $1$  más influencia tendrá en los factores, en tanto que aquellas que se ubican cerca del origen de coordenadas son las que menos intervienen en los mismos.



**Figura 3.30 COMPONENTES EN EL PLANO**

Como se puede observar las variables se encuentran fuertemente correlacionadas con el primer y segundo componente

Existen variables que tienen alta correlación simultáneamente en algunas componentes. Para facilitar la interpretación se realiza lo que se denomina rotaciones de factores, que consiste en redistribuir la varianza explicada

por cada factor. Para llevar a cabo este propósito se utiliza el método de **VARIMAX**, que consiste en minimizar el número de variables que tienen alta carga en un factor con lo cual simplificaríamos la información.

En la siguiente tabla se observa los nuevos valores propios con su respectivo porcentaje de variación explicada

**TABLA XLVIII**  
**DATOS ESTANDARIZADOS: PROPORCIÓN DE LA**  
**VARIANZA TOTAL EXPLICADA DE LOS FACTORES**  
**ROTADOS**

componente	valor propio $\lambda_i$	porcentaje de explicación	porcentaje acumulado
<b>1</b>	3.45	28.77	28.77
<b>2</b>	2.97	24.73	53.5
<b>3</b>	2.74	22.82	76.32
<b>4</b>	1.28	10.64	86.96

A continuación se muestra la matriz de carga.

**TABLA XLIX**  
**MATRIZ DE CARGA**

	1	2	3	4
cosecha	0.28145638	0.29846443	0.88155085	-0.10031009
exp chocolate	-0.06667065	-0.05311654	-0.27203344	0.8902359
exp grano	0.16976884	-0.54961209	0.74920473	-0.20534969
exp manteca	0.75614592	0.04178699	0.32335657	-0.03753109
exp pasta	0.14873162	0.9488482	0.17179188	-0.13269064
exp polvo	0.43142796	0.20408009	0.32872648	0.61945888
moliendas	0.24692087	0.90199497	0.29064574	0.08494371
PIB	0.888604	0.13084566	-0.05181184	0.09625275
precios	-0.06693446	0.88390132	-0.14412695	0.09229715
producción	0.21697915	0.12086695	0.92166156	0.0151693
sup sembrada	0.89407427	0.03816583	0.30273317	0.06037651
sup cosechada	0.92620656	0.03670102	0.18798802	0.00150482

### **Primer Factor**

El primer factor tiene mayor correlación con las variables superficie sembrada, superficie cosechada. Podemos llamar a este factor "**Superficie Agrícola destinada al cacao**".

### **Segundo Factor**

Este factor tiene mayor correlación con la variable moliendas con un coeficiente de 0.90 y un contraste con exportaciones de grano con un coeficiente de  $-0.55$  por lo cual este factor se llamará ." **Producción semielaborada de cacao**".

### Tercer Factor

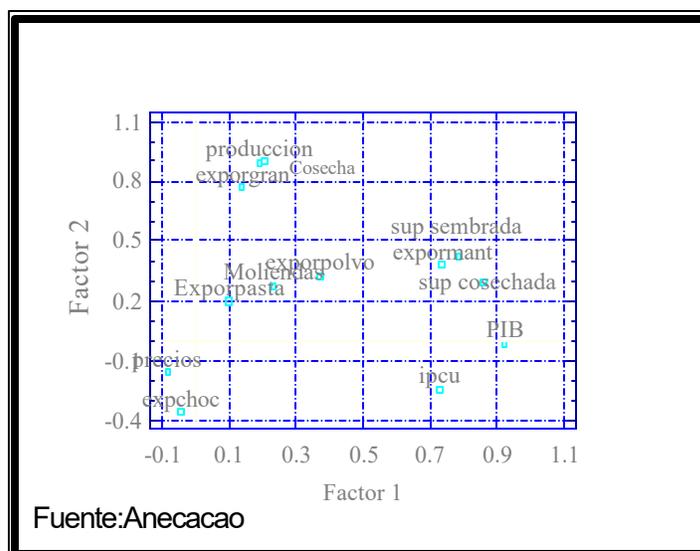
Este factor tiene una fuerte correlación con la variable producción con un coeficiente de 0.92, cosecha con 0.88 y exportaciones de grano con 0.75, por lo cual se llamará ***“Nivel de producción destinada a las exportaciones de cacao en grano”***.

### Cuarto Factor

Tiene un alto coeficiente positivo de 0.89 para las exportaciones de chocolate y un coeficiente de 0.62 para las exportaciones de polvo, las demás variables tienen una contribución insignificante para el factor por lo cual este recibirá el nombre: ***“Exportaciones de Chocolate”***.

En el gráfico se aprecia la correlación de las variables con cada uno de los factores rotados y se ve que están fuertemente relacionados

**Figura 3.31 FACTORES ROTADOS**



### 3.3.2 Análisis de Componentes Principales (Segundo Caso)

En este caso se utilizarán las mismas variables, pero en lugar de analizar la superficie sembrada y la producción se tomará la variable rendimiento, y la variable índice de precios al consumidor urbano.

El sector Agropecuario desempeña un papel estratégico dentro del concepto global de seguridad alimentaria, ya que el mismo proporciona la mayor parte de alimentos a una población que crece a una tasa anual del 2.2% .para satisfacer esta demanda alimentaria, la frontera agrícola se expandió en 2.5 % en los años comprendidos entre 1991 y 1995, superando las 8 millones de hectáreas destinadas a la agricultura y ganadería cifra que representa la tercera parte de la superficie nacional ( según la encuesta de superficie y producción agropecuaria del INEC )

**TABLA L**  
**NÓMINA DE VARIABLES DE INTERÉS**

<i>variables</i>	<i>UNIDADES</i>
Superficie Sembrada	X <sub>1</sub> hectáreas
Rendimiento	X <sub>2</sub> Tm / hás
IPCU	X <sub>3</sub>
Moliendas	X <sub>4</sub> Tm
Cosecha	X <sub>5</sub> Tm
Precios Internacionales	X <sub>6</sub> \$ por Tm
PIB	X <sub>7</sub> millones de dólares
exportaciones de cacao en grano	X <sub>8</sub> Tm
exportaciones de manteca de cacao	X <sub>9</sub> Tm
exportaciones de polvo de cacao	X <sub>10</sub> Tm
exportaciones de pasta de cacao	X <sub>11</sub> Tm
exportaciones de chocolate	X <sub>12</sub> Tm

Fuente: Anecacao

Como se pudo apreciar en el estudio anterior el método de componentes principales es sensible a los cambios de escala. Por este motivo es conveniente utilizar la matriz de correlación para generar los componentes.

	X5	X12	X8	X9	X11	X10	X3	X4	X7	X6	X2	X1
X5	1.000	-.319	.584	.505	.492	.356	-.078	.583	.239	.124	.639	.546
X12	-.319	1.000	-.301	-.227	-.235	.239	-.182	-.079	.109	.163	-.197	-.057
X8	.584	-.301	1.000	.315	-.354	-.017	.110	-.278	.064	-.531	.538	.367
X9	.505	-.227	.315	1.000	.218	.524	.403	.316	.620	-.110	.031	.666
X11	.492	-.235	-.354	.218	1.000	.259	-.144	.934	.212	.746	.157	.217
X10	.356	.239	-.017	.524	.259	1.000	-.065	.450	.321	.030	.075	.483
X3	-.078	-.182	.110	.403	-.144	-.065	1.000	-.036	.606	-.220	-.277	.235
X4	.583	-.079	-.278	.316	.934	.450	-.036	1.000	.348	.689	.231	.321
X7	.239	.109	.064	.620	.212	.321	.606	.348	1.000	.107	-.240	.726
X6	.124	.163	-.531	-.110	.746	.030	-.220	.689	.107	1.000	.000	-.012
X2	.639	-.197	.538	.031	.157	.075	-.277	.231	-.240	.000	1.000	-.118
X1	.546	-.057	.367	.666	.217	.483	.235	.321	.726	-.012	-.118	1.000

**Figura 3.32 MATRIZ DE CORRELACION**

Esta matriz de correlación es similar a la anterior, se observa una relación positiva o directa con un coeficiente de 0.639 entre rendimientos y cosecha lo cual significa que si aumenta el rendimiento obviamente aumentará la cosecha y viceversa, el Índice de Precios al Consumidor Urbano tiene una relación positiva o directa con el Producto Interno Bruto, es decir ambos aumentan, el Ipcu es una relación entre salario e inflación es decir que es lógico que exista una correlación débilmente positiva con un coeficiente de 0.606.

La superficie sembrada con la cosecha tienen una correlación lineal positiva con un coeficiente de 0.54, al aumentar la superficie sembrada aumentará la cosecha y viceversa, el rendimiento con las exportaciones en grano un

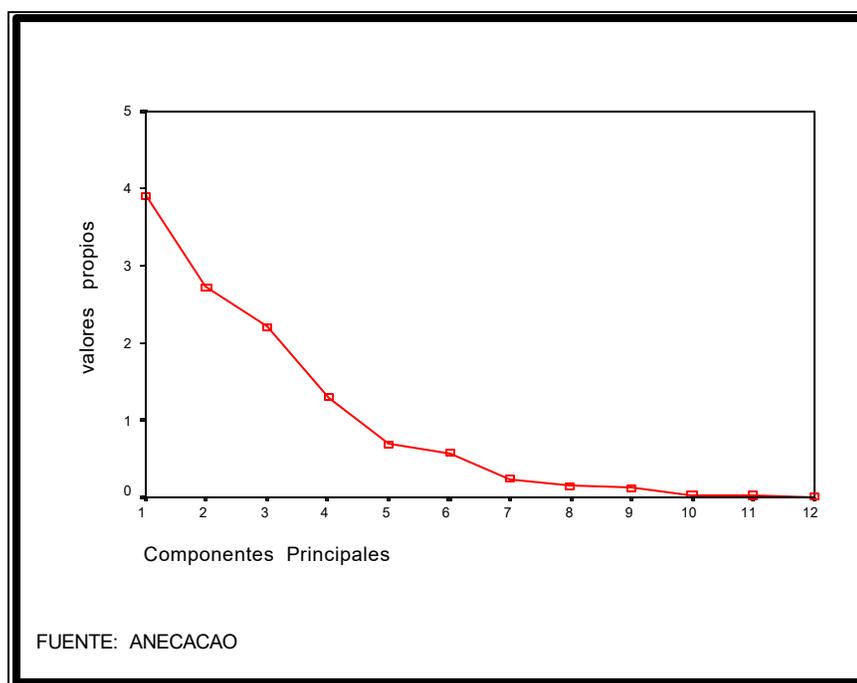
coeficiente de 0.538, a mayor rendimiento Tm/hás habrá mayores exportaciones de cacao en grano, de igual forma se aprecia la relación de la variable rendimiento con las exportaciones de los derivados

A partir de los datos estandarizados de la matriz de correlación R se han generado los siguientes valores propios.

<b>componente</b>	<b>valor propio <math>\lambda_i</math></b>	<b>porcentaje de explicación</b>	<b>porcentaje acumulado</b>
<b>1</b>	<b>3.91</b>	<b>32.61</b>	<b>32.61</b>
<b>2</b>	<b>2.73</b>	<b>22.73</b>	<b>55.34</b>
<b>3</b>	<b>2.21</b>	<b>18.45</b>	<b>73.79</b>
<b>4</b>	<b>1.29</b>	<b>10.74</b>	<b>84.53</b>
5	0.70	5.80	90.33
6	0.57	4.74	95.07
7	0.25	2.08	97.15
8	0.15	1.22	98.37
9	0.13	1.05	99.42
10	0.04	0.33	99.75
11	0.02	0.19	99.94
12	0.01	0.07	100

FUENTE : ANECACAO

Como se puede ver en la tabla el primer componente sintetiza el 32.61% de la variabilidad total, el segundo el 22.73 %, el tercero el 18.45 %, el cuarto el 10.74 %. Es necesario considerar hasta de 4 componentes para obtener el 84.53 % de la variación. Según el gráfico también se debe escoger los 4 primeros valores propios ya que a partir del quinto hay un quebrantamiento, bajo estos criterios se tiene que de una matriz de dimensión  $R^{12}$  se ha simplificado a una de  $R^4$ .



**FIGURA 3.33 VALORES PROPIOS**

Los vectores propios asociados a los componentes escogidos se muestran en la siguiente tabla, los coeficientes de cada vector propio indican el grado de influencia de la variable en el componente principal.

TABLA LII

## VECTORES PROPIOS

$e_1$	$e_2$	$e_3$	$e_4$
0.4	0.09	-0.36	0.03
0.4	-0.34	-0.04	-0.07
0.38	0.22	0.17	0.14
0.38	0.26	0.13	-0.01
0.34	-0.4	-0.08	-0.22
0.33	0.15	0.4	-0.05
0.3	0	0.1	0.54
0.17	-0.5	0.04	-0.1
0.1	0.48	-0.34	0.06
0.12	0.04	-0.57	0.1
0.1	0.28	0.36	-0.43
-0.1	-0.14	0.26	0.65

$$Y_1 = 0.4 X_5 + 0.4 X_4 + 0.38 X_1 + 0.38 X_9 + 0.34 X_{11} + 0.33 X_7 + 0.3 X_{10} + 0.17 X_6 + 0.1 X_8 + 0.12 X_2 + 0.1 X_3 - 0.1 X_{12}.$$

$$Y_2 = 0.09 X_5 - 0.34 X_4 + 0.22 X_1 + 0.26 X_9 - 0.4 X_{11} + 0.15 X_7 + -0.5 X_6 + 0.48 X_8 + 0.04 X_2 + 0.28 X_3 - 0.14 X_{12}.$$

$$Y_3 = -0.36 X_5 - 0.04 X_4 + 0.17 X_1 + 0.13 X_9 - 0.08 X_{11} + 0.4 X_7 + 0.1 X_{10} + 0.04 X_6 - 0.34 X_8 - 0.57 X_2 + 0.36 X_3 + 0.26 X_{12}$$

$$Y_4 = 0.03 X_5 - 0.07 X_4 + 0.14 X_1 - 0.01 X_9 - 0.22 X_{11} - 0.05 X_7 +$$

$$0.54 X_{10} - 0.1 X_6 + 0.06 X_8 + 0.1 X_2 - 0.43 X_8 + 0.65 X_{12}.$$

### **Primer Componente**

El primer componente tiene como variables preponderantes en la combinación lineal a superficie sembrada con 0.38, cosecha con 0.40 y molindas con 0.40. Este componente recibirá el nombre de **“Producción de cacao”**.

### **Segundo Componente**

Los coeficientes de los vectores propios que forman la combinación lineal de la segunda componente exhiben el mayor valor absoluto para la variable precios internacionales con 0.50 y exportaciones de grano tiene el coeficiente de 0.48. Los precios internacionales \$ por Tm son fijados en la Bolsa de Nueva York por la Organización Internacional de Cacao para cada país productor, para lo cual también cuenta su participación dentro del mercado mundial, el Ecuador ocupa el quinto puesto, este componente tendrá mayor peso mientras más altos sean los valores de las exportaciones, y recibe el nombre de **“ Precios de exportación ”**.

### **Tercer Componente**

Este componente tiene mayor peso en las variables PIB con un coeficiente de 0.40 y la variable IPCU con un coeficiente de 0.36 , este componente tendrá mayor carga para los valores elevados de esta variable y se llamará **“nivel de participación del cacao en el sector económico del país.”**

### **Cuarto Componente**

Este componente tiene altos coeficientes positivos la variable exportaciones de chocolate con un coeficiente de 0.65 y la variable exportaciones de manteca tiene un coeficiente de 0.54, las demás variables tienen una contribución insignificante, por lo cual se llamará **“ Exportaciones de Chocolate”**.

La correlación de cada componente principal con las respectivas variables originales, se muestran en la siguiente tabla . En el gráfico se aprecia que estas se acercan al radio unitario por lo cual están fuertemente correlacionadas con el primero y segundo componente.

**TABLA LIII**  
**MATRIZ DE CARGA**

	<b>1*</b>	<b>2*</b>	<b>3*</b>	<b>4*</b>
<b>superficie sembrada</b>	0.75	0.36	0.26	0.15
<b>rendimiento</b>	0.24	0.07	-0.85	0.11
<b>IPCU</b>	0.19	0.47	0.53	-0.49
<b>Moliendas</b>	0.79	-0.56	-0.06	-0.08
<b>Cosecha</b>	0.79	0.15	-0.54	0.04
<b>Precios</b>	0.33	-0.83	0.06	-0.12
<b>PIB</b>	0.65	0.25	0.60	-0.06
<b>Exp cacao en grano</b>	0.20	0.79	-0.51	0.06
<b>exp manteca</b>	0.75	0.42	0.19	-0.01
<b>exp polvo de cacao</b>	0.60	-0.01	0.15	0.61
<b>exp pasta</b>	0.68	-0.65	-0.11	-0.25
<b>exp chocolate</b>	-0.19	-0.24	0.39	0.74



**TABLA LV  
MATRIZ DE CARGA**

	<b>F<sub>1</sub></b>	<b>F<sub>2</sub></b>	<b>F<sub>3</sub></b>	<b>F<sub>4</sub></b>
<b>cosecha</b>	0.39578905	0.31225258	<b>0.83065184</b>	-0.04677063
<b>exp chocolate</b>	-0.07117606	-0.072364	-0.34167898	<b>0.81855591</b>
<b>exp cacao grano</b>	0.27031406	<b>-0.53566114</b>	<b>0.72549928</b>	-0.18151752
<b>exp manteca</b>	0.84344878	0.05013362	0.23880444	-0.03377538
<b>exp pasta</b>	0.14478618	0.95589942	0.16364366	-0.08719062
<b>exp polvo</b>	0.50466015	0.19796668	0.22642724	0.64044108
<b>IPCU</b>	<b>0.62194817</b>	-0.19371771	-0.35365854	-0.47505476
<b>moliendas</b>	0.29716638	0.90235003	0.21520788	0.07183925
<b>PIB</b>	<b>0.88576726</b>	0.14147534	-0.20021715	0.01333582
<b>Precios</b>	-0.11588671	<b>0.88292366</b>	-0.14394154	0.09486376
<b>rendimiento</b>	-0.19923014	0.07903251	<b>0.86747695</b>	-0.03138103
<b>sup sembrada</b>	<b>0.84996217</b>	0.06554924	0.2014955	0.14310261

### Primer Factor

El primer factor tiene una fuerte correlación con la variable Producto Interno Bruto con un coeficiente de 0.88, superficie sembrada con 0.84 y 0.62 para IPCU por lo cual se lo puede interpretar como **“Participación del cacao en el sector económico del país.”**

### Segundo Factor

Este por ser perpendicular al primero contiene información que no recoge el primer factor. Este factor tiene mayor correlación con la variable precios

internacionales y exportaciones de cacao en grano por lo cual se lo puede llamar **“Precios del cacao en base a las exportaciones”**

### **Tercer Factor**

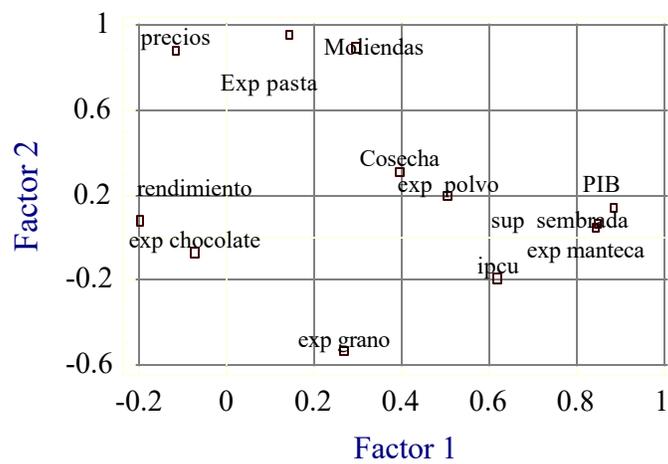
Este factor está explicado por la variable rendimiento con un coeficiente de 0.86 , exportaciones de cacao en grano con un coeficiente de 0.72 y cosecha con un coeficiente de 0.83, se llamará **“rendimiento de la cosecha “**.

### **Cuarto Factor**

Este factor tiene la mayor correlación positiva con la variable exportaciones de chocolate las demás tienen una contribución insignificante .

En la figura 3.35 se ha graficado la correlación de cada variable original con los dos primeros factores rotados. Aquellas variables que más se acerquen al contorno circular unitario son las que están mejor representadas en estos dos primeros factores.

FIGURA 3.35 FACTORES ROTADOS



FUENTE : ANECACAO

### 3.4 Análisis mediante Series Temporales.

#### 3.4.1 Método de Promedios Móviles.

Los métodos tradicionales mediante series de tiempo están en gran parte basados en las técnicas de suavizamiento que intentan cancelar el efecto de la variación aleatoria y revelar las componentes buscadas.

Entre estas técnicas se encuentran el promedio móvil. El efecto de los promedios móviles consiste en transformar la serie original en la serie de promedios móviles que resulta más suave, es decir sujeta a menos oscilaciones rápidas y más susceptible de revelar las subyacentes tendencias o ciclos de la producción de cacao en el período de referencia.

En el presente estudio debido a que la producción de cacao en nuestro país está sujeta a la presencia de variaciones cíclicas anuales es conveniente utilizar un promedio móvil con un  $n$  pequeño, como los datos se encuentran en forma anual tomar 2 años MA(2) y 3 años MA (3).

A continuación se detalla el análisis para las variables de estudio en el período de referencia de los años 70 hasta el 99. Por medio de este método se verá la tendencia para predecir patrones futuros.

Las variables son:

- Superficie Sembrada.
- Rendimiento
- Cosecha
- Moliendas
- Exportaciones de derivados del Cacao (Manteca,Chocolate,Pasta y Polvo).
- Precios del Cacao en Grano al Productor
- PIB

Estos métodos serán comparados por medio de los estadísticos media cuadrática del error o residuo (**MCE**), media absoluta del error (**MAE**), media absoluta del porcentaje del error (**MAPE**), media del error (**ME**), media porcentual del error (**MPE**). Los primeros 3 estadísticos miden la magnitud del error es decir que el mejor modelo estará dado por el menor y los dos últimos miden la influencia del mismo por lo cual el mejor será el que esté más próximo a cero.

### 3.4.1.2 Superficie Sembrada

FIGURA 3.36 PROMEDIO MÓVIL

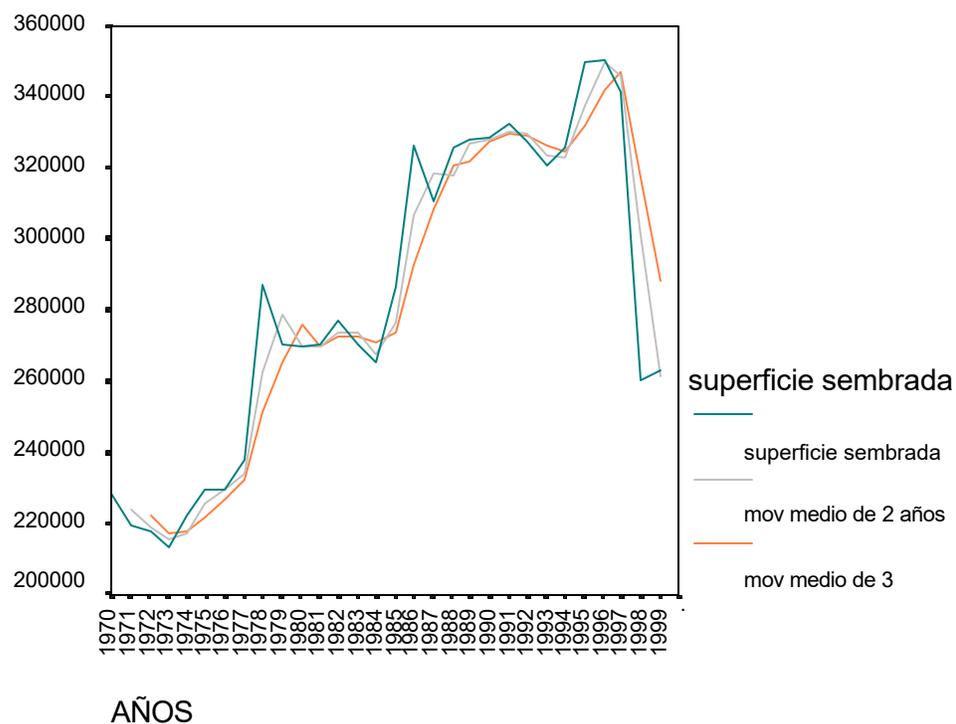


TABLA LVI

PROMEDIO MOVIL DE 2 Y 3 AÑOS

años	superficie sembrada	MA(2)	MA(3)
1970	228,262		
1971	219,077		
1972	217,916	223669.5	
1973	213,106	218496.5	221751.66
1974	221,726	215511	216699.66
1975	229,544	217416	217582.66
1976	229,500	225635	221458.66
1977	238,000	229522	226923.33
1978	287,190	233750	232348
1979	269,994	262595	251563.33
1980	269,878	278592	265061.33

1981	270,000	269936	275687.33
1982	277,000	269939	269957.33
1983	270,000	273500	272292.66
1984	265,051	273500	272333.33
1985	286,777	267525.5	270683.66
1986	326,405	275914	273942.66
1987	310,800	306591	292744.33
1988	325,730	318602.5	307994
1989	327,980	318265	320978.33
1990	328,500	326855	321503.33
1991	331,980	328240	327403.33
1992	327,060	330240	329486.66
1993	320,250	329520	329180
1994	325,400	323655	326430
1995	349,370	322825	324236.66
1996	350,000	337385	331673.33
1997	341,320	349685	341590
1998	260,000	345660	346896.66
1999	263,000	300660	317106.66
<b>2000</b>		<b>261500</b>	288106.66
<b>2001</b>		<b>393000</b>	375773.33

Se puede observar en el gráfico la tendencia de la superficie sembrada a lo largo de los años 1970 hasta 1999, y claramente se ven los picos de la baja producción en el año 84 y 97 por el fenómeno del niño, en este último el 80 % del área sembrada de cacao fue dañada por la humedad tanto las plantaciones viejas como los nuevos clones.

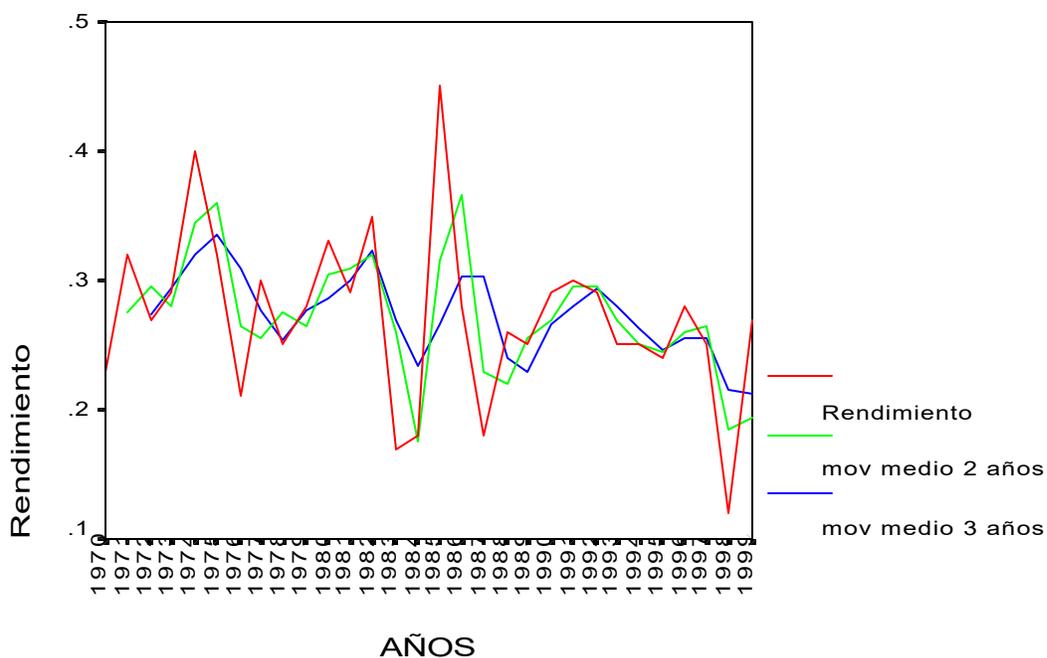
**TABLA LVII**  
**COMPARACION DE ESTADISTICOS**

	<b>MA(2)</b>	<b>MA(3)</b>
<b>MCE</b>	583679000	712773000
<b>MAE</b>	14702.7	17229.2
<b>MAPE</b>	5.20614	6.0955
<b>ME</b>	2135.43	4076
<b>MPE</b>	0.458583	1.08211

El promedio móvil de 2 años es el mejor modelo ya que sus 3 primeros estadísticos son más pequeños en relación al promedio móvil de 3 años.

### 3.4.1.3 RENDIMIENTO

**FIGURA 3.37 PROMEDIO MÓVIL**



**TABLA LVIII  
PROMEDIO MÓVIL DE 2 Y 3 AÑOS**

	RENDIMIENTO	MA(2)	MA(3)
1970	0.23		
1971	0.32		
1972	0.27	0.275	
1973	0.29	0.295	0.2733
1974	0.4	0.28	0.2933
1975	0.32	0.345	0.32
1976	0.21	0.36	0.336
1977	0.3	0.265	0.31
1978	0.25	0.255	0.2766

1979	0.28	0.275	0.2533
1980	0.33	0.265	0.2766
1981	0.29	0.305	0.2866
1982	0.35	0.31	0.3
1983	0.17	0.32	0.3233
1984	0.18	0.26	0.27
1985	0.45	0.175	0.2333
1986	0.28	0.315	0.266
1987	0.18	0.365	0.303
1988	0.26	0.23	0.303
1989	0.25	0.22	0.24
1990	0.29	0.255	0.23
1991	0.3	0.27	0.266
1992	0.29	0.295	0.28
1993	0.25	0.295	0.2933
1994	0.25	0.27	0.28
1995	0.24	0.25	0.2633
1996	0.28	0.245	0.2466
1997	0.25	0.26	0.2566
1998	0.12	0.265	0.2566
1999	0.27	0.185	0.2166
<b>2000</b>		0.195	<b>0.2133</b>
<b>2001</b>		0.33	<b>0.303</b>

**TABLA LIX**  
**COMPARACION DE ESTADÍSTICOS**

	MA(2)	MA(3)
MCE	0.00789018	0.00597449
MAE	0.0598214	0.0555556
MAPE	25.7125	24.1726
ME	-0.00375	-0.00469136
MPE	-9.62119	-9.55402

La media cuadrática del error , la media absoluta del error, la media absoluta porcentual del error son menores en el promedio móvil de 3 años, considerándose este como el mejor modelo.

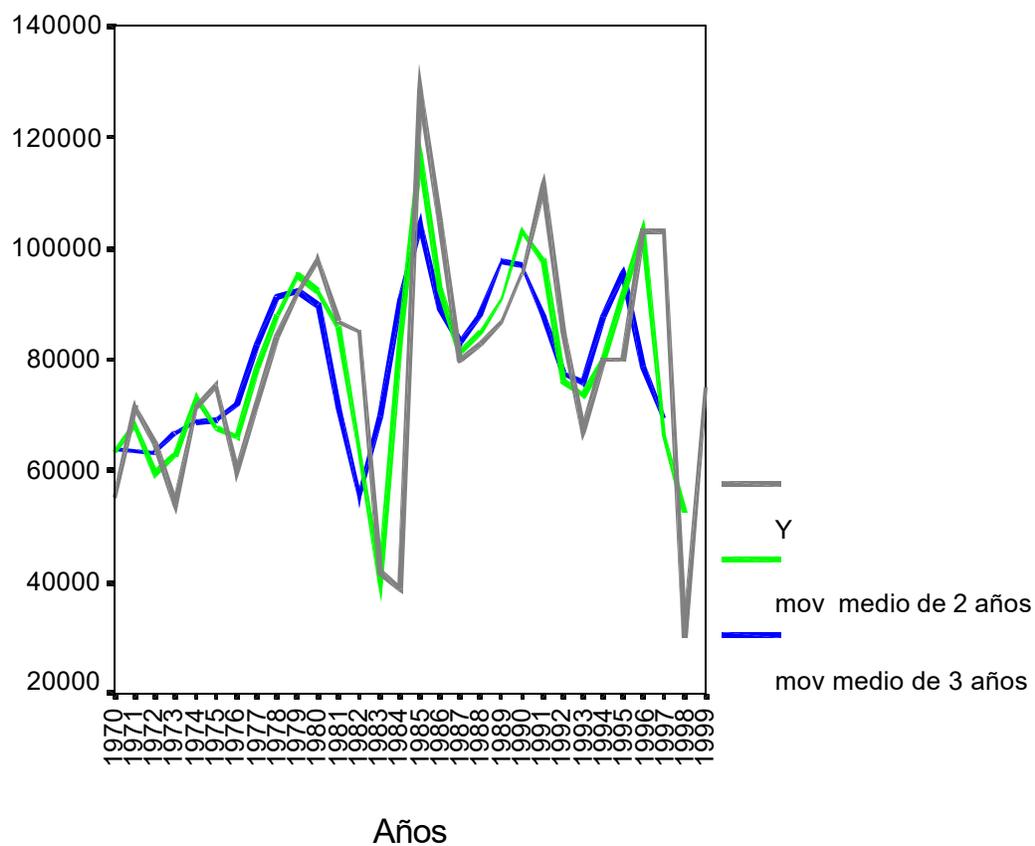
En el año 1997 debido a los efectos devastadores del fenómeno del niño la producción sufrió una crisis, básicamente por los menores rendimientos por

hectárea, determinados por el exceso de lluvias que afectó a las plantaciones en los ciclos de floración, incluso estas fueron afectadas por la escoba de bruja y la plaga de monilla, ocasionándoles a los productores quienes ya habían emprendido hace algunos años la campaña de renovación de las plantaciones viejas por una variedad nueva y de alto rendimiento denominado cacao en ramilla (plantaciones de alto rendimiento) se vieron en la necesidad de efectuar inversiones adicionales para construir muros a fin de proteger las plantaciones.

En 1998 el volumen de producción de cacao fue inferior en 53 % respecto al de 1997, como consecuencia del exceso de humedad. A partir de 1999 la producción mejoró. Para el año 2001 la predicción es de 0.30 Hás/Tm.

## 3.4.1.4 Cosecha

FIGURA 3.38 PROMEDIO MÓVIL



**TABLA LX**  
**PROMEDIO MÓVIL DE 2 Y 3 AÑOS**

años	Y	MA(2)	MA(3)
1970	55000		
1971	71600		
1972	64900	63300	
1973	54000	68250	63833.33
1974	71300	59450	63500
1975	75300	62650	63400
1976	60000	73300	66866.66

1977	72300	67650	68866.66
1978	84000	66150	69200
1979	92000	78150	72100
1980	98000	88000	82766.66
1981	86700	95000	91333.33
1982	85000	92350	92233.33
1983	42000	85850	89900
1984	38900	63500	71233.33
1985	128200	40450	55300
1986	105000	83550	69700
1987	80000	116600	90700
1988	83000	92500	104400
1989	86700	81500	89333.33
1990	95200	84850	83233.33
1991	111100	90950	88300
1992	85000	103150	97666.6
1993	67400	98050	97100
1994	80000	76200	87833.33
1995	80000	73700	77466.66
1996	103000	80000	75800
1997	103000	91500	87666.66
1998	30000	103000	95333.33
1999	75000	66500	78666.66
<b>2000</b>		<b>52500</b>	<b>69333.33</b>
2001			

**TABLA LXI**  
**COMPARACIÓN DE ESTADÍSTICOS**

	MA(2)	MA(3)
MCE	767198000	695886000
MAE	19642.9	19401.2
MAPE	31.1406	30.6896
ME	-325	-60.4938
MPE	-11.8434	-11.8509

El promedio móvil de 3 años tiene el menor error cuadrático, media absoluta del error, media absoluta porcentual del error.

El cacao pertenece a los cultivos permanentes o perennes los cuales son aquellos que se plantan y después de un tiempo relativamente largo

llegan a la edad productiva. Tienen un prolongado período de producción que permite cosechas durante varios años sin necesidad de ser sembrados o plantados después de cada cosecha.

La producción del cacao está distribuída entre varios meses una o dos

veces por año, el tiempo de la cosecha varía de país a país dependiendo

del clima y de la variedad del cacao. En países con una estación seca de lluvias y estación seca marcadas la primera cosecha se produce de

5 a 6 meses después de comenzar la estación de lluvias. En el Ecuador la cosecha menor es entre marzo a junio y de diciembre a enero es la cosecha mayor.

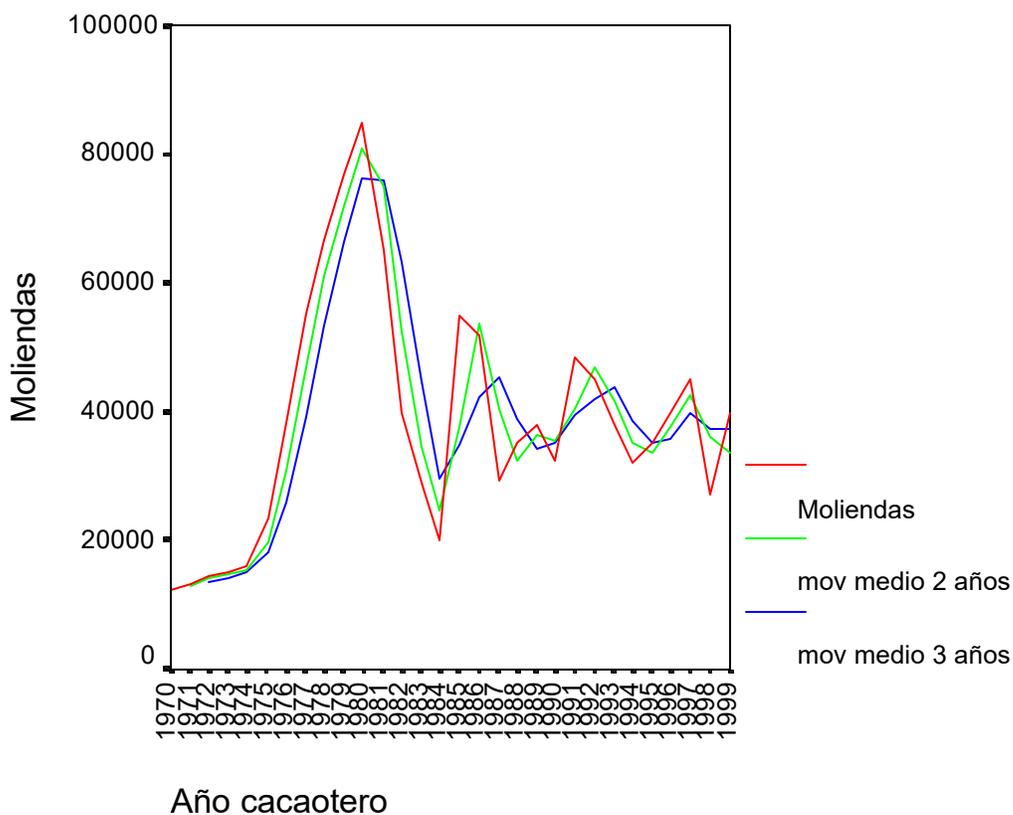
La producción del cacao está distribuída entre varios meses una o dos veces por año, el tiempo de la cosecha varía de país en país dependiendo del clima y de la variedad del cacao. En países con una estación de lluvias y estación seca marcadas la principal cosecha se produce de 5 a 6 meses después de comenzar la estación de lluvias.

Se puede observar en el gráfico la tendencia de la cosecha. A pesar del estado de emergencia que tuvo la producción en el año 98, el sector

cacaotero se logró recuperar en 1999 , el promedio normal por año es de 85000 Tm de producción.

**3.4.1.5 Moliendas**

**FIGURA 3.39 PROMEDIO MÓVIL**



**TABLA LXII**

**PROMEDIO MOVIL DE 2 Y 3 AÑOS**

Año cacaotero	Moliendas	MA(2)	MA(3)
1970	12200		
1971	13200		
1972	14500	12700	

1973	15000	13850	13300
1974	15900	14750	14233.33
1975	23400	15450	15133.33
1976	38100	19650	18100
1977	55200	30750	25800
1978	66700	46650	38900
1979	77000	60950	53333.33
1980	85000	71850	66300
1981	65000	81000	76233.33
1982	40000	75000	75666.66
1983	29000	52500	63333.33
1984	20000	34500	44666.66
1985	55100	24500	29666.66
1986	51800	37550	34700
1987	29300	53450	42300
1988	35100	40550	45400
1989	38000	32200	38733.33
1990	32400	36550	34133.33
1991	48400	35200	35166.66
1992	45000	40400	39600
1993	38000	46700	41933.33
1994	32000	41500	43800
1995	35000	35000	38333.33
1996	40000	33500	35000
1997	45000	37500	35666.66
1998	27000	42500	40000
1999	40000	36000	37333.33
<b>2000</b>		<b>33500</b>	37333.33
<b>2001</b>		<b>53500</b>	76000

### TABLA LXIII

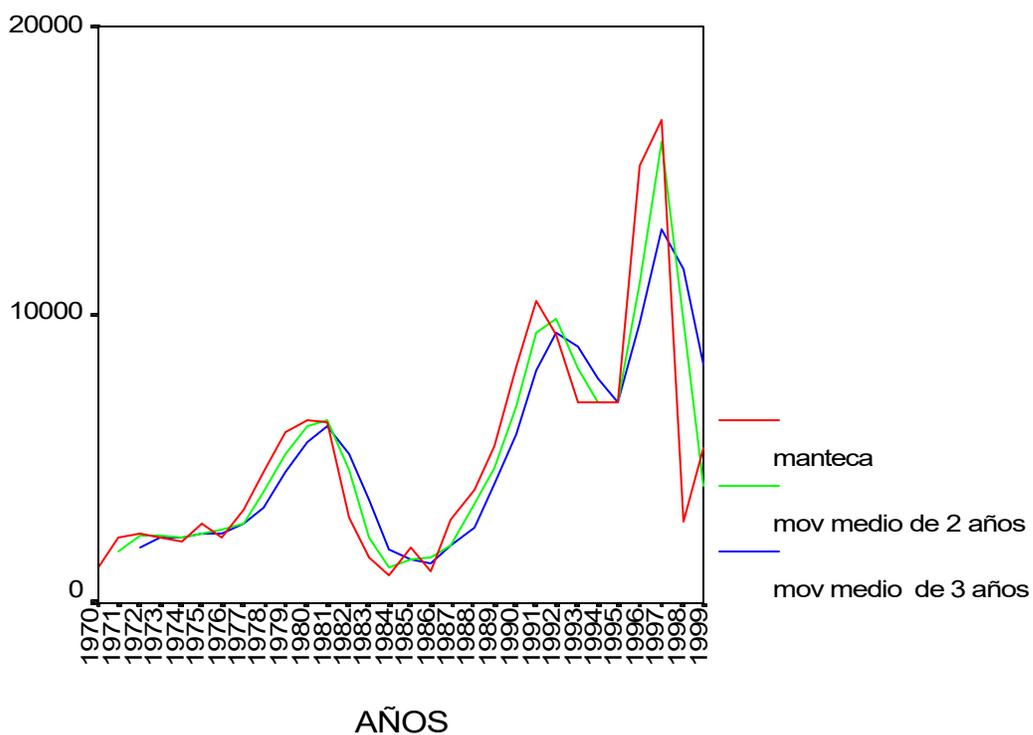
### COMPARACIÓN DE ESTADÍSTICOS

	MA(2)	MA(3)
MCE	235808000	299361000
MAE	12396.4	13818.5
MAPE	31.625	35.1776
ME	1221.43	1690.12
MPE	-3.11777	-4.38267

El promedio móvil de 2 años tiene mayor poder predictivo ya que como se observa en la tabla los 3 primeros estadísticos son menores.

### 3.4.1.6 Exportaciones de manteca.

**FIGURA 3.40 PROMEDIO MÓVIL**



**TABLA LXIV  
PROMEDIO MÓVIL DE 2 Y 3 AÑOS**

años	exportaciones de manteca	MA(2)	MA(3)
1970	1253		
1971	2247		
1972	2376	1750	
1973	2300	2311.5	1958.66
1974	2109	2338	2307.66
1975	2718	2204.5	2261.66
1976	2288	2413.5	2375.66
1977	3179	2503	2371.66
1978	4485	2733.5	2728.33
1979	5913	3832	3317.33

1980	6334	5199	4525.66
1981	6291	6123.5	5577.33
1982	2953	6312.5	6179.33
1983	1510	4622	5192.66
1984	967	2231.5	3584.66
1985	1955	1238.5	1810
1986	1101	1461	1477.3
1987	2901	1528	1341
1988	3930	2001	1985.66
1989	5440	3415.5	2644
1990	8187	4685	4090.33
1991	10498	6813.5	5852.33
1992	9270	9342.5	8041.66
1993	6928	9884	9318.33
1994	6968	8099	8898.66
1995	6978	6948	7722
1996	15135	6973	6958
1997	16734	11056.5	9693.66
1998	2779	15934.5	12949
1999	5349	9756.5	11549.33
2000		4064	8287.33
2001		6738.5	10070.33

### TABLA LXV

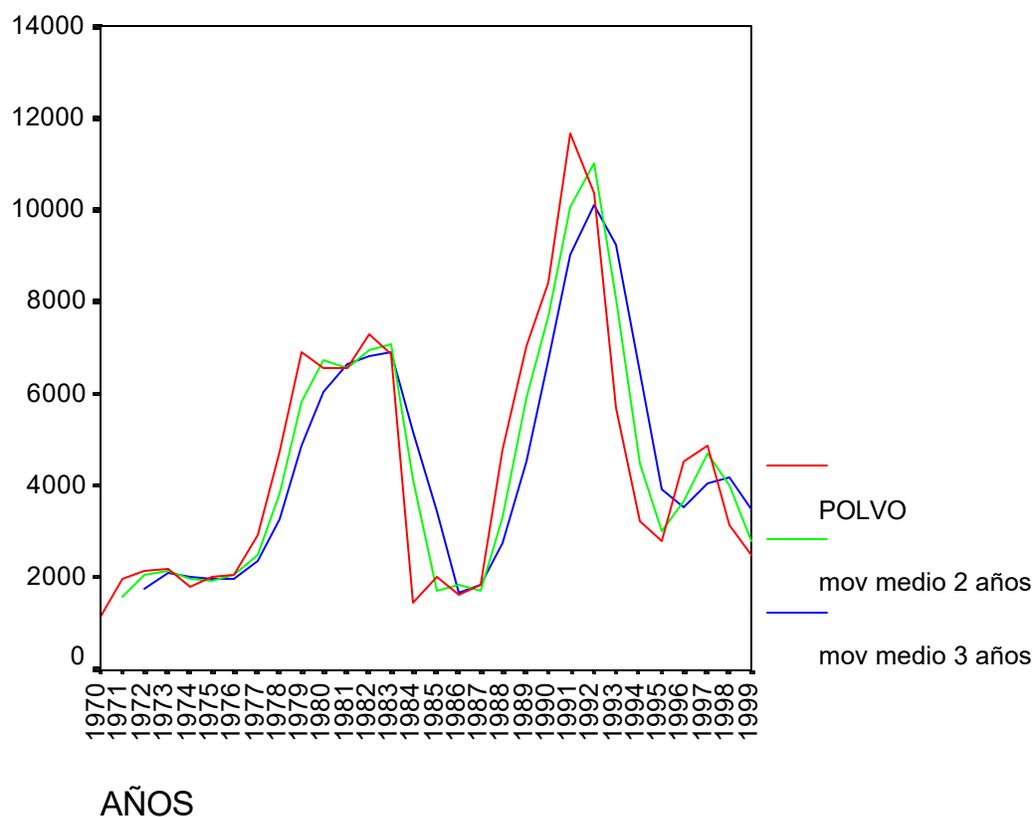
### COMPARACIÓN DE ESTADÍSTICOS

	MA(2)	MA(3)
MCE	13215000	13622800
MAE	2294.07	2656.94
MAPE	57.6215	65.6189
ME	138.036	314.37
MPE	-22.0667	-25.1975

Se considera el promedio móvil de 2 años como el mejor modelo, sus tres primeros estadísticos como se observa en la tabla son menores que los del segundo modelo.

### 3.4.1.7 Exportaciones de Polvo de Cacao

**FIGURA 3.41 PROMEDIO MÓVIL**



**TABLA LXVI**

**PROMEDIO MÓVIL DE 2 Y 3 AÑOS**

años	polvo	MA(2)	MA(3)
1970	1148		
1971	2006		
1972	2146	1577	
1973	2200	2076	1766.66
1974	1785	2173	2117.33
1975	2034	1992.5	2043.66
1976	2093	1909.5	2006.33

1977	2898	2063.5	1970.66
1978	4763	2495.5	2341.66
1979	6917	3830.5	3251.33
1980	6530	5840	4859.33
1981	6586	6723.5	6070
1982	7287	6558	6677.66
1983	6866	6936.5	6801
1984	1447	7076.5	6913
1985	2015	4156.5	5200
1986	1619	1731	3442.66
1987	1835	1817	1693.66
1988	4794	1727	1823
1989	7009	3314.5	2749.33
1990	8406	5901.5	4546
1991	11658	7707.5	6736.33
1992	10375	10032	9024.33
1993	5723	11016.5	10146.33
1994	3248	8049	9252
1995	2794	4485.5	6448.66
1996	4551	3021	3921.66
1997	4873	3672.5	3531
1998	3154	4712	4072.66
1999	2463	4013.5	4192.66
2000		2808.5	3496.66
2001		4130	4377.6

TABLA LXVII

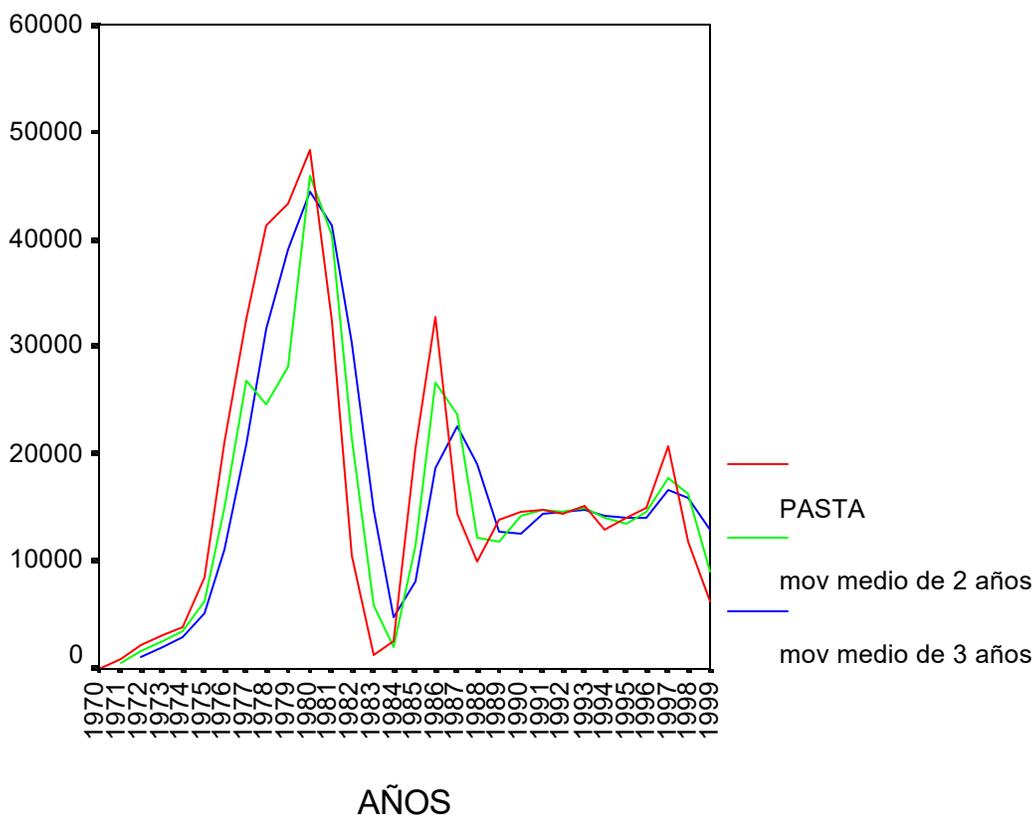
## COMPARACIÓN DE ESTADÍSTICOS

	MA(2)	MA(3)
<b>MCE</b>	5743180	7784710
<b>MAE</b>	1721.68	2126.59
<b>MAPE</b>	48.8484	60.5635
<b>ME</b>	52.1429	86.0741
<b>MPE</b>	-18.3154	-25.351

El promedio móvil de 2 años tiene mayor poder de predicción.

### 3.4.1.8 Exportaciones de Pasta de Cacao

**FIGURA 3.42 PROMEDIO MÓVIL**



**TABLA LXVIII**

**PROMEDIO MÓVIL DE 2 Y 3 AÑOS**

años	pasta	medio de 2 años	medio de 3 años
1970	85		
1971	843		
1972	2139	464	
1973	3000	1491	1022.33
1974	3829	2569.5	1994
1975	8577	3414.5	2989.33
1976	21108	6203	5135.33

1977	32648	14842.5	11171.33
1978	41293	26878	20777.66
1979	43444	24647	31683
1980	48365	28245.66	39128.33
1981	32377	45904.5	44367.33
1982	10398	40371	41395.33
1983	1268	21387.5	30380
1984	2550	5833	14681
1985	20513	1909	4738.66
1986	32821	11531.5	8110.33
1987	14390	26667	18628
1988	9835	23605.5	22574.66
1989	13864	12112.5	19015.33
1990	14540	11849.5	12696.33
1991	14750	14202	12476.33
1992	14396	14645	14384.66
1993	15197	14573	14562
1994	12874	14796.5	14781
1995	13999	14035.5	14155.66
1996	14950	13436.5	14023.33
1997	20721	14474.5	13941
1998	11822	17835.5	16556.66
1999	6355	16271.5	15831
2000		9088.5	12966
2001		12266	15084.33

### TABLA LXIX

### COMPARACIÓN DE ESTADÍSTICOS

	MA(2)	MA(3)
MCE	131621000	175386000
MAE	8341.34	9766
MAPE	112.089	153.553
ME	406.446	682
MPE	-66.1008	-106.299

El MA(2) tiene mayor poder predictivo.

### 3.4.1.9 Exportaciones de Chocolate

FIGURA 3.43 PROMEDIO MÓVIL

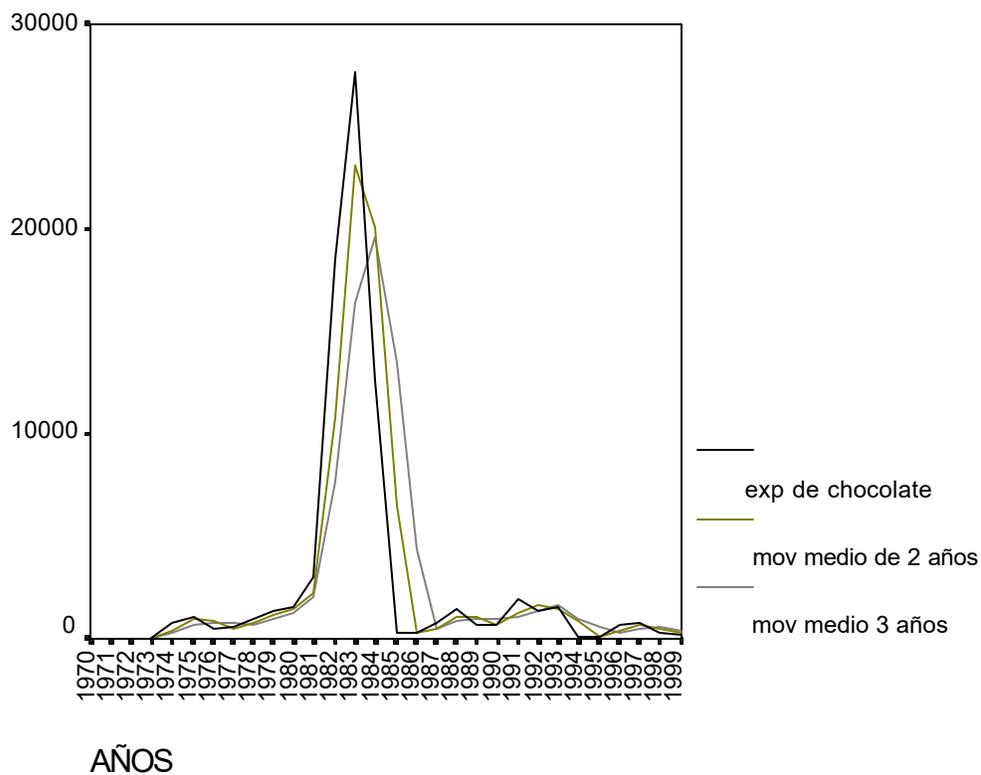


TABLA LXX

PROMEDIO MÓVIL DE 2 Y 3 AÑOS

años	exp de chocolate	MA(2)	MA(3)
1970	0		
1971	0		
1972	0	0	
1973	0	0	0
1974	703	0	0
1975	1110	351.5	234.33
1976	454	906.5	604.33
1977	509	782	755.66
1978	979	481.5	691
1979	1376	744	647.33
1980	1531	1177.5	954.66

1981	2959	1453.5	1295.33
1982	18498	2245	1955.33
1983	27667	10728.5	7662.66
1984	12599	23082.5	16374.66
1985	304	20133	19588
1986	244	6451.5	13523.33
1987	677	274	4382.33
1988	1413	460.5	408.33
1989	660	1045	778
1990	660	1036.5	916.66
1991	1900	660	911
1992	1345	1280	1073.33
1993	1479	1622.5	1301.66
1994	114	1412	1574.66
1995	134	796.5	979.33
1996	630	124	575.66
1997	690	382	292.66
1998	279	660	484.66
1999	216	484.5	533
2000		247.5	395
2001		355.5	467

### TABLA LXXI

### COMPARACION DE ESTADISTICOS

	MA(2)	MA(3)
MCE	39382100	46682000
MAE	2924.16	3256.35
ME	12.6964	23.4074

El promedio móvil de 2 años tiene un menor error de predicción.

Las exportaciones en años anteriores fueron mayores, claramente se nota la caída a causa del fenómeno climatológico de El Niño.

### 3.4.1.10 Precios del cacao en grano al productor

FIGURA 3.44 PROMEDIO MÓVIL

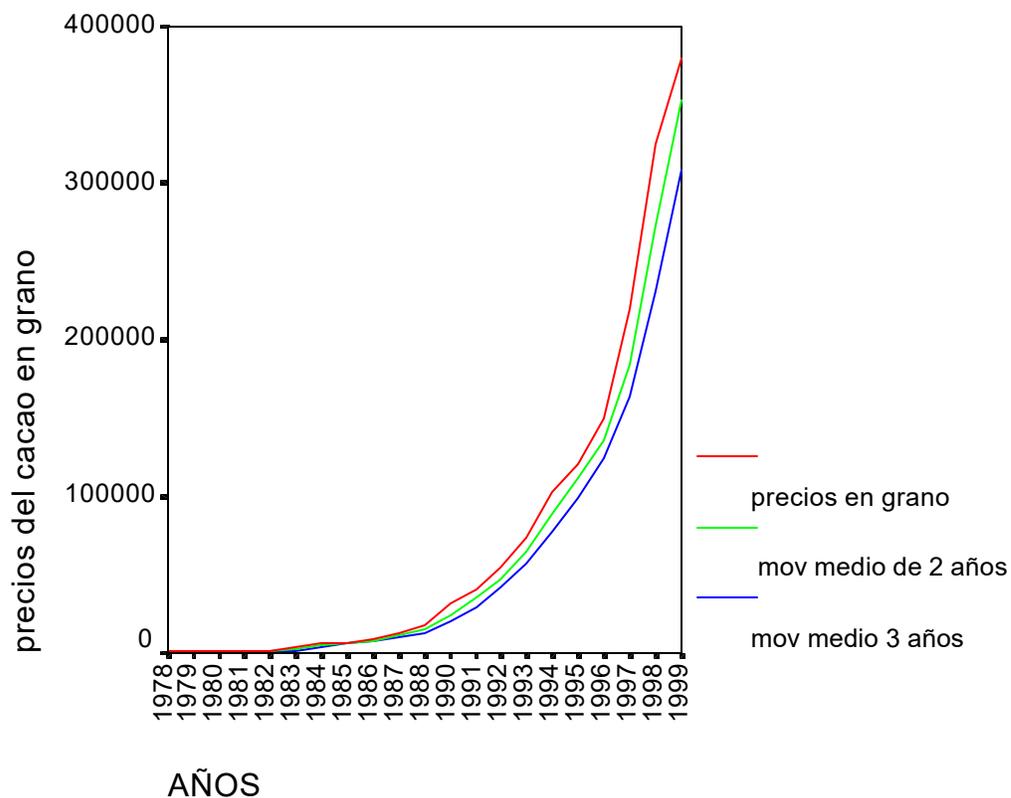


TABLA LXXII  
PROMEDIO MÓVIL DE 2 Y 3 AÑOS

años	precio cacao	MA(2)	MA(3)
1978	2521.56		
1979	2567.83		
1980	2327.88	2544.695	
1981	1476.92	2447.855	2472.4233
1982	1857.95	1902.4	2124.21
1983	4858.51	1667.435	1887.5833
1984	6614.85	3358.23	2731.12
1985	7336.98	5736.68	4443.77

1986	9003.05	6975.915	6270.11
1987	13723.67	8170.015	7651.62
1988	17852.34	11363.36	10021.233
1990	31506	15788.005	13526.353
1991	40660	24679.17	21027.33
1992	54810	36083	30006.1133
1993	74250	47735	42325.33
1994	102959	64530	56573.33
1995	120899	88604.5	77339.66
1996	150000	111929	99369.33
1997	220250	135449.5	124619.33
1998	325000	185125	163716.33
1999	379853	272625	231750
<b>2000</b>		<b>352426.5</b>	308367.66
<b>2001</b>		<b>542353</b>	434985.33

### TABLA LXXIII

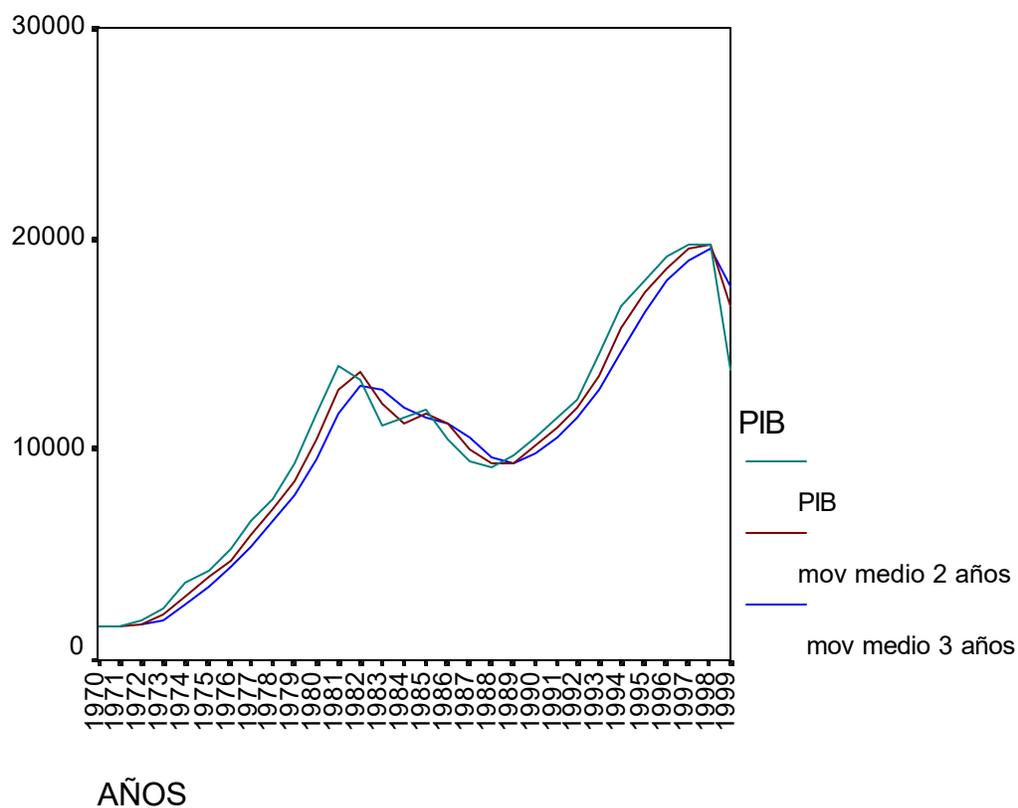
#### COMPARACION DE ESTADÍSTICOS

	MA (2)	MA(3)
MCE	2.19E+09	3.47E+09
MAE	27049.4	35135.8
ME	26926.2	35002.9

En el gráfico se observa los datos originales junto con los movimientos medios los cuales muestran claramente la línea de tendencia, también se advierte que el promedio móvil de orden dos tiene mayor poder predictivo.

## 3.4.1.11 Producto Interno Bruto

FIGURA 3.45 PROMEDIO MÓVIL



**TABLA LXXIV**  
**PROMEDIO MÓVIL DE 2 Y 3 AÑOS**

años	PIB	MA (2)	MA (3)
1970	1629		
1971	1602		
1972	1874	1615.5	
1973	2489	1738	1701.66
1974	3711	2181.5	1988.33
1975	4310	3100	2691.33
1976	5317	4010.5	3503.33
1977	6655	4813.5	4446
1978	7654	5986	5427.33

1979	9359	7154.5	6542
1980	11733	8506.5	7889.33
1981	13946	10546	9582
1982	13354	12839.5	11679.33
1983	11114	13650	13011
1984	11510	12234	12804.66
1985	11890	11312	11992.66
1986	10515	11700	11504.66
1987	9450	11202.5	11305
1988	9129	9982.5	10618.33
1989	9714	9289.5	9698
1990	10569	9421.5	9431
1991	11525	10141.5	9804
1992	12430	11047	10602.66
1993	14540	11977.5	11508
1994	16880	13485	12831.66
1995	18006	15710	14616.66
1996	19157	17443	16475.33
1997	19760	18581.5	18014.33
1998	19710	19458.5	18974.33
1999	13769	19735	19542.33
<b>2000</b>		<b>16739.5</b>	17746.33
<b>2001</b>		<b>23624</b>	22336

**TABLA LXXV**  
**COMPARACION DE ESTADISTICOS**

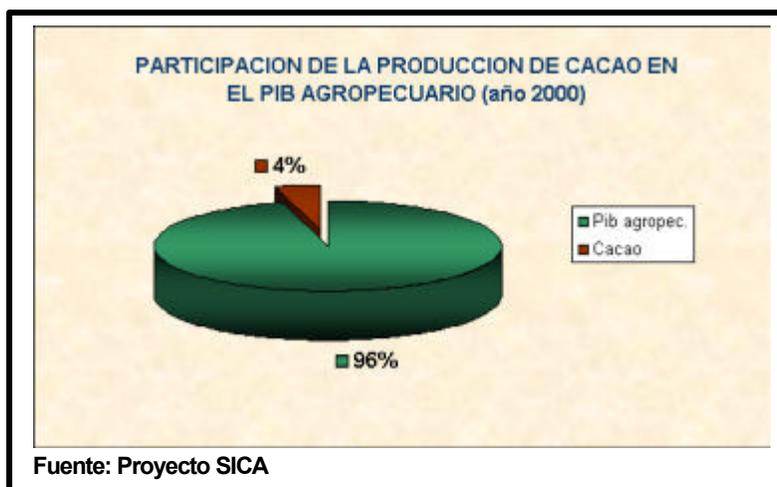
	<b>MA(2)</b>	<b>MA(3)</b>
<b>MCE</b>	4305216	6096070
<b>MAE</b>	1687.2	2104.22
<b>MAPE</b>	17.4312	20.9612
<b>ME</b>	757.411	1111.51
<b>MPE</b>	9.45969	12.3341

Entre los 2 promedios móviles como se aprecia en la tabla el promedio móvil de orden 2 tiene menor error cuadrático que el de orden 3, por lo cual es escogido como mejor modelo.

La contribución del sector agropecuario al Producto Interno Bruto en los últimos cinco años fluctúa alrededor del 13 % y la Población Económica Activa (PEA) en el área rural representa el 63 % según los censos poblacionales.

En el gráfico se puede observar los datos originales como los movimientos medios de 2 y 3 años el cual aparece con línea de trazos. Se puede advertir como el movimiento medio ha suavizado el gráfico de datos originales mostrando claramente la línea de tendencia.

**FIGURA 3.46**



### 3.4.2 MODELOS ARIMA

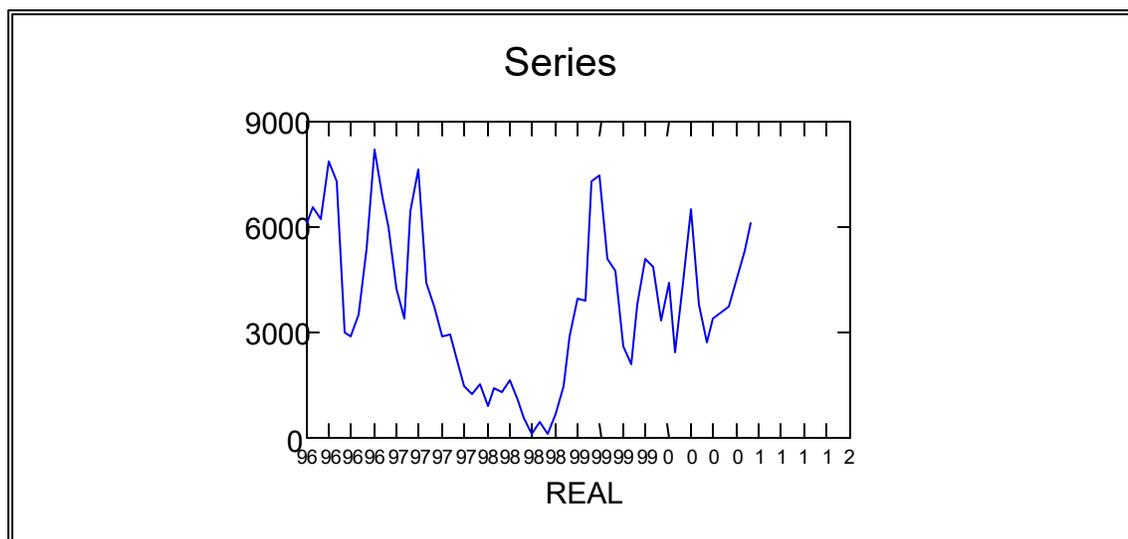
Una ventaja esencial del método de identificación, estimación, previsión de los modelos ARIMA sobre los métodos tradicionales es que permite seleccionar el más óptimo dentro de una gama de posibilidades por medio de una prueba *t* de student para determinar el nivel de significación de los coeficientes y una revisión de diagnóstico que comprueba si el modelo provee un ajuste adecuado para los datos, analizando los residuos que se generan, que no exhiban ningún patrón y que sean aleatorios en el tiempo

Los modelos ARIMA como se menciona en el capítulo dos se basan en un cuidadoso examen de las autocorrelaciones derivadas de la serie de tiempo en este caso son los datos mensuales del año 1996 hasta el año 2000 de las variables exportaciones de cacao en grano, exportaciones de cacao industrializado, precios internacionales, índices de precios al consumidor urbano.

Entonces el modelo de pronóstico se crea combinando una componente autoregresiva ( $p$ ) con una componente de promedios móviles ( $q$ ) que involucra los términos del error pasado y presente representándolos en

forma abreviada como  $(p,d,q)$  donde  $d$  es el número de diferencias necesarias para eliminar cualquier tendencia existente.

### 3.4.2.1 Exportaciones de cacao en grano



**FIGURA 3.47 SERIE REAL DE LAS EXPORTACIONES DE CACAO EN GRANO**

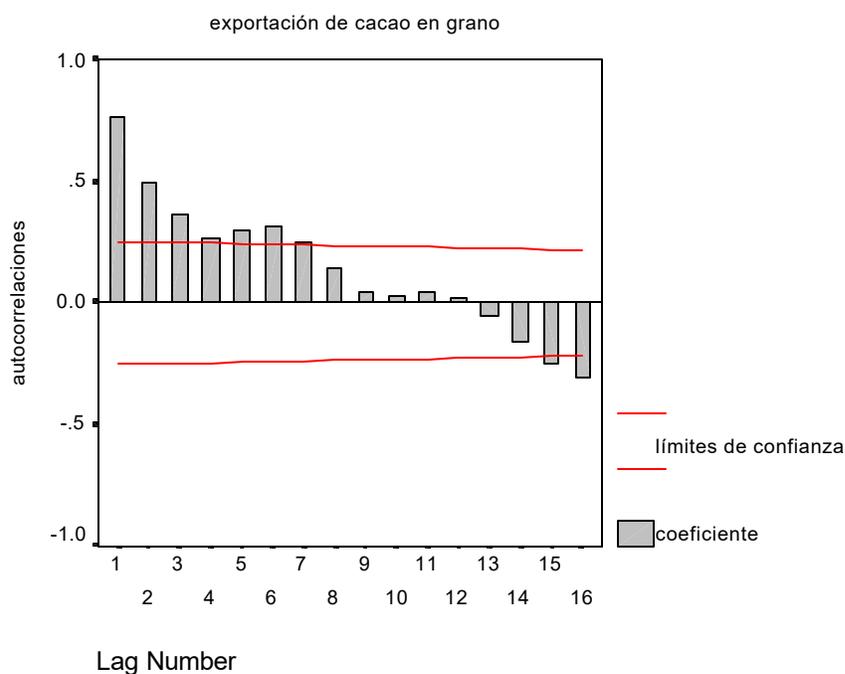
La serie de exportaciones de cacao en grano como se aprecia en la figura tiene un comportamiento estacionario con respecto a la media, salvo en el año 1998 que tuvo un descenso a consecuencia del fenómeno del niño en el cual tuvo que exportar 115 Tm en el mes de julio, y en los meses de agosto, septiembre y octubre también fueron bajas las exportaciones, fuera de esto

los meses guardan un comportamiento periódico es decir estacional en el período de referencia.

En el año 1997 el país tuvo que importar 8000 Tm y en el año 1998 4000 Tm, pero en el 99 las exportaciones volvieron a su normalidad con 54315 Tm y en el 2000 las exportaciones fueron de 50957 Tm.

A partir del gráfico de las autocorrelaciones y autocorrelaciones parciales se confirmará que no es necesario una diferenciación siendo  $d=0$ .

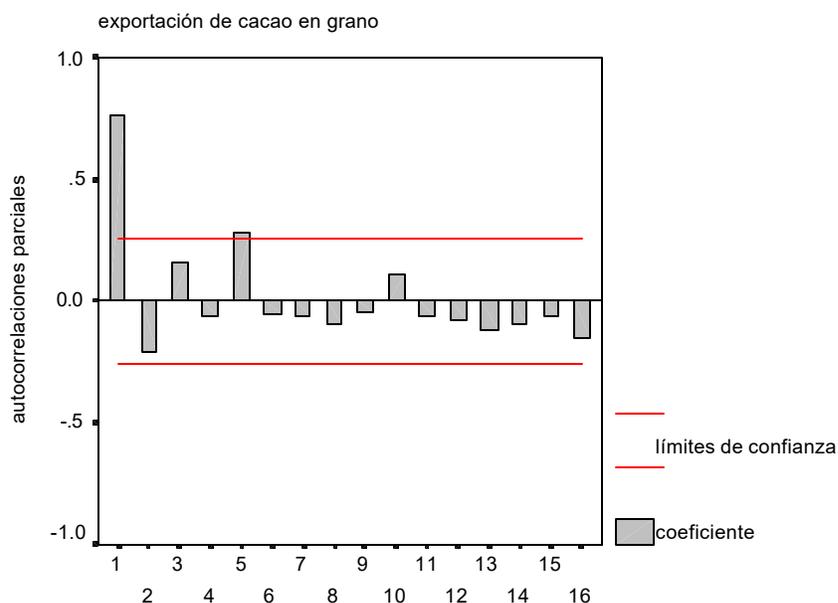
**FIGURA 3.48 AUTOCORRELACIONES**



Los primeros valores de las autocorrelaciones y autocorrelaciones parciales de la serie original no son parecidos entre sí ni significativamente grandes (casi cercanos a uno), por lo que no se hace necesario diferenciar la serie, pues ya es estacionaria con respecto a la media.

Observando el gráfico de las autocorrelaciones parciales  $r(h)$  a partir del primer coeficiente los valores de la función quedan dentro de la banda por lo cual proponemos que  $p$  sea igual a 1, de igual forma observando el gráfico de las autocorrelaciones a partir del tercer coeficiente los valores de la función de autocorrelación quedan dentro de la banda por lo cual se probará el modelo con  $q=3$ , y se determinará el nivel de significancia de los coeficientes por medio de la prueba t de student.

**FIGURA 3.49 AUTOCORRELACIONES PARCIALES**



Los modelos propuestos que son posibles para la formulación son ARMA

(1,1), ARMA(1,3), ARMA (1,2)

**TABLA LXXVI**  
**PRUEBA T DE STUDENT ARMA (1,2)**

PARÁMETRO	ESTIMACIÓN	ERROR ESTÁNDAR	ESTADÍSTICO T	PROBABILIDAD
AR(1)	0.82618	0.140026	5.90017	0
MA(1)	-0.218434	0.210919	-1.03563	0.304828
MA(2)	0.321929	0.193411	1.66448	0.101602
media	4059.11	799.337	5.07809	0.000005
constante	705.555			

Este modelo no pasa la prueba t de student porque el parámetro MA(2) muestra una probabilidad mayor que 0.05 es decir que no es estadísticamente significativo diferente de cero.

**TABLA LXXVII**  
**PRUEBA T DE STUDENT ARMA (1,3)**

PARÁMETRO	ESTIMACIÓN	ERROR ESTÁNDAR	ESTADISTICO T	PROBABILIDAD
AR(1)	0.386811	0.335158	1.15412	0.253443
MA(1)	-0.681388	0.331349	-2.05641	0.0445
MA(2)	-0.265247	0.344684	-0.769535	0.444868
MA(3)	-0.252361	0.179549	-1.40553	0.165489
Media	3951.42	596.614	6.62308	0
constante	2422.97			

El parámetro AR(1) tiene una probabilidad de 0.25 la cual acepta la hipótesis de que el estimador del parámetro sea igual a cero, el parámetro MA(3) tiene una probabilidad de 0.16 por lo cual este modelo queda rechazado.

TABLA LXXVIII

## PRUEBA T DE STUDENT ARMA (1,1)

PARÁMETRO	ESTIMACIÓN	ERROR ESTÁNDAR	ESTADÍSTICO T	PROBABILIDAD
AR(1)	0.578894	0.129216	4.48005	0.000037
MA(1)	-0.53078	0.130457	-4.06806	0.000148
media	3919.36	606.512	6.46213	0
constante	1650.47			

TABLA LXXIX  
COMPARACION DE ESTADÍSTICOS

ESTADÍSTICO	VALIDACIÓN DEL PERÍODO
<b>MCE</b>	1774150
<b>MAE</b>	1002.13
<b>MAPE</b>	71.0733
<b>ME</b>	-14.1796
<b>MPE</b>	-52.7827

La probabilidad del parámetro  $Ar(1)$  es menor que 0.05 por lo cual demuestra que es significativamente diferente de cero, la probabilidad del parámetro  $MA(1)$  es menor que 0.05 por lo cual existe evidencia estadística de que es diferente de 0. Por lo tanto este modelo es seleccionado, ya que pasa la prueba t de student.

La desviación estándar del ruido blanco es 1333.33 y la varianza estimada del ruido blanco es de 17777760 con 57 grados de libertad

### Fase de Verificación

Consiste en verificar si la serie de residuos es coherente con la hipótesis que forman un ruido blanco, es decir si son independientes, centrados, gaussianos.

**TABLA LXXX**

#### Prueba de Corridas hacia arriba y hacia abajo de la mediana

MEDIANA	NÚMERO DE CORRIDAS	ESPECTATIVA	ESTADÍSTICO Z	PROBABILIDAD
-77.6825	31	31	-0.130208	1.1036

Esta prueba cuenta el número de tiempos de secuencia que estuvo hacia arriba o hacia abajo de la mediana, el número de corridas es 31 y comparándola con la expectativa de 31, la probabilidad es mayor que 0.10 es decir que no se rechaza la hipótesis nula de los residuos son aleatorios con un 90% de confianza.

**TABLA LXXXI**

#### Prueba de Corridas hacia arriba y hacia abajo

NÚMERO DE CORRIDAS	ESPECTATIVA	ESTADÍSTICO Z	PROBABILIDAD
44	39.66	1.19185	0.233318

Esta segunda prueba cuenta el número de secuencia de tiempo que sube o cae la serie de residuos, el número de tales corridas es igual a 44 y comparándola con una expectativa de 39.66 si la secuencia es aleatoria, como la probabilidad es mayor que 0.10 aceptamos la hipótesis nula de que los residuos son ruidos blancos .

#### **TABLA LXXXII**

##### **Prueba de Box Pierce**

<b>ESTADÍSTICO</b>	<b>PROBABILIDAD</b>
10.7981	0.902728

Esta prueba está basada en la suma de los cuadrados de los coeficientes de las primeras 24 autocorrelaciones, la probabilidad indica que existe suficiente evidencia estadística de que los residuos son ruidos blancos con un 90% de confianza.

Al igual como se observa en los gráficos respectivos los coeficientes de las autocorrelaciones y las autocorrelaciones parciales no son significativamente grandes dentro de los respectivos límites de confianza, no presentan un patrón uniforme entre sí, con lo que podemos decir que no es necesario modificar el modelo ARMA propuesto.

FIGURA 3.50

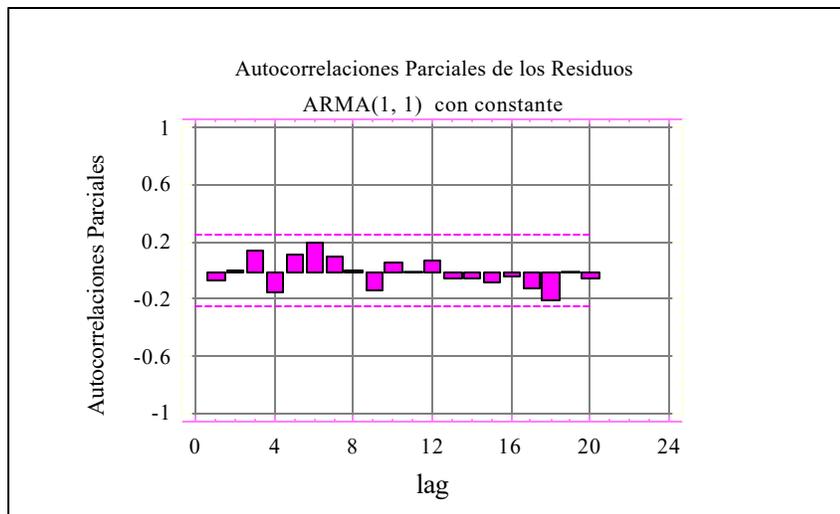


FIGURA 3.51

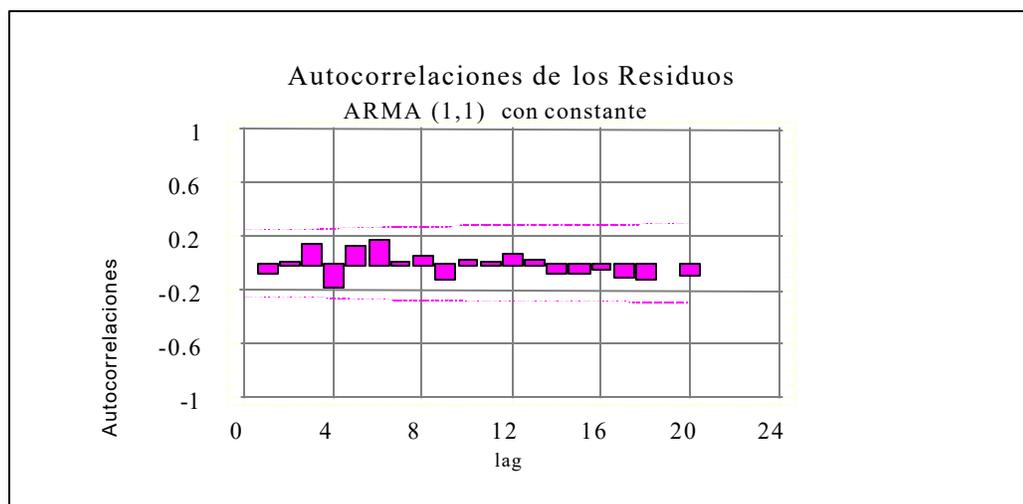
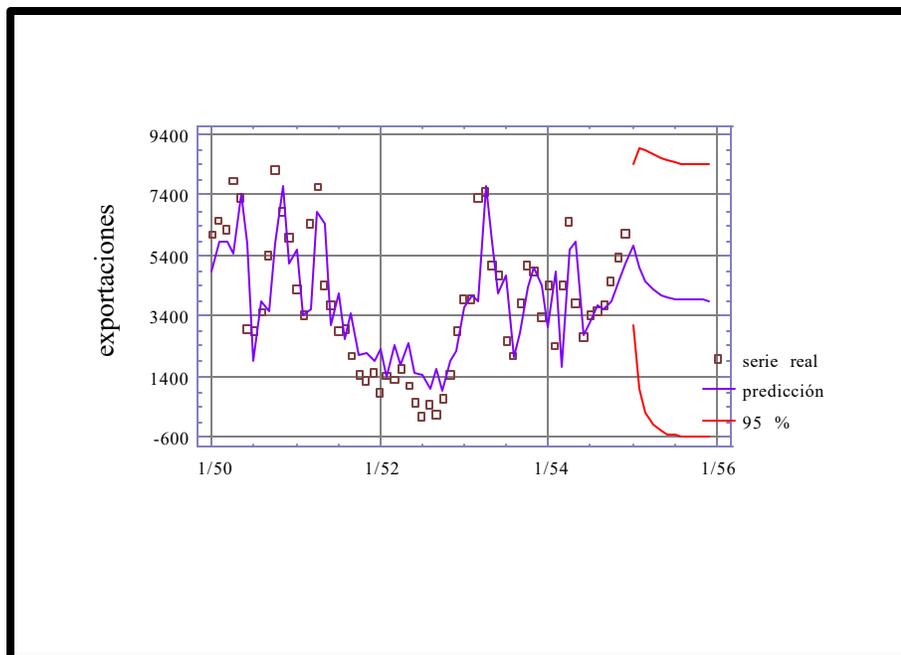


FIGURA 3.52 PREDICCIONES

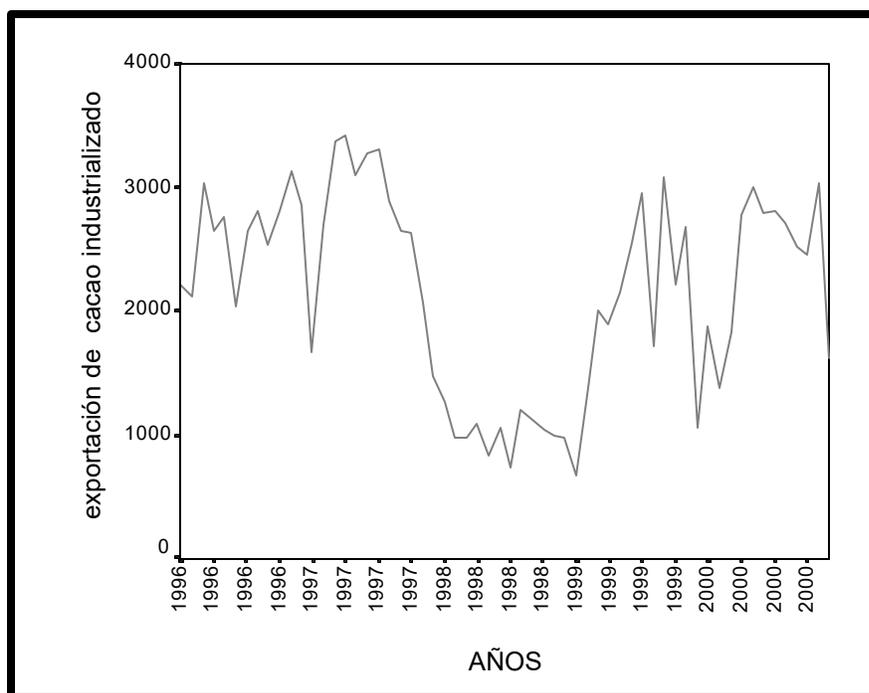
TABLA LXXXIII  
PREDICCIONES

Inferior	Predicción	Superior
3058.5	5728.46	8398.42
978.455	4966.64	8954.82
184.32	4525.63	8866.93
-183.058	4270.32	8723.71
-367.784	4122.53	8612.85
-465.649	4036.98	8539.6
-519.295	3987.45	8494.19
-549.345	3958.78	8466.9
-566.405	3942.18	8450.76
-576.168	3932.57	8441.31
-581.782	3927.01	8435.8
-585.02	3923.79	8432.6

La tabla muestra las predicciones con un 95 % de confianza para los próximos 12 meses consecutivos del año 2001, estas guardan similitud con los datos pasados, en la misma se detalla para cada período el valor inferior del intervalo, el valor de la predicción y el valor superior del mismo el modelo ARMA (1,1).

### 3.4.2.2 Exportaciones de Cacao Industrializado

**Figura 3.53 SERIE REAL DE EXPORTACIONES DE CACAO INDUSTRIALIZADO**



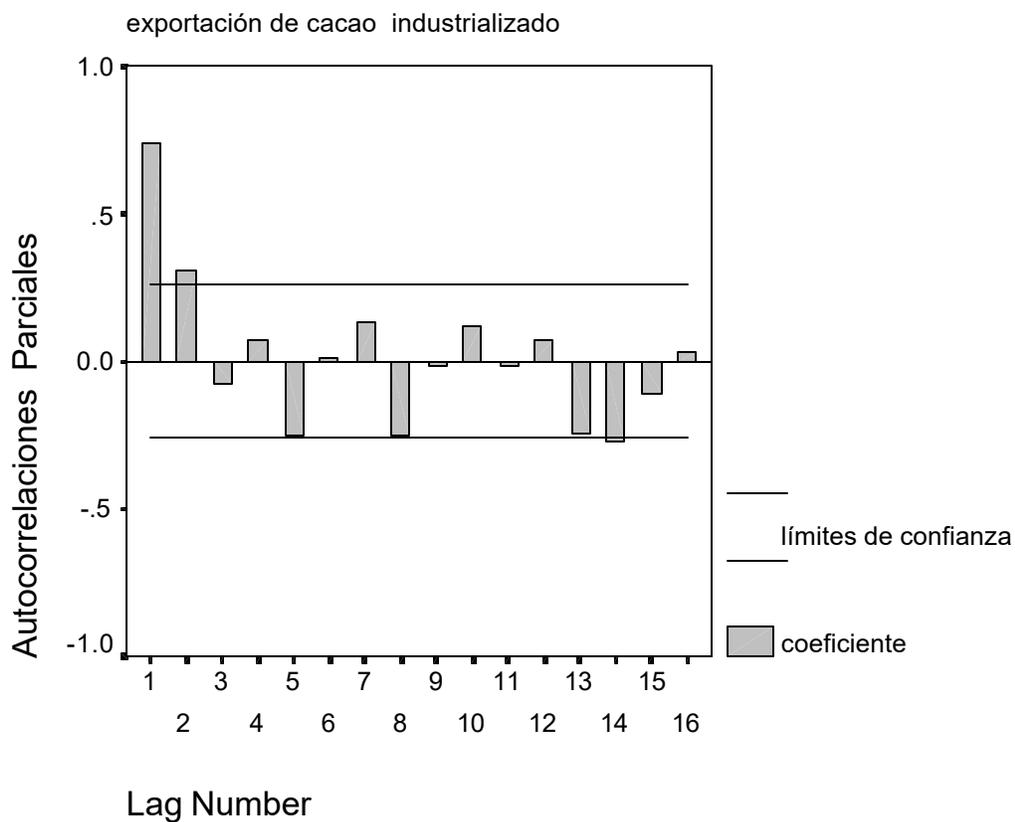
En enero de 1999 las exportaciones tuvieron una baja de 674 Tm, sin embargo no existe un patrón constante en el tiempo en este tipo de exportaciones, no hay estacionalidad.

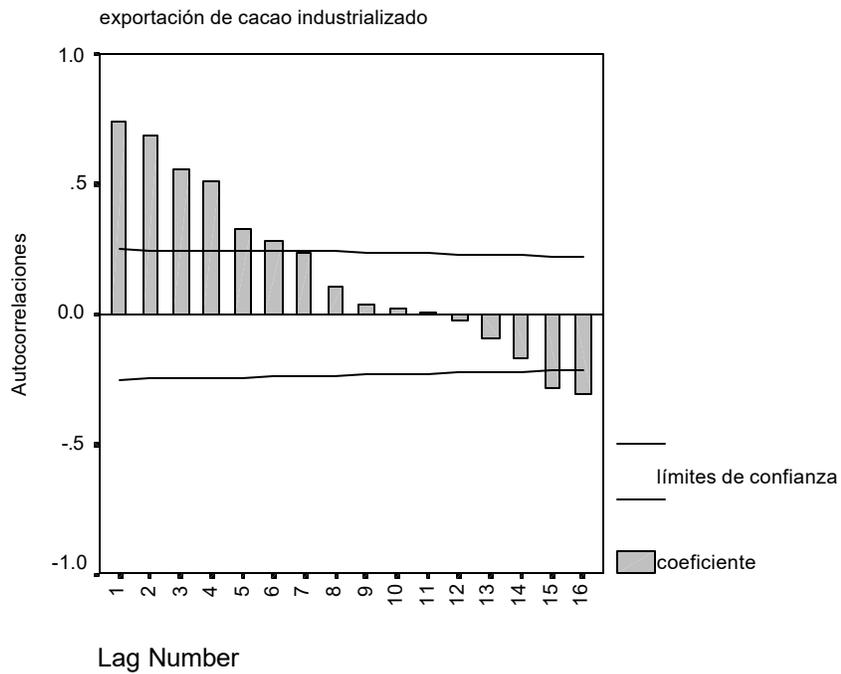
Observando las autocorrelaciones y autocorrelaciones parciales se infiere que es necesario diferenciar la serie ya que no es estacionaria con respecto a la media.

Los primeros valores de la función de autocorrelación tiene coeficientes positivos casi cercanos a uno fuera de la banda superior del intervalo de confianza.

**FIGURA 3.54**

**AUTOCORRELACIONES PARCIALES**

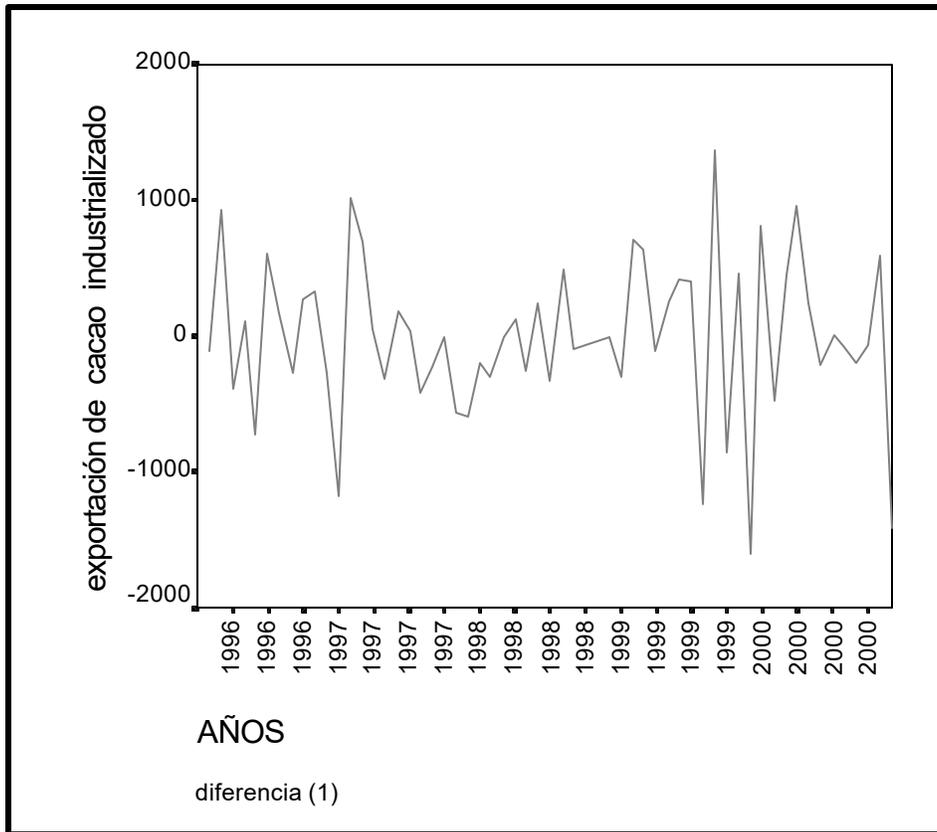




**FIGURA 3.55 AUTOCORRELACIONES**

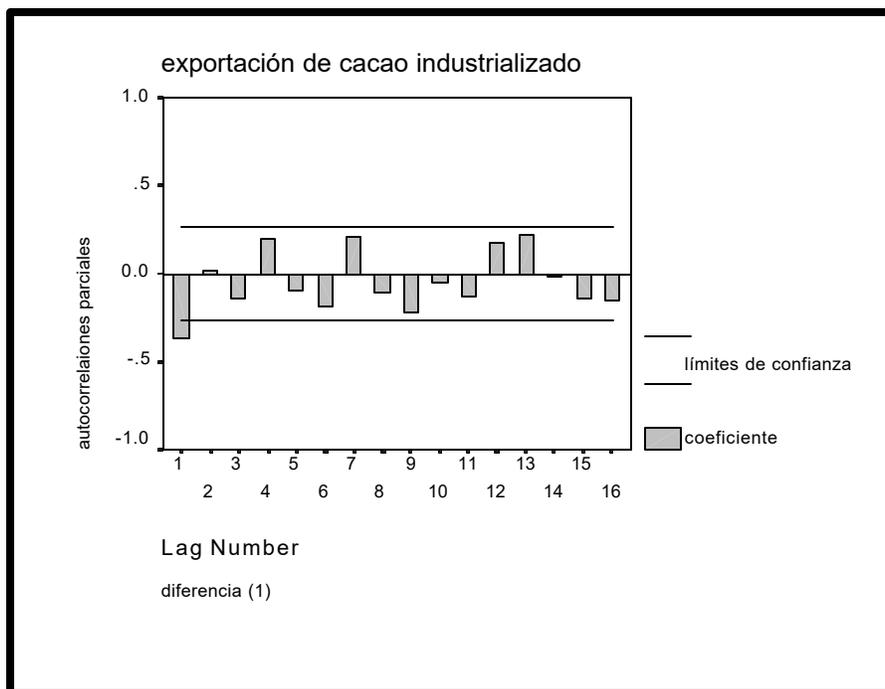
Una vez diferenciada la serie volviéndose estacionaria con respecto a la media y a la varianza, cumple con los requisitos necesarios para ajustar los datos a un modelo ARIMA (p,d,q), donde d=1.

**FIGURA 3.56 SERIE DIFERENCIADA**



**FIGURA 3.57**

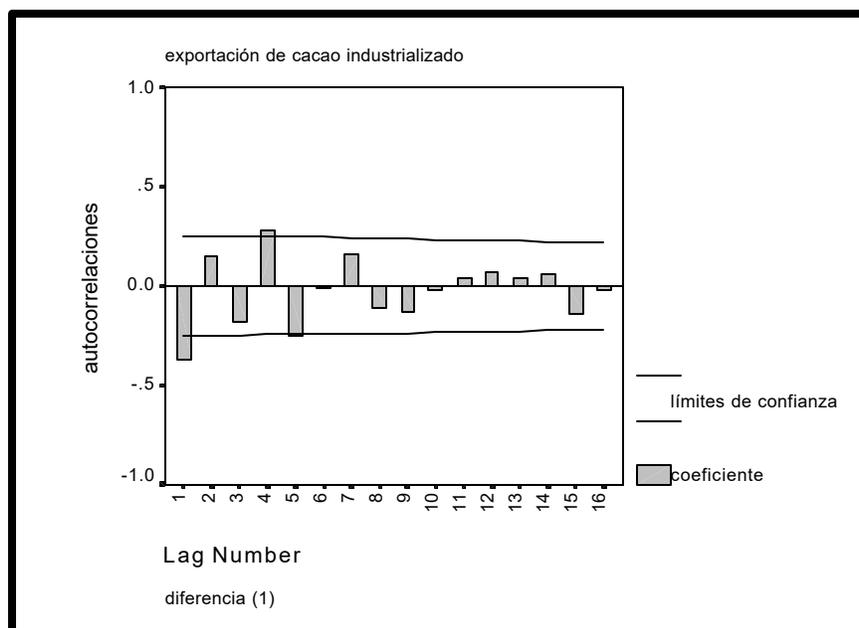
**AUTOCORRELACIONES PARCIALES**



Por medio del gráfico de las autocorrelaciones y autocorrelaciones parciales se plantearán los modelos que pueden utilizarse para ajustar la serie de exportaciones de cacao industrializado, la función de autocorrelación parcial muestra que a partir del primer coeficiente los valores de la función quedan dentro de la banda por lo cual  $p$  será propuesto como 1, la función de autocorrelación igualmente muestra que a partir del primer coeficiente los valores de la función están dentro de la banda y por lo cual  $q$  tomará el valor de 1.

Los modelos que se proponen viendo los gráficos son ARIMA (1,1,1), ARIMA (1,1,0), Y ARIMA (0,1,1). El primero no pasó la prueba  $t$  de student por lo cual fue rechazado.

**FIGURA 3.58 AUTOCORRELACIONES**



El segundo no se puede estimar constante, al igual que el tercero por lo cual de ambos se escogerá aquel que tenga mayor poder predictivo.

#### TABLA LXXXIV

#### COMPARACION DE ESTADISTICOS

	(1,1,0),	(0,1,1).
<b>MCE</b>	289012	294470
<b>MAE</b>	397.836	411.05
<b>MAPE</b>	21.5642	22.626
<b>ME</b>	-4.30982	-4.7269
<b>MPE</b>	-5.32066	-5.89588

En base a estos estadísticos el mejor modelo está dado por ARIMA (1,1,0); ya que la media cuadrática del error, la media absoluta del error y la media absoluta porcentual del error es menor, los dos últimos estadísticos están más próximos a cero.

#### TABLA LXXXV

#### PRUEBA T DE STUDENT ARIMA (1,1,0)

Parámetro	Estimación	Error Estándar	estadístico t	probabilidad
AR(1)	-0.408472	0.127509	-3.20347	0.002207

El parámetro AR(1) muestra evidencia significativa de que es diferente de cero con un 95% de confianza, se descartó la constante ya que no pasa la prueba t de student.

### Fase de Verificación de los Ruidos Blancos

Una vez seleccionado el modelo se procede a examinar si los residuos, son una secuencia de números aleatorios frecuentemente llamados ruido blanco.

#### TABLA LXXXVI

##### Prueba de Corridas hacia arriba y hacia abajo de la mediana

mediana	número de corridas	espectativa	estadístico z	probabilidad
-58.1973	31	30	0.132474	0.894605

La probabilidad es mayor que 0.10, no se rechaza la hipótesis de aleatoriedad.

#### TABLA LXXXVII

##### Prueba de Corridas hacia arriba y hacia abajo

número de corridas	espectativa	Estadístico z	probabilidad
36	39	-0.784063	0.433001

Esta prueba acepta la hipótesis de que los residuos son aleatorios con un 90 % de confianza.

#### TABLA LXXXVIII

##### Prueba de Pueba de Box Pierce

estadístico	probabilidad
15.3629	0.636917

Esta prueba tiene una probabilidad que demuestra evidencia significativa que los residuos son ruidos blancos con un 90% de confianza.

Las autocorrelaciones parciales y las autocorrelaciones de los ruidos blancos en este modelo no son significativos, por lo que podemos decir que no es necesario aumentar los grados de los polinomios al modelo escogido.

**FIGURA 3.59**

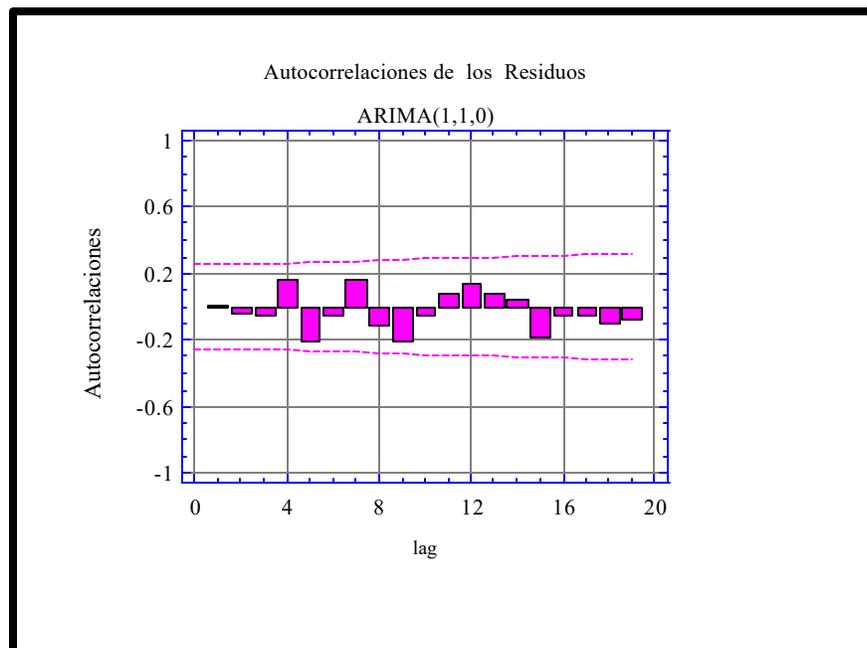


FIGURA 3.60

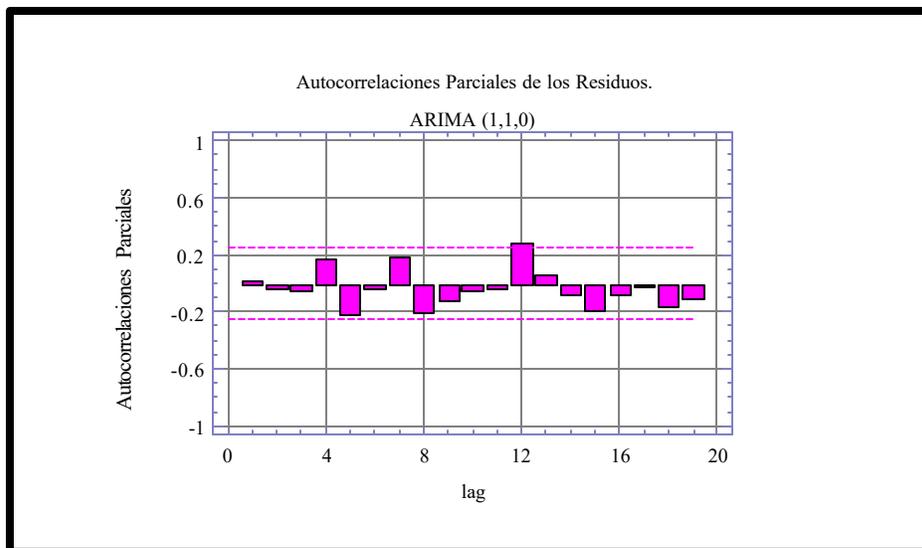
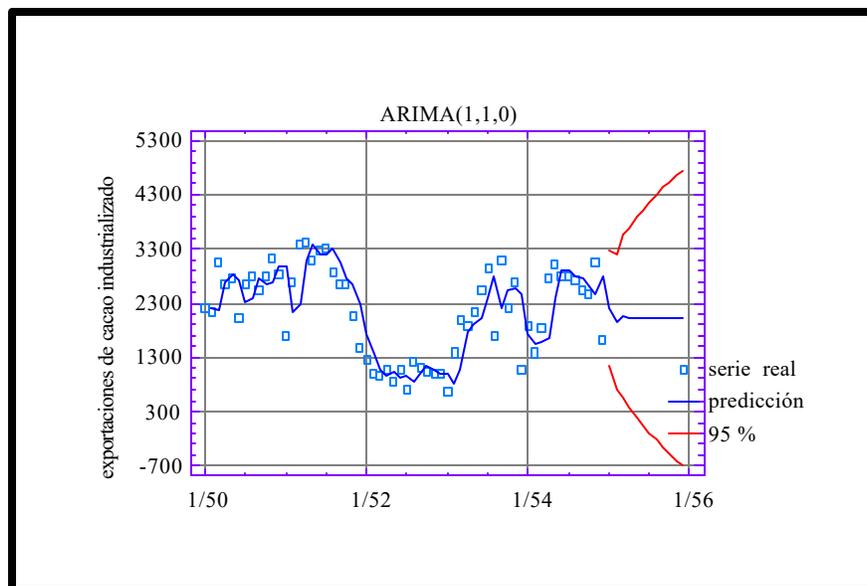


FIGURA 3.61 PREDICCIÓN



Las predicciones con un 95 % de confianza se detallan en la siguiente tabla.

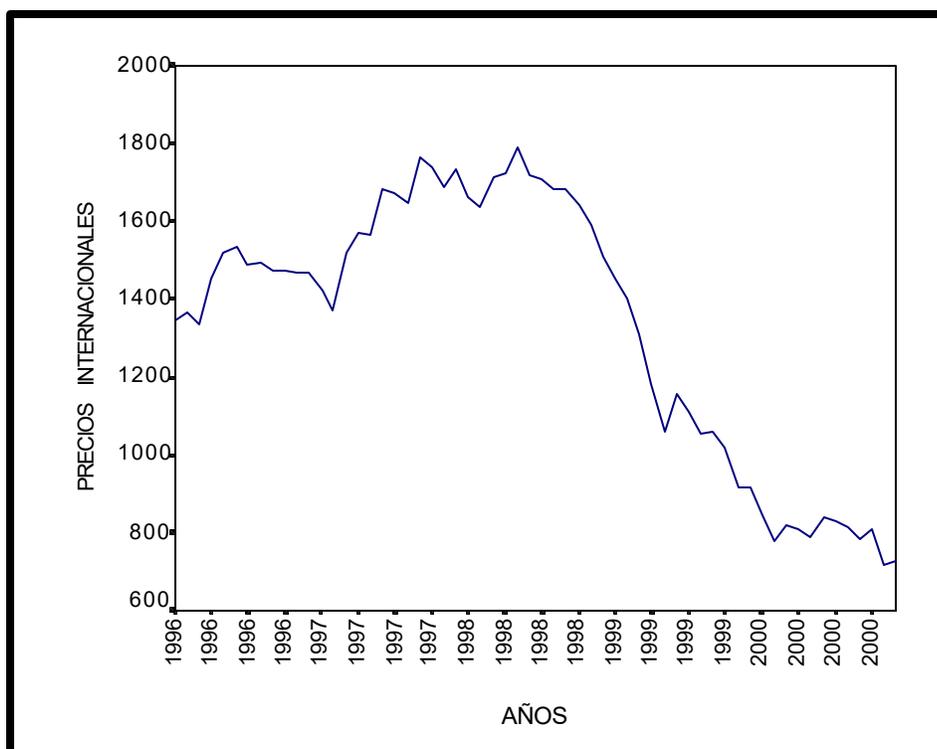
para los 12 meses consecutivos del 2001

**TABLA LXXXIX  
PREDICCIONES**

Límite inferior	Predicción	Límite Superior
1124.86	2201.03	3277.19
714.718	1965.06	3215.41
568.316	2061.45	3554.58
354.388	2022.08	3689.77
200.135	2038.16	3876.18
42.4405	2031.59	4020.74
-97.0942	2034.27	4165.64
-230.805	2033.18	4297.16
-355.89	2033.62	4423.14
-475.228	2033.44	4542.11
-588.94	2033.52	4655.97
-698.006	2033.49	4764.98

### 3.4.2.3 Precios Internacionales.

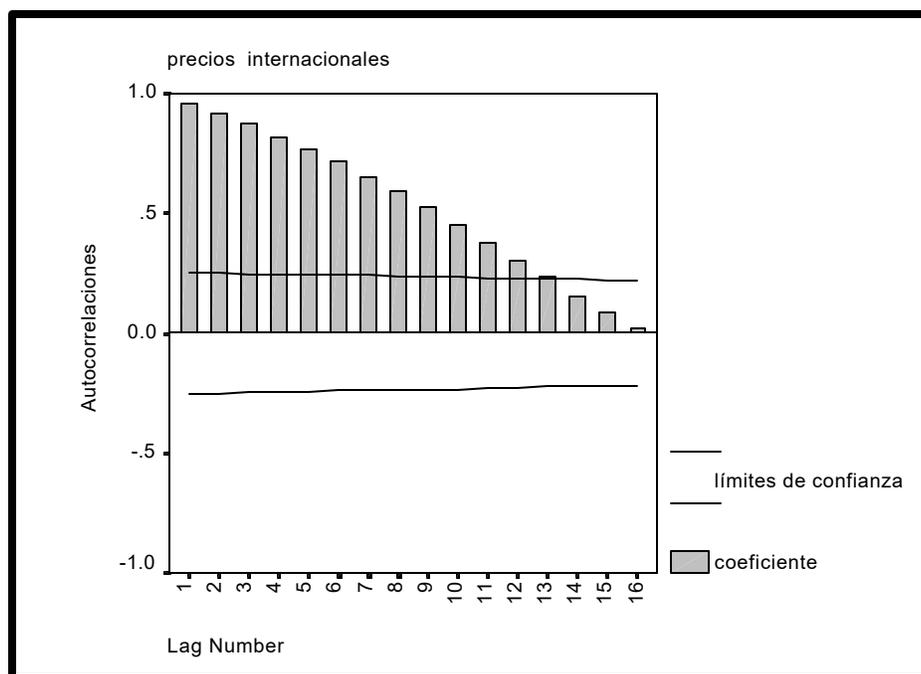
**FIGURA 3.62 SERIE REAL DE PRECIOS INTERNACIONALES**



Claramente se observa en el gráfico como los precios cayeron en el año 99, y mucho más bajaron en el 2000 como consecuencia del cambio de moneda en el país, los precios internacionales están dados en \$ por Tm

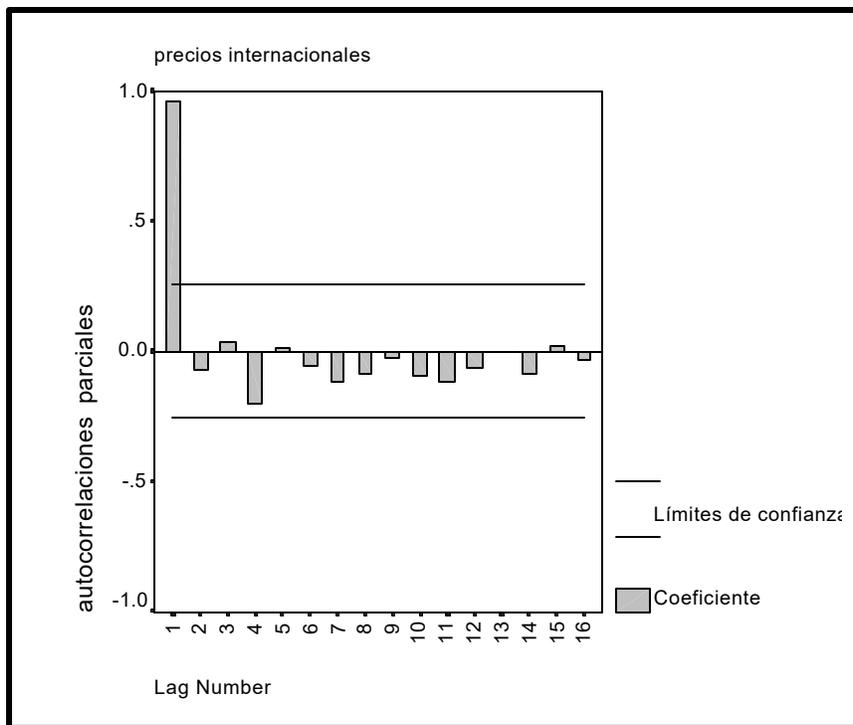
El gráfico de las autocorrelaciones y autocorrelaciones parciales se aprecia en la figura

**FIGURA 3.63 AUTOCORRELACIONES**

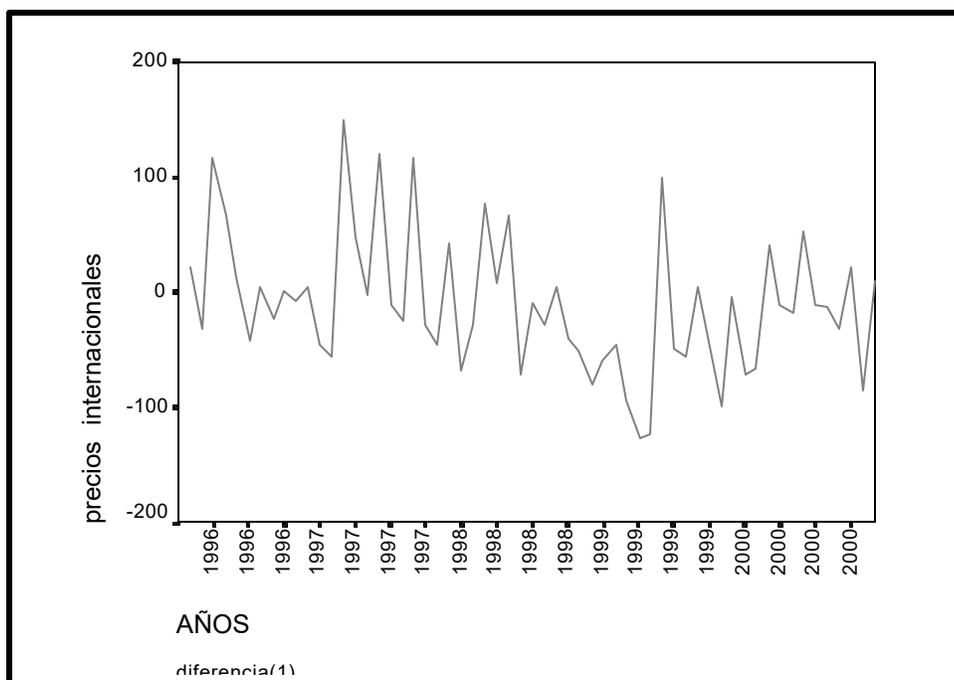


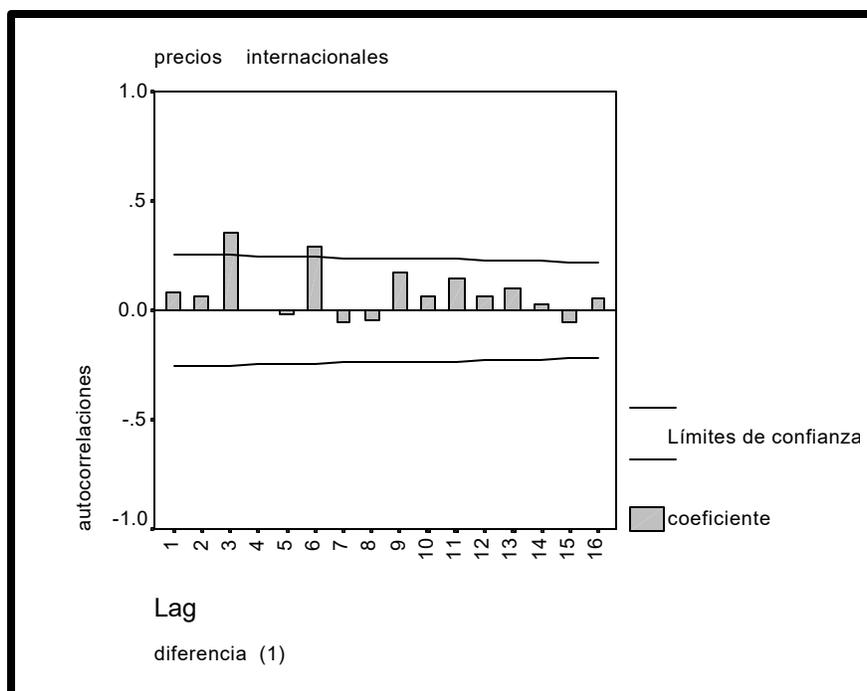
Los coeficientes son muy parecidos entre si, casi cercanos a uno, haciéndose necesario diferenciar la serie.

**FIGURA 3.64 AUTOCORRELACIONES PARCIALES**

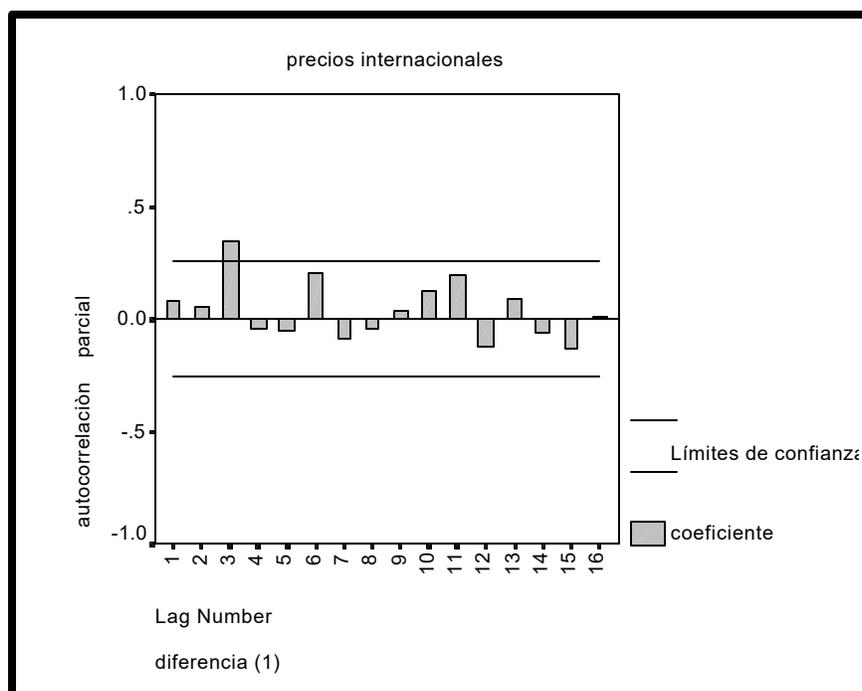


**FIGURA 3.65 SERIE DIFERENCIADA UNA VEZ.**





**FIGURA 3.66 AUTOCORRELACIONES**



**FIGURA 3.67 AUTOCORRELACION PARCIAL**

Los modelos posibles en base al estudio de sus autocorrelaciones son (2,1, 2) y (3,1,0).

### TABLA XC

#### COMPARACION DE ESTADISTICOS

	(3,1,0)	(2,1,2)
<b>MCE</b>	3202.63	3400.54
<b>MAE</b>	42.3988	44.4954
<b>MAPE</b>	3.33692	3.50584
<b>ME</b>	-1.24444	-5.61535
<b>MPE</b>	-0.217719	-0.45708

El primer modelo es considerado el mejor por su mayor poder predictivo

### TABLA XCI

#### PRUEBA T DE STUDENT ARIMA (3,1,0)

Parámetro	Estimación	Error estándar	estadístico t	probabilidad
AR(1)	0.0758698	0.121708	0.623375	0.535569
AR(2)	0.0189492	0.124073	0.124073	0.879163
AR(3)	0.418875	0.121266	3.45419	0.001059

Pasa la prueba t de student ya que es estadísticamente significativo diferente de cero.

La varianza estimada del ruido blanco es 3206.73 con 56 grados de libertad, la desviación estándar estimada es igual a 56.628.

#### ***Fase de Verificación***

Las pruebas concernientes a los ruidos blancos son las siguientes.

**TABLA XCII**  
**Número de corridas hacia arriba y hacia debajo de la mediana**

mediana	Número de corridas	Espectativa	estadístico z	probabilidad
-9.0716	29	30	-0.132474	0.894605

Esta prueba cuenta el número de tiempo que estuvo arriba y abajo de la mediana. El número de tales corridas es de 29 y comparándola con una expectativa de 30 si la secuencia es aleatoria; como el valor p es mayor que 0.10, no se rechaza la hipótesis de que los residuos son aleatorios con un 90% de confianza.

**TABLA XCIII**

**NÚMERO DE CORRIDAS HACIA ARRIBA Y HACIA ABAJO**

corridas	Espectativa	estadístico z	probabilidad
44	39	1.41131	0.158152

Esta prueba cuenta el número de corridas que estuvo hacia arriba y hacia abajo . El número de tales corridas es de 44 y comparándola con una expectativa de 39 si la secuencia fuera aleatoria; como el valor p es mayor que 0.10 no rechazamos la hipótesis de que la serie es aleatoria con un 90 % de confianza.

**TABLA XCIV**  
**PRUEBA DE BOX PIERCE**

Estadístico	probabilidad
8.77941	0.922219

La probabilidad muestra evidencia significativa de que los residuos son aleatorios con un 90 % de confianza.

Las pruebas muestran evidencia significativa de que los residuos son ruidos blancos.

**FIGURA 3.68**

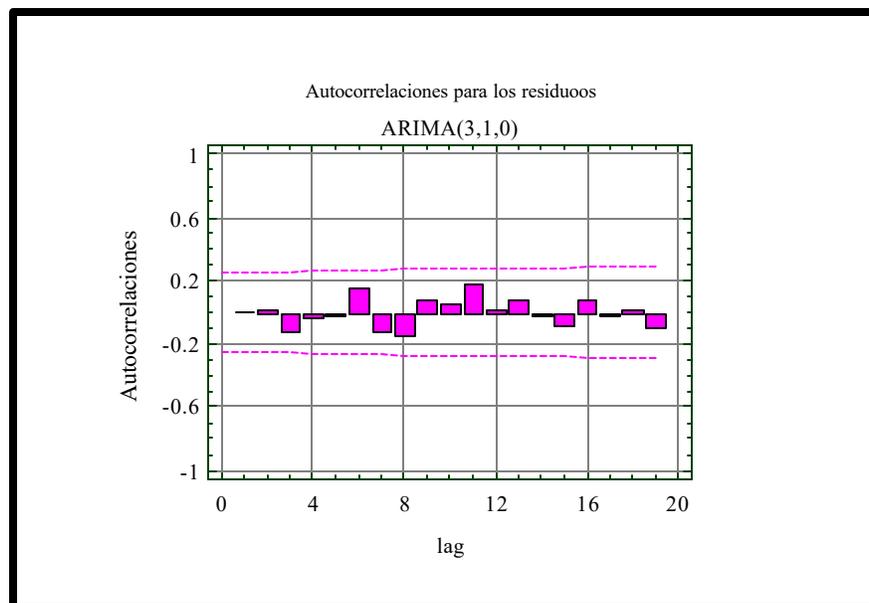


FIGURA 3.69

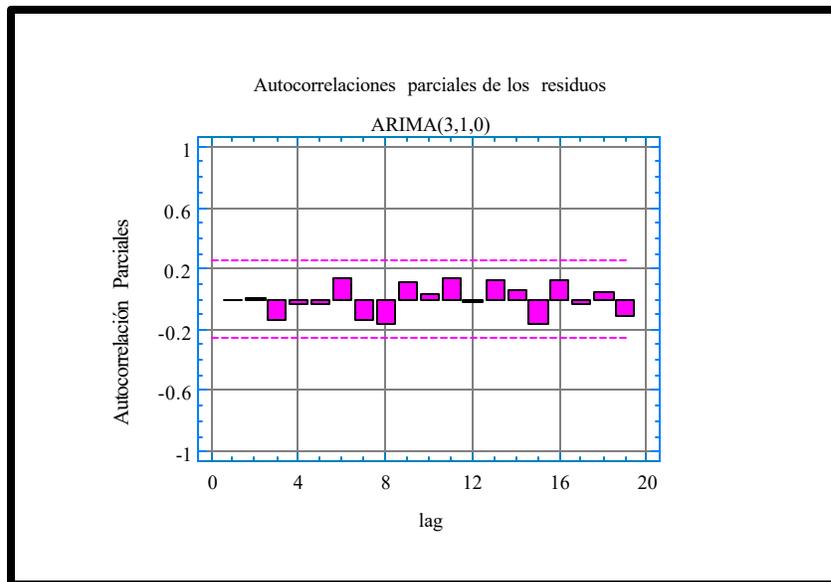
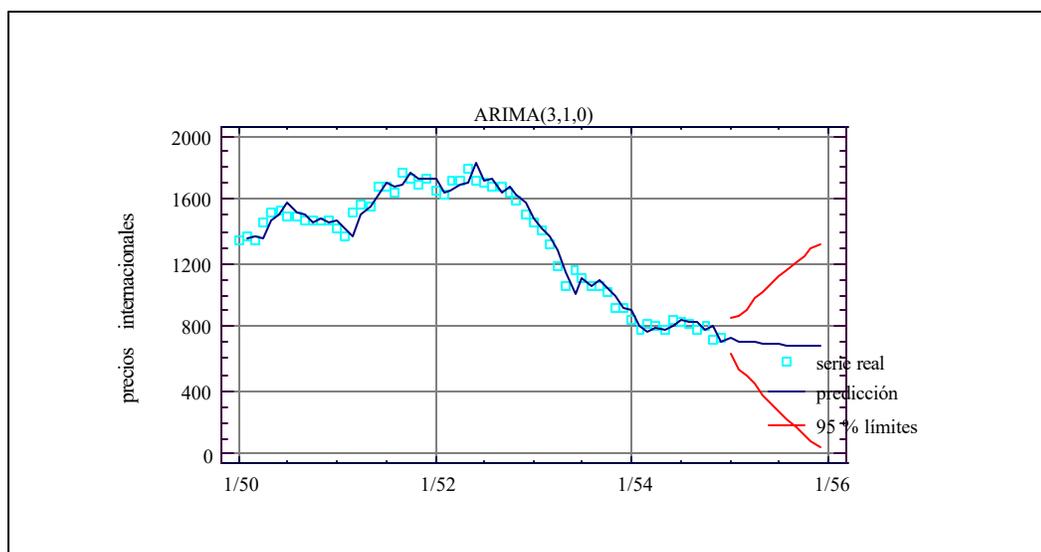


FIGURA 3.70 PREDICCIÓN



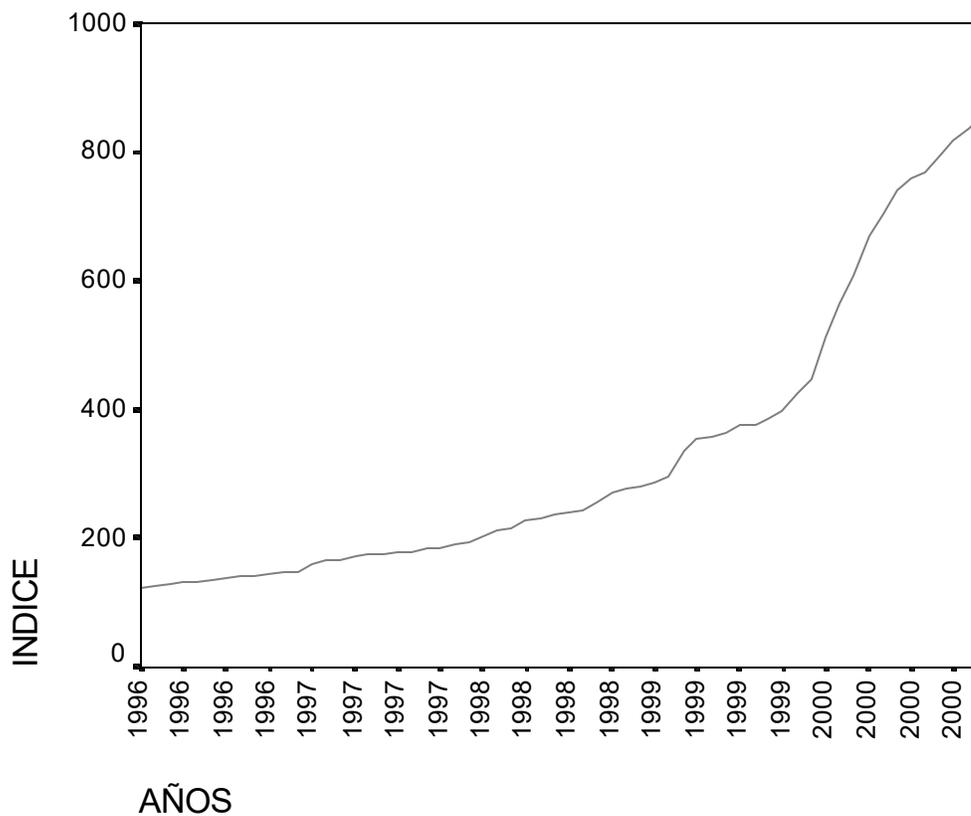
Las predicciones con un 95 % de confianza son para el año 2001.

TABLA XCV PREDICCIONES

Límite inferior	predicción	límite superior
624.41	737.85	851.289
535.967	702.592	869.217
495.627	703.836	912.045
436.012	706.55	977.088
367.046	692.012	1016.98
318.693	691.481	1064.27
267.794	692.302	1116.81
213.661	686.264	1158.87
168.617	685.599	1202.58
124.583	685.779	1246.97
80.1132	683.251	1286.39
40.0447	682.784	1325.52

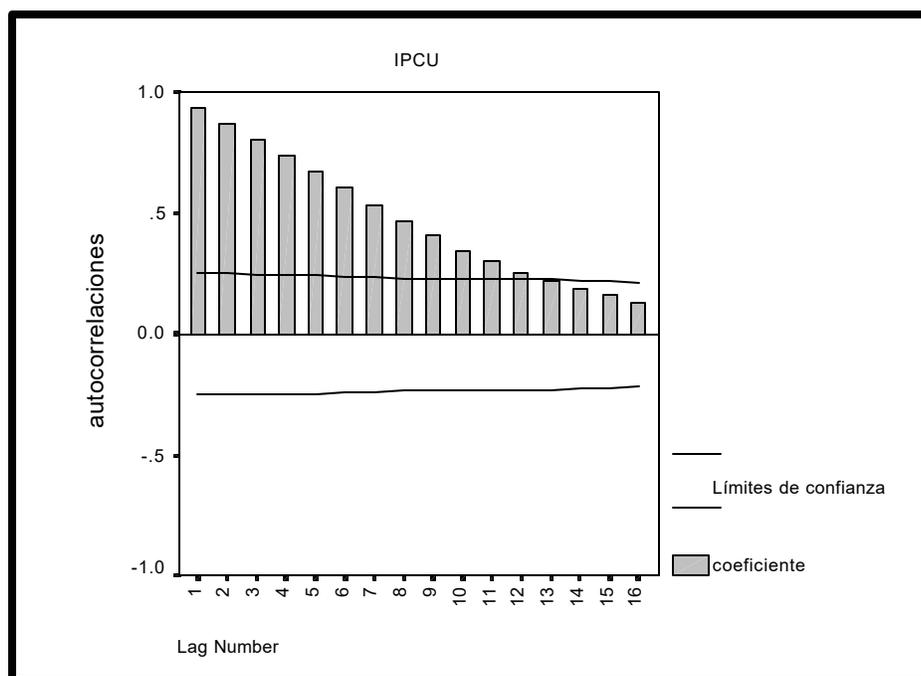
## 3.4.2.4 Índice de Precios al Consumidor Urbano

FIGURA 3.71 SERIE REAL



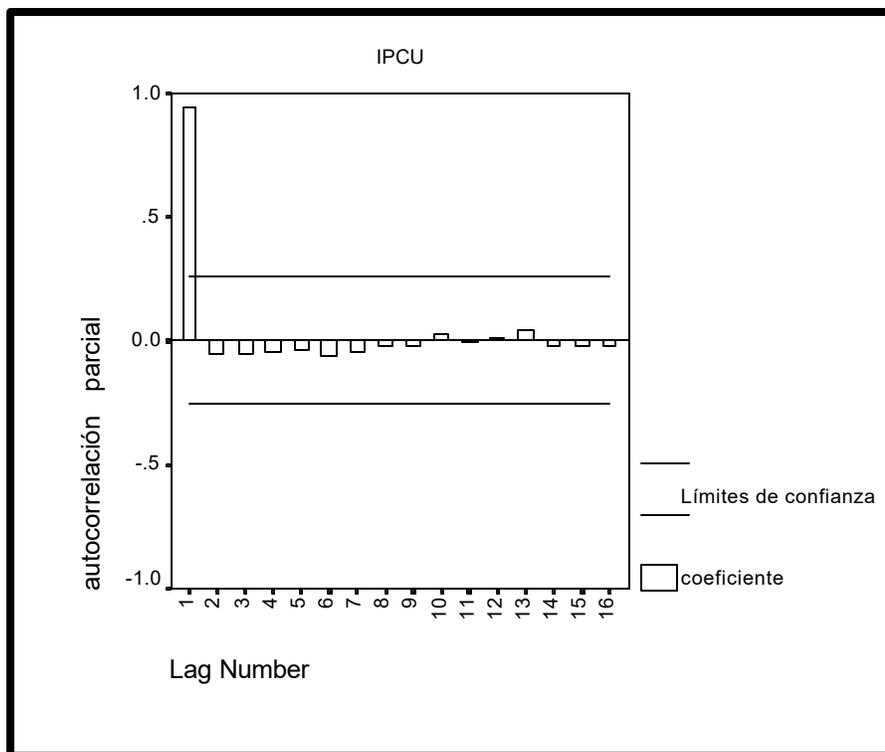
La serie de índice de precios al consumidor urbano tiene un comportamiento creciente, por lo cual hay que diferenciar la serie una vez.

**FIGURA 3.72 AUTOCORRELACIONES**



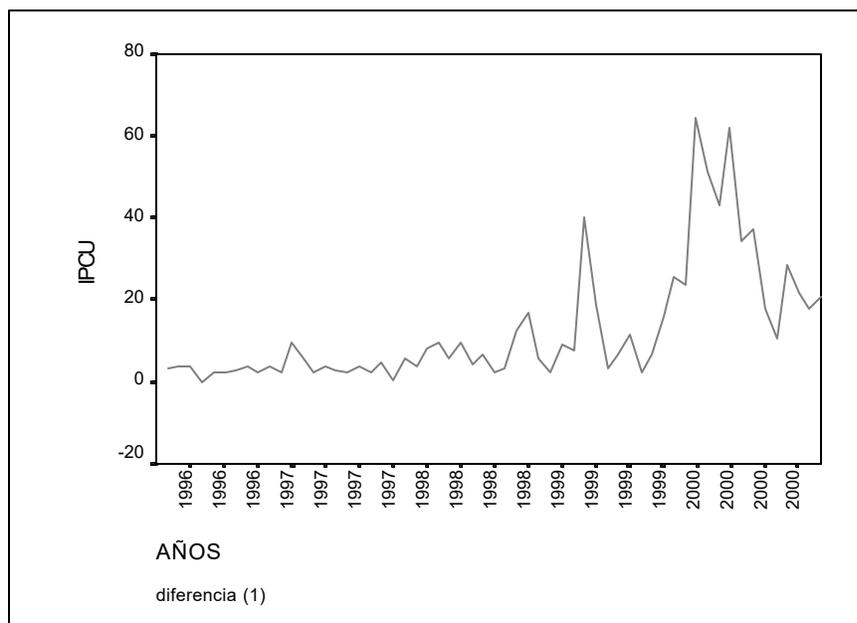
Los coeficientes de la función de autocorrelación son significativamente grandes casi cercanos a uno, esto corrobora que es necesario hacer una diferenciación a la serie original.

**FIGURA 3.73 AUTOCORRELACIONES PARCIALES**

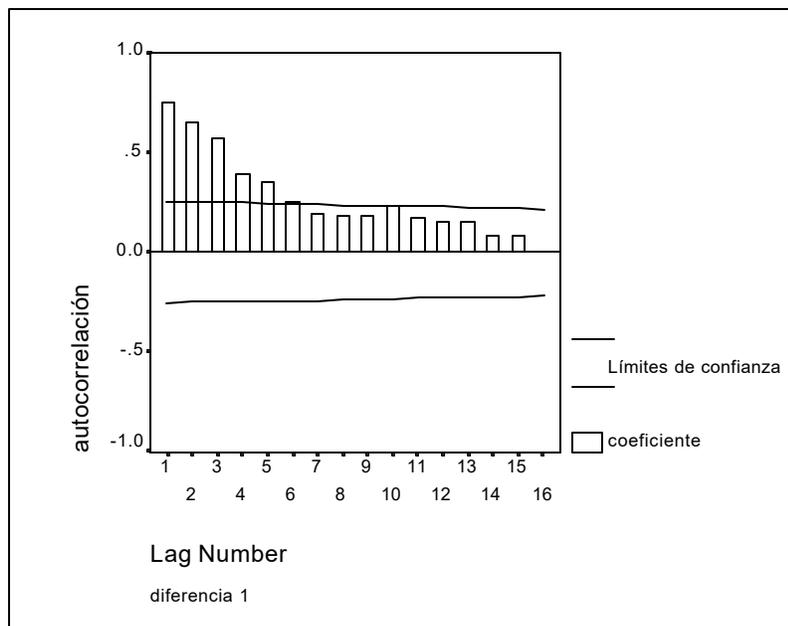


*Serie diferenciada una vez*

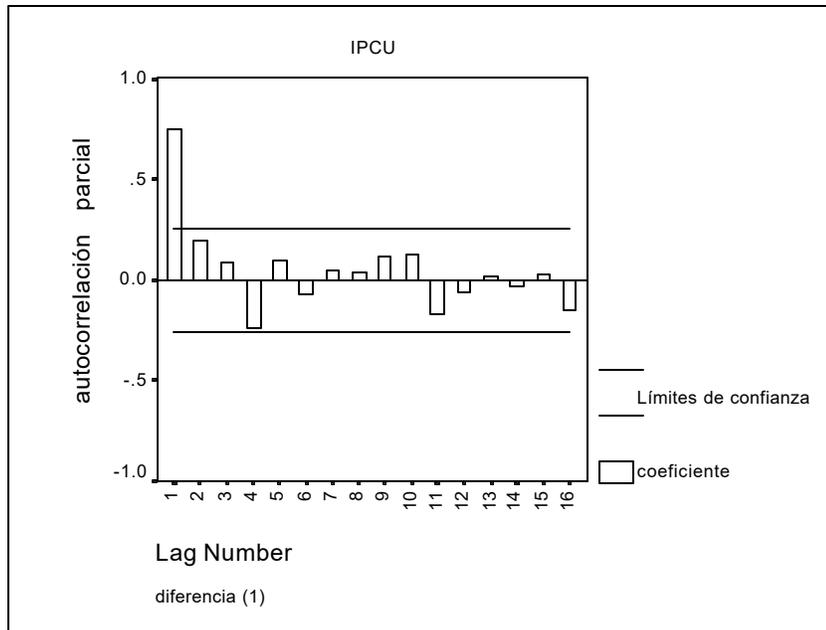
**FIGURA 3.74 SERIE DIFERENCIADA**



**FIGURA 3.75 AUTOCORRELACION**



**FIGURA 3.76 AUTOCORRELACION PARCIAL**



A partir de la función de autocorrelación se escoge a  $q$  como 3 el término del promedio móvil.

La suma de  $p+d+q$  debe ser menor igual que 5.

Para determinar el grado del término autoregresivo se observa que a partir del primer coeficiente los valores de la función de autocorrelación parcial quedan dentro de la banda del intervalo de confianza.

Los posibles modelos propuestos son  $(1,1,3)$ ,  $(0,1,3)$ ,  $(0,1,4)$

#### **TABLA XCVI**

##### **PRUEBA T DE STUDENT ARIMA (1,1,3)**

	parámetro	estimación	error	t	probabilidad
AR(1)	0.7459	0.1495	0.1495	4.98	0
MA(1)	0.1179	0.1893	0.1819	0.64	0.51
MA(2)	-0.018	0.1525	0.1525	-0.11	0.9
MA(3)	-0.2953	0.1492	0.1492	-1.79	0.05
media	12.67	5.7135	5.71	2.21	0.03
constante	3.22				

No pasa la prueba t de student la probabilidad acepta la hipótesis de que los estimadores de parámetros sean igual a cero.

#### **TABLA XCVII**

##### **PRUEBA T DE STUDENT ARIMA (0,1,4)**

parámetro	estadístico t	probabilidad
MA(4)	-0.44	0.6566

No pasa la prueba t de student, acepta la hipótesis de que los estimadores de los parámetros sean igual a cero.

### TABLA XCVIII

#### PRUEBA T DE STUDENT ARIMA(0,1,3)

parámetro	Estimación	error	estadístico t	probabilidad
MA(1)	-0.68	0.11	-5.83	0.000001
MA(2)	-0.55	0.13	-4.12	0.000125
MA(3)	-0.48	0.12	-3.99	0.000196
media	12.27	3.48	3.51646	0.000885
constante	12.27			

Este modelo pasa la prueba t de student existe evidencia estadística de que los estimadores de los parámetros no sean igual a cero con un 95 % de confianza.

#### FASE DE VERIFICACION

Ahora se procederá a verificar si los residuos son una secuencia de números aleatorios comúnmente llamados ruido blanco, en las figuras se observa que los coeficientes de las autocorrelaciones de los residuos quedan dentro de la banda

### TABLA XCIX

#### PRUEBA DE CORRIDAS HACIA ARRIBA Y ABAJO DE LA MEDIANA

mediana	Corridas	espectativa	estadístico z	probabilidad
-2.4878	26	30	-0.9273	0.3537

Esta primera prueba cuenta el número de tiempo de secuencia que estuvo hacia arriba y hacia abajo de la mediana, el número de tales corridas es 26 y comparándola con una expectativa de 30 si la secuencia fuera aleatoria, la probabilidad muestra evidencia significativa de que los residuos son ruidos blancos.

### **TABLA C**

#### **PRUEBA DE CORRIDAS HACIA ARRIBA Y HACIA ABAJO**

corridas	Espectativa	estadístico z	probabilidad
41	39	0.470438	0.638039

La segunda prueba cuenta el número de tiempo de secuencia que sube o que cae, el número de tales corridas es igual a 41 y comparándola con una expectativa de 39 si la secuencia fuera aleatoria la probabilidad muestra evidencia significativa de que los residuos son ruidos blancos con un 90 % de confianza.

### **TABLA CI**

#### **PRUEBA DE BOX PIERCE**

estadístico	probabilidad
11.93	0.7481

Pasa la prueba de Box Pierce con una probabilidad de 0.88, los residuos aceptan la hipótesis de que son ruidos blancos.

La tercera prueba está basada sobre la suma de los cuadrados de los primeros 19 coeficientes de las autocorrelaciones, la probabilidad es mayor que 0.10, no rechazamos la hipótesis de que la serie es aleatoria. Con un 90 % de confianza.

Como se aprecia en las figuras respectivas los coeficientes de los residuos quedan dentro de la banda de confianza, no es necesario modificar el modelo.

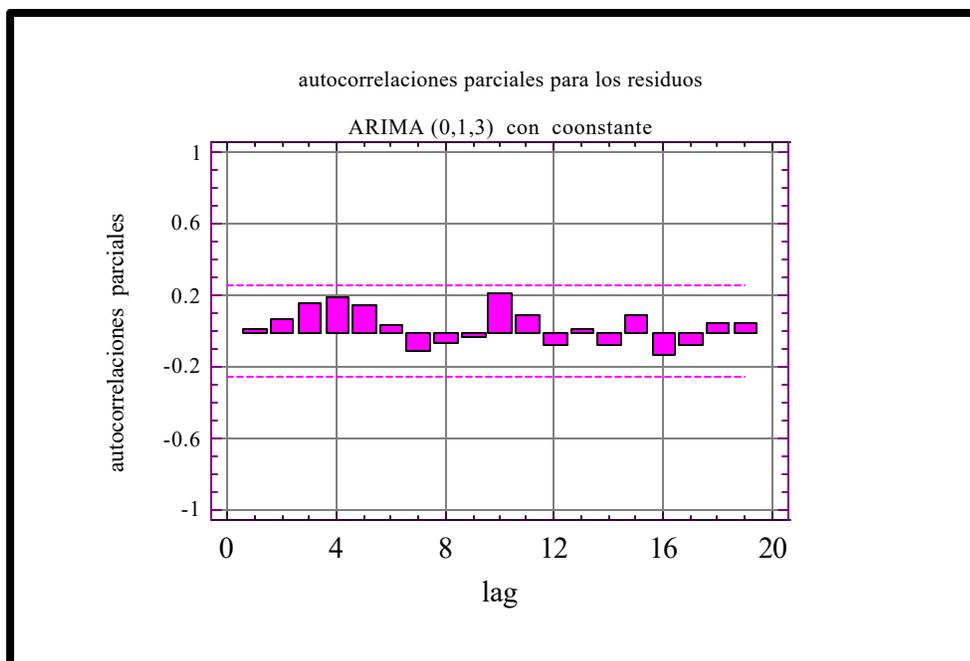


FIGURA 3.77

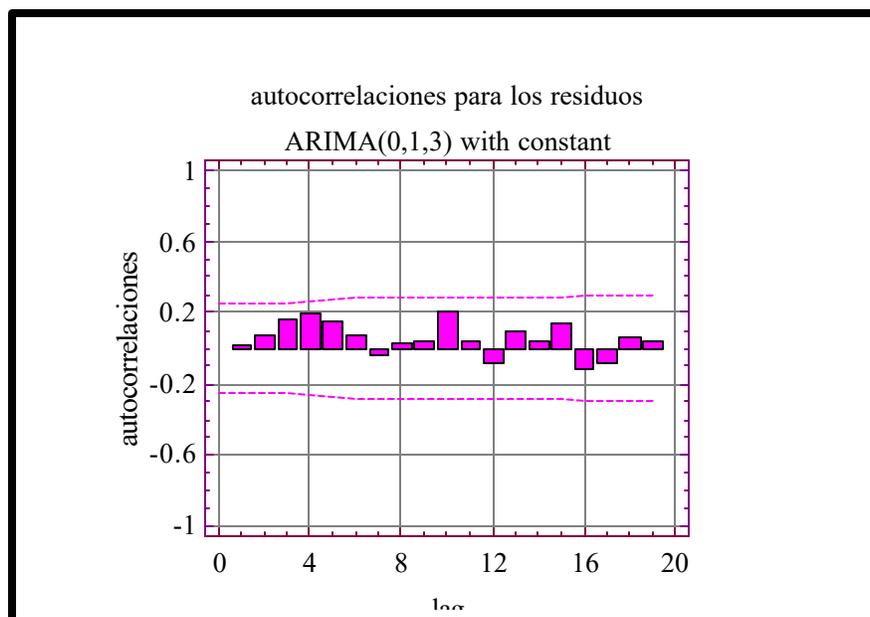


FIGURA 3.78

## TABLA CII

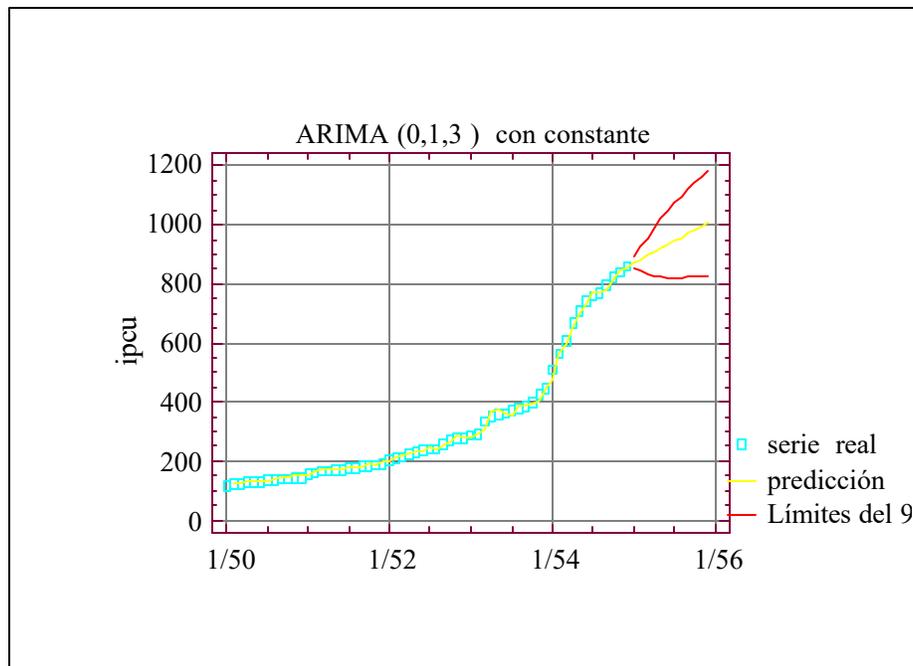
## Predicción

límite inferior	predicción	límite superior
848.64	868.825	889.009
839.874	879.505	919.136
833.089	893.236	953.382
823.92	905.506	987.093
819.313	917.777	1016.24
817.203	930.047	1042.89
816.729	942.318	1067.91
817.434	954.588	1091.74
819.041	966.859	1114.68
821.368	979.13	1136.89
824.285	991.4	1158.52
827.698	1003.67	1179.64

Estas predicciones corresponden a los 12 meses consecutivos del 2001  
están sujetas a factores que pueden incidir en el comportamiento de las

mismas, el índice de precios al consumidor urbano dependerá de factores, económicos, políticos y hasta sociales.

**FIGURA 3.79 PREDICCIONES**



# CAPITULO IV

## IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

Al finalizar el estudio en el período de referencia de los años 1970 hasta 1999 se llegaron a las siguientes conclusiones.

1.-Las variables superficie sembrada, superficie cosechada difieren muy poco en hectáreas. Desde el año 70 hasta el 99, la menor superficie sembrada tuvo lugar en el año 1973 y la mayor en el año 1996. La superficie cosechada fue mayor en

el año 1995 y fue menor en el año 1971. Ambas mantienen un comportamiento creciente, pero se vieron afectadas en el 84 y 97 por los cambios climáticos, provocados por el fenómeno del niño.

**2.-** La menor producción de cacao tuvo lugar en el año 1998 y la mayor tuvo lugar en el año 1970. La producción tan baja en el año 1998 se debió a los efectos devastadores causados por el fenómeno del niño al igual que el rendimiento, ya que el clima produjo la propagación de la escoba de bruja y la monilla de cacao. Sin embargo los cacaoteros lograron recuperarse en el año 1999. La cosecha tiene un promedio de 85000 Tm por año, pero la más baja del período de referencia también tuvo lugar en el año 1998.

**3.-** Las exportaciones de cacao en grano son mayores en relación a los derivados del cacao, esto se infiere ya que tiene el mayor coeficiente de correlación con la variable producción con un coeficiente de 0.672 en relación a las variables de las exportaciones de cacao industrializado, su media es de 39900.23 Tm. Le siguen las exportaciones de pasta de cacao con una media de 16098.37 Tm, manteca de cacao con una media de 5035.87 Tm, polvo de cacao con una media de

4374.10 Tm y chocolate con una media de 2637.7 Tm. Como se mencionó los países importadores adquieren el cacao en grano o semielaborado para su proceso industrial.

4.- Los precios del cacao en grano al productor, los cuales son con los que negocia el productor o agricultor estaban dado en sucres por quintal, y los precios internacionales en \$ por Tm. Este último tiene una caída en el año 2000 debido al cambio de moneda en nuestro país, aunque es necesario anotar que también influye la participación dentro del mercado mundial.

5.- El primer estudio por medio del análisis por componentes principales, permitió que de las 12 variables originales nos quedáramos con 2 variables ficticias denominadas factores, los cuales explican el 86.86 % de la variación total del conjunto de datos, el primer componente muestra mayor ponderación en las variables superficie sembrada y superficie cosechada, mientras que el segundo tiene mayor peso en las variables cosecha y moliendas.

6.- El mismo estudio con datos estandarizados permitió reducir de 12 variables originales a cuatro factores, estos explicaban el 86.96 % de la variabilidad total de

los datos. El primer componente representa el eje de la producción cosechada, el segundo componente el eje de la producción exportada, el tercer componente participación del cacao en el PIB, y el cuarto componente el eje de las exportaciones de chocolate.

Se aplicó el método de **VARIMAX**, que consiste en minimizar el número de variables que tienen alta carga en un factor con lo cual simplificaríamos la información de la siguiente manera.

El primer factor corresponde a la “**Superficie Agrícola destinada al cacao**”.

El segundo factor tiene mayor correlación con la variable moliendas con un coeficiente de 0.90 y un contraste con exportaciones de grano con un coeficiente de -0.55 por lo cual este factor se llamará .” **Producción semielaborada de cacao**”.

El factor tiene una fuerte correlación con la variable producción con un coeficiente de 0.92, cosecha con 0.88 y exportaciones de grano con 0.75, por lo cual se llamará “**Nivel de producción destinada a las exportaciones de cacao en grano**”.

El cuarto factor tiene un alto coeficiente positivo de 0.89 para las exportaciones de chocolate y un coeficiente de 0.62 para las exportaciones de polvo, las demás variables tienen una contribución insignificante para el factor por lo cual este recibirá el nombre: ***“Exportaciones de Chocolate”***.

7. En el segundo estudio de análisis por componentes principales en el cual se incluyó a las variables ipcú y rendimiento de las 12 variables originales permitió simplificar el estudio a 4 factores los cuales explican el 84.56% de la variación total de los datos.

El primer componente representa a la de Producción de cacao; el segundo componente representa a los precios de exportación; el tercer componente tiene mayor carga para las variables económicas y se llamará “nivel de participación del cacao en el sector económico del país.”, el cuarto componente representa las exportaciones de chocolate.

Aquí nuevamente se utilizó el método ortogonal de rotación varimax que simplifica el estudio a cuatro factores.

El primer factor tiene una fuerte correlación con la variable Producto Interno Bruto con un coeficiente de 0.88, superficie sembrada con 0.84 y 0.62 para IPCU por lo

cual se lo puede interpretar como “Participación del cacao en el sector económico del país.”

El segundo factor por ser perpendicular al primero contiene información que no recoge el primer factor. Este factor tiene mayor correlación con la variable precios internacionales y exportaciones de cacao en grano por lo cual se lo puede llamar “Precios del cacao en base a las exportaciones”

El tercer factor está explicado por la variable rendimiento con un coeficiente de 0.86, exportaciones de cacao en grano con un coeficiente de 0.72 y cosecha con un coeficiente de 0.83, se llamará “rendimiento de la cosecha “.

El cuarto factor tiene la mayor correlación positiva con la variable exportaciones de chocolate las demás tienen una contribución insignificante .

**8.-** La superficie sembrada, cosechada, producción y rendimiento son proporcionadas por el SICA Servicio de Información y Censo Agropecuario, las cuales son medidas en forma anual, mediante encuestas salvo en los años en los cuales se han llevado a cabo censos. El último censo del año 2000 determinará sus mediciones con mayor confiabilidad . Para proyectar estos datos se utilizó la técnica de suavizamiento de promedios móviles de 2 y de 3 años.

Las variables de estudio mostraban las siguientes tendencias. Para la variable superficie sembrada la tendencia del MA(2) es de 263000 hás para el año 2000 y 393000 hás para el año 2001.

La variable rendimiento (Tm/hás) muestra una tendencia a través del método de promedios móviles de orden 3 de 0.30 para el año 2001 es decir un poco más alta que en el año 1999 y el año 2000.

La variable cosecha tiene una tendencia de 69333 Tm para el año 2001, mientras que la variable molindas tiene una tendencia de 53500 Tm.

9.- Por medio de los modelos ARIMA se obtuvieron las proyecciones para los 12 meses consecutivos del año 2001, las exportaciones de cacao en grano presentan una tendencia de 51322.34 Tm es decir mantendrían un comportamiento similar con el año 2000 en el cual las exportaciones fueron de 50957 Tm.

Las exportaciones de cacao industrializado tienen un comportamiento parecido al año 1999 ya que su tendencia es de 24520.89 Tm para el 2001, en el año 1999 fue 24237 Tm y en el año 2000 se tuvo 28800 Tm.

El promedio total de Los precios internacionales en el año 2000 fue de 797.41 \$ por Tm, en el año 99 fue 1137.62, para el 2001 la tendencia es de 695.85 \$ por Tm.

La producción nacional de cacao está sujeta a factores tales como invierno, control de malezas, enfermedades, podas, fertilización.

**10.-** Se halló la función de distribución de las variables investigadas, todas las variables tendían hacia una normal a excepción de chocolate y pasta de cacao, las cuales tenían un comportamiento casi exponencial.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

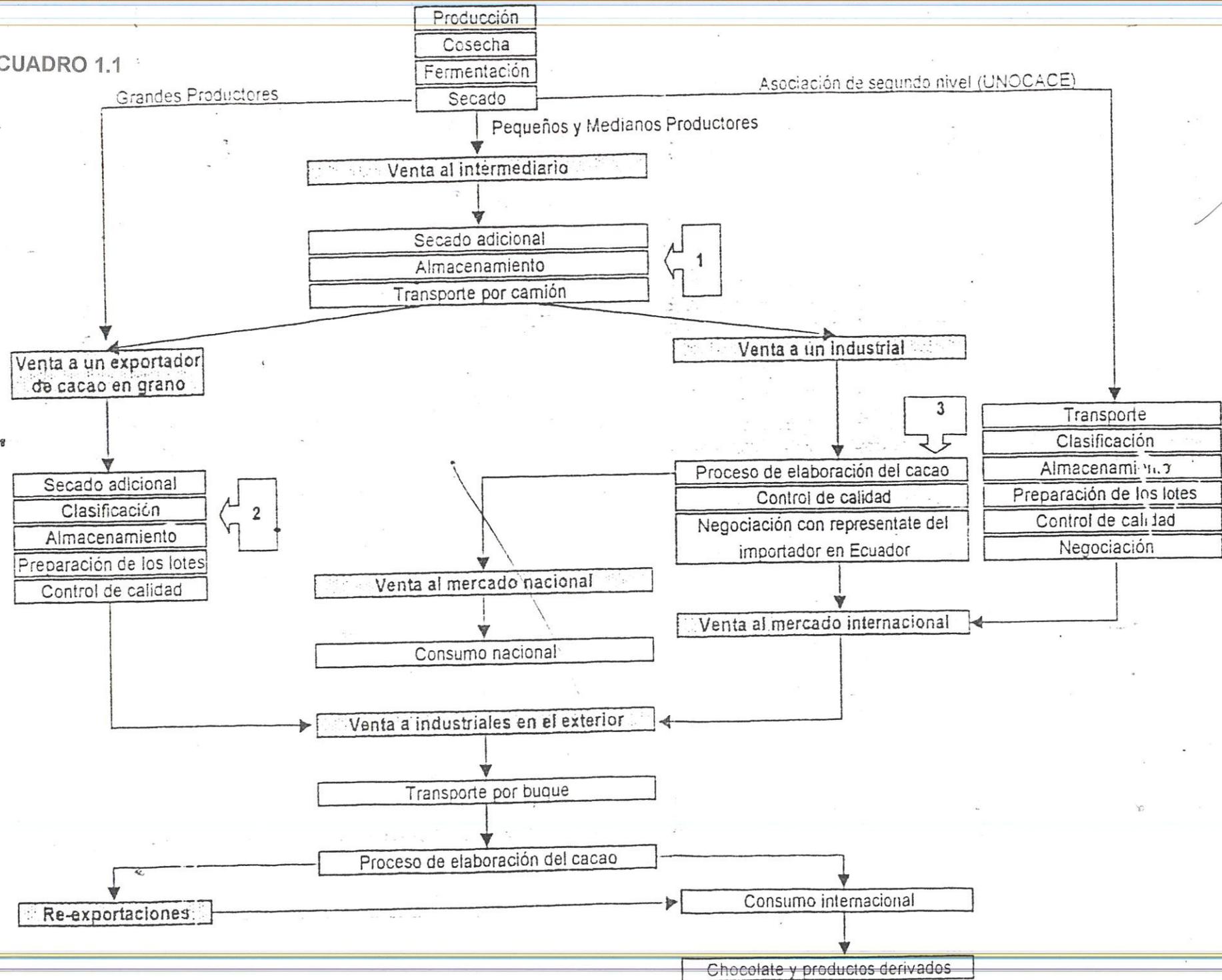
1. .-La tercera parte de la producción de cacao, que no se utiliza en las operaciones de prensado se destina a la fabricación del chocolate, en el estudio se puede observar como las exportaciones de chocolate tuvieron una caída después de los años 1979/1980 en el cual hubo una subida de precios del cacao, la demanda de este tuvo un descenso como base aromática para el chocolate, sería conveniente llevar a cabo programas para que el consumidor extranjero conozca las marcas de la chocolatería nacional.

2.-El Ecuador es considerado como productor de cacao fino en un 75 %, se deberían realizar encuestas por muestreo en el sector con el objetivo de hacer estudios más periódicos de la producción y tener información *estadística oportuna y confiable*, la última encuesta se llevó a cabo en 1995 por el proyecto ECU B7 a todos los productores, en el cual se evaluó los rendimientos de cada finca. Igualmente esta información debería ser procesada mediante métodos de estadística avanzada.

3.- Continuar con los Programas bien sea con países **extranjeros** tal como la Unión Europea, o en forma interna con los productores para promover el cacao nacional. Anecacao tiene algunos programas con los productores internos,

4.-Promover convenios que difundan nueva tecnología e investigación, actualmente el MAG firmó un acuerdo de asistencia técnica con la UNOCASE (Unión nacional de Organizaciones Campesinas Cacaoteras ) la cual es una organización que involucra agricultores que exportan a través de la gremiación únicamente cacao nacional.

CUADRO 1.1



**CUADRO 1.2**

**PROYECTO ECU-B7-3010/93/176  
COSTOS DE PRODUCCIÓN (US\$)**

Renovación de 1 ha de cacao clonal. Distancia 3 x 3 (1 111 plantas)

CONCEPTO	COSTO UNITARIO	1 <sup>er</sup> AÑO		2 <sup>do</sup> AÑO		3 <sup>er</sup> AÑO		4 <sup>to</sup> AÑO	
		UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR
<b>A. LABOR DE INSTALACIÓN</b>									
- Socola, tumba, repique, despalizada y limpieza.	3.00	20 J	60.00						
- Alineada, estaquillada, huequeada de cacao.	3.00	8 J	24.00						
- Alineada, estaquillada, huequeada de plátano.	3.00	8 J	24.00						
- Distribución y siembra de sombra provisional.	3.00	8 J	24.00						
- Distribución y siembra de sombra permanente.	3.00	1 J	3.00						
- Distribución, siembra y resiembra de cacao.	3.00	10 J	30.00						
<b>Subtotal A</b>		<b>55 J</b>	<b>165.00</b>						
<b>B. INSUMOS, MATERIALES Y SERVICIOS</b>									
- Sombra provisional (cepas de plátano)	0.06	1,111	66.66		-		-		-
- Plantas de cacao clonal (+10 % resiembra)	0.50	1,222	611.00		-		-		-
- Puntales, sombra provisional	0.20	600	120.00	300	60.00		-		-
- Costo de agua para riego (tasa anual)	1.20	1	1.20	1	1.20	1	1.20	1	1.20
- Bombeo de agua para riego por gravedad	3.00	6 J	18.00	6 J	18.00	6 J	18.00	6 J	18.00
- Puntales para cacao	0.20		-	600	120.00	500	100.00		-
- Apuntalamiento de cacao	3.00		-	2 J	6.00	2 J	6.00		-
- Fertilizantes									
Urea	7.20	1 saco	7.20	2 sacos	14.40	3 sacos	21.60	4 sacos	28.80
Muriato de potasio	10.96		-	1 saco	10.96	1 saco	10.96	1 saco	10.96
Superfosfato triple	13.86		-	1 saco	13.86	1 saco	13.86	1 saco	13.86
- Abono foliar (Stimufol)	6.16	3 kg	18.48	2 kg	12.32		-		-
- Insecticida (Thiodan)	4.00	1 lt	4.00	1 lt	4.00	1 lt	4.00		-
- Insecticida (Basudín)	14.20		-		-		-	1 lt	14.20
- Fungicida (Cobrenordox)	3.20	2 kg	6.40	2 kg	6.40	2 kg	6.40	2 kg	6.40
- Alquitrán vegetal	8.00		-		-	2 gl	16.00	2 gl	16.00
<b>Subtotal B</b>			<b>852.94</b>		<b>267.14</b>		<b>198.02</b>		<b>109.42</b>
<b>C. LABORES DE FORMACIÓN Y DESARROLLO</b>									
- Control de malezas	3.00	24 J	72.00	20 J	60.00	18 J	54.00	18 J	54.00
- Riego	3.00	12 J	36.00	12 J	36.00	12 J	36.00	12 J	36.00
- Fertilización	3.00	2 J	6.00	2 J	6.00	2 J	6.00	2 J	6.00
- Control fitosanitario	3.00	3 J	9.00	3 J	9.00	3 J	9.00	3 J	9.00
- Mantenimiento de sombra provisional	3.00	4 J	12.00	6 J	18.00	4 J	12.00	1 J	3.00
- Mantenimiento de canales	3.00	6 J	18.00	6 J	18.00	6 J	18.00	6 J	18.00
- Cosecha de plátano	3.00	12 J	36.00	12 J	36.00	8 J	24.00	3 J	9.00
- Poda	3.00		-	5 J	15.00	8 J	24.00	8 J	24.00
- Eliminación de sombra provisional	3.00		-		-	3 J	9.00	2 J	6.00
- Cosecha de cacao	3.00		-	3 J	9.00	6 J	18.00	12 J	36.00
- Labor postcosecha	3.00		-	2 J	4.50	3 J	9.00	6 J	18.00
<b>Subtotal C</b>			<b>189.00</b>		<b>211.50</b>		<b>219.00</b>		<b>219.00</b>
<b>TOTAL EGRESOS</b>			<b>1,206.94</b>		<b>478.64</b>		<b>417.02</b>		<b>328.42</b>
<b>D. INGRESOS</b>									
- Producción de plátano	1.20	800 racimos	960.00	1100 racimos	1,320.00	800 racimos	960.00	300 racimos	360.00
- Producción de cacao	40.00		-	3 qq	120.00	6 qq	240.00	12 qq	480.00
<b>TOTAL INGRESOS</b>			<b>960.00</b>		<b>1,440.00</b>		<b>1,200.00</b>		<b>840.00</b>

PROYECTO ECU-B7-3010/93/176

COSTOS DE PRODUCCIÓN (US\$)

Renovación de 1 ha de cacao clonal. Distancia 3 x 3 (1 111 plantas)

CONCEPTO	COSTO UNITARIO	5 <sup>to</sup> AÑO		6 <sup>to</sup> AÑO		7 <sup>mo</sup> AÑO		8 <sup>vo</sup> - 10 <sup>mo</sup> AÑO	
		UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR
<b>A. LABOR DE INSTALACIÓN</b>									
- Socola, tumba, repique, despalizada y limpieza.	3.00								
- Alineada, estaquillada, huequeada de cacao.	3.00								
- Alineada, estaquillada, huequeada de plátano.	3.00								
- Distribución y siembra de sombra provisional.	3.00								
- Distribución y siembra de sombra permanente.	3.00								
- Distribución, siembra y resiembra de cacao.	3.00								
<b>Subtotal A</b>									
<b>B. INSUMOS, MATERIALES Y SERVICIOS</b>									
- Sombra provisional (cepas de plátano)	0.06		-		-		-		-
- Plantas de cacao clonal (+10 % resiembra)	0.50		-		-		-		-
- Puntales, sombra provisional	0.20		-		-		-		-
- Costo de agua para riego (tasa anual)	1.20	1	1.20	1	1.20	1	1.20	1	1.20
- Bombeo de agua para riego por gravedad	3.00	6 J	18.00	6 J	18.00	6 J	18.00	6 J	18.00
- Puntales para cacao	0.20		-		-		-		-
- Apuntalamiento de cacao	3.00		-		-		-		-
- Fertilizantes									
Urea	7.20	4 sacos	28.80	4 sacos	28.80	4 sacos	28.80	4 sacos	28.80
Muríato de potasio	10.96	1 saco	10.96	1 saco	10.96	1 saco	10.96	1 saco	10.96
Superfosfato triple	13.86	1 saco	13.86	1 saco	13.86	1 saco	13.86	1 saco	13.86
- Abono foliar (Stimufol)	6.16		-		-		-		-
- Insecticida (Thiodan)	4.00		-		-		-		-
- Insecticida (Basudín)	14.20	1 lt	14.20	1 lt	14.20	1 lt	14.20	1 lt	14.20
- Fungicida (Cobrenordox)	3.20	2 kg	6.40	2 kg	6.40	2 kg	6.40	2 kg	6.40
- Alquitrán vegetal	8.00	2 gl	16.00	2 gl	16.00	2 gl	16.00	2 gl	16.00
<b>Subtotal B</b>									
			<b>109.42</b>		<b>109.42</b>		<b>109.42</b>		<b>109.42</b>
<b>C. LABORES DE FORMACIÓN Y DESARROLLO</b>									
- Control de malezas	3.00	18 J	54.00	18 J	54.00	18 J	54.00	18 J	54.00
- Riego	3.00	12 J	36.00	12 J	36.00	12 J	36.00	12 J	36.00
- Fertilización	3.00	4 J	12.00	3 J	9.00	2 J	6.00	2 J	6.00
- Control fitosanitario	3.00	3 J	9.00	3 J	9.00	3 J	9.00	3 J	9.00
- Mantenimiento de sombra provisional	3.00		-		-		-		-
- Mantenimiento de canales	3.00	6 J	18.00	3 J	9.00	6 J	18.00	6 J	18.00
- Cosecha de plátano	3.00		-		-		-		-
- Poda	3.00	8 J	24.00	8 J	24.00	8 J	24.00	8 J	24.00
- Eliminación de sombra provisional	3.00		-		-		-		-
- Cosecha de cacao	3.00	18 J	54.00	24 J	72.00	30 J	90.00	36 J	108.00
- Labor postcosecha	3.00	10 J	30.00	13 J	39.00	18 J	52.50	20 J	60.00
<b>Subtotal C</b>									
			<b>237.00</b>		<b>252.00</b>		<b>289.50</b>		<b>315.00</b>
<b>TOTAL EGRESOS</b>									
			<b>346.42</b>		<b>361.42</b>		<b>398.92</b>		<b>424.42</b>
<b>D. INGRESOS</b>									
- Producción de plátano	1.20		-		-		-		-
- Producción de cacao	40.00	20 qq	800.00	26 qq	1,040.00	35 qq	1,400.00	40 qq	1,600.00
<b>TOTAL INGRESOS</b>									
			<b>800.00</b>		<b>1,040.00</b>		<b>1,400.00</b>		<b>1,600.00</b>

CUADRO 1.3

PROYECTO ECU-B7-3010/93/176  
 COSTOS DE PRODUCCIÓN (US\$)  
 Rehabilitación de 1 ha de cacao

CONCEPTO	COSTO UNITARIO	1 <sup>er</sup> AÑO		2 <sup>do</sup> AÑO		3 <sup>er</sup> AÑO		4 <sup>to</sup> AÑO		5 <sup>to</sup> AÑO		6 <sup>o</sup> AÑO - 7 <sup>mo</sup> AÑO	
		UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR								
<b>A. LABORES</b>													
- Control de malezas	3.00	18 J	54.00	15 J	45.00	15 J	45.00						
- Identificación de fallas	3.00	0.5 J	1.50		-		-		-		-		-
- Tumba de árboles improductivos	3.00	2 J	4.50		-		-		-		-		-
- Regulación de sombra	3.00	2 J	6.00	2 J	6.00		-		-		-		-
- Podas	3.00	40 J	120.00	20 J	60.00	15 J	45.00	15 J	45.00	15 J	45.00	15 J	45.00
- Resiembras	3.00	2 J	6.00		-		-		-		-		-
- Fertilización	3.00	2 J	6.00	2 J	6.00								
- Riego	3.00	12 J	36.00	12 J	36.00								
- Control fitosanitario	3.00	3 J	9.00	3 J	9.00								
- Mantenimiento de canales	3.00	3 J	9.00	3 J	9.00								
- Cosecha de cacao	3.00	12 J	36.00	18 J	54.00	24 J	72.00	30 J	90.00	30 J	90.00	30 J	90.00
- Labor postcosecha	3.00	3 J	9.00	4.5 J	13.50	6 J	18.00	7.5 J	22.50	8 J	24.00	8 J	24.00
<b>Subtotal A</b>		<b>99 J</b>	<b>297.00</b>	<b>79.5 J</b>	<b>238.50</b>	<b>80 J</b>	<b>240.00</b>	<b>87.5 J</b>	<b>262.50</b>	<b>88 J</b>	<b>264.00</b>	<b>88 J</b>	<b>264.00</b>
<b>B. INSUMOS, MATERIALES Y SERVICIOS</b>													
- Urea	7.20	4 sacos	28.80	4 sacos	28.80								
- Muriato de potasio	10.96	1 saco	10.96	1 saco	10.96	1 saco	10.96	1 saco	10.96	1 saco	10.96	1 saco	10.96
- Superfosfato triple	13.86	1 saco	13.86	1 saco	13.86	1 saco	13.86	1 saco	13.86	1 saco	13.86	1 saco	13.86
- Insecticida (Thiodán)	4.00	1 lt	4.00	1 lt	4.00	1 lt	4.00		-		-		-
- Insecticida (Basudín)	14.20		-		-		-	1 lt	14.20	1 lt	14.20	1 lt	14.20
- Fungicida (Cobrenordox)	3.20	2 kg	6.40	2 kg	6.40								
- Alquitrán vegetal	8.00	2 gl	16.00	2 gl	16.00	1 gl	8.00	1 gl	8.00	1 gl	8.00	1 gl	8.00
- Plantas de cacao	0.50	200	100.00	200	100.00	200	100.00	200	100.00	200	100.00	200	100.00
- Agua de riego (tasa anual)	1.20	1	1.20	1	1.20	1	1.20	1	1.20	1	1.20	1	1.20
- Bombeo de agua para riego	3.00	6 J	18.00	6 J	18.00								
<b>Subtotal B</b>			<b>199</b>		<b>199.22</b>		<b>191.22</b>		<b>201.42</b>		<b>201.42</b>		<b>201.42</b>
<b>TOTAL EGRESOS</b>			<b>496.22</b>		<b>437.72</b>		<b>431.22</b>		<b>463.92</b>		<b>465.42</b>		<b>465.42</b>
<b>C. INGRESOS</b>													
- Producción de cacao	40.00	6 qq	240	9 qq	360	12 qq	480	15 qq	600	15 qq	600	16 qq	640
<b>TOTAL INGRESOS</b>			<b>240.00</b>		<b>360.00</b>		<b>480.00</b>		<b>600.00</b>		<b>600.00</b>		<b>640.00</b>

CUADRO 1.4

PROYECTO ECU-B7-3010/93/176  
 COSTOS DE PRODUCCIÓN (US\$)  
 Mantenimiento de 1 ha de cacao

CONCEPTO	COSTO UNITARIO	CACAO SEMILLA (650 plantas/ha)		CACAO CLONAL (1 000 plantas/ha)	
		UNIDAD	VALOR	UNIDAD	VALOR
<b>A. LABORES</b>					
- Control de malezas	3.00	18 J	54.00	18 J	54.00
- Regulación de sombra	3.00	1 J	3.00		-
- Poda	3.00	20 J	60.00	20 J	60.00
- Riego	3.00	6 J	18.00	6 J	18.00
- Fertilización	3.00	1 J	3.00	1 J	3.00
- Muestreo de suelo	3.00	1 J	3.00	1 J	3.00
- Control fitosanitario	3.00	3 J	9.00	3 J	9.00
- Mantenimiento de canales	3.00	3 J	9.00	3 J	9.00
- Cosecha	3.00	10 J	30.00	35 J	105.00
- Postcosecha	3.00	8 J	24.00	20 J	60.00
<b>Subtotal A</b>		<b>71 J</b>	<b>213.00</b>	<b>107 J</b>	<b>321.00</b>
<b>B. INSUMOS, MATERIALES Y SERVICIOS</b>					
- Fertilizantes					
Urea	7.20	3 sacos	21.60	4 sacos	28.80
Muriato de potasio	10.96	1 saco	10.96	1 saco	10.96
Superfosfato triple	13.86	1 saco	13.86	1 saco	13.86
- Insecticida (Thiodán)	4.00	1 lt	4.00	1 lt	4.00
- Fungicida (Cobrenordox)	3.20	2 kg	6.40	2 kg	6.40
- Alquitrán vegetal	8.00	2 gl	16.00	2 gl	16.00
- Costo de agua para riego	1.20	1	1.20	1	1.20
- Costo de bombeo de agua	3.00	6 J	18.00	6 J	18.00
<b>Subtotal B</b>			<b>92.02</b>		<b>99.22</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>			<b>305.02</b>		<b>420.22</b>

**CUADRO 3.1**

años	superficie sembrada	superficie cosechada	producción	Moliendas	Cosecha	exportaciones de cacao en grano	exportaciones de manteca de cacao	exportaciones de polvo de cacao	exportaciones de pasta de cacao	exportaciones de chocolate
1970	228,262	228260	53.560	12200	55000	36491	1253	1148	85	0
1971	219,077	219080	70.110	13200	71600	50902	2247	2006	843	0
1972	217,916	217920	58.420	14500	64900	45417	2376	2146	2139	0
1973	213,106	213110	62.430	15000	54000	30400	2300	2200	3000	0
1974	221,726	221730	90.710	15900	71300	57261	2109	1785	3829	703
1975	229,544	229540	73.710	23400	75300	52732	2718	2034	8577	1110
1976	229,500	262320	56.380	38100	60000	22201	2288	2093	21108	454
1977	238,000	238000	72.120	55200	72300	21385	3179	2898	32648	509
1978	287,190	287190	72.080	66700	84000	13244	4485	4763	41293	979
1979	269,994	269990	77.410	77000	92000	15730	5913	6917	43444	1376
1980	269,878	269880	91.210	85000	98000	14975	6334	6530	48365	1531
1981	270,000	270000	80.460	65000	86700	18961	6291	6586	32377	2959
1982	277,000	270000	96.950	40000	85000	46602	2953	7287	10398	18498
1983	270,000	270000	45.900	29000	42000	11913	1510	6866	1268	27667
1984	265,051	265050	48.670	20000	38900	19481	967	1447	2550	12599
1985	286,777	286780	130.770	55100	128200	75924	1955	2015	20513	304
1986	326,405	326410	91.390	51800	105000	46521	1101	1619	32821	244
1987	310,800	310800	57.530	29300	80000	44121	2901	1835	14390	677
1988	325,730	325730	85.110	35100	83000	45264	3930	4794	9835	1413
1989	327,980	331024	82.880	38000	86700	50308	5440	7009	13864	660
1990	328,500	328500	96.722	32400	95200	66117	8187	8406	14540	660
1991	331,980	331980	100.455	48400	111100	55874	10498	11658	14750	1900
1992	327,060	327060	93.999	45000	85000	41382	9270	10375	14396	1345
1993	320,250	330250	82.730	38000	67400	38970	6928	5723	15197	1479
1994	325,400	325400	81.163	32000	80000	46569	6968	3248	12874	114
1995	349,370	349370	85.505	35000	80000	51231	6978	2794	13999	134
1996	350,000	335075	93.821	40000	103000	64013	15135	4551	14950	630
1997	341,320	330000	83.385	45000	103000	54251	16734	4873	20721	690
1998	260,000	301191	35.006	27000	30000	10049	2779	3154	11822	279
1999	263,000	300000	90.000	40000	75000	48718	5349	2463	6355	216

FUENTE: ANECACAO- Proyecto SICA

**CUADRO 3.2**

años	rendimiento	precios internacionales	precios cacao en grano al productor	PIB	IPCU
1970	0.23	530		1629	0.29
1971	0.32	537.46		1602	0.32
1972	0.27	641.30		1874	0.34
1973	0.29	1,128.38		2489	0.38
1974	0.4	1,556.28		3711	0.47
1975	0.32	1,242.78		4310	0.54
1976	0.21	2,040.72		5317	0.6
1977	0.3	3,780.92		6655	0.68
1978	0.25	3,395.26	2521.56	7654	0.77
1979	0.28	3,285.04	2567.83	9359	0.85
1980	0.33	2,597.32	2327.88	11733	0.96
1981	0.29	2,072.18	1476.92	13946	1.1
1982	0.35	1,738.22	1857.95	13354	1.28
1983	0.17	2,114.20	4858.51	11114	1.89
1984	0.18	2,390.74	6614.85	11510	2.48
1985	0.45	2,249.94	7336.98	11890	3.18
1986	0.28	2,063.82	9003.05	10515	3.91
1987	0.18	1,992.10	13723.67	9450	5.06
1988	0.26	1,581.36	17852.34	9129	8.01
1989	0.25	1,238.60		9714	14.07
1990	0.29	1,265.66	31506	10569	20.89
1991	0.3	1,192.62	40660	11525	31.07
1992	0.29	1,097.14	54810	12430	48.04
1993	0.25	1,114.96	74250	14540	69.64
1994	0.25	1,393.26	102959	16880	88.66
1995	0.24	1,430.22	120899	18006	108.99
1996	0.28	1,452.66	150000	19157	135.57
1997	0.25	1,615.46	220250	19760	177.1
1998	0.12	1,672.44	325000	19710	241
1999	0.27	1,137.62	379853	13769	367

FUENTE: ANECACAO- Banco Central del Ecuador- INEC- Proyecto SICA

CUADRO 3.3

**Matriz de Varianzas y Covarianzas**

	sup sembrada	sup cosechada	producción	moliendas	cosecha	precios	PIB	exp grano	exp manteca	exp polvo	exp pasta	exp chocolate
sup sembrada	2003290000	1847270000	414035000	266640000	532038000	-438352.69	174285000	294906000	116560000	60626573.77	127348000	-15552433.87
sup cosechada	1847270000	1842180000	331081000	247103000	410147000	-966076.31	178399000	224877000	102076000	53625021.07	114127000	-27107396.47
producción	414035000	331081000	391778000	161437000	380079000	-109005.83	26379069.56	238767000	30805811.35	19612970.29	73078397.07	-27189225.92
moliendas	266640000	247103000	161437000	345274000	235932000	10166443.27	34682000.80	-92879248.39	22976695.63	23455092.07	227717000	-8983302.30
cosecha	532038000	410147000	380079000	235932000	474714000	2147862.26	27895325.75	228538000	42966874.02	21736322.07	140749000	-42594121.84
precios	-438352.69	-966076.31	-109005.83	10166443.27	2147862.26	629834.40	456367.49	-7568097.36	-339851.60	66381.13	7764833.46	79534.17
PIB	174285000	178399000	26379069.56	34682000.80	27895325.75	629834.40	28780360.86	6172021.46	12990837.29	4832522.13	14921385.55	356800.47
exp grano	294906000	224877000	238767000	-92879248.39	228538000	-7568097.36	6172021.46	322282000	22126329.83	-872017.78	-83374719.61	-33069352.68
exp manteca	116560000	102076000	30805811.35	22976695.63	42966874.02	-339851.60	12990837.29	15274873.64	5739886.57	7853058.30	11189679.71	-5418302.91
exp polvo	60626573.8	53625021.1	19612970.29	23455092.07	21736322.07	66381.13	4832522.13	-872017.78	5739886.57	7853058.30	9536803.86	4090399.55
pasta	127348000	114127000	73078397.07	2227717000	140749000	77648333.46	14921385.55	-83374719.61	11189679.71	9536803.86	172114000	-18883440.70
exp chocolate	-15552433.9	-27107396.5	27189225.92	-8983302.30	-42594121.84	792534.17	3566800.47	-33069352.68	-5418302.91	4090399.55	-18883440.70	37445208.99

**CUADRO 3.4**

<b>ECUADOR: EXPORTACIONES MENSUALES DE CACAO EN GRANO</b>					
<b>1996-2000</b>					
<b>Tm</b>					
<b>Mes</b>	<b>Años</b>				
	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
Enero	6,113	4,258	900	3,944.90	4,395
Febrero	6,560	3,422	1,418	3,932.60	2,429
Marzo	6,242	6,455	1,318	7,312.60	4,409
Abril	7,856	7,647	1,663	7,495.90	6,506
Mayo	7,288	4,419	1,112	5,067.70	3,813
Junio	2,989	3,730	557	4,745.70	2,713
Julio	2,899	2,910	115	2,601.70	3,398
Agosto	3,535	2,958	468	2,092.70	3,575
Septiembre	5,387	2,101	140	3,809.00	3,737
Octubre	8,194	1,467	692	5077.4	4,512
Noviembre	6,823	1,266	1,463	4867.7	5,341
Diciembre	6,018	1,516	2,920	3,367.60	6,130
<b>Total</b>	<b>69,904</b>	<b>42,148</b>	<b>12,766</b>	<b>54,315.50</b>	
Fuente: Banco Central del Ecuador - ANECACAO.					
Elaboración: Proyecto SICA/MAG-Ecuador ( <a href="http://www.sica.gov.ec">www.sica.gov.ec</a> )					

### **CUADRO 3.5**

<b>ECUADOR: EVOLUCION DE LAS EXPORTACIONES</b>					
<b>DE CACAO INDUSTRIALIZADO</b>					
<b>1996-2000</b>					
<b>Años/</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
<b>Meses</b>	<b>TM</b>	<b>TM</b>	<b>TM</b>	<b>TM</b>	<b>TM</b>
Enero	2,227	1,672	1,269	674	1,867
Febrero	2,121	2,694	975	1,373	1,383
Marzo	3,047	3,376	971	2,011	1,825
Abril	2,657	3,421	1,091	1,889	2,781
Mayo	2,758	3,097	832	2,138	3,012
Junio	2,036	3,276	1,062	2,553	2,796
Julio	2,641	3,305	724	2,951	2,799
Agosto	2,801	2,881	1,213	1,708	2,711
Septiembre	2,529	2,646	1,114	3,082	2,517
Octubre	2,806	2,636	1,042	2,215	2,449
Noviembre	3,134	2,079	993	2,673	3,038
Diciembre	2,857	1,474	985	1,059	1,623
<b>Total</b>	<b>18,804</b>	<b>32,558</b>	<b>12,271</b>	<b>24,237</b>	<b>28,800</b>
<b>Miles US\$</b>				<b>38,526.10</b>	

Fuente: 1996 MANIFIESTOS, 1997-1999 Banco Central del Ecuador, Certificados de calidad de ANECACAO

**CUADRO 3.6****Precios Internacionales del Cacao Bolsa de Nueva York**

<b>Años</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
<b>Enero</b>	1,346.62	1,425.60	1,664.74	1,452.22	1,472
<b>Febrero</b>	1,367.08	1,369.94	1,637.46	1,405.58	1,445
<b>Marzo</b>	1,335.84	1,520.42	1,715.56	1,310.54	1,471
<b>Abril</b>	1,453.32	1,567.72	1,722.82	1,183.60	1,482
<b>Mayo</b>	1,520.86	1,565.08	1,790.58	1,060.40	1,484
<b>Junio</b>	1,534.28	1,684.76	1,718.20	1,159.40	1,524
<b>Julio</b>	1,492.48	1,673.76	1,708.74	1,111.00	1,496
<b>Agosto</b>	1,496.66	1,648.68	1,680.14	1,054.24	1,470
<b>Septiembre</b>	1,473.12	1,765.94	1,683.88	1,059.08	1,496
<b>Octubre</b>	1,474.00	1,737.78	1,642.96	1,019.26	1,469
<b>Noviembre</b>	1,466.30	1,691.14	1,591.48	920.48	1,417
<b>Diciembre</b>	1,471.36	1,733.60	1,511.62	916.74	1,408

FUENTE : ANECACAO

**CUADRO 3.7**

**INDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR URBANO**

<b>meses/años</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
enero	121.5	158.6	202.5	288.1	513
febrero	124.5	164.1	211.7	295.8	564.4
marzo	128.2	166.5	217.5	335.7	607.2
abril	131.8	169.9	227	354.3	669.2
mayo	131.4	172.5	231	357.4	703.6
junio	133.4	174.9	237.7	363.8	741
julio	135.7	178.5	239.6	374.9	758.6
agosto	138.4	180.9	242.7	376.9	768.9
septiembre	141.7	185.1	255	383.5	797.2
octubre	143.9	185.5	271.5	399.5	818.7
noviembre	147.1	191.1	277.1	425	836.4
diciembre	149	194.7	279.2	448.7	857

FUENTE : INEC

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Manual del Cultivo del cacao en el Ecuador. INIAP 1995.
2. ROMERO GONZALO. Proyección de Precios y Mercados para la comercialización del cacao ecuatoriano. Memorias de la I Exposición y Congreso Internacional de Agricultura Guayaquil- Ecuador 1997.
3. Etourneau Félicie 1999. Estudio de la cadena del cacao en el Ecuador y Análisis de Costo. Informe de Proyecto Cacao.
4. PROYECTO ECU-B7-3010/93/176 1997. Principales Características de los Sistemas de Producción de Cacao en la Zona de alcance del Proyecto.Encuestas.
5. SICA.GOV.EC. Página web del Ministerio de Agricultura.
6. INEN. Normas de Aseguramiento de Calidad . NTE 176

7. Johnson A Richard & Wichern W Dean. Applied Multivariate Statistical Analysis. J Prentice Hall, Cuarta Edición 1998.
8. Hair - Anderson -Taham Black .Multivariate Data Analysis .Prentice Hall , 1998.
9. Spigel Murray E. Estadística de Shaum .McGraw Hill. Interamericana de México. Segunda Edición 1991.
10. Pla.Laura.Análisis Multivariado: Método de Componentes Principales, 1986.
11. Gourieroux Christian. Monfort Alain. Cours de Series Temporelles. 1983.
12. Mendenhall William, Wackerly Dennis D, Scheaffer Richard L.Estadística Matemática con Aplicaciones. Grupo Editorial Iberoamérica S.A, Segunda Edición 1984.