



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Instituto de Ciencias Matemáticas**

**Ingeniería en Estadística Informática**

**“Análisis de Correlación Canónica para evaluar la eficiencia académica de  
la ESPOL”**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA**

Presentada por:

**Joffre Ernesto Sánchez Cerón**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AÑO**

**2004**

## AGRADECIMIENTO

Al Creador, por estar en todo momento a mi lado. A mis padres que siempre confiaron en mí por sus sacrificios para darme la mejor herencia, el estudio. A mis hermanos mis compañeros en esta vida y grandes amigos que han estado a mi lado. A mis compañeros y amigos de la universidad que de una u otra forma ayudaron a que este título fuera realidad. A mi director de tesis por sus conocimientos.



## DEDICATORIA

A mis padres,

A mis amigos y

A mi amor Angélica.

## TRIBUNAL DE GRADUCACIÓN

A stylized signature in black ink, featuring a large loop and a vertical stroke, positioned above a horizontal line.

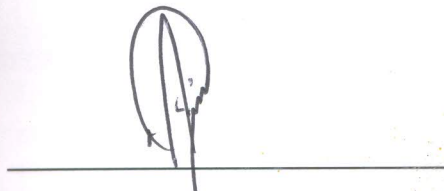
**MAT. JORGE MEDINA**

**DIRECTOR DEL ICM**

A stylized signature in black ink, featuring a large loop and a vertical stroke, positioned above a horizontal line.

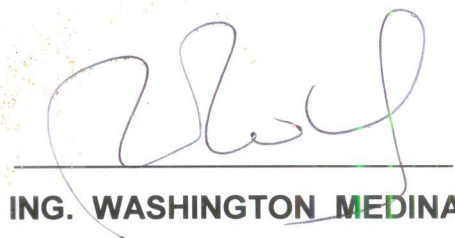
**MAT. JOHN RAMIREZ**

**DIRECTOR DE TESIS**

A stylized signature in black ink, featuring a large loop and a vertical stroke, positioned above a horizontal line.

**ING. ARMANDO ALTAMIRANO**

**VOCAL**

A stylized signature in black ink, featuring a large loop and a vertical stroke, positioned above a horizontal line.

**ING. WASHINGTON MEDINA**

**VOCAL**

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta

La presente tesis de grado, me corresponde

entre las variables exclusivamente; y el patrimonio intelectual

la Escuela Superior de la misma a la ESCUELA SUPERIOR

podrá definir POLITÉCNICA DEL LITORAL"

sea de mano

método empírico

variables.

(Reglamento de graduación de la  
ESPOL)

El primer capítulo

cualquier se o

variables que

eficiencia que

producción en

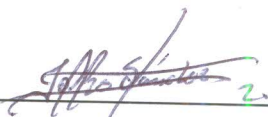
variables

En la tercera

pretende utilizar

estudios de caso

análisis de datos



---

Joffre Ernesto Sánchez Cerón

## RESUMEN

La presente investigación realizó un estudio para esclarecer las relaciones entre las variables de recursos con que cuentan las unidades académicas de la Escuela Superior Politécnica del Litoral y las variables de producción, para poder definir cuáles de las primeras dan como consecuencia las segundas sea de manera positiva o negativa, se resalta que por las limitaciones del método empleado sólo se considera la relación lineal entre los grupos de variables.

El primer capítulo hace referencia a la historia, objetivos y unidades en las cuales se divide la ESPOL, en el capítulo siguiente se mencionará las variables que se consideraron finalmente para este estudio y la definición de eficiencia que es la que nos permite establecer los grupos de recursos y producción entre los cuales se dividen las variables.

En la tercera parte se dan los lineamientos teóricos del modelo que se pretende utilizar en la evaluación de las relaciones de los grupos de variables establecidos en el capítulo anterior, siendo este modelo el denominado análisis de correlación canónica desarrollado por Hottelling en 1935.

El cuarto capítulo se establece el análisis univariado para cada una de las variables de los grupos tanto de producción como de recursos, para cada una de las unidades académicas de la ESPOL seleccionadas para esta investigación. Este capítulo también presenta el análisis univariado para la suma de todas las variables respectivas de las unidades académicas en un total al que denominamos ESPOL y es sobre este total que en la quinta parte se realizará el análisis de correlación canónica mencionado en el capítulo anterior. Finalmente en este mismo capítulo se revisa las relaciones lineales simples entre las variables que conforman cada grupo y las relaciones lineales simples entre las variables de los diferentes grupos.

La quinta parte como ya se mencionó es la aplicación del modelo mencionado en el capítulo tres de esta investigación.

En la sexta y última parte se realizarán las conclusiones obtenidas del desarrollo del estudio, junto con las respectivas recomendaciones para la obtención de mejoras para próximos análisis.



## INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	II
INDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	IV
SIMBOLOGÍA	V
INDICE GRÁFICOS	VI
INDICE TABLAS	VII
INTRODUCCIÓN	1
<b>I. LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b>	<b>3</b>
1.1. Introducción.....	3
1.2. Reseña Histórica de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.....	4
1.3. Objetivos Institucionales.....	7
1.4. Unidades .....	9
1.4.1. Facultades.....	9
1.4.2. Instituto de Ciencias Básicas.....	10
1.4.3. Institutos de Tecnologías.....	10
1.4.4. Centros de Investigación.....	10

1.4.5. Unidades de Apoyo.....	11
1.4.6. Asociaciones y Clubes.....	12
1.4.7. Escuelas de Postgrado.....	12

## **DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES 13**

2.1. Introducción.....	13
2.2. Definición de Eficiencia.....	14
2.3. Selección de Variables de Interés.....	15
2.3.1. Variables de Producción.....	17
2.3.2. Variables de Recursos.....	18
2.4. Tratamiento de Datos.....	19

## **MARCO TEORICO 21**

3.1. Introducción.....	21
3.2. EL Modelo de Análisis de Correlación Canónica.....	22
3.2.1. Definición.....	23
3.2.2. Natación del Problema y Objetivos.....	25
3.2.2.1 Objetivos del Análisis de Correlación Canónica.....	26
3.2.2.2 Obtención de Correlaciones Canónicas y de Variables Canónicas.....	27
3.2.3 Pruebas de Significación.....	31

3.2.3.1 Nivel de Significación Estadística.....	32
3.2.3.2 Magnitud de la Correlación Canónica.....	34
3.2.3.3 Medida de la redundancia.....	35
3.2.4 Interpretación de las Variables Canónicas.....	36
3.2.4.1 Pesos Canónicos.....	37
3.2.4.2 Cargas Canónicas.....	39

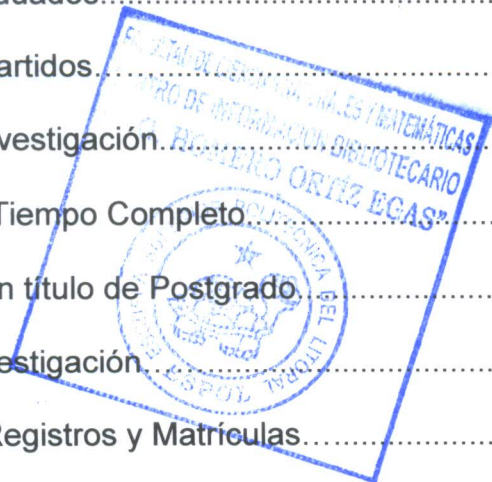
#### 4.3.8. E

<b>IV. ANÁLISIS UNIVARIADO Y DE CORRELACIONES</b>	<b>40</b>
4.1. Introducción.....	40
4.2. Análisis Univariado para la FICT.....	41
4.2.1. Tesis Elaboradas.....	41
4.2.2. Publicaciones Realizadas.....	42
4.2.3. Eventos Científicos Realizados.....	43
4.2.4. Número de Graduados.....	44
4.2.5. Seminarios Impartidos.....	45
4.2.6. Proyectos de Investigación.....	46
4.2.7. Catedráticos a Tiempo Completo.....	47
4.2.8. Catedráticos con título de Postgrado.....	48
4.2.9. Becarios de Investigación.....	49
4.2.10. Ingresos por Registros y Matrículas.....	50
4.3. Análisis Univariado para la FIEC.....	51
4.3.1. Tesis Elaboradas.....	51

4.3.2. Publicaciones Realizadas.....	52
4.3.3. Eventos Científicos Realizados.....	53
4.3.4. Número de Graduados.....	54
4.3.5. Seminarios Impartidos.....	55
4.3.6. Proyectos de Investigación.....	56
4.3.7. Catedráticos a Tiempo Completo.....	57
4.3.8. Catedráticos con título de Postgrado.....	58
4.3.9. Becarios de Investigación.....	59
4.3.10. Ingresos por Registros y Matrículas.....	60
4.4. Análisis Univariado para la FIMCM.....	61
4.4.1. Tesis Elaboradas.....	61
4.4.2. Publicaciones Realizadas.....	62
4.4.3. Eventos Científicos Realizados.....	63
4.4.4. Número de Graduados.....	64
<i>4.4.5. Seminarios Impartidos.....</i>	<i>65</i>
4.4.6. Proyectos de Investigación.....	66
4.4.7. Catedráticos a Tiempo Completo.....	67
4.4.8. Catedráticos con título de Postgrado.....	68
4.4.9. Becarios de Investigación.....	69
4.4.10. Ingresos por Registros y Matrículas.....	70
4.5. Análisis Univariado para la FIMCP.....	71
4.5.1. Tesis Elaboradas.....	71



4.5.2. Publicaciones Realizadas.....	72
4.5.3. Eventos Científicos Realizados.....	73
4.5.4. Número de Graduados.....	74
4.5.5. Seminarios Impartidos.....	75
4.5.6. Proyectos de Investigación.....	76
4.5.7. Catedráticos a Tiempo Completo.....	77
4.5.8. Catedráticos con título de Postgrado.....	78
4.5.9. Becarios de Investigación.....	79
4.5.10. Ingresos por Registros y Matriculas.....	80
4.6. Análisis Univariado para la ICHE.....	81
4.6.1. Tesis Elaboradas.....	81
4.6.2. Publicaciones Realizadas.....	82
4.6.3. Eventos Científicos Realizados.....	83
4.6.4. Número de Graduados.....	84
4.6.5. Seminarios Impartidos.....	85
4.6.6. Proyectos de Investigación.....	86
4.6.7. Catedráticos a Tiempo Completo.....	87
4.6.8. Catedráticos con título de Postgrado.....	88
4.6.9. Becarios de Investigación.....	89
4.6.10. Ingresos por Registros y Matriculas.....	90
4.7. Análisis Univariado para la ICM.....	91
4.7.1. Tesis Elaboradas.....	91





4.7.2. Publicaciones Realizadas.....	92
4.7.3. Eventos Científicos Realizados.....	93
4.7.4. Número de Graduados.....	94
4.7.5. Seminarios Impartidos.....	95
4.7.6. Proyectos de Investigación.....	96
4.7.7. Catedráticos a Tiempo Completo.....	97
4.7.8. Catedráticos con título de Postgrado.....	98
4.7.9. Becarios de Investigación.....	99
4.7.10. Ingresos por Registros y Matrículas.....	100
4.8. Análisis Univariado para la ESPOL.....	101
4.8.1. Tesis Elaboradas.....	101
4.8.2. Publicaciones Realizadas.....	102
4.8.3. Eventos Científicos Realizados.....	103
4.8.4. Número de Graduados.....	104
4.8.5. Seminarios Impartidos.....	105
4.8.6. Proyectos de Investigación.....	106
4.8.7. Catedráticos a Tiempo Completo.....	107
4.8.8. Catedráticos con título de Postgrado.....	108
4.8.9. Becarios de Investigación.....	109
4.8.10. Ingresos por Registros y Matrículas.....	110
4.9. Análisis de Correlación Simple.....	111
4.9.1 Análisis para el grupo de Variables PRODUCCION.....	111

4.9.2 Análisis para el grupo de Variables RECURSOS.....	112
4.9.3 Análisis de Correlaciones entre los grupos.....	111

## **ANÁLISIS DE CORRELACIÓN CANÓNICA PARA EVALUAR LA**

### **EFICIENCIA ACADÉMICA DE LA ESPOL** **115**

5.1. Introducción.....	115
5.2. Imputación de Datos.....	116
5.3. Desarrollo del Análisis de Correlación Canónica.....	117
5.3.1. Correlaciones Canónicas.....	117
5.3.2. Redundancia.....	119
5.3.3. Coeficientes Canónicos.....	120
5.4. Interpretación de las Variables Canónicas.....	122
5.4.1. Pesos Canónicos.....	122
5.4.2. Cargas Canónicas.....	123

<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>125</b>
6.1 Introducción.....	125
6.2. Conclusiones.....	126
6.3. Recomendaciones.....	128

NEXOS

BLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

<b>ESPOL</b>	Escuela Superior Politécnica del Litoral
<b>FICT</b>	Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
<b>FIMCM</b>	Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar
<b>FIMCP</b>	Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
<b>FIEC</b>	Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
<b>ICF</b>	Instituto de Ciencias Físicas
<b>ICQ</b>	Instituto de Ciencias Químicas
<b>ICM</b>	Instituto de Ciencias Matemáticas
<b>ICHE</b>	Instituto de Ciencias Humanísticas y Económicas
<b>PROTAL</b>	Programa de Tecnología en Alimentos
<b>PROTCOM</b>	Programa de Tecnología en Computación

<b>PROTEL</b>	Programa de Tecnología en Electricidad y Electrónica
<b>PROTMEC</b>	Programa de Tecnología en Mecánica
<b>PROTEP</b>	Programa de Tecnología en Pesquería
<b>CTI</b>	Centro de Tecnologías de Información
<b>CEAA</b>	Centro de Estudios Arqueológicos y Antropológicos
<b>CENAIM</b>	Centro Nacional de Investigaciones Marinas
<b>CEE</b>	Centro de Estudios Estratégicos
<b>CIBE</b>	Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador
<b>CDP</b>	Centro de Difusión y Publicaciones
<b>CEC</b>	Centro de Educación Continua
<b>CELEX</b>	Centro de Estudios de Lenguas Extranjeras
<b>CESERCOMP</b>	Centro de Servicios Computacionales
<b>CRECE</b>	Centro de Registros, Calificaciones y Estadísticas
<b>CICYT</b>	Centro de Investigación Científica y Tecnológica
<b>CPS</b>	Centro de Prestación de Servicios
<b>CISE</b>	Centro de Investigaciones y Servicios Educativos
<b>CTDT</b>	Centro de Desarrollo y Transferencia Tecnologías
<b>CTI</b>	Centro de Tecnologías de Información
<b>APESPOL</b>	Asociación de Profesores
<b>ATP</b>	Asociación de Trabajadores Politécnicos
<b>FEPOL</b>	Federación de Estudiantes Politécnicos
<b>LDP</b>	Liga Deportiva Politécnica
<b>ESPAE</b>	Escuela de Postgrado en Administración de Empresas





## SIMBOLOGÍAS

$R^2$	Coefficiente de Determinación
$\mu$	Media Poblacional
$\Sigma$	Matriz de Varianzas y Covarianzas
$N(\mu, \Sigma)$	Normal Multivariada
$S_{ij}$	Estimador de la Matriz de covarianzas entres grupos
$\rho_1$	Correlación canónica
$U_i, V_i$	Vectores Canónicas
$a_i, b_i$	Coefficientes Canónicos
$df_i$	Grados de Libertad
$\sigma^2$	Varianza



$\sigma$	Desviación Estándar
$p$	Cantidad de Variables en el grupo producción
$q$	Cantidad de Variables en el grupo recursos
$\alpha$	Nivel de significancia
$Z$	Distribución Normal Estándar
$X^2$	Distribución Ji- cuadrado
$Y_i$	Variable Aleatoria
$\ln$	Logaritmo natural.
$\sigma_{ij}$	Covarianza entre la variable i y la variable j
$r_{ij}$	Estimador del coeficiente de correlación lineal entre la variable i y la variable j

## INDICE DE GRÁFICOS

		Pág.
Gráfico I	Histograma de la variable Tesis Elaboradas FICT.....	41
Gráfico II	Histograma de la variable Publicaciones Realizadas FICT..	42
Gráfico III	Histograma de la variable Eventos Científicos FICT.....	43
Gráfico IV	Histograma de la variable Número de Graduados FICT.....	44
Gráfico V	Histograma de la variable Seminarios Impartidos FICT.....	45
Gráfico VI	Histograma de la variable Proyectos de Investigación FICT.....	46
Gráfico VII	Histograma de la variable Catedráticos a tiempo Completo FICT.....	47
Gráfico VIII	Histograma de la variable Catedráticos Con Título de Postgrado FICT.....	48
Gráfico IX	Histograma de la variable Becarios de Investigación FICT...	49
Gráfico X	Histograma de la variable Ingresos por Matrículas FICT.....	50
Gráfico XI	Histograma de la variable Tesis Elaboradas FIEC.....	51
Gráfico XII	Histograma de la variable Publicaciones Realizadas FIEC...	52
Gráfico XIII	Histograma de la variable Eventos Científicos FIEC.....	53
Gráfico XIV	Histograma de la variable Número de Graduados FIEC.....	54
Gráfico XV	Histograma de la variable Seminarios Impartidos FIEC.....	55
Gráfico XVI	Histograma de la variable Proyectos de Investigación FIEC.....	56

índice XVII Histograma de la variable Catedráticos a tiempo Completo	
FIEC.....	57
índice XVIII Histograma de la variable Catedráticos Con Título de Postgrado	
FIEC.....	58
índice XIX Histograma de la variable Becarios de Investigación FIEC..	59
índice XX Histograma de la variable Ingresos por Matrículas FIEC.....	60
índice XXI Histograma de la variable Tesis Elaboradas FICT.....	61
índice XXII Histograma de la variable Publicaciones Realizadas FIMCM	62
índice XXIII Histograma de la variable Eventos Científicos FIMCM.....	63
índice XXIV Histograma de la variable Número de Graduados FIMCM...	64
índice XXV Histograma de la variable Seminarios Impartidos FIMCM.....	65
índice XXVI Histograma de la variable Proyectos de Investigación	
FIMCM.....	66
índice XXVII Histograma de la variable Catedráticos a tiempo Completo	
FIMCM.....	67
índice XXVIII Histograma de la variable Catedráticos Con Título de	
Postgrado FIMCM.....	68
índice XXIX Histograma de la variable Becarios de Investigación	
FIMCM.....	69
índice XXX Histograma de la variable Ingresos por Matrículas FIMCM....	70
índice XXXI Histograma de la variable Tesis Elaboradas FIMCP.....	71
índice XXXII Histograma de la variable Publicaciones Realizadas FIMCP	72

Gráfico XLIX Histograma de la variable Becarios de Investigación ICHE..	89
Gráfico L Histograma de la variable Ingresos por Matrículas ICHE.....	90
Gráfico LI Histograma de la variable Tesis Elaboradas ICM.....	91
Gráfico LII Histograma de la variable Publicaciones Realizadas ICM.....	92
Gráfico LIII Histograma de la variable Eventos Científicos ICM.....	93
Gráfico LIV Histograma de la variable Número de Graduados ICM.....	94
Gráfico LV Histograma de la variable Seminarios Impartidos ICM.....	95
Gráfico LVI Histograma de la variable Proyectos de Investigación ICM.....	96
Gráfico LVII Histograma de la variable Catedráticos a tiempo Completo ICM.....	97
Gráfico LVIII Histograma de la variable Catedráticos Con Título de Postgrado ICM.....	98
Gráfico LIX Histograma de la variable Becarios de Investigación ICM....	99
Gráfico LX Histograma de la variable Ingresos por Matrículas ICM.....	100
Gráfico LXI Gráfico de Línea de la variable Tesis Elaboradas ESPOL....	101
Gráfico LXII Gráfico de Línea de la variable Publicaciones Realizadas ESPOL.....	102
Gráfico LXIII Gráfico de Línea de la variable Eventos Científicos ESPOL..	103
Gráfico LXIV Gráfico de Línea de la variable Número de Graduados ESPOL.....	104



Gráfico LXV Gráfico de Línea de la variable Seminarios Impartidos

ESPOL..... 105

Gráfico LXVI Gráfico de Línea de la variable Proyectos de Investigación

ESPOL..... 106

Gráfico LXVII Gráfico de Línea de la variable Catedráticos a tiempo Completo

ESPOL..... 107

Gráfico LXVIII Gráfico de Línea de la variable Catedráticos Con Título de

Postgrado ESPOL..... 108

Gráfico LXIX Gráfico de Línea de la variable Becarios de Investigación

ESPOL..... 109

Gráfico LXX Gráfico de Línea de la variable Ingresos por Matrículas

ESPOL..... 110

Gráfico LXXI Gráfico de Puntos PRODUCCIÓN..... 111

Gráfico LXXII Gráfico de Puntos RECURSOS..... 112

Gráfico LXXIII Gráfico de Puntos entre Grupos..... 113

Gráfico LXXIV Ploteo primer par de variables Canónicas ..... 118

Gráfico LXXV Ploteo segundo par de variables Canónicas..... 118



## INDICE DE TABLAS

	Pág.
ola I Descripción de las variables de recursos.....	41
ola II Descripción de las variables de producción.....	42
ola III Parámetros de la variable Tesis Elaboradas FICT.....	41
ola IV Parámetros de la variable Publicaciones Realizadas FICT..	42
ola V Parámetros de la variable Eventos Científicos FICT.....	43
ola VI Parámetros de la variable Número de Graduados FICT.....	44
ola VII Parámetros de la variable Seminarios Impartidos FICT.....	45
ola VIII Parámetros de la variable Proyectos de Investigación FICT.	46
ola IX Parámetros de la variable Catedráticos a tiempo Completo FICT.....	47
ola X Parámetros de la variable Catedráticos Con Título de Postgrado FICT.....	48
ola XI Parámetros de la variable Becarios de Investigación FICT...	49
ola XII Parámetros de la variable Ingresos por Matrículas FICT.....	50
ola XIII Parámetros de la variable Tesis Elaboradas FIEC.....	51
ola XIV Parámetros de la variable Publicaciones Realizadas FIEC...	52
ola XV Parámetros de la variable Eventos Científicos FIEC.....	53
ola XVI Parámetros de la variable Número de Graduados FIEC.....	54
ola XVII Parámetros de la variable Seminarios Impartidos FIEC.....	55
ola XVIII Parámetros de la variable Proyectos de Investigación FIEC..	56

a XIX	Parámetros de la variable Catedráticos a tiempo Completo FIEC.....	57
a XX	Parámetros de la variable Catedráticos Con Título de Postgrado FIEC.....	58
a XXI	Parámetros de la variable Becarios de Investigación FIEC...	59
a XXII	Parámetros de la variable Ingresos por Matrículas FIEC.....	60
a XXIII	Parámetros de la variable Tesis Elaboradas FIMCM.....	61
a XXIV	Parámetros de la variable Publicaciones Realizadas FIMCM.	62
a XXV	Parámetros de la variable Eventos Científicos FIMCM.....	63
a XXVI	Parámetros de la variable Número de Graduados FIMCM..	64
a XXVII	Parámetros de la variable Seminarios Impartidos FIMCM...	65
a XXVIII	Parámetros de la variable Proyectos de Investigación FIMCM.....	66
a XXIX	Parámetros de la variable Catedráticos a tiempo Completo FIMCM.....	67
a XXX	Parámetros de la variable Catedráticos Con Título de Postgrado FIMCM.....	68
a XXXI	Parámetros de la variable Becarios de Investigación FIMCM.....	69
a XXXII	Parámetros de la variable Ingresos por Matrículas FIMCM..	70
a XXXIII	Parámetros de la variable Tesis Elaboradas FIMCP.....	71
a XXXIV	Parámetros de la variable Publicaciones Realizadas FIMCP	72

la XXXV	Parámetros de la variable Eventos Científicos FIMCP.....	73
la XXXVI	Parámetros de la variable Número de Graduados FIMCP..	74
la XXXVII	Parámetros de la variable Seminarios Impartidos FIMCP..	75
la XXXVIII	Parámetros de la variable Proyectos de Investigación FIMCP.....	76
la XXXIX	Parámetros de la variable Catedráticos a tiempo Completo FIMCP.....	77
la XL	Parámetros de la variable Catedráticos Con Título de Postgrado FIMCP.....	78
la XLI	Parámetros de la variable Becarios de Investigación FIMCP.	79
la XLII	Parámetros de la variable Ingresos por Matrículas FIMCP...	80
la XLIII	Parámetros de la variable Tesis Elaboradas ICHE.....	81
la XLIV	Parámetros de la variable Publicaciones Realizadas ICHE..	82
la XLV	Parámetros de la variable Eventos Científicos ICHE.....	83
la XLVI	Parámetros de la variable Número de Graduados ICHE....	84
la XLVII	Parámetros de la variable Seminarios Impartidos ICHE.....	85
la XLVIII	Parámetros de la variable Proyectos de Investigación ICHE.	86
la XLIX	Parámetros de la variable Catedráticos a tiempo Completo ICHE.....	87
la L	Parámetros de la variable Catedráticos Con Título de Postgrado ICHE.....	88
la LI	Parámetros de la variable Becarios de Investigación ICHE.....	89



la LII	Parámetros de la variable Ingresos por Matrículas ICHE.....	90
la LIII	Parámetros de la variable Tesis Elaboradas ICM.....	91
la LIV	Parámetros de la variable Publicaciones Realizadas ICM..	92
la LV	Parámetros de la variable Eventos Científicos ICM.....	93
la LVI	Parámetros de la variable Número de Graduados ICM.....	94
la LVII	Parámetros de la variable Seminarios Impartidos ICM.....	95
la LVIII	Parámetros de la variable Proyectos de Investigación ICM...	96
la LIX	Parámetros de la variable Catedráticos a tiempo Completo ICM.....	97
la LX	Parámetros de la variable Catedráticos Con Título de Postgrado ICM.....	98
la LXI	Parámetros de la variable Becarios de Investigación ICM...	99
la LXII	Parámetros de la variable Ingresos por Matrículas ICM.....	100
la LXIII	Parámetros de la variable Tesis Elaboradas ESPOL.....	101
la LXIV	Parámetros de la variable Publicaciones Realizadas ESPOL.	102
la LXV	Parámetros de la variable Eventos Científicos ESPOL.....	103
la LXVI	Parámetros de la variable Número de Graduados ESPOL.....	104
la LXVII	Parámetros de la variable Seminarios Impartidos ESPOL.....	105
la LXVIII	Parámetros de la variable Proyectos de Investigación ESPOL.....	106
la LXIX	Parámetros de la variable Catedráticos a tiempo Completo ESPOL.....	107



la LXX Parámetros de la variable Catedráticos Con Título de Postgrado ESPOL.....	108
la LXXI Parámetros de la variable Becarios de Investigación ESPOL.	109
la LXXII Parámetros de la variable Ingresos por Matrículas ESPOL....	110
la LXXIII Matriz de Correlaciones Grupo PRODUCCION.....	111
la LXXIV Matriz de Correlaciones Grupo RECURSOS.....	112
la LXXV Matriz de Correlaciones entre Grupos.....	113
la LXXVI Coeficientes Canónicos Variables Producción.....	120
la LXXVII Coeficientes Canónicos Variables Recursos.....	121


# **CAPÍTULO 1**

## **La Escuela Superior Politécnica del Litoral.**

### **1.1 Introducción**

En este capítulo se empezará destacando un resumen de la historia de la ESPOL, de cómo esta se inició y que carreras en ella se podían encontrar, esto para darnos una idea de cómo fueron evolucionando cada una de sus unidades académicas, con la aparición de nuevas carreras que por el avance de la ciencia y de la tecnología se formaron para llenar ese requerimiento social de profesionales en esas áreas, después de esto pasará a exponer los objetivos institucionales de la Escuela, para finalmente recalcar su estructura destacando las unidades académicas y las carreras que las componen dado que sobre la mayoría de estas unidades se basará nuestra investigación, se mencionará también las unidades de apoyo, los centros de investigación, las asociaciones y clubes junto con las escuelas de postgrado.

## 1.2 Reseña Histórica de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



La Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) fue creada como respuesta a las crecientes demandas de educación científico-técnica en la Costa. Siendo Presidente de la República el Dr. Camilo Ponce Enríquez, se funda mediante Decreto Ejecutivo No. 1664 publicado en el Registro Oficial del 11 de noviembre de 1958. El 25 de mayo de 1959, en dos aulas de la Casona Universitaria, 51 alumnos iniciaron oficialmente la vida académica de la ESPOL, bajo la dirección del primer Rector, Ing. Walter Camacho Navarro.

En sus inicios, la ESPOL tuvo dos especializaciones: Ingeniería Naval e Ingeniería de Minas y Petróleo, mas dado el dinámico desarrollo del país, especialmente en la industria y sus actividades relacionadas, exigió la creación de nuevas carreras, surgiendo así Ingeniería Mecánica en 1960 e Ingeniería Eléctrica en 1961 con la especialización en Potencia. Posteriormente, se crean las Especializaciones de Electrónica y Computación en la Facultad de Ingeniería Eléctrica. Oceanografía y Acuicultura en la Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar; Civil y Minas en la Facultad de Ingeniería en



Ciencias de La Tierra en la que ya funcionaban Petróleo, Geología y Geotecnia.

La carrera de Economía se creó en 1994 como parte del trabajo académico del Instituto de Ciencias Humanísticas y Económicas.

A partir de los años 70 fue necesario ampliar la cobertura educacional a nivel de tecnologías, las primeras en crearse fueron Pesquería, Alimentos y Computación; luego como parte del Proyecto BID/ESPOL II, surgieron en los años 80 los Programas de Tecnología Mecánica, Eléctrica, Electrónica, Agrícola y del Mueble y la Madera.

La necesidad de articular la oferta con la demanda y estimular el desarrollo en los cantones, hizo que los programas de Tecnología Pesquera y Tecnología del Mueble y la Madera funcionen en el cantón Santa Elena, y las tecnologías agropecuarias en Daule.

Con la Finalidad de que el país cuente con una inteligencia de la más alta formación académico-profesional, para que se robustezca la investigación y se optimicen los recursos humanos, desde 1982 la ESPOL inició sus programas de Postgrado, siendo su primera



experiencia el de Gas Natural, que culminó en Abril de 1984, con la especialización de 4 profesionales. Ese mismo año inició sus actividades el Programa de Postgrado en Administración de Empresas, culminando la primera promoción en 1986.

Desde 1993 el ESPAE oferta Diplomados en Marketing, Mercado de Valores, Alta Gerencia, que tienen por finalidad capacitar a profesionales en temas puntuales de gran trascendencia en el mundo de la gestión empresarial y el manejo financiero.

La investigación científico-técnica es un instrumento dinamizador de la vida académica y de las fuerzas productivas del país, por ello se le brinda los recursos económicos, administrativos y humanos que permitan contar con una gran capacidad a este nivel. En este sentido, en 1983 se creó el Centro de Investigación Científica y Tecnológica de La ESPOL para orientar, apoyar y difundir estas actividades.

### 1.3 Objetivos Institucionales

En la página web de la ESPOL se encuentran definidos los objetivos institucionales de la misma los cuales se presentan a continuación.

- ✓ Impartir enseñanza en ciencia y en áreas técnicas.
- ✓ Formar profesionales en las áreas científicas y técnicas de nivel superior necesarias para el desarrollo integral del país.
- ✓ Desarrollar investigación en ciencia y tecnología.
- ✓ Efectuar difusión y extensión en las áreas científica y técnica de su competencia.
- ✓ Contribuir en la búsqueda de soluciones para la explotación y uso racional de los recursos naturales y energéticos, la preservación del medio ambiente y desarrollar una tecnología autónoma que aporte al mejoramiento de las condiciones de vida y la cultura de la sociedad ecuatoriana

De la misma manera se presentan también los medios por los cuales la ESPOL puede cumplir sus objetivos:

- ✓ La docencia superior en áreas científicas y técnicas relacionadas con las ciencias naturales y exactas.
- ✓ La organización y dictados de cursos de extensión, educación continua, conferencias y seminarios.
- ✓ La organización y dictados de cursos de Postgrados cuando las necesidades del país y la institución lo requiera.
- ✓ La investigación científica y tecnológica en las especializaciones en las que imparte la docencia y las ramas afines orientadas preferentemente a la solución de los problemas racionales.
- ✓ La preparación de su personal y su participación en programas de bienestar y desarrollo cultural y deportivo.
- ✓ La publicación de los trabajos científicos y técnicos necesarios para la difusión, actualización y especialización de conocimientos.
- ✓ La creación y mantenimiento de gabinetes, talleres, laboratorios, empresas, museos, colecciones e incremento de su biblioteca.
- ✓ La vinculación con las unidades de producción, estatales y privadas.

- ✓ La observación de normas éticas y el mantenimiento de un alto nivel académico.
- ✓ La planificación integral sistemáticamente controlada y evaluada de los diversos aspectos de su desarrollo.
- ✓ Los otros señalados por la Ley y aquellos que se juzguen necesarios por parte de sus organismos directivos.

## 1.4 Unidades

Las unidades que componen a la Escuela Superior Politécnica del Litoral son las siguientes:

### 1.4.1 Facultades

**FICT:** Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**FIMCM:** Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

**FIMCP:** Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción

**FIEC:** Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación



#### **1.4.2 Institutos de Ciencias Básicas**

**ICF:** Instituto de Ciencias Físicas

**ICQ:** Instituto de Ciencias Químicas

**ICM:** Instituto de Ciencias Matemáticas

**ICHE:** Instituto de Ciencias Humanísticas y Económicas

#### **1.4.3 Institutos de Tecnologías**

**PROTAL:** Programa de Tecnología en Alimentos

**PROTCOM:** Programa de Tecnología en Computación

**PROTEL:** Programa de Tecnología en Electricidad y

Electrónica

**PROTMEC:** Programa de Tecnología en Mecánica

**PROTEP:** Programa de Tecnología en Pesquería

#### **1.4.4 Centros de Investigación**

**CTI:** Centro de Tecnologías de Información

**CEAA:** Centro de Estudios Arqueológicos y

Antropológicos

**CENAIM:** Centro Nacional de Investigaciones Marinas

**CEE:** Centro de Estudios Estratégicos

**CIBE:** Centro de Investigaciones Biotecnológicas del  
Ecuador

#### **1.4.5 Unidades de Apoyo**

**CDP:** Centro de Difusión y Publicaciones

**CEC:** Centro de Educación Continua

**CELEX:** Centro de Estudios de Lenguas Extranjeras

**CESERCOMP:** Centro de Servicios Computacionales

**CRECE:** Centro de Registros, Calificaciones y  
Estadísticas

**CICYT:** Centro de Investigación Científica y Tecnológica

**CPS:** Centro de Prestación de Servicios

**CISE:** Centro de Investigaciones y Servicios Educativos

**CTDT:** Centro de Desarrollo y Transf. Tecnologías

**CTI:** Centro de Tecnologías de Información

Departamento de Actividades Culturales y Artísticas

Unidad de Planificación

Oficina de Asuntos Estudiantiles y Trabajo Social

Oficina de Ingreso

Oficina de Relaciones Externas

Promo ESPOL

Proyecto ANCON

FUNDESPOL

#### **1.4.6 Asociaciones y Clubes**

**APESPOL:** Asociación de Profesores

**ATP:** Asociación de Trabajadores Politécnicos

**FEPOL:** Federación de Estudiantes Politécnicos

**LDP:** Liga Deportiva

Clubes Deportivos

#### **1.4.7 Escuelas de Postgrado**

**ESPAE:** Escuela de Administración de Empresas

Con esta presentación se ha pretendido dar a conocer algunas de las características más importantes de la Escuela Superior Politécnica del Litoral y de cómo esta estructurada. Para nuestro estudio se ha escogido a las distintas facultades e institutos pues son las que pueden tener una mayor homogeneidad entre las variables que son de nuestro interés.

# **CAPÍTULO 2**

## **DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES**

### **2.1 Introducción**

Este capítulo permitirá apreciar cuáles son las variables de interés en nuestra investigación; primero revisaremos los criterios en base a los cuales se decidió que variables servirían de mejor manera para nuestro objetivo de descubrir cuales están relacionadas con la eficiencia de la ESPOL.

Para ayudarnos a determinar las variables, primero se dará una revisión del concepto de eficiencia, que nos permita tener una idea de que datos serían necesarios.

Finalmente se observará en este capítulo las variables que tomaremos para realizar el análisis, se repartirán en dos diferentes grupos a los que bautizaremos como variables de producción (output) y variables de recursos (input)



## 2.2 Definición de Eficiencia

Dentro de la administración es vital el concepto de eficiencia, lo que puede resumirse de la manera más sencilla en hacer las cosas bien. *“Se refiere a la relación que existe entre recursos y producción, busca minimizar los costos de los recursos.”*

Según esta definición de los autores del libro “Fundamentos de Administración” (Robbins y De Cenzo), la eficiencia se puede expresar como una relación entre **recursos** y **producción**; es por esto que en la siguiente sección formamos dos grupos de variables, siendo estos; el de las variables que nos ofrecen datos de recursos con que cuentan las facultades e institutos y el otro el de las variables que nos brindan información acerca de la producción en las mencionadas unidades académicas.



## 2.3 Selección de las variables de Interés

En esta sección se presentaran las variables que serán utilizadas para la evaluación de la eficiencia de las unidades académicas de la ESPOL en posteriores capítulos de este trabajo investigativo, usando al análisis de correlación canónica como instrumento para este fin.

Como ya se mencionó las se analizarán datos acerca de la producción y de los recursos con que cuentan las diferentes facultades e institutos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, seleccionando las variables más importantes que den resultados comunes para todas ellas. Para este propósito la información para las mismas, se recogerá de manera anual en el lapso de 1993 a el año 2003.

“¿Pero que producen estas unidades académicas que pueda ser medido de tal forma que sirva para nuestro análisis? “. La respuesta inmediata es graduados de cada una de sus carreras y estos a su vez según sea el caso en cada unidad académica producen tesis de grado, la aclaración en este punto se debe a

que dado el reglamento de pregrado de la ESPOL los estudiantes se pueden graduar elaborando tesis de grado, proyectos de graduación, tomando tópicos especiales, o de otras formas menos comunes como desarrollo de aplicaciones o informes técnicos, según sea la unidad académica y carrera que este cursando el alumno.

Se obtuvieron también registros de libros, revistas y otras publicaciones realizadas, relacionadas con el campo científico de cada unidad. Se consideró también los eventos científicos tales como jornadas investigativas, ferias de ciencia, etc. Los seminarios especiales que han sido impartidos fuera de estos eventos científicos se han considerado también así tenemos, algunas características comunes entre las unidades académicas para nuestra investigación.

### 2.3.1 Variables de Producción

En la **Tabla I** se presenta el primer grupo de variables que permiten apreciar la producción científica de cada una de estas facultades e institutos con su respectivo ID para su reconocimiento. Para cada una de las variables, nos interesará la cantidad producida anualmente, así se presentan el número de tesis elaboradas, revistas y libros publicados, premios nacionales recibidos, eventos científicos organizados y seminarios impartidos.

**TABLA I**

**Descripción de las variables de producción**

<b>VARIABLES DE PRODUCCION</b>	
<b>ID</b>	<b>DETALLE</b>
TE	Número de tesis elaboradas
PR	Número de publicaciones realizadas
ECO	Número de eventos científicos organizados
NG	Número de graduados
SI	Número de Seminarios impartidos
PI	Número de Proyectos de Investigación



### 2.3.2 Variables de Recursos

Las variables que indican los recursos con los que cuentan anualmente cada una de las facultades e institutos de la ESPOL se encuentran destacados en la **Tabla II**, así, es de interés el número de catedráticos a tiempo completo y los que tienen algún título de postgrado, la cantidad de ayudantes de académicos y de investigación, finalmente se tiene los ingresos por matrículas y registros.

**TABLA II**

**Descripción de las variables de recursos**

VARIABLES DE RECURSOS	
ID	DETALLE
CTC	Número catedráticos a tiempo completo
CTP	Número catedráticos con título de Postgrado
BI	Número becarios de investigación
IS	Ingresos por subvenciones

## 2.4 Tratamiento de los datos

Se puede observar que los datos para ambos grupos de variables son numéricos es decir que hacen referencia al número existente de cada ítem o en su defecto a ingresos que también se registra numéricamente.

De esta manera podemos apreciar que tendremos una serie de 11 datos desde 1993 hasta el año pasado (2003), a estos datos se les efectuará una análisis estadístico univariado por cada una de las unidades académicas para tener una idea de cómo han ido evolucionando estos a través de estos 11 años y se revisará como esta compuesta la matriz de correlaciones para cada grupo de variables y también las correlaciones entre los grupos. En el capítulo cinco se efectuará el Análisis de Correlación Canónica.

Los datos para las variables de producción y recursos fueron obtenidos a través de un trabajo de campo exhaustivo puesto que no existían registros sistematizados de los mismos, salvo los que pudo aportar el CRECE como el número de graduados por carrera

y por año además de los ingresos por matrículas y registros de la misma manera por carrera y año, el detalle en estos últimos fue que solo se los obtuvo desde el año 2000 puesto que los anteriores a estos no se encontraban en el sistema y tampoco los tenían en el CRECE, sino en el departamento de Contabilidad de la ESPOL, de manera que no fue posible conseguirlos a tiempo para efectuar este trabajo de investigación, por lo que se procedió a simular estos datos mediante regresión.

Las demás variables se obtuvieron en los archivos de cada una de las facultades o institutos, y también de los registros de planificación académica que se emiten de manera semestral por las unidades académicas y que se encontraron en prosecretaría de la ESPOL.

# **CAPÍTULO 3**

## **MARCO TEORICO**

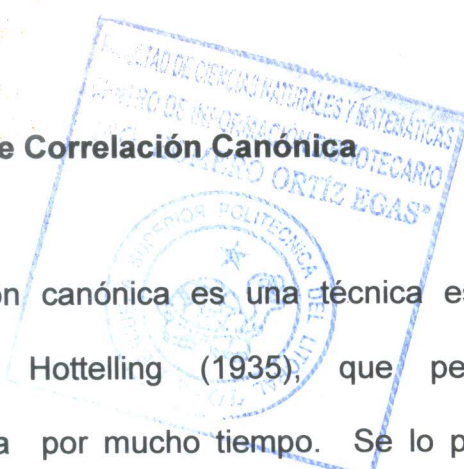
### **3.1 INTRODUCCIÓN**

Este capítulo pretende dar los lineamientos teóricos de las diferentes metodologías aplicar en este trabajo investigativo.

El estudio de la eficiencia está basado en el análisis de correlación canónica, dado que esta técnica permite relacionar dos grupos de variables y que para nuestro estudio es lo que hemos obtenido (variables de producción y recursos de las unidades académicas de la ESPOL), se detallara a continuación la misma, así como sus respectivos test de diagnóstico.



### 3.2. El Modelo de Análisis de Correlación Canónica



El análisis de correlación canónica es una técnica estadística multivariada debida a Hottelling (1935), que permaneció relativamente subutilizada por mucho tiempo. Se lo puede ver como una extensión lógica o generalización de la correlación múltiple que se aplica en problemas de regresión múltiple. En la regresión múltiple se observa una única variable dependiente métrica y varias variables métricas independientes, donde  $R^2$ ,  $R = \sqrt{R^2}$  el coeficiente de determinación, de los problemas de regresión es la proporción de la variabilidad existente en la variable dependiente que es explicada por el conjunto de variables independientes o predictoras y se llama coeficiente de correlación múltiple. El coeficiente de correlación múltiple también se puede interpretar como una media de la correlación máxima que se puede alcanzar entre la variable independiente y cualquier combinación lineal de las variables predictoras. Sin embargo para algunos problemas de investigación, el interés puede no centrarse en una sola variable independiente; en su lugar, el investigador puede estar interesado en relaciones entre conjuntos de múltiples variables dependientes y múltiples variables independientes o predictoras. Con el análisis de correlación canónica el objetivo es

correlacionar simultáneamente varias variables dependientes métricas y varias variables métricas independientes. Con el principio de desarrollar una combinación lineal de cada conjunto de variables (tanto independientes como dependientes) para maximizar la correlación entre los dos conjuntos.

El análisis de correlación canónica puede ser un instrumento adecuado para tratar los supuestos en los que se dispone de información de un conjunto numeroso de variables que puede agruparse en dos grupos, el primero formado por las variables explicativas y el segundo por las explicadas y, además, dentro de cada grupo se observa un elevado grado de correlación entre las variables.

### **3.2.1 Definición**

El análisis de correlación canónica es un modelo estadístico multivariante que facilita el estudio de las interrelaciones entre múltiples variables dependientes y múltiples variables independientes o predictoras; con el objetivo de encontrar la máxima correlación entre combinaciones lineales de estos grupos

de variables; a este coeficiente se lo denominará coeficiente de correlación canónica y a los coeficientes de las combinaciones lineales de cada uno de los grupos de variables se los denominan coeficientes canónicos. De esta manera la matriz de datos queda formada así.

$$XY = \begin{bmatrix} y_{11} & \cdots & y_{1p} & x_{11} & \cdots & x_{1q} \\ y_{21} & \cdots & y_{2p} & x_{21} & \cdots & x_{2q} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ y_{n1} & \cdots & y_{np} & x_{n1} & \cdots & x_{nq} \end{bmatrix}$$

### 3.2.2 Notación del Problema y Objetivos

Formalizando la esencia del párrafo anterior, se estudiaría un fenómeno aleatorio de la realidad, del que puede diferenciarse en un primer bloque de aspectos, que son aquellos sobre los que se desea explicar su comportamiento representado por un conjunto de  $p$  variables denotada por la matriz  $\mathbf{Y}$  de orden  $(n \times p)$ ; y un segundo bloque de características, que se consideran explicativas de las variables de la matriz  $\mathbf{Y}$  representadas por un conjunto de  $q$  variables, denotada por la matriz  $\mathbf{X}$  de orden  $(n \times q)$ . Es decir, se tiene

$$Z_{n(p+q)} = \begin{bmatrix} X_{nq} \\ Y_{np} \end{bmatrix} \sim N \left( \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \Sigma_{11} & \Sigma_{12} \\ \Sigma_{21} & \Sigma_{22} \end{bmatrix} \right)$$

donde  $Z \in \mathbb{R}^{p+q}$  y  $q < p$ .

La definición anterior se dio en términos de los parámetros poblacionales; en la práctica,  $\Sigma$  se estima mediante  $\mathbf{S}$  lo que nos da como resultado una matriz de varianzas y covarianzas estimadas y que está dada por



$$S = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix}$$

donde  $S_{11}$  es la matriz de varianzas y covarianzas de las  $q$  variables de la matriz  $X$ ,  $S_{12}$  es la matriz de covarianzas entre las variables de la matriz  $X$  y la matriz  $Y$ ,  $S_{22}$  es la matriz de varianzas y covarianzas de las  $q$  variables de la matriz  $Y$ , mientras que  $S_{21}$  coincide con  $S_{12}$ .

### 3.2.2.1 Objetivos del Análisis de Correlación Canónica

De todo lo anterior pueden resumirse los siguientes objetivos de efectuar un análisis de correlación canónica:

- ✓ Determinar si dos conjuntos de variables son independientes uno de otro o, contrariamente, establecer la magnitud de la relación que puede existir entre los dos conjuntos.

- ✓ Construir un conjunto de ponderaciones para cada conjunto de variables explicadas y de variables explicativas, de tal manera que las combinaciones lineales de cada conjunto estén correlacionadas lo máximo posible y no se encuentren para nada correlacionadas con los conjuntos de los cuales provienen las combinaciones lineales.
  
- ✓ Explicar la naturaleza de las relaciones habidas entre los conjuntos de variables explicadas y explicativas, midiendo la contribución relativa de cada variable a las funciones canónicas.

### 3.2.2.2 Obtención de Correlaciones Canónicas y de Variables Canónicas

Dado esto la primera correlación canónica entre  $X$  y  $Y$  se define por  $\rho_1$ ; y lo que se desea es encontrar  $a_1$  y  $b_1$  de modo que  $\text{corr}(a'_1 X, b'_1 Y)$ , sea un máximo.

Esto es,

$$\rho_1 = \max_{a \neq 0, b \neq 0} [\text{corr}(a'X, b'Y)]$$

se definen también  $U$  y  $V$  denominándolas como variables canónicas que se encuentran dadas por

$$U_1 = a_1' X$$

$$V_1 = b_1' Y$$

en donde  $a$  y  $b$  son los vectores de coeficientes canónicos que hacen que la correlación entre  $U$  y  $V$  sea máxima y se denota como se mencionó anteriormente por  $\rho_1$ .

Sin pérdida de generalidad se pueden elegir  $a_1$  y  $b_1$  de modo que

$$\text{var}(U_1) = \text{var}(V_1) = 1$$

Esto sencillamente requiere que se elija  $a$  de modo que

$$a_1' \Sigma a_1 = 1$$

y,  $b$  de modo que

$$b_1' \Sigma b_1 = 1$$

Ahora se sabe que

$$\rho_{U,V} = \frac{a' S_{12} b}{\sqrt{(a' S_{11} a)(b' S_{22} b)}} \quad (\text{ec. 1})$$

y dado que se desea obtener un máximo, como se señaló anteriormente se procede a derivar (ec. 1) es decir,

siendo

$$\frac{\partial \rho^2_{U,V}}{\partial a} = \frac{\partial \rho^2_{U,V}}{\partial b} = 0$$



se obtiene

$$\rho^2_{u,v} = \frac{(a'S_{12}b)^2}{(a'S_{11}a)(b'S_{22}b)}$$

$$\det(S_{11}^{-1}S_{12}S_{22}^{-1}S_{21} - \rho^2 I) = 0$$

$$\det(S_{22}^{-1}S_{21}S_{11}^{-1}S_{12} - \rho^2 I) = 0$$

Se ha demostrado que el coeficiente de la primera correlación canónica elevada al cuadrado es el más grande eigenvalor de la matriz  $S_{11}^{-1}S_{12}S_{22}^{-1}S_{21}$  y, que  $a_1$  es un eigenvector de  $S_{11}^{-1}S_{12}S_{22}^{-1}S_{21}$  correspondiente a su eigenvalor más grande,  $\rho^2_1$ .

Además  $b_1$ , es un eigenvector de  $S_{22}^{-1}S_{21}S_{11}^{-1}S_{12}$  correspondiente al eigenvalor más grande de esta matriz, el cual también es igual a  $\rho^2_1$ .

Procediendo de forma recursiva de la manera escrita, se puede determinar  $r$  pares de variables artificiales o variables

canónicas ( $r < p$ ), hasta conseguir que la proporción de las causas comunes entre los grupos de variables (dependientes e independientes) explicadas por las mismas sea suficientemente grande. La cantidad real de correlaciones canónicas posibles es igual al mínimo de  $q$  y  $p - q$ .

Lo habitual es que un número reducido de pares de variables tengan un poder explicativo conjunto de la mayor parte de las causas comunes a los dos conjuntos de variables, de modo que éstas puedan sustituir a las originales, eliminando los problemas de multicolinealidad entre los regresores, puesto que el procedimiento descrito garantiza que las variables explicativas están todas ellas incorrelacionadas entre sí.

### 3.2.3 Pruebas de significación

Cuando se aplica esta técnica multivariante, la práctica más común es analizar aquellas funciones cuyos coeficientes de correlación canónica son estadísticamente significativos a un determinado nivel, habitualmente 0,05 o inferior. Si ciertas correlaciones canónicas son consideradas no significativas, estas relaciones entre las variables no se interpretarán. La interpretación de las

variables canónicas en una función significativa se basa en que variables en cada conjunto contribuyen fuertemente a la varianza compartida por estas variables canónicas.

Los especialistas creen que el uso de un único criterio tal como el nivel de significación es demasiado superficial. En su lugar, se recomienda usar en conjunción tres criterios para decidir que función canónica debe ser interpretada. Los tres criterios son: nivel de significación estadística, magnitud de correlación canónica y la medida de la redundancia.

### 3.2.3.1 Nivel de significación estadística

Si hay  $r$  valores propios en la ecuación

$$(B^{-1}C'A^{-1}C - \lambda I)b = 0$$

Entonces hay  $r$  pares de variables canónicas. En cualquier caso, algunas de ellas pueden reflejar correlaciones que son demasiado pequeñas para ser estadísticamente significativas.



Un test apropiado propuesto por Wilks puede ser usado para determinar cuantas relaciones significativas existen.

Se comienza con el test estadístico:

$$\Lambda = \prod (1 - \lambda_i^2)$$

o

$$\Lambda = 1 / \prod (1 - \lambda_i)$$

$$s = \sqrt{\frac{p^2 q^2 - 4}{p^2 + q^2 - 5}}$$

$$m = n - 3/2 - (p+q)/2$$

Aproximación de Rao

$$df_1 = pq$$

$$R_F = \frac{1 - \Lambda^{1/s}}{\Lambda^{1/s}} \left( \frac{df_2}{df_1} \right)$$

$$df_2 = ms - pq/2 + 1$$

Con  $df_1$  y  $df_2$  grados de libertad, se resta, uno a  $q$  y  $p$  respectivamente hasta que uno de los dos sea igual a uno.

Donde  $n$  es el número de observaciones. Este se compara con la distribución  $\chi^2$  con  $pq$  grados de libertad. Si  $R_F$  es significativamente grande, entonces hay al menos una correlación canónica significativa. Si no, entonces no hay evidencia de ninguna relación entre las variables  $X$  e  $Y$ .

Supuesto que  $R_F$  sea significativo, el próximo paso implica eliminar el efecto de la primera correlación canónica del test estadístico y considerar con  $(p-1)(q-1)$  grados de libertad. Si este es



significativamente grande respecto a la distribución, entonces hay al menos dos correlaciones canónicas significativas. Si no es significativamente grande, entonces puede considerarse que la primera correlación canónica explica todas las relaciones entre la variables X e Y.

Este proceso puede continuar hasta que se encuentre que las restantes correlaciones ya no son significativas y, por lo tanto, pueden despreciarse.

#### **3.2.3.2 Magnitud de la correlación canónica.**

Este criterio se basa en la magnitud de las correlaciones canónicas. No hay establecida una regla general en cuanto a valores aceptables de las correlaciones canónicas de la decisión se basa normalmente en ver si contribuye a una mejor comprensión del problema en estudio.

### 3.2.3.3 Medida de la redundancia

El criterio de la medida de la redundancia se basa en el hecho de que el coeficiente de la correlación canónica al cuadrado proporciona una medida de la varianza compartida por las variables canónicas. Esta medida nos puede llevar a las malas interpretaciones; así, puede haber una correlación canónica fuerte entre dos combinaciones lineales (variables canónicas), aunque estas combinaciones lineales no recojan una parte significativa de las varianzas de sus respectivos conjuntos de variables.

Para evitar esta incertidumbre al usar las raíces canónicas como medidas de las varianzas compartidas, se propone el cálculo de un índice de redundancia como sigue: se calcula el coeficiente de correlación lineal al cuadrado entre cada variable y su correspondiente variable canónica. Para globalizar esta medida se calcula la media aritmética de los anteriores coeficientes. Esta medida se multiplica por el coeficiente de correlación canónica al cuadrado (porcentaje de la varianza de la variable canónica dependiente que es explicada por la variable canónica independiente), obteniéndose la cantidad de la varianza de un

conjunto de variables que es explicada por el otro conjunto de variables en cada función canónica.

$$P_{xj} = \left( \sum r_{xi}^2 u_j \right) / p$$

$$R_{x,y}^2 = \sum P_{xj} \rho_i^2$$

$$P_{yj} = \left( \sum r_{yi}^2 v_j \right) / q$$

$$R_{y,x}^2 = \sum P_{yj} \rho_j^2$$

El índice de redundancia se calcula tanto para variables dependientes como independientes, pero en la práctica lo que interesa es la varianza extraída del conjunto de variables dependientes.

No hay establecida una regla general en cuanto al cual es el valor mínimo del índice de redundancia necesario para justificar la interpretación de la correspondiente función canónica.

### 3.2.4 Interpretación de las variables canónicas

Si los criterios anteriores son significativos se debe hacer una interpretación sustancial de los resultados. Hacer esta



interpretación implica examinar las funciones canónicas para determinar la importancia relativa de cada una de las variables originales en la relación canónica. Tres métodos han sido propuestos: las ponderaciones o pesos canónicos o coeficientes tipificados (canonical weights), las cargas canónicas o correlaciones de estructura canónica (canonical loading).

### 3.2.4.1 Pesos canónicos

Dadas las variables canónicas:

$$U_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ip}X_p$$

y

$$V_i = b_{i1}Y_1 + b_{i2}Y_2 + \dots + b_{iq}Y_q$$

parece que  $U_i$  puede ser descrita en términos de las variables  $X$  con grandes coeficiente  $a_{ij}$  y  $V_i$  puede ser descrita en términos de las variables  $Y$  con grandes coeficientes  $b_{ij}$ . Grande aquí significa, por supuesto, en sentido positivo o negativo.

A primera vista, puede parecer esta interpretación relativamente fácil, pero la multicolinealidad entre cualquier conjunto de variables



podría impedir la posibilidad de que la técnica aisle el impacto de cualquier variable individual, haciendo la interpretación poco fiable. Es decir, las correlaciones entre las variables  $X$  (análogamente para las  $Y$ ) pueden echar por tierra este proceso de interpretación. Por ejemplo, puede suceder que  $a_{i1}$  sea positivo y la correlación simple entre  $U_i$  y  $X_1$  sea de hecho negativa. Esta aparente contradicción puede suceder porque  $X_1$  esta altamente correlacionada con una o más de las otras variables, y parte del efecto de  $X_1$  este siendo explicado por los coeficientes de estas otras variables  $X$ . De hecho, si una de las variables  $X$  es casi una combinación lineal de las otras variables  $X$ , entonces habrá una infinita variedad de combinaciones lineales de las variables  $X$ , algunas de ellas con valores  $a_{ij}$  muy diferentes, que den prácticamente los mismos valores  $U_i$ .

Los problemas de interpretación que aparecen con variables  $X$  altamente correlacionadas (o  $Y$ ) deben ser familiares a los usuarios del análisis de regresión múltiple. Exactamente los mismos problemas aparecen con la estimación de los coeficientes de regresión.

De hecho, un justo comentario parece ser que si las variables  $X$  o  $Y$  están altamente correlacionadas, entonces puede no haber

forma de desenredar sus contribuciones a las variables canónicas.

De cualquier forma, es seguro que habrá quienes intenten hacer interpretaciones bajo estas circunstancias.

### 3.2.4.2 Cargas canónicas

En ocasiones es preferible describir las variables canónicas fijándonos en su correlación con las variables  $X$  e  $Y$  antes que en los coeficientes  $a_{ij}$ ,  $b_{ij}$ . Por ejemplo, si  $U_i$  esta altamente correlacionada positivamente con  $X_1$ , entonces pueden considerarse que refleja  $X_1$  en gran medida. Similarmente, si  $V_i$  esta altamente correlacionada en signo negativo con  $Y_1$ , entonces  $V_i$  puede ser considerada que refleja lo opuesto a  $Y_1$  en gran medida. Este método tiene, al menos, la ventaja de sacar a relucir todas las variables con las que las variables canónicas parecen estar relacionadas.

## CAPÍTULO 4

### ANÁLISIS UNIVARIADO Y DE CORRELACIONES

#### 4.1 Introducción

El presente capítulo expondrá los análisis univariados de cada una de las variables tanto para el grupo de las variables de producción, así como para el grupo de variables de recursos, este análisis será para las seis unidades académicas de las que fueron tomados los datos esto es : FICT, FIEC, FIMCM, FIMCP, ICM e ICHE. Dicho análisis presentará los valores de los parámetros para cada una de las variables y un histograma.

Se podrá ver también en este capítulo un análisis de las correlaciones entre dichas variables pero esta vez se sumaran los datos de cada variable, de todas las unidades académicas para hacer un total de la ESPOL. Primero se observará la matriz de correlaciones entre las variables dentro de cada grupo y luego las correlaciones de las variables entre los grupos.



## 4.2 Análisis Univariado para la FICT

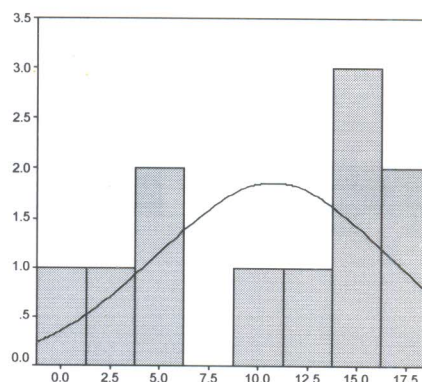
### 4.2.1 Tesis Elaboradas

Para esta variable, se obtuvo que la menor cantidad de tesis elaboradas en los once años que se tomaron como muestra fue de una sola tesis elaborada y la mayor cantidad realizada de estas fue de 18. La mediana nos indica que al menos el 50% de los años se elaboraron al menos 13 tesis, la media es cercana a 11 tesis realizadas (10.73). Las medidas de simetría y "picudez" hablan con un sesgo negativo lo que indica una acumulación hacia la derecha de la media y una curtosis negativa también indica que la curva es mesocúrtica. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla III**  
**Parámetros de la variable Tesis**  
**Elaboradas**  
**FICT**

TE	
Mínimo	1.00
Máximo	18.00
Rango	17.00
Mediana	13.00
Media	10.73
I. C. Media 95% (Sup)	14.68
I. C. Media 95% (Inf)	6.78
Desv. Estándar	5.88
Varianza	34.62
Sesgo	-0.44
Kurtosis	-1.28

**Gráfico I**  
**Histograma de la variable Tesis**  
**Elaboradas**  
**FICT**





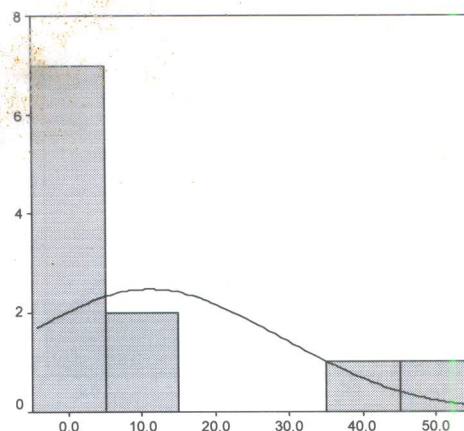
#### 4.2.2 Publicaciones Realizadas

La FICT, realizó al menos una publicación en los once años muestrales y un máximo de 54, la muestra establece una mediana de 2 y una media de 11 publicaciones anuales, el sesgo es positivo lo que confirma que los datos se encuentran a la izquierda de la media, indicando que con el paso del tiempo se hicieron más publicaciones. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla IV**  
**Parámetros de la variable**  
**Publicaciones Realizadas**  
**FICT**

PR	
Mínimo	1.00
Máximo	54.00
Rango	53.00
Mediana	2.00
Media	11.09
I. C. Media 95% (Sup)	23.08
I. C. Media 95% (Inf)	-0.90
Desv. Estándar	17.85
Varianza	318.49
Sesgo	1.94
Kurtosis	2.88

**Gráfico II**  
**Histograma de la variable**  
**Publicaciones Realizadas**  
**FICT**



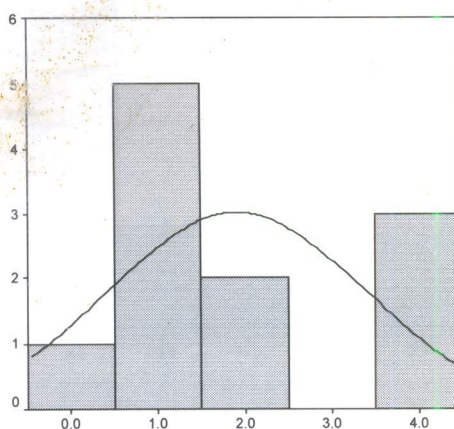
### 4.2.3 Eventos Científicos Organizados

En esta facultad se efectuaron en un año como máximo 4 eventos científicos; la muestra denota una probabilidad de 0.5 de que en un año se realice por lo menos 1 evento, la media es cercana a 2 eventos científicos realizados anualmente, siendo una curva leptocúrtica según lo indica la curtosis y con muy poco sesgo hacia la izquierda. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla V**  
Parámetros de la variable  
Eventos Científicos  
FICT

ECO	
Mínimo	0.00
Máximo	4.00
Rango	4.00
Mediana	1.00
Media	1.91
I. C. Media 95% (Sup)	2.88
I. C. Media 95% (Inf)	0.94
Desv. Estándar	1.45
Varianza	2.09
Sesgo	0.68
Kurtosis	-1.06

**Gráfico III**  
Histograma de la variable  
Eventos Científicos  
FICT



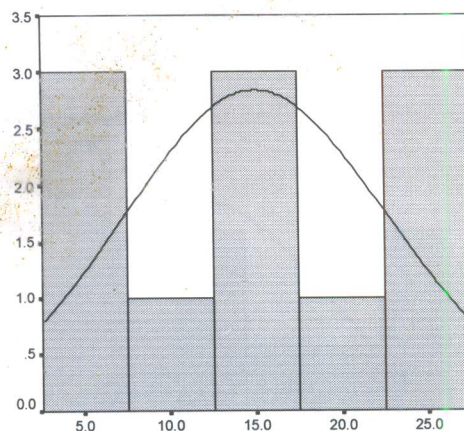
#### 4.2.4 Número de Graduados

En esta unidad académica se registraron como mínimo cuatro graduados en el período muestral establecido, Las medidas de tendencia central alcanzaron valores muy similares, tomando la mediana un valor de 16 y la media un valor de 15 graduados anualmente. El sesgo nos dice de una distribución apenas sesgada a la derecha. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla VI**  
Parámetros de la variable  
Número de Graduados  
FICT

NG	
Mínimo	4.00
Máximo	25.00
Rango	21.00
Mediana	16.00
Media	15.00
I. C. Media 95% (Sup)	20.19
I. C. Media 95% (Inf)	9.81
Desv. Estándar	7.72
Varianza	59.60
Sesgo	-0.14
Kurtosis	-1.47

**Gráfico IV**  
Histograma de la variable  
Número de Graduados  
FICT





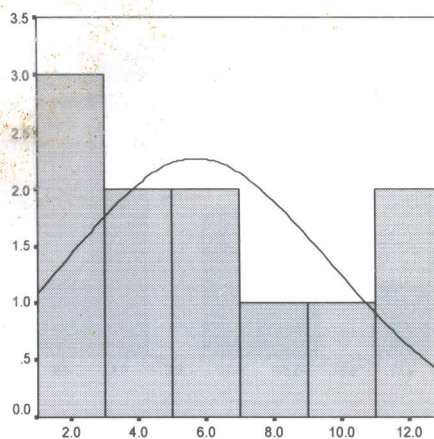
#### 4.2.5 Seminarios Impartidos

Para esta variable los datos conseguidos en la FICT, mostraron como mínimo un seminario al año, y un máximo de 12, señalan que en el 50% de los años escogidos se dictaron al menos 5 seminarios; la media nos es muy diferente ya que marca 5.73, es decir aproximadamente 6 seminarios impartidos anualmente. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla VII**  
Parámetros de la variable  
Seminarios Impartidos  
FICT

SI	
Mínimo	1.00
Máximo	12.00
Rango	11.00
Mediana	5.00
Media	5.73
I. C. Media 95% Sup)	8.31
I. C. Media 95% (Inf)	3.14
Desv. Estándar	3.85
Varianza	14.82
Sesgo	0.51
Kurtosis	-1.16

**Gráfico V**  
Histograma de la variable  
Seminarios Impartidos  
FICT





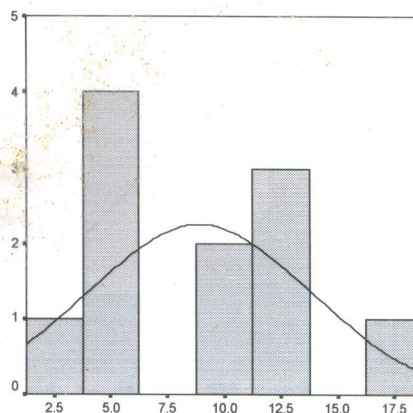
#### 4.2.6 Proyectos de Investigación

Un máximo de 15 proyectos de investigación se desarrollaron en los once años muestrales tomados en esta facultad y un mínimo de 3 proyectos, Las medidas de tendencia central se hayan bastante cercanas siendo la mediana de 9 proyectos y la media indica 8.91 proyectos desarrollados al año. El resto de los parámetros y el gráfico respectivo se los aprecia a continuación.

**Tabla VIII**  
Parámetros de la variable  
Proyectos de Investigación  
FICT

PI	
Mínimo	3.00
Máximo	18.00
Rango	15.00
Mediana	9.00
Media	8.91
I. C. Media 95%(Sup)	12.17
I. C. Media 95% (Inf)	5.65
Desv. Estándar	4.85
Varianza	23.49
Sesgo	0.45
Kurtosis	-0.84

**Gráfico VI**  
Histograma de la variable  
Proyectos de Investigación  
FICT



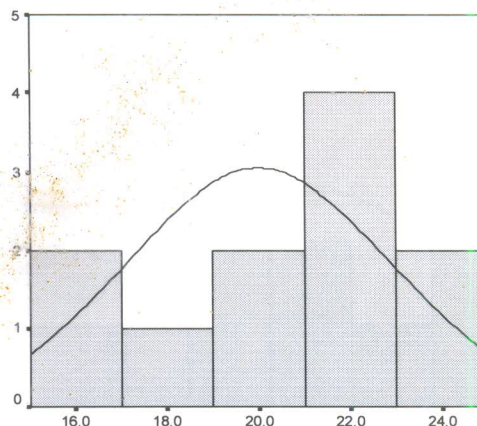
#### 4.2.7 Catedráticos a Tiempo Completo

Esta variable que pertenece al grupo que denominamos recursos, presentó un mínimo de 15 profesores y un rango de 8. Las medidas de tendencia central tomaron valores similares siendo de 21 profesores a tiempo completo en la mediana y 20 profesores con igual características para la media. El resto de los parámetros y el gráfico respectivo se los aprecia a continuación.

**Tabla IX**  
Parámetros de la variable  
Catedráticos a tiempo Completo  
FICT

CTC	
Mínimo	15.00
Máximo	23.00
Rango	8.00
Mediana	21.00
Media	20.00
I. C. Media 95% (Sup)	21.92
I. C. Media 95% (Inf)	18.08
Desv. Estándar	2.86
Varianza	8.20
Sesgo	-0.72
Kurtosis	-0.97

**Gráfico VII**  
Histograma de la variable  
Catedráticos a tiempo Completo  
FICT



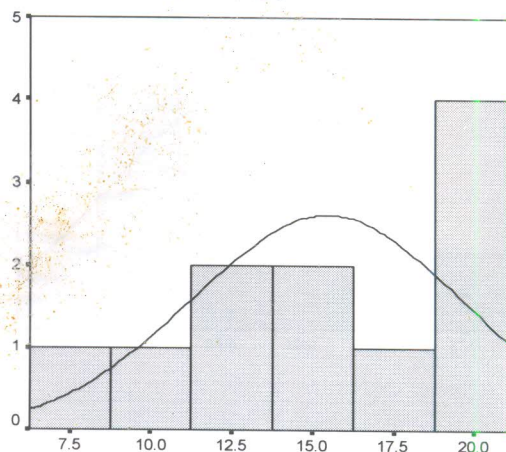
#### 4.2.8 Catedráticos con Título de Postgrado

En el período de 1993 a 2003 se registró un mínimo de siete profesores con título de postgrado y un máximo de 20. Los valores de la media y mediana resultaron similares (15.46 y 16 respectivamente). El resto de los parámetros y el gráfico respectivo se los aprecia a continuación.

**Tabla X**  
Parámetros de la variable  
Catedráticos Con Título de  
Postgrado  
FICT

CTP	
Mínimo	7.00
Máximo	20.00
Rango	13.00
Mediana	16.00
Media	15.46
I. C. Media 95% (Sup)	18.26
I. C. Media 95% (Inf)	12.65
Desv. Estándar	4.18
Varianza	17.47
Sesgo	-0.84
Kurtosis	-0.19

**Gráfico VIII**  
Histograma de la variable  
Catedráticos Con Título de  
Postgrado  
FICT





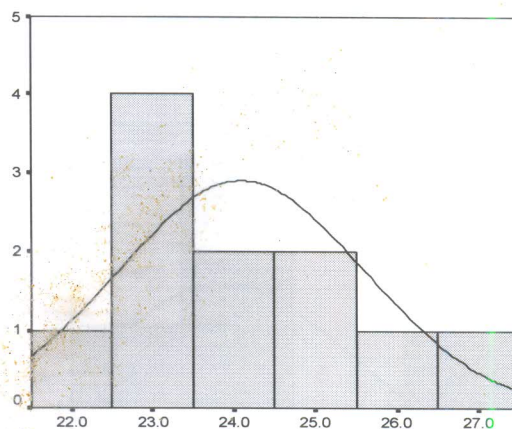
#### 4.2.9 Becarios de Investigación

En cuanto a becarios de investigación la FICT registró un mínimo de 22 ayudantes para esta área y un máximo de 27. Las medidas de tendencia central se muestran muy cercanas siendo de 24 para la mediana y 24.09 para la media. El resto de los parámetros y el gráfico respectivo se los aprecia a continuación.

**Tabla XI**  
**Parámetros de la variable**  
**Becarios de Investigación**  
**FICT**

BI	
Mínimo	22.00
Máximo	27.00
Rango	5.00
Mediana	24.00
Media	24.09
I. C. Media 95% (Sup)	25.11
I. C. Media 95% (Inf)	23.07
Desv. Estándar	1.51
Varianza	2.29
Sesgo	0.66
Kurtosis	-0.29

**Gráfico IX**  
**Histograma de la variable**  
**Becarios de Investigación**  
**FICT**





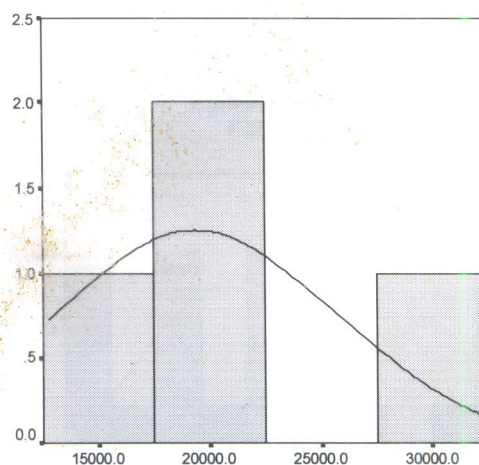
#### 4.2.10 Ingresos por Matrículas y Registros

Esta variable que pertenece al grupo que denominamos recursos, presentó un mínimo de \$12,966.58 de ingreso para la FICT y un máximo de \$28,143.64. Las medidas de tendencia central tomaron valores cercanos esto es \$18,197.71 para la mediana y \$19,376.41 para la media. El resto de los parámetros y el gráfico respectivo se los aprecia a continuación.

**Tabla XII**  
**Parámetros de la variable**  
**Ingresos por Matrículas**  
**FICT**

IM	
Mínimo	12,966.58
Máximo	28,143.64
Rango	15,177.06
Mediana	18,197.71
Media	19,376.41
I. C. Media 95% (Sup)	29,472.76
I. C. Media 95% (Inf)	9,280.06
Desv. Estándar	6,345.03
Varianza	40,259,400.00
Sesgo	1.06
Kurtosis	2.13

**Gráfico X**  
**Histograma de la variable**  
**Ingresos por Matrículas**  
**FICT**



### 4.3 Análisis Univariado para la FIEC

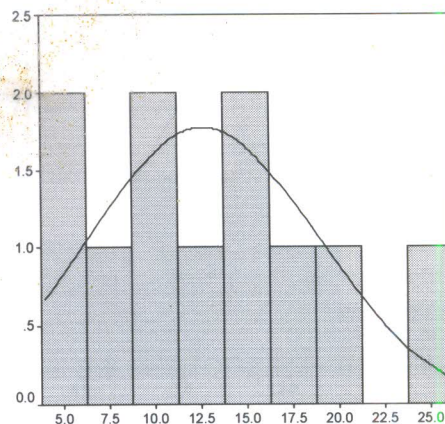
#### 4.3.1 Tesis Elaboradas

En esta facultad se elaboraron en un año como máximo 24 tesis; la muestra denota una probabilidad de 0.5 de que en un año se realicen por lo menos 13 tesis, la media es cercana a 13 tesis elaboradas anualmente, siendo una con muy poco sesgo hacia la izquierda. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XIII**  
Parámetros de la variable Tesis  
Elaboradas  
FIEC

TE	
Mínimo	4.00
Máximo	24.00
Rango	20.00
Mediana	13.00
Media	12.64
I. C. Media 95% (Sup)	16.78
I. C. Media 95% (Inf)	8.49
Desv. Estándar	6.17
Varianza	38.06
Sesgo	0.33
Kurtosis	-0.52

**Gráfico XI**  
Histograma de la variable Tesis  
Elaboradas  
FIEC



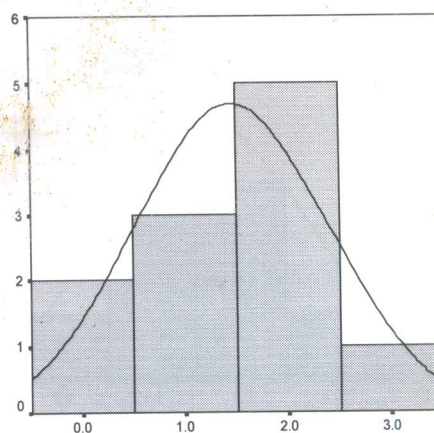
### 4.3.2 Publicaciones Realizadas

En esta unidad académica se registraron como máximo 3 publicaciones en el período muestral seleccionado, Las medidas de tendencia central alcanzaron valores algo similares, tomando la mediana un valor de 2 y la media un valor de 1.46 publicaciones anuales. El sesgo nos dice de una distribución apenas sesgada a la derecha. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XIV**  
**Parámetros de la variable**  
**Publicaciones Realizadas**  
**FIEC**

PR	
Mínimo	0.00
Máximo	3.00
Rango	3.00
Mediana	2.00
Media	1.46
I. C. Media 95% (Sup)	2.08
I. C. Media 95% (Inf)	0.83
Desv. Estándar	0.93
Varianza	0.87
Sesgo	-0.29
Kurtosis	0.50

**Gráfico XII**  
**Histograma de la variable**  
**Publicaciones Realizadas**  
**FIEC**





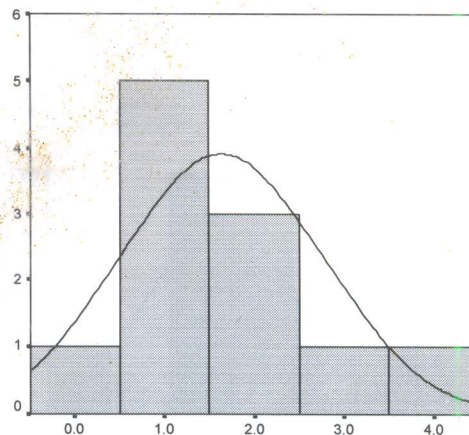
### 4.3.3 Eventos Científicos Organizados

Para esta variable, los datos conseguidos en la FIEC, mostraron como máximo 4 eventos al año, se señala que en el 50% de los años escogidos se realizó al menos 1 evento; la media es apenas diferente ya que marca 1.64, es decir aproximadamente 2 eventos científicos realizados anualmente. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XV**  
**Parámetros de la variable**  
**Eventos Científicos**  
**FIEC**

ECO	
Mínimo	0.00
Máximo	4.00
Rango	4.00
Mediana	1.00
Media	1.64
I. C. Media 95% (Sup)	2.39
I. C. Media 95% (Inf)	0.88
Desv. Estándar	1.12
Varianza	1.26
Sesgo	0.89
Kurtosis	0.81

**Gráfico XIII**  
**Histograma de la variable**  
**Eventos Científicos**  
**FIEC**





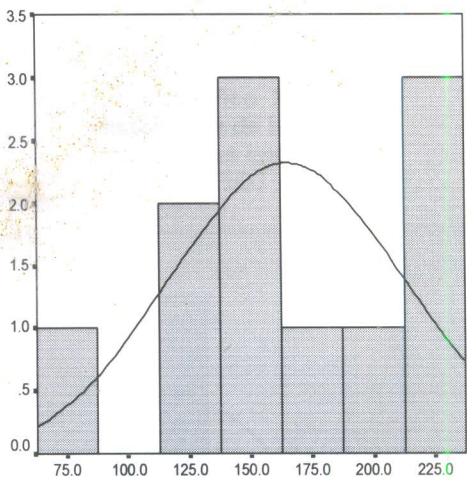
4.3.4 Número de Graduados

Un máximo de 223 profesionales graduados se registraron en los once años muestrales tomados en esta facultad y un mínimo de 84 graduados, Las medidas de tendencia central se hallan muy cercanas siendo la mediana de 162 graduados y la media indica 164.73 profesionales graduados al año. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

Tabla XVI  
Parámetros de la variable  
Número de Graduados  
FIEC

NG	
Mínimo	84.00
Máximo	223.00
Rango	139.00
Mediana	162.00
Media	164.73
I. C. Media 95% (Sup)	196.35
I. C. Media 95% (Inf)	133.11
Desv. Estándar	47.07
Varianza	2,215.42
Sesgo	-0.13
Kurtosis	-1.01

Gráfico XIV  
Histograma de la variable  
Número de Graduados  
FIEC



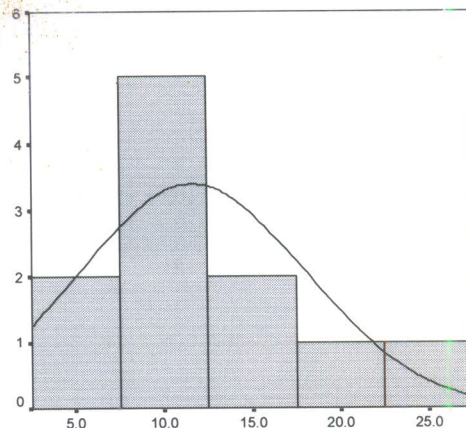
### 4.3.5 Seminarios Impartidos

Para esta variable, se obtuvo que la menor cantidad de seminarios impartidos en los once años que tomados como muestra, es 4 y la mayor cantidad impartidos fue de 25, La mediana nos indica que al menos el 50% de los años se dictaron al menos 11 seminarios, la media es apenas superior a 11 seminarios impartidos (11.64). Las medidas de simetría y "picudez" hablan con un sesgo positivo lo que indica una acumulación hacia la izquierda de la media y una curtosis positiva también que indica que la curva es mesocúrtica. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XVII**  
Parámetros de la variable  
Seminarios Impartidos  
FIEC

SI	
Mínimo	4.00
Máximo	25.00
Rango	21.00
Mediana	11.00
Media	11.64
I. C. Media 95% (Sup)	15.97
I. C. Media 95% (Inf)	7.30
Desv. Estándar	6.45
Varianza	41.66
Sesgo	0.89
Kurtosis	0.50

**Gráfico XV**  
Histograma de la variable  
Seminarios Impartidos  
FIEC



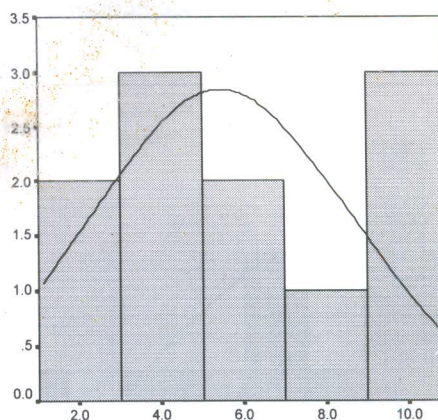
#### 4.3.6 Proyectos de Investigación

La FIEC, desarrolló un proyecto al menos en los once años muestrales y un máximo de 10, la muestra establece una mediana de 5 y una media de 5.46 proyectos, el sesgo es positivo lo que confirma que los datos se encuentran a la derecha de la media, indicando que con el paso del tiempo se desarrollaron más proyectos. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XVIII**  
**Parámetros de la variable**  
**Proyectos de Investigación**  
**FIEC**

PI	
Mínimo	1.00
Máximo	10.00
Rango	9.00
Mediana	5.00
Media	5.46
I. C. Media 95% (Sup)	7.52
I. C. Media 95% (Inf)	3.39
Desv. Estándar	3.08
Varianza	9.47
Sesgo	0.21
Kurtosis	1.38

**Gráfico XVI**  
**Histograma de la variable**  
**Proyectos de Investigación**  
**FIEC**





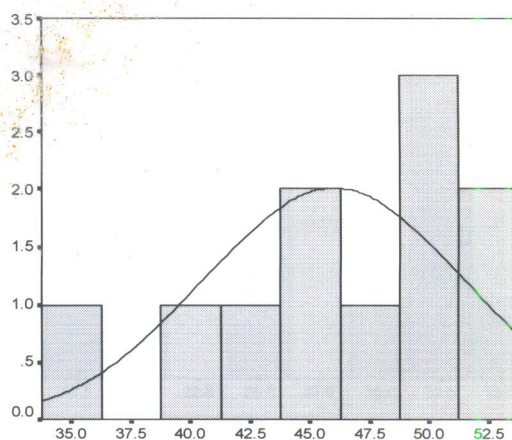
### 4.3.7 Catedráticos a Tiempo Completo

En cuanto a profesores de tiempo completo en la FIEC, se encontró que tuvo como mínimo 35 profesores con la mencionada característica con un aumento máximo de 18. La media aritmética fue 46 catedráticos a tiempo completo, además la mediana nos permite conocer que el 50% de los años hubo al menos 47 profesores con la mencionada característica. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XIX**  
**Parámetros de la variable**  
**Catedráticos a tiempo Completo**  
**FIEC**

CTC	
Mínimo	35.00
Máximo	53.00
Rango	18.00
Mediana	47.00
Media	46.00
I. C. Media 95% (Sup)	49.67
I. C. Media 95% (Inf)	42.33
Desv. Estándar	5.46
Varianza	29.80
Sesgo	-0.71
Kurtosis	0.03

**Gráfico XVII**  
**Histograma de la variable**  
**Catedráticos a tiempo Completo**  
**FIEC**





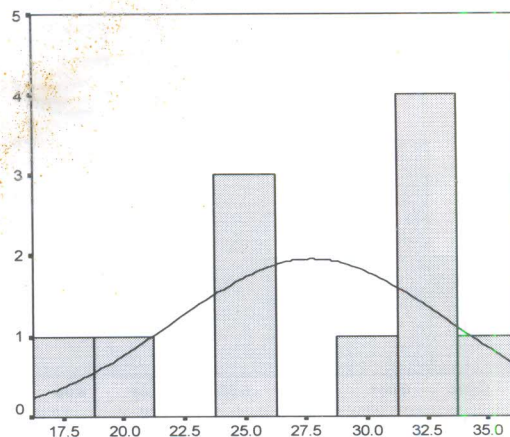
#### 4.3.8 Catedráticos Con Título de Postgrado

En los once años tomados como muestra se destaca un mínimo de 17 profesores con título de postgrado, además esta cifra se logro duplicar como máximo. La media indica 27.73 siendo apenas diferente de mediana que denota que hubo por lo menos 29 profesores con la mencionada característica, en la mitad de los años muestrales. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XX**  
Parámetros de la variable  
Catedráticos Con Título de  
Postgrado  
FIEC

CTP	
Mínimo	17.00
Máximo	34.00
Rango	17.00
Mediana	29.00
Media	27.73
I. C. Media 95% (Sup)	31.51
I. C. Media 95% (Inf)	23.95
Desv. Estándar	5.62
Varianza	31.62
Sesgo	-0.77
Kurtosis	-0.45

**Gráfico XVIII**  
Histograma de la variable  
Catedráticos Con Título de  
Postgrado  
FIEC



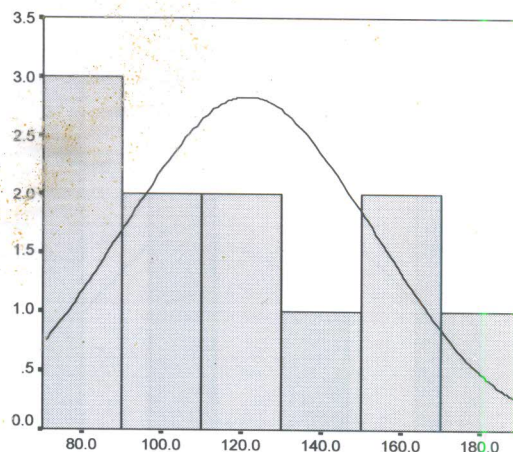
#### 4.3.9 Becarios de Investigación

La tabla XX, nos detalla valores casi idénticos para media y mediana (121.55 y 121 respectivamente) lo que indicaría que la distribución de probabilidad tiene una acumulación hacia el centro, además de poca dispersión respecto de la media esto lo confirma la desviación estándar (30.91). El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXI**  
Parámetros de la variable  
Becarios de Investigación  
FIEC

BI	
Mínimo	85.00
Máximo	170.00
Rango	85.00
Mediana	121.00
Media	121.55
I. C. Media 95% (Sup)	142.31
I. C. Media 95% (Inf)	100.78
Desv. Estándar	30.91
Varianza	955.47
Sesgo	0.33
Kurtosis	-1.41

**Gráfico XIX**  
Histograma de la variable  
Becarios de Investigación  
FIEC



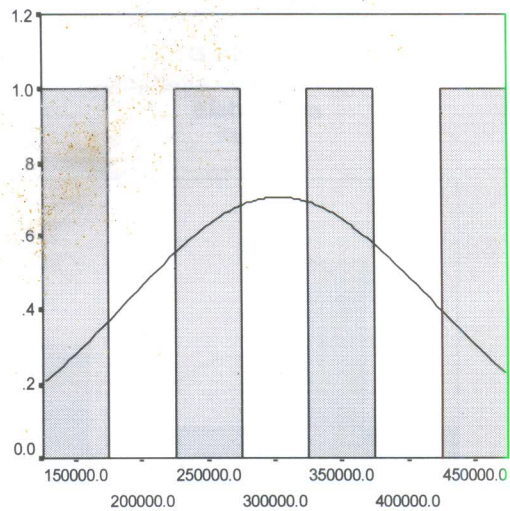
4.3.10 Ingresos por Matrículas y Registros

En el hipotético caso de que tuviéramos otros once años muy similares a los tomados como muestra, los intervalos de confianza que se obtuvieron para la media, indican que los mencionados ingresos estarían entre los \$ 124,349.12 y los \$ 482,170.50, puesto que para esta ocasión la media se ubicó en \$303,609. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

Tabla XXII  
Parámetros de la variable  
Ingresos por Matrículas  
FIEC

IM	
Mínimo	171,519.42
Máximo	428,828.28
Rango	257,308.86
Mediana	307,045.77
Media	303,609.81
I. C. Media 95% (Sup)	482,870.50
I. C. Media 95% (Inf)	124,349.12
Desv. Estándar	112,655.92
Varianza	12,691 400 000.00
Sesgo	-0.14
Kurtosis	-1.85

Gráfico XX  
Histograma de la variable  
Ingresos por Matrículas  
FIEC





## 4.4 Análisis Univariado para la FIMCM

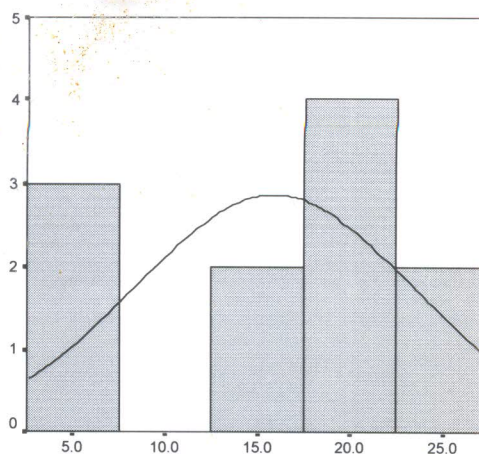
### 4.4.1 Tesis Elaboradas

En esta unidad académica, se registraron como mínimo cuatro tesis realizadas en el período muestral establecido y un máximo de 26, Las medidas de tendencia central alcanzaron valores no muy similares, tomando la mediana un valor de 18 y la media un valor de 15.91 tesis anuales. El sesgo nos dice de una distribución apenas sesgada a la derecha. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXIII**  
Parámetros de la variable  
Tesis Elaboradas  
FIMCM

TE	
Mínimo	4.00
Máximo	26.00
Rango	22.00
Mediana	18.00
Media	15.91
I. C. Media 95% (Sup)	21.03
I. C. Media 95% (Inf)	10.79
Desv. Estándar	7.62
Varianza	58.09
Sesgo	-0.45
Kurtosis	-0.95

**Gráfico XXI**  
Histograma de la variable Tesis  
Elaboradas  
FIMCM





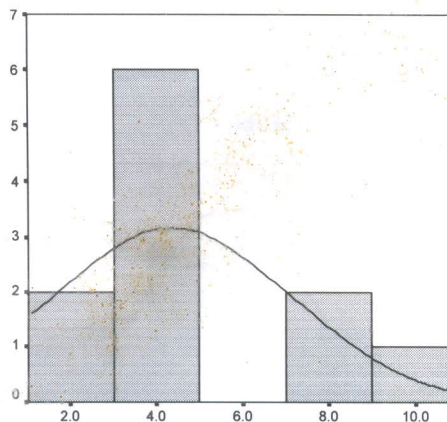
#### 4.4.2 Publicaciones Realizadas

Para esta variable, los datos conseguidos en la FIMCM, mostraron como mínimo una publicación al año, y un máximo de 12, señalan también que en el 50% de los años escogidos se realizaron al menos 3 publicaciones fueron; la media es algo diferente ya que marca 4.36 publicaciones anuales. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXIV**  
**Parámetros de la variable**  
**Publicaciones Realizadas**  
**FIMCM**

PR	
Mínimo	1.00
Máximo	10.00
Rango	9.00
Mediana	3.00
Media	4.36
I. C. Media 95% (Sup)	6.22
I. C. Media 95% (Inf)	2.51
Desv. Estándar	2.77
Varianza	7.66
Sesgo	1.06
Kurtosis	0.23

**Gráfico XXII**  
**Histograma de la variable**  
**Publicaciones Realizadas**  
**FIMCM**



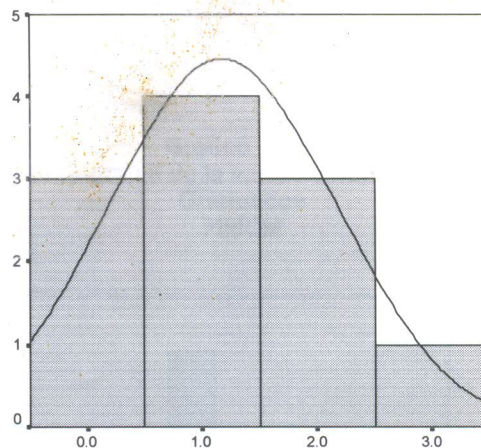
#### 4.4.3 Eventos Científicos Organizados

Un máximo de 3 eventos científicos se organizaron en los once años muestrales tomados en esta facultad. Las medidas de tendencia central se han bastante cercanas siendo la mediana de 1 evento y la media indica 1.18 de estos efectuados al año. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXV**  
**Parámetros de la variable**  
**Eventos Científicos**  
**FIMCM**

ECO	
Mínimo	0.00
Máximo	3.00
Rango	3.00
Mediana	1.00
Media	1.18
I. C. Media 95% (Sup)	1.84
I. C. Media 95% (Inf)	0.52
Desv. Estándar	0.98
Varianza	0.96
Sesgo	0.35
Kurtosis	-0.59

**Gráfico XXIII**  
**Histograma de la variable Eventos**  
**Científicos**  
**FIMCM**



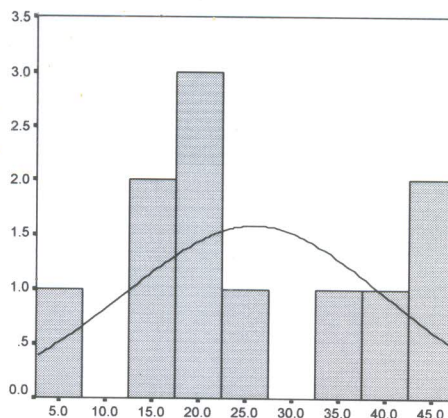
#### 4.4.4 Número de Graduados

Para esta variable, se obtuvo que la menor cantidad de graduados en los once años que se tomaron como muestra fue de 4 y la mayor cantidad fue de 46 profesionales graduados, La mediana nos indica que al menos el 50% de los años se graduaron al menos 21 profesionales, la media es cercana a 26 titulados (25.91). Las medidas de simetría y "picudez" hablan con un sesgo positivo lo que indica una acumulación hacia la derecha de la media y una curtosis negativa también indica que la curva es mesocúrtica. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXVI**  
Parámetros de la variable  
Número de Graduados  
FIMCM

NG	
Mínimo	4.00
Máximo	46.00
Rango	42.00
Mediana	21.00
Media	25.91
I. C. Media 95% (Sup)	35.23
I. C. Media 95% (Inf)	16.59
Desv. Estándar	13.87
Varianza	192.49
Sesgo	0.25
Kurtosis	-1.11

**Gráfico XXIV**  
Histograma de la variable Número de  
Graduados  
FIMCM





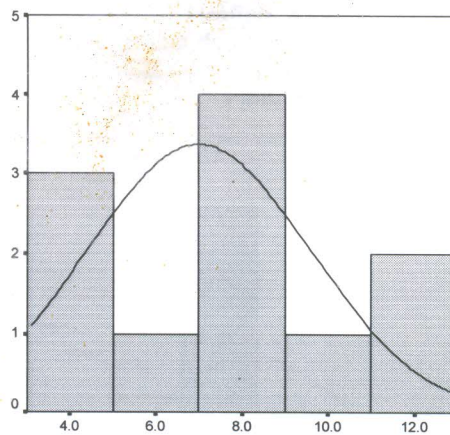
#### 4.4.5 Seminarios Impartidos

La FIMCM, impartió al menos 4 seminarios en los once años muestrales y un máximo de 11, la muestra establece una mediana de 7 y una media igual de 7 seminarios anuales, el sesgo es positivo lo que confirma que los datos se encuentran a la derecha de la media, pero no muy lejano a cero lo que dice de una distribución centrada. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXVII**  
**Parámetros de la variable**  
**Seminarios Impartidos**  
**FIMCM**

SI	
Mínimo	4.00
Máximo	11.00
Rango	7.00
Mediana	7.00
Media	7.00
I. C. Media 95% (Sup)	8.75
I. C. Media 95% (Inf)	5.25
Desv. Estándar	2.61
Varianza	6.80
Sesgo	0.33
Kurtosis	-1.04

**Gráfico XXV**  
**Histograma de la variable Seminarios**  
**Impartidos**  
**FIMCM**





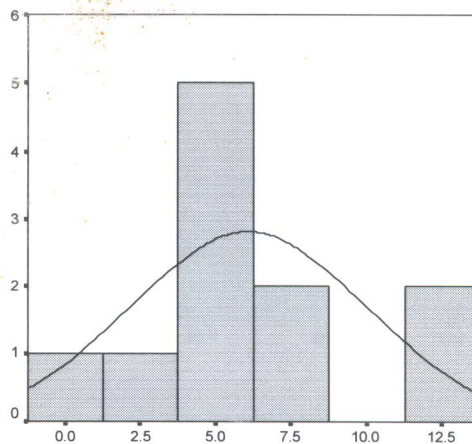
#### 4.4.6 Proyectos de Investigación

En esta facultad se efectuaron en un año máximo 13 proyectos de investigación, la muestra denota una probabilidad de 0.5 de que en un año se desarrollen por lo menos 5 proyectos, la media es apenas superior a 6 proyectos de investigación desarrollados anualmente, siendo una curva mesocúrtica según lo indica el coeficiente de curtosis y con muy poco sesgo hacia la izquierda. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXVIII**  
**Parámetros de la variable**  
**Proyectos de Investigación**  
**FIMCM**

PI	
Mínimo	1.00
Máximo	13.00
Rango	12.00
Mediana	5.00
Media	6.09
I. C. Media 95% (Sup)	8.70
I. C. Media 95% (Inf)	3.48
Desv. Estándar	3.89
Varianza	15.09
Sesgo	0.92
Kurtosis	0.30

**Gráfico XXVI**  
**Histograma de la variable Proyectos**  
**de Investigación**  
**FIMCM**



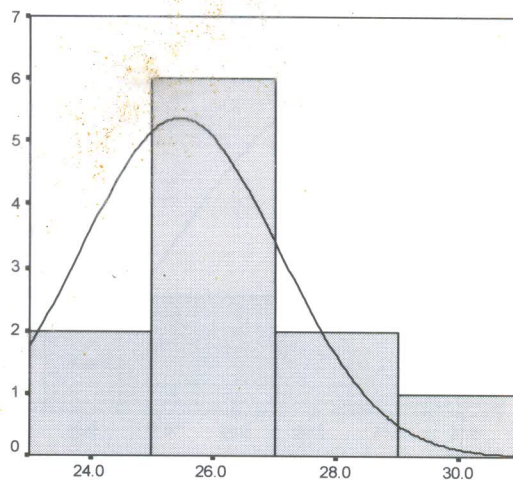
#### 4.4.7 Catedráticos a Tiempo Completo

En el 50% de los años tomados como muestra se registraron al menos 25 profesores que laboran a tiempo completo. Este valor es bastante cercano al obtenido para la media que es de 25.46 profesores que cumplen la mencionada característica. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXIX**  
Parámetros de la variable  
Catedráticos a tiempo  
Completo  
FIMCM

CTC	
Mínimo	23.00
Máximo	29.00
Rango	6.00
Mediana	25.00
Media	25.46
I. C. Media 95% (Sup)	26.55
I. C. Media 95% (Inf)	24.36
Desv. Estándar	1.64
Varianza	2.67
Sesgo	0.94
Kurtosis	1.23

**Gráfico XXVII**  
Histograma de la variable Catedráticos  
a tiempo Completo  
FIMCM



#### 4.4.8 Catedráticos Con Título de Postgrado

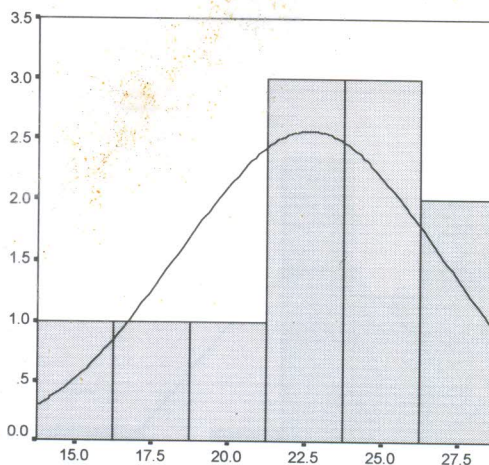
La tabla XX, señala que hubo por lo menos 14 profesores con título de postgrado, llegándose a duplicar este valor en los once años muestrales. El sesgo nos indica que la distribución de probabilidades está apenas sesgada al a derecha de la media que es de 22.64 profesores. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXX**  
Parámetros de la variable  
Catedráticos Con Título de  
Postgrado  
FIMCM

##### CTP

Mínimo	14.00
Máximo	28.00
Rango	14.00
Mediana	22.00
Media	22.64
I. C. Media 95% (Sup)	25.51
I. C. Media 95% (Inf)	19.77
Desv. Estándar	4.27
Varianza	18.26
Sesgo	-0.80
Kurtosis	0.25

**Gráfico XXVIII**  
Histograma de la variable Catedráticos  
Con Título de Postgrado  
FIMCM





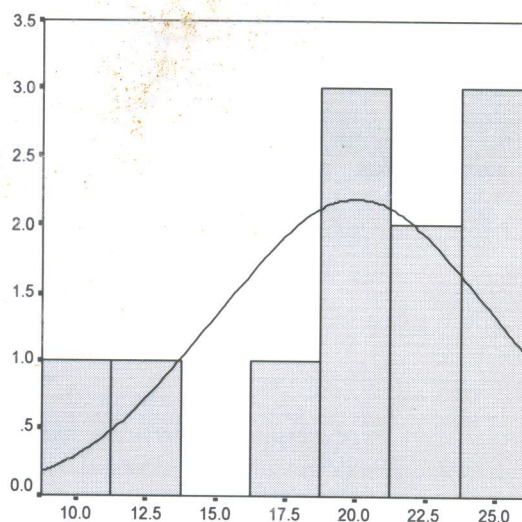
#### 4.4.9 Becarios de Investigación

El mismo valor para la media y la mediana (20), se obtuvo entre los cálculos de los principales parámetros, de esta variable, lo que nos dice de una distribución en la que la mayoría de los datos se encuentran cercanos a estos valores, suposición que nos ayuda a confirmar el bajo valor (5) de la desviación estándar. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXXI**  
Parámetros de la variable  
Becarios de Investigación  
FIMCM

BI	
Mínimo	10.00
Máximo	26.00
Rango	16.00
Mediana	20.00
Media	20.00
I. C. Media 95% (Sup)	23.36
I. C. Media 95% (Inf)	16.64
Desv. Estándar	5.00
Varianza	25.00
Sesgo	-0.87
Kurtosis	0.16

**Gráfico XXIX**  
Histograma de la variable Becarios de  
Investigación  
FIMCM





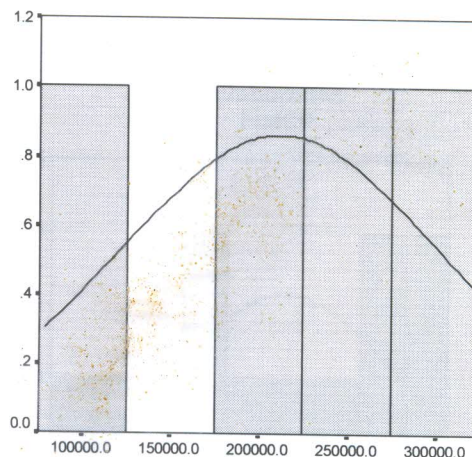
#### 4.4.10 Ingresos por Matrículas y Registros

La FIMCM presento unos ingresos medios de aproximadamente \$212,000 en el período muestral establecido. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXXII**  
Parámetros de la variable  
Ingresos por Matrículas  
FIMCM

IM	
Mínimo	84,333.56
Máximo	293,817.99
Rango	209,484.43
Mediana	235,016.23
Media	212,046.00
I. C. Media 95% (Sup)	358,691.39
I. C. Media 95% (Inf)	65,400.61
Desv. Estándar	92,158.92
Varianza	8,493,270,000.00
Sesgo	-1.20
Kurtosis	1.14

**Gráfico XXX**  
Histograma de la variable Ingresos por  
Matrículas  
FIMCM



## 5.5 Análisis Univariado para la FIMCP

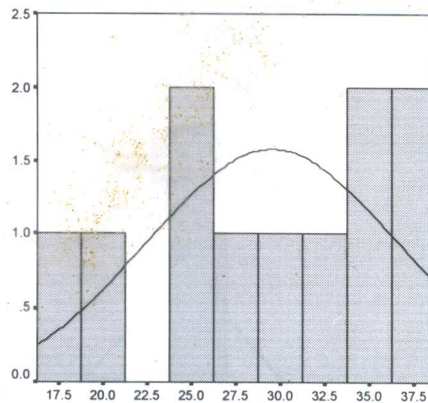
### 4.5.1 Tesis Elaboradas

Para esta variable, los datos conseguidos en la FIMCP, mostraron como mínimo 18 tesis generadas al año, y un máximo de 38, además marcan que en el 50% de los años escogidos se elaboraron al menos 31 tesis; la media nos es muy diferente ya que marca 29.55, es decir aproximadamente 30 de estas anualmente. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXXIII**  
**Parámetros de la variable**  
**Tesis Elaboradas**  
**FIMCP**

TE	
Mínimo	18.00
Máximo	38.00
Rango	20.00
Mediana	31.00
Media	29.55
I. C. Media 95% (Sup)	34.20
I. C. Media 95% (Inf)	24.89
Desv. Estándar	6.93
Varianza	48.07
Sesgo	-0.32
Kurtosis	-1.26

**Gráfico XXXI**  
**Histograma de la variable Tesis**  
**Elaboradas**  
**FIMCP**



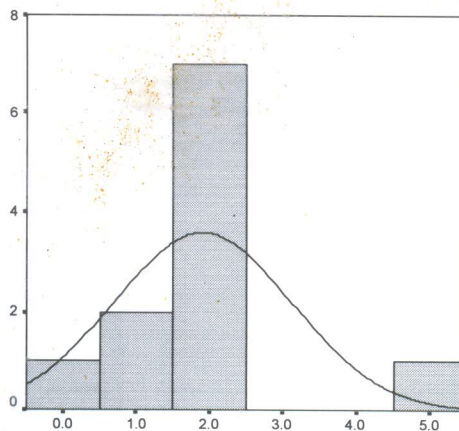
#### 4.5.2 Publicaciones Realizadas

Un máximo de 5 publicaciones se realizaron en los once años muestrales tomados en esta facultad. Las medidas de tendencia central se hayan bastante cercanas siendo la mediana de 2 publicaciones y la media indica 1.91 de los mismas efectuadas al año. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXXIV**  
Parámetros de la variable  
Publicaciones Realizadas  
FIMCP

PR	
Mínimo	0.00
Máximo	5.00
Rango	5.00
Mediana	2.00
Media	1.91
I. C. Media 95% (Sup)	2.73
I. C. Media 95% (Inf)	1.09
Desv. Estándar	1.22
Varianza	1.49
Sesgo	1.42
Kurtosis	4.57

**Gráfico XXXII**  
Histograma de la variable  
Publicaciones Realizadas  
FIMCP





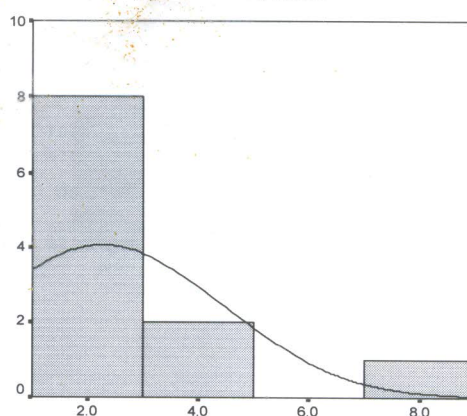
### 4.5.3 Eventos Científicos Organizados

Para esta variable, se obtuvo que la menor cantidad de eventos que se llevaron a cabo en los once años que se tomaron como muestra fue de 1 y la mayor cantidad fue de 8 de estos eventos, La mediana nos indica que al menos el 50% de los años se efectuó al menos 1 evento, la media es apenas superior a 2 (2.27). Las medidas de simetría y "picudez" hablan con un sesgo positivo lo que indica una acumulación hacia la izquierda de la media y una curtosis grande y positiva e indica que la curva es leptocúrtica. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXXV**  
Parámetros de la variable  
Eventos Científicos  
FIMCP

ECO	
Mínimo	1.00
Máximo	8.00
Rango	7.00
Mediana	1.00
Media	2.27
I. C. Media 95% (Sup)	3.72
I. C. Media 95% (Inf)	0.83
Desv. Estándar	2.15
Varianza	4.62
Sesgo	2.23
Kurtosis	5.30

**Gráfico XXXIII**  
Histograma de la variable Eventos  
Científicos  
FIMCP





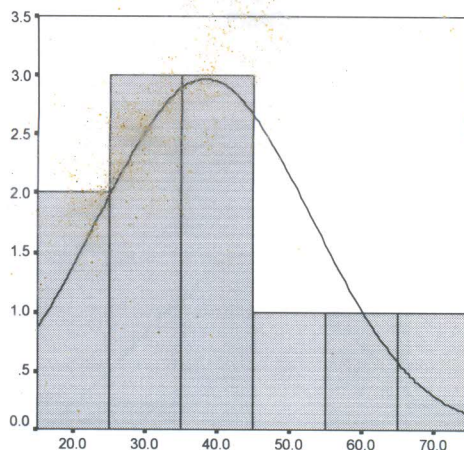
#### 4.5.4 Número de Graduados

La FIMCP, graduó al menos 21 profesionales en los once años muestrales y un máximo de 68, la muestra establece una mediana de 36 y una media de 38.27 profesionales graduados anualmente, el sesgo es positivo lo que confirma que los datos se encuentran a la izquierda de la media. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXXVI**  
**Parámetros de la variable**  
**Número de Graduados**  
**FIMCP**

NG	
Mínimo	21.00
Máximo	68.00
Rango	47.00
Mediana	36.00
Media	38.27
I. C. Media 95% (Sup)	48.19
I. C. Media 95% (Inf)	28.36
Desv. Estándar	14.76
Varianza	217.82
Sesgo	0.91
Kurtosis	0.25

**Gráfico XXXIV**  
**Histograma de la variable Número de**  
**Graduados**  
**FIMCP**



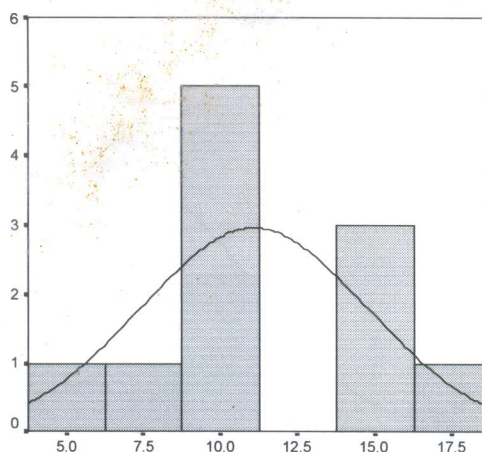
#### 4.5.5 Seminarios Impartidos

En esta facultad se impartieron en un año el máximo 18 seminarios, la muestra denota una probabilidad de 0.5 de que en un año se ofrezcan por lo menos 10 seminarios, la media es apenas superior a 11 seminarios desarrollados anualmente, siendo una curva con muy poco sesgo hacia la izquierda. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXXVII**  
Parámetros de la variable  
Seminarios Impartidos  
FIMCP

SI	
Mínimo	6.00
Máximo	18.00
Rango	12.00
Mediana	10.00
Media	11.09
I. C. Media 95% (Sup)	13.58
I. C. Media 95% (Inf)	8.61
Desv. Estándar	3.70
Varianza	13.69
Sesgo	0.51
Kurtosis	-0.58

**Gráfico XXXV**  
Histograma de la variable Seminarios  
Impartidos  
FIMCP



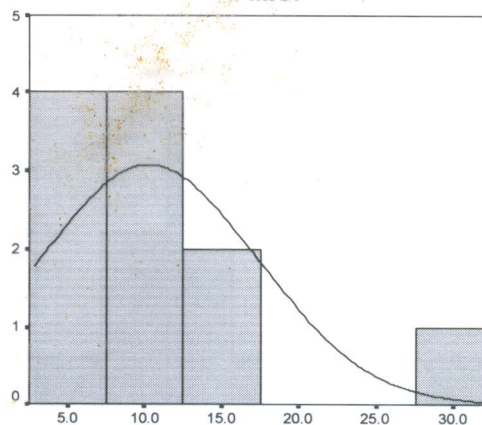
#### 4.5.6 Proyectos de Investigación

En esta unidad académica se registraron como mínimo cuatro proyectos en el período muestral establecido y un máximo de 29, Las medidas de tendencia central alcanzaron valores no muy similares, tomando la mediana un valor de 8 y la media un valor de 10.27 proyectos de investigación efectuados de manera anual. El sesgo nos dice de una distribución sesgada a la izquierda. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXXVIII**  
**Parámetros de la variable**  
**Proyectos de Investigación**  
**FIMCP**

PI	
Mínimo	4.00
Máximo	29.00
Rango	25.00
Mediana	8.00
Media	10.27
I. C. Media 95% (Sup)	15.06
I. C. Media 95% (Inf)	5.48
Desv. Estándar	7.13
Varianza	50.82
Sesgo	2.06
Kurtosis	4.85

**Gráfico XXXVI**  
**Histograma de la variable Proyectos**  
**de Investigación**  
**FIMCP**





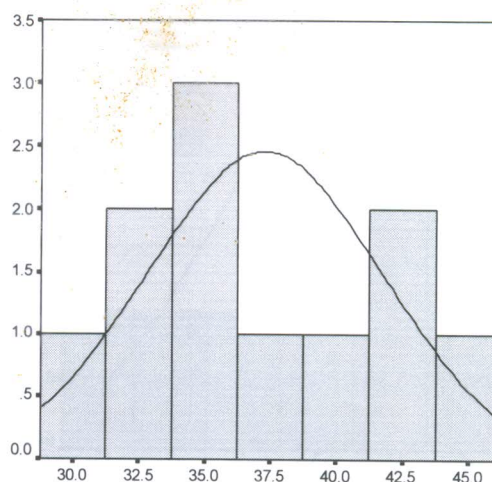
#### 4.5.7 Catedráticos a Tiempo Completo

La cantidad de catedráticos a tiempo completo en esta facultad oscilaron entre 30 y 44. La media se ubicó en 37.25 profesores con esta característica, apenas diferente de la mediana que obtuvo un valor de 36. Además el sesgo indica que los datos se encuentran con mayor frecuencia hacia la izquierda de la media. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XXXIX**  
Parámetros de la variable  
Catedráticos a tiempo  
Completo  
FIMCP

CTC	
Mínimo	30.00
Máximo	44.00
Rango	14.00
Mediana	36.00
Media	37.27
I. C. Media 95% (Sup)	40.26
I. C. Media 95% (Inf)	34.28
Desv. Estándar	4.45
Varianza	19.82
Sesgo	0.03
Kurtosis	-1.03

**Gráfico XXXVII**  
Histograma de la variable Catedráticos  
a tiempo Completo  
FIMCP





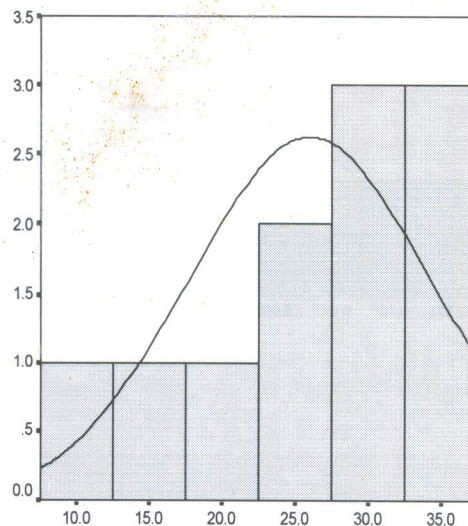
#### 4.5.8 Catedráticos Con Título de Postgrado

En el período de 1993 a 2003 se registró un mínimo de 14 profesores con título de postgrado y un máximo de 28. Los valores de la media y mediana resultaron similares (22.64 y 22 respectivamente). El resto de los parámetros y el gráfico respectivo se los aprecia a continuación.

**Tabla XL**  
Parámetros de la variable  
Catedráticos Con Título de  
Postgrado  
FIMCP

CTP	
Mínimo	14.00
Máximo	28.00
Rango	14.00
Mediana	22.00
Media	22.64
I. C. Media 95% (Sup)	25.51
I. C. Media 95% (Inf)	19.77
Desv. Estándar	4.27
Varianza	18.26
Sesgo	-0.80
Kurtosis	0.25

**Gráfico XXXVIII**  
Histograma de la variable Catedráticos  
Con Título de Postgrado  
FIMCP



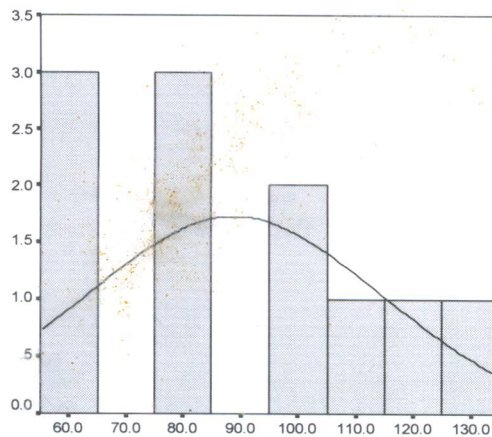
#### 4.5.9 Becarios de Investigación

La tabla XX, muestra los valores que se calcularon para los diferentes parámetros de la variable que hace referencia a los becarios. Se destaca que los valores de media y mediana no son muy similares (88.91 y 83 respectivamente), lo que nos indica junto con la desviación estándar que hay gran dispersión de los datos. El resto de los parámetros y el gráfico respectivo se los aprecia a continuación.

**Tabla XLI**  
Parámetros de la variable  
Becarios de Investigación  
FIMCP

BI	
Mínimo	57.00
Máximo	127.00
Rango	70.00
Mediana	83.00
Media	88.91
I. C. Media 95% (Sup)	106.00
I. C. Media 95% (Inf)	71.82
Desv. Estándar	25.44
Varianza	647.09
Sesgo	0.22
Curtosis	-1.35

**Gráfico XXXIX**  
Histograma de la variable Becarios de  
Investigación  
FIMCP



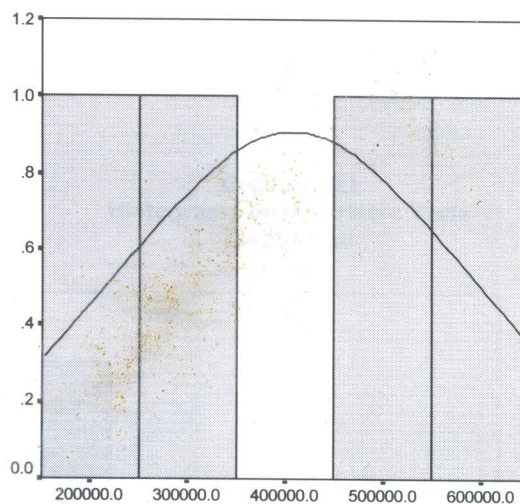
#### 4.5.10 Ingresos por Matriculas y Registros

Esta variable que pertenece al grupo que denominamos recursos, presentó un mínimo de \$197,360.88 de ingreso para la FIMCP y un máximo de \$598,922.62. La media tomó el valor de \$407,655.81. El resto de los parámetros y el gráfico respectivo se los aprecia a continuación.

**Tabla XLII**  
**Parámetros de la variable**  
**Ingresos por Matriculas**  
**FIMCP**

IM	
Mínimo	197,360.88
Máximo	598,922.62
Rango	401,561.74
Mediana	417,169.86
Media	407,655.81
I. C. Media 95% (Sup)	686,944.02
I. C. Media 95% (Inf)	128,367.59
Desv. Estándar	175,517.96
Varianza	30,806,600,000.00
Sesgo	-0.24
Kurtosis	-1.68

**Gráfico XL**  
**Histograma de la variable Ingresos por**  
**Matriculas**  
**FIMCP**





## 4.6 Análisis Univariado para el ICHE

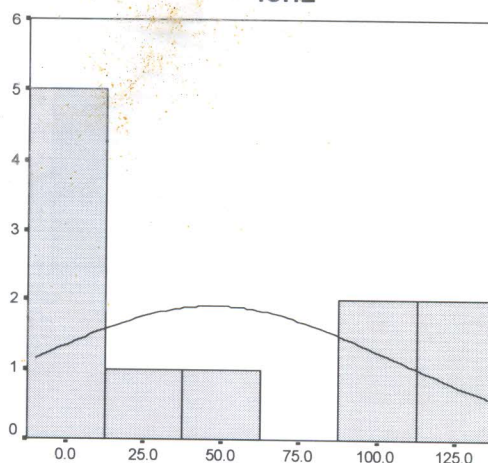
### 4.6.1 Tesis Elaboradas

Para esta variable los datos conseguidos en el ICHE, mostraron como mínimo 0 tesis generadas al año, y un máximo de 135, además marcan que en el 50% de los años escogidos se elaboraron al menos 14 tesis; la media es muy diferente ya que marca 47.55, es decir, una distribución poco centrada. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XLIII**  
Parámetros de la variable  
Tesis Elaboradas  
ICHE

TE	
Mínimo	0.00
Máximo	135.00
Rango	135.00
Mediana	14.00
Media	47.55
I. C. Media 95% (Sup)	86.15
I. C. Media 95% (Inf)	8.94
Desv. Estándar	57.47
Varianza	3,302.27
Sesgo	0.63
Kurtosis	-1.70

**Gráfico XLI**  
Histograma de la variable Tesis  
Elaboradas  
ICHE





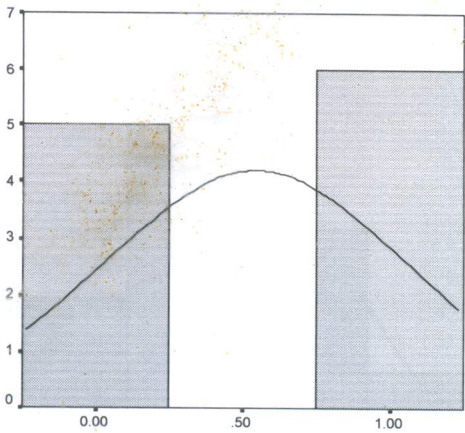
4.6.2 Publicaciones Realizadas

El ICHE realizó en los 11 años de muestra sólo como máximo 1 publicación anual. Las medidas de tendencia central se hayan relativamente cercanas siendo la mediana de 1 publicación y la media indica 0.55 publicaciones efectuadas al año. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

Tabla XLIV  
Parámetros de la variable  
Publicaciones Realizadas  
ICHE

PR	
Mínimo	0.00
Máximo	1.00
Rango	1.00
Mediana	1.00
Media	0.55
I. C. Media 95% (Sup)	0.90
I. C. Media 95% (Inf)	0.20
Desv. Estándar	0.52
Varianza	0.27
Sesgo	-0.21
Kurtosis	-2.44

Gráfico XLII  
Histograma de la variable  
Publicaciones Realizadas  
ICHE



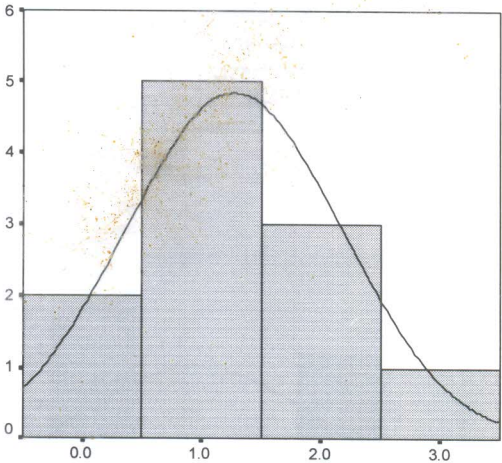
4.6.3 Eventos Científicos Organizados

En este instituto se llevaron a cabo en un año el máximo 3 eventos científicos, la muestra denota una probabilidad de 0.5 de que en un año se realice por lo menos 1 evento, la media es de 1.27 eventos organizados anualmente, siendo una curva con muy poco sesgo hacia la derecha. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

Tabla XLV  
Parámetros de la variable  
Eventos Científicos  
ICHE

ECO	
Mínimo	0.00
Máximo	3.00
Rango	3.00
Mediana	1.00
Media	1.27
I. C. Media 95% (Sup)	1.88
I. C. Media 95% (Inf)	0.67
Desv. Estándar	0.91
Varianza	0.82
Sesgo	0.34
Kurtosis	-0.05

Gráfico XLIII  
Histograma de la variable Eventos  
Científicos  
ICHE



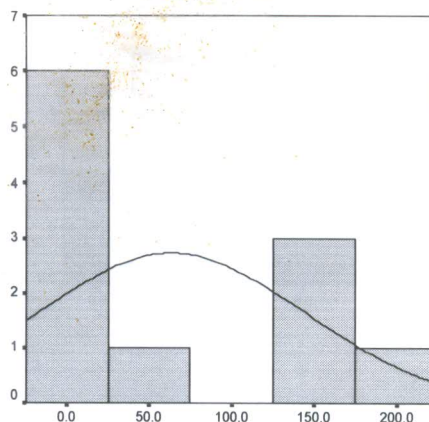
#### 4.6.4 Número de Graduados

En esta unidad académica se registraron un máximo de 219 profesionales graduados, cabe resaltar que este instituto registró sus primeros titulados a partir del año 1998. Las medidas de tendencia central alcanzaron valores bastante diferentes, tomando la mediana un valor de 16 y la media un valor de 63.46 graduados de manera anual. El sesgo nos dice de una distribución sesgada a la derecha. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XLVI**  
**Parámetros de la variable**  
**Número de Graduados**  
**ICHE**

NG	
Mínimo	0.00
Máximo	219.00
Rango	219.00
Mediana	16.00
Media	63.46
I. C. Media 95% (Sup)	117.36
I. C. Media 95% (Inf)	9.55
Desv. Estándar	80.24
Varianza	6,438.87
Sesgo	0.90
Kurtosis	-0.68

**Gráfico XLIV**  
**Histograma de la variable Número de**  
**Graduados**  
**ICHE**





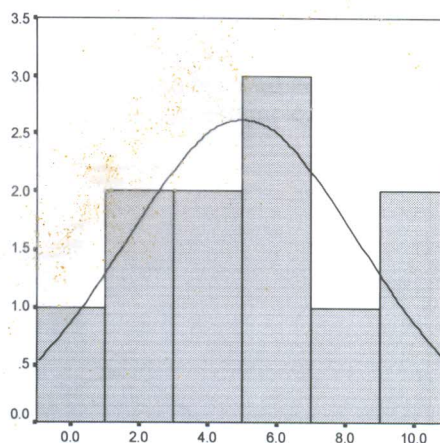
#### 4.6.5 Seminarios Impartidos

Los datos proporcionados por esta unidad académica, mostraron como máximo 10 seminarios ofrecidos al año, además muestran que en el 50% de los años escogidos se dictaron al menos 6 de estos; la media nos es muy diferente ya que marca 5. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XLVII**  
**Parámetros de la variable**  
**Seminarios Impartidos**  
**ICHE**

SI	
Mínimo	0.00
Máximo	10.00
Rango	10.00
Mediana	6.00
Media	5.00
I. C. Media 95% (Sup)	7.25
I. C. Media 95% (Inf)	2.75
Desv. Estándar	3.35
Varianza	11.20
Sesgo	-0.12
Kurtosis	-1.09

**Gráfico XLV**  
**Histograma de la variable Seminarios**  
**Impartidos**  
**ICHE**





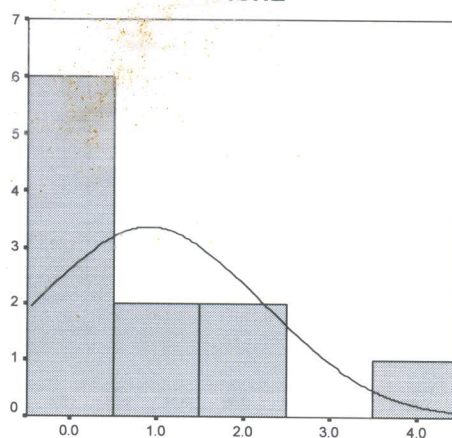
#### 4.6.6 Proyectos de Investigación

Un máximo de 4 proyectos de investigación se emprendieron en los once años muestrales tomados en esta unidad. Las medidas de tendencia central se hayan bastante cercanas siendo la mediana de 0 publicaciones y la media indica 0.91 proyectos desarrollados en el período muestral analizado. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XLVIII**  
Parámetros de la variable  
Proyectos de Investigación  
ICHE

PI	
Mínimo	0.00
Máximo	4.00
Rango	4.00
Mediana	0.00
Media	0.91
I. C. Media 95% (Sup)	1.78
I. C. Media 95% (Inf)	0.04
Desv. Estándar	1.30
Varianza	1.69
Sesgo	1.54
Kurtosis	2.13

**Gráfico XLVI**  
Histograma de la variable Proyectos  
de Investigación  
ICHE



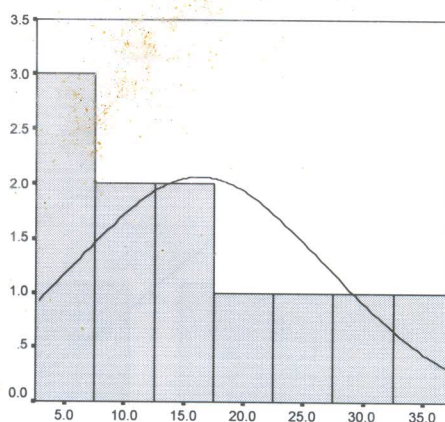
#### 4.6.7 Catedráticos a Tiempo Completo

En cuanto a profesores de tiempo completo en el ICHE, se encontró que tuvo como mínimo 5 profesores con la mencionada característica con un aumento máximo de 36. La media aritmética fue 16.27 catedráticos a tiempo completo, además la mediana nos permite conocer que el 50% de los años hubo al menos 13 profesores con la mencionada característica. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla XLIX**  
Parámetros de la variable  
Catedráticos a tiempo  
Completo  
ICHE

CTC	
Mínimo	5.00
Máximo	36.00
Rango	31.00
Mediana	13.00
Media	16.27
I. C. Media 95% (Sup)	23.40
I. C. Media 95% (Inf)	9.15
Desv. Estándar	10.60
Varianza	112.42
Sesgo	0.87
Kurtosis	-0.59

**Gráfico XLVII**  
Histograma de la variable Catedráticos  
a tiempo Completo  
ICHE



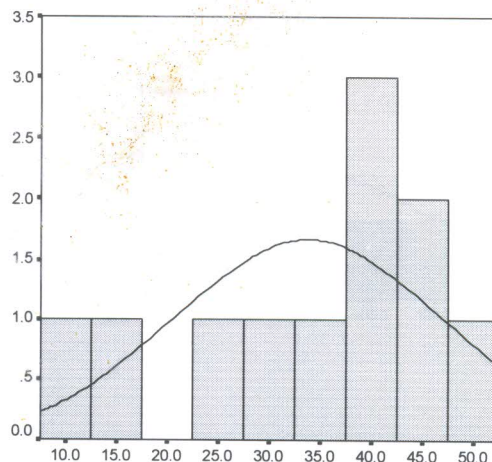
#### 4.6.8 Catedráticos Con Título de Postgrado

En los once años tomados como muestra se destaca un mínimo de 9 profesores con título de postgrado, además esta cifra casi se cuadruplica como máximo. La media indica 26 siendo apenas diferente de mediana que denota que hubo por lo menos 29 profesores con la mencionada característica, en la mitad de los años muestrales. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla L**  
Parámetros de la variable  
Catedráticos Con Título de  
Postgrado  
ICHE

CTP	
Mínimo	9.00
Máximo	35.00
Rango	26.00
Mediana	29.00
Media	26.00
I. C. Media 95% (Sup)	31.61
I. C. Media 95% (Inf)	20.39
Desv. Estándar	8.36
Varianza	69.80
Sesgo	-0.99
Kurtosis	0.00

**Gráfico XLVIII**  
Histograma de la variable Catedráticos  
Con Título de Postgrado  
ICHE





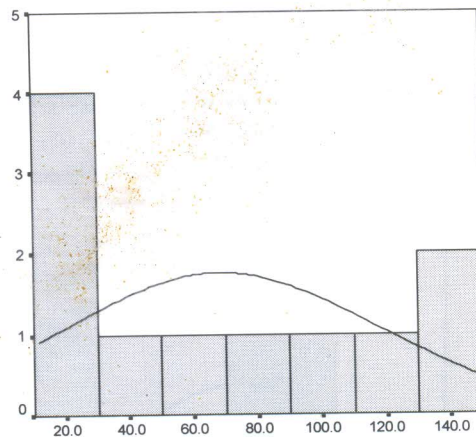
#### 4.6.9 Becarios de Investigación

La tabla XX, nos detalla valores casi idénticos para media y mediana (68.46 y 54 respectivamente) lo que indicaría que la distribución de probabilidad tiene una gran dispersión respecto de la media esto lo confirma la desviación estándar (49.86). El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla LI**  
**Parámetros de la variable**  
**Becarios de Investigación**  
**ICHE**

BI	
Mínimo	11.00
Máximo	136.00
Rango	125.00
Mediana	54.00
Media	68.46
I. C. Media 95% (Sup)	101.95
I. C. Media 95% (Inf)	34.96
Desv. Estándar	49.86
Varianza	2,486.07
Sesgo	0.30
Kurtosis	-1.83

**GráficoXLIX**  
**Histograma de la variable Becarios de**  
**Investigación**  
**ICHE**





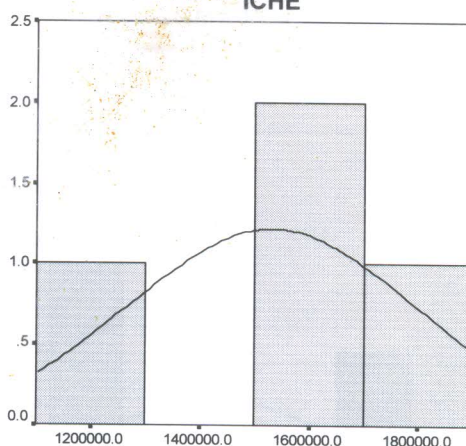
#### 4.6.10 Ingresos por Matrículas y Registros

En el hipotético caso de que tuviéramos otros once años similares a los tomados como muestra, los intervalos de confianza que se obtuvieron para la media, indican que los mencionados ingresos estarían entre \$1,116,005.32 y \$ 1,948,348.57 puesto que para esta ocasión la media se ubicó en \$1,532,176.94 El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla LII**  
**Parámetros de la variable**  
**Ingresos por Matrículas**  
**ICHE**

IM	
Mínimo	1,167,227.98
Máximo	1,768,766.60
Rango	601,538.62
Mediana	1,596,356.60
Media	1,532,176.94
I. C. Media 95% (Sup)	1,948,348.57
I. C. Media 95% (Inf)	1,116,005.32
Desv. Estándar	261,541.98
Varianza	68,404,200,000.00
Sesgo	-1.24
Kurtosis	1.55

**Gráfico L**  
**Histograma de la variable Ingresos por**  
**Matrículas**  
**ICHE**



## 4.7 Análisis Univariado para el ICM

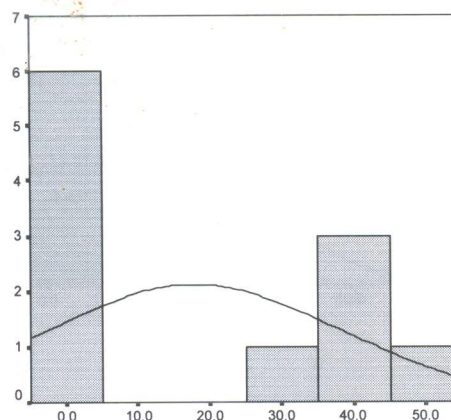
### 4.7.1 Tesis Elaboradas

Esta unidad académica presentó tesis a partir del año 1999, las que presentaron en los once años muestrales un máximo de 46 tesis elaboradas. Por la razón en principio expuesta las medidas de tendencia central se notan muy dispares indicando para la mediana un valor de 0 y de 17.76 tesis elaboradas anualmente. De todas formas el sesgo se muestra muy poco hacia la derecha de la media (0.30). El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla LIII**  
**Parámetros de la variable**  
**Tesis Elaboradas**  
**ICM**

TE	
Mínimo	0.00
Máximo	46.00
Rango	46.00
Mediana	0.00
Media	17.73
I. C. Media 95% (Sup)	31.60
I. C. Media 95% (Inf)	3.86
Desv. Estándar	20.65
Varianza	426.22
Sesgo	0.30
Kurtosis	-2.23

**Gráfico LI**  
**Histograma de la variable Tesis**  
**Elaboradas**  
**ICM**



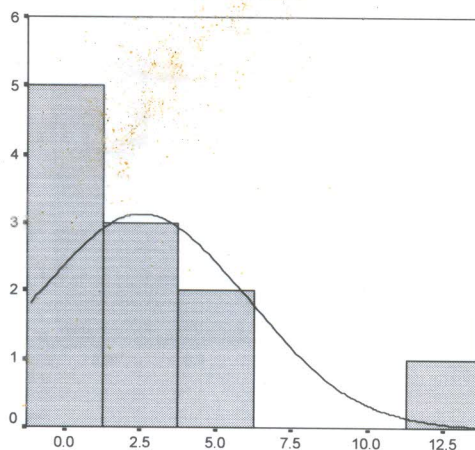
#### 4.7.2 Publicaciones Realizadas

El ICM registró un máximo de 12 publicaciones anuales, en los 11 años de muestra. Las medidas de tendencia central se encuentran relativamente cercanas siendo la mediana de 2 publicación y la media indica 2.55 publicaciones efectuadas al año. Se nota también que los datos se encuentran sesgados a la derecha. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla LIV**  
**Parámetros de la variable**  
**Publicaciones Realizadas**  
**ICM**

PR	
Mínimo	0.00
Máximo	12.00
Rango	12.00
Mediana	2.00
Media	2.55
I. C. Media 95% (Sup)	4.90
I. C. Media 95% (Inf)	0.19
Desv. Estándar	3.50
Varianza	12.27
Sesgo	2.22
Kurtosis	5.78

**Gráfico LII**  
**Histograma de la variable Eventos**  
**Científicos**  
**ICM**



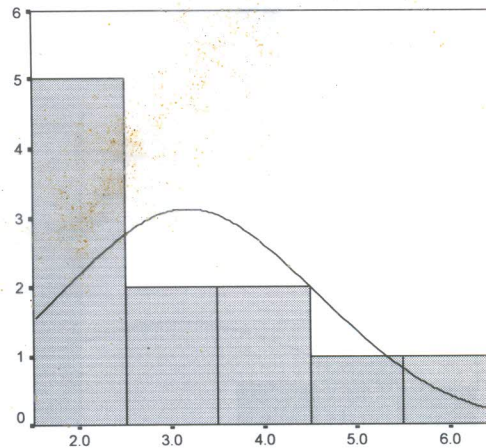
### 4.7.3 Eventos Científicos Organizados

En este instituto se llevaron a cabo en un año el máximo 6 eventos científicos, la muestra denota una probabilidad de 0.5 de que en un año se realice por lo menos 3 eventos, la media es de 3.18 eventos organizados anualmente, siendo una curva con muy poco sesgo hacia la derecha. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla LV**  
Parámetros de la variable  
Eventos Científicos  
ICM

ECO	
Mínimo	2.00
Máximo	6.00
Rango	4.00
Mediana	3.00
Media	3.18
I. C. Media 95% (Sup)	4.12
I. C. Media 95% (Inf)	2.24
Desv. Estándar	1.40
Varianza	1.96
Sesgo	0.94
Kurtosis	-0.14

**Gráfico LIII**  
Histograma de la variable Eventos  
Científicos  
ICM





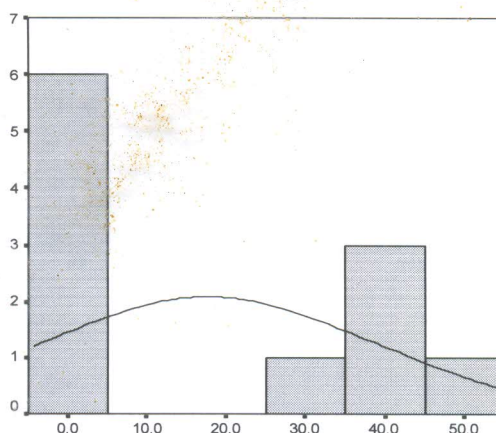
#### 4.7.4 Número de Graduados

En el ICM se registraron un máximo de 51 profesionales titulados, hay que resaltar que este instituto registró sus primeros graduados a partir del año 1999. Las medidas de tendencia central alcanzaron valores muy diferentes, tomando la mediana un valor de 0 y la media un valor de 17.73 graduados de manera anual. El sesgo nos dice de una distribución acumulada a la derecha. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla LVI**  
Parámetros de la variable  
Número de Graduados  
ICM

NG	
Mínimo	0.00
Máximo	51.00
Rango	51.00
Mediana	0.00
Media	17.73
I. C. Media 95% (Sup)	31.84
I. C. Media 95% (Inf)	3.62
Desv. Estándar	21.01
Varianza	441.22
Sesgo	0.43
Kurtosis	-1.89

**Gráfico LIV**  
Histograma de la variable Número de  
Graduados  
ICM



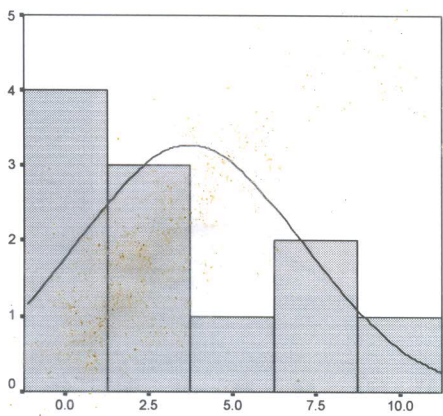
4.7.5 Seminarios Impartidos

Según se encontró en los registros el ICM mostró como máximo 10 seminarios ofrecidos al año, además muestran que en el 50% de los años escogidos se dictaron al menos 2 de estos; la media nos es muy diferente ya que indica 3.73. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

Tabla LVII  
Parámetros de la variable  
Seminarios Impartidos  
ICM

SI	
Mínimo	1.00
Máximo	10.00
Rango	9.00
Mediana	2.00
Media	3.73
I. C. Media 95% (Sup)	5.98
I. C. Media 95% (Inf)	1.48
Desv. Estándar	3.35
Varianza	11.22
Sesgo	0.90
Kurtosis	-0.86

Gráfico LV  
Histograma de la variable Seminarios  
Impartidos  
ICM



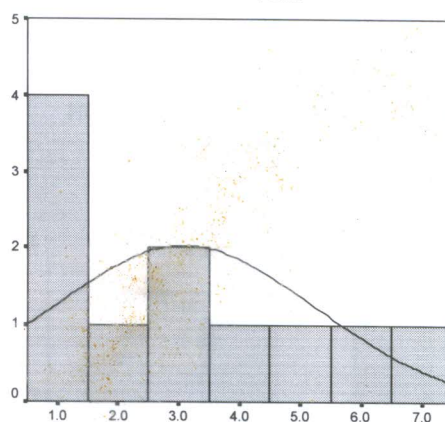
#### 4.7.6 Proyectos de Investigación

Un máximo de 7 proyectos de investigación se emprendieron en los once años muestrales tomados en esta unidad. Las medidas de tendencia central se hayan bastante cercanas siendo la mediana de 3 publicaciones y la media indica 3.09 proyectos desarrollados en el período muestral analizado. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla LVIII**  
Parámetros de la variable  
Proyectos de Investigación  
ICM

PI	
Mínimo	1.00
Máximo	7.00
Rango	6.00
Mediana	3.00
Media	3.09
I. C. Media 95% (Sup)	4.55
I. C. Media 95% (Inf)	1.64
Desv. Estándar	2.17
Varianza	4.69
Sesgo	0.65
Kurtosis	-0.86

**Gráfico LVI**  
Histograma de la variable Proyectos  
de Investigación  
ICM



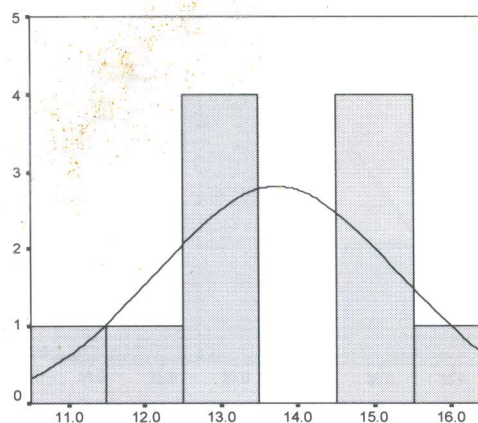
#### 4.7.7 Catedráticos a Tiempo Completo

En el 50% de los años tomados como muestra se registraron al menos 13 profesores que laboran a tiempo completo. Este valor es bastante cercano al obtenido para la media que es de 13.73 profesores que cumplen la mencionada característica. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla LIX**  
Parámetros de la variable  
Catedráticos a tiempo  
Completo  
ICM

CTC	
Mínimo	11.00
Máximo	16.00
Rango	5.00
Mediana	13.00
Media	13.73
I. C. Media 95% (Sup)	14.77
I. C. Media 95% (Inf)	12.68
Desv. Estándar	1.56
Varianza	2.42
Sesgo	-0.23
Kurtosis	-0.95

**Gráfico LVII**  
Histograma de la variable Catedráticos  
a tiempo Completo  
ICM





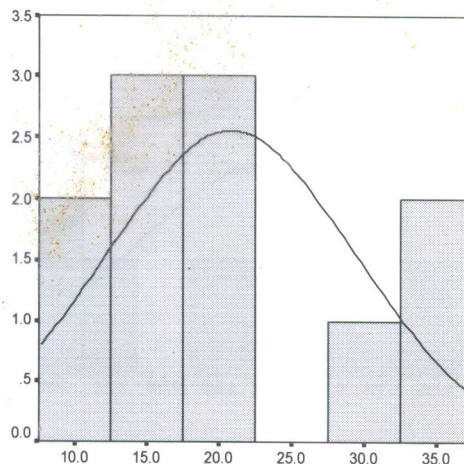
#### 4.7.8 Catedráticos Con Título de Postgrado

En el período de 1993 a 2003 se registró un mínimo de 12 profesores con título de postgrado y un máximo de 35. Los valores de la media y mediana resultaron similares (20.82 y 19 respectivamente). El resto de los parámetros y el gráfico respectivo se los aprecia a continuación.

**Tabla LX**  
Parámetros de la variable  
Catedráticos Con Título de  
Postgrado  
ICM

CTP	
Mínimo	12.00
Máximo	35.00
Rango	23.00
Mediana	19.00
Media	20.82
I. C. Media 95% (Sup)	26.58
I. C. Media 95% (Inf)	15.06
Desv. Estándar	8.58
Varianza	73.56
Sesgo	0.81
Kurtosis	-0.70

**Gráfico LVIII**  
Histograma de la variable Catedráticos  
Con Título de Postgrado  
ICM



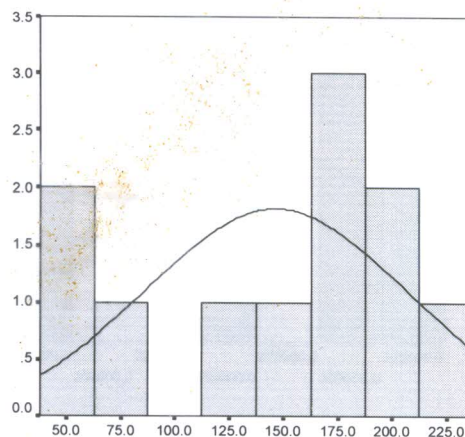
#### 4.7.9 Becarios de Investigación

Los valores para la media y la mediana obtenidos fueron bastante diferentes (146 y 177 respectivamente), según se obtuvo entre los cálculos de los principales parámetros, de esta variable. Por otro lado el sesgo nos dice de una distribución con acumulación de datos hacia la derecha de la media. El resto de los parámetros y un histograma ilustrativo se los aprecia a continuación.

**Tabla LXI**  
**Parámetros de la variable**  
**Becarios de Investigación**  
**ICM**

BI	
Mínimo	51.00
Máximo	214.00
Rango	163.00
Mediana	177.00
Media	146.46
I. C. Media 95% (Sup)	186.89
I. C. Media 95% (Inf)	106.02
Desv. Estándar	60.19
Varianza	3,623.07
Sesgo	-0.71
Kurtosis	-1.21

**Gráfico LIX**  
**Histograma de la variable Becarios de**  
**Investigación**  
**ICM**



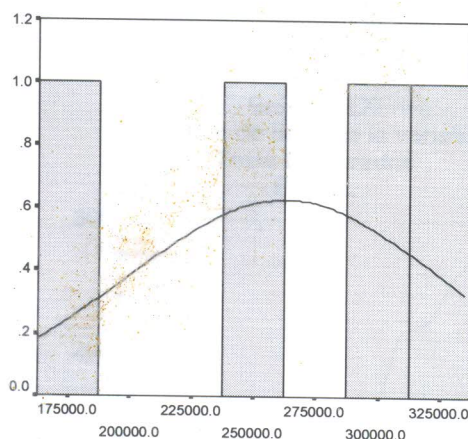
#### 4.7.10 Ingresos por Matrículas y Registros

Esta variable que pertenece al grupo que denominamos recursos, presentó un mínimo de \$175,209.70 de ingreso para el ICM y un máximo de \$316,570.95. La media tomó el valor de \$262,735.72. El resto de los parámetros y el gráfico respectivo se los aprecia a continuación.

**Tabla LXII**  
**Parámetros de la variable**  
**Ingresos por Matrículas**  
**ICM**

IM	
Mínimo	175,209.70
Máximo	316,570.95
Rango	141,361.25
Mediana	279,581.11
Media	262,735.72
I. C. Media 95% (Sup)	363,877.36
I. C. Media 95% (Inf)	161,594.08
Desv. Estándar	63,562.20
Varianza	4,040,150,000.00
Sesgo	-1.18
Kurtosis	0.68

**Gráfico LX**  
**Histograma de la variable Ingresos por**  
**Matrículas**  
**ICM**



## 4.8 Análisis Univariado para la ESPOL

### 4.8.1 Tesis Elaboradas

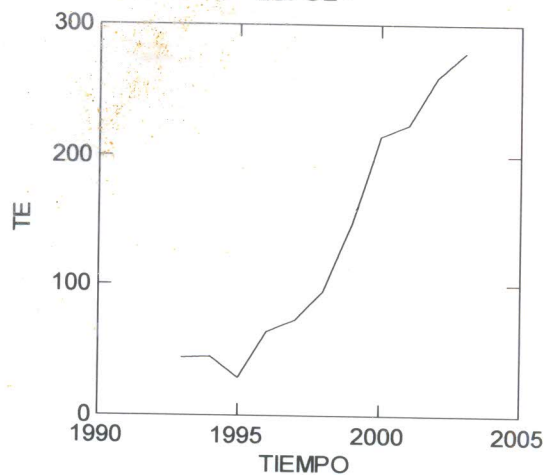
En promedio, las unidades académicas de la ESPOL en conjunto han elaborado un aproximado de 134 tesis, la estimación obtenida para la mediana en los once años muestrales no indica una probabilidad de 0.5 de que en un año se realicen al menos 95 tesis.

Un gráfico de línea nos permite visualizar el comportamiento de esta variable. La tabla LXIII muestra el resto de parámetros estimados.

**Tabla LXIII**  
Parámetros de la variable  
Tesis Elaboradas  
ESPOL

TE	
Mínimo	29.00
Máximo	279.00
Rango	250.00
Mediana	95.00
Media	134.09
I. C. Media 95% (Sup)	197.44
I. C. Media 95% (Inf)	70.74
Desv. Estándar	94.30
Varianza	8,891.89
Sesgo	0.45
Kurtosis	-1.64

**Gráfico LXI**  
Gráfico de línea de la variable  
Tesis Elaboradas  
ESPOL





#### 4.8.2 Publicaciones Realizadas

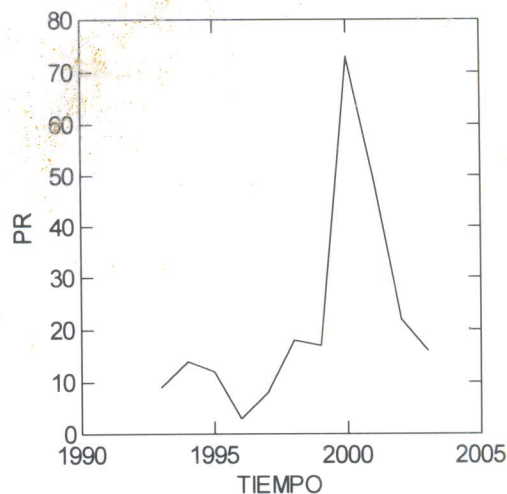
Las unidades académicas de la ESPOL publicaron un máximo de 73 publicaciones, entre revistas, libros o diferentes artículos científicos, en los once años tomados como muestra, se realizó un promedio de 22 publicaciones al año. Siendo el año 1996 el año en que menos publicaciones se realizaron (3).

Un gráfico de línea nos permite visualizar el comportamiento de esta variable. La tabla LXIV muestra el resto de parámetros estimados.

**Tabla LXIV**  
Parámetros de la variable  
Publicaciones Realizadas  
ESPOL

PR	
Mínimo	3.00
Máximo	73.00
Rango	70.00
Mediana	16.00
Media	21.91
I. C. Media 95% (Sup)	35.84
I. C. Media 95% (Inf)	7.98
Desv. Estándar	20.73
Varianza	429.69
Sesgo	1.92
Kurtosis	3.34

**Gráfico LXII**  
Gráfico de línea de la variable  
Publicaciones Realizadas  
ESPOL



### 4.8.3 Eventos Científicos Organizados

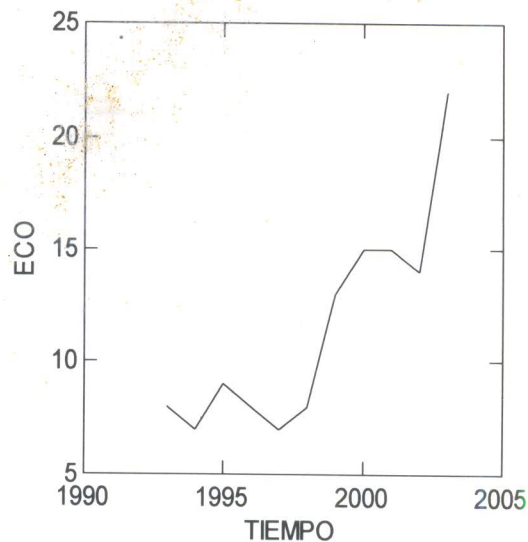
Los diferentes eventos científicos celebrados en la ESPOL, fueron como máximo 22 que se realizaron en el año 2003, un promedio de 11.46 eventos al año se realizaron entre todas las unidades académicas, encontrándose este valor con el 95% de confianza entre 8.26 y 14.65 eventos al año.

Un gráfico de línea nos permite visualizar el comportamiento de esta variable. La tabla LXV muestra el resto de parámetros estimados.

**Tabla LXV**  
Parámetros de la variable  
Eventos Científicos  
ESPOL

ECO	
Mínimo	7.00
Máximo	22.00
Rango	15.00
Mediana	9.00
Media	11.46
I. C. Media 95% (Sup)	14.65
I. C. Media 95% (Inf)	8.26
Desv. Estándar	4.76
Varianza	22.67
Sesgo	1.10
Kurtosis	0.82

**Gráfico LXIII**  
Gráfico de línea de la variable  
Eventos Científicos  
ESPOL



#### 4.8.4 Número de Graduados

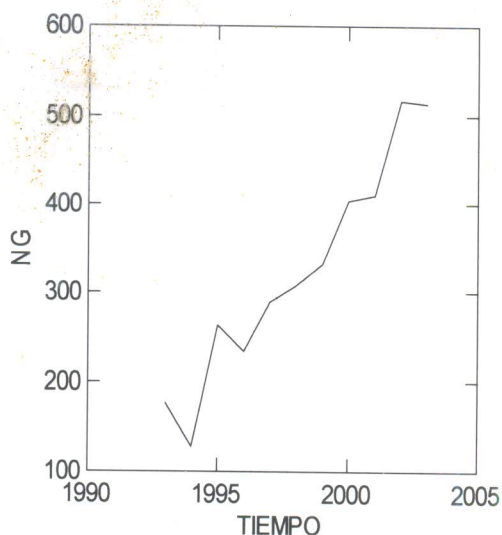
Los profesionales que se han graduado de las distintas carreras de la ESPOL alcanzaron su máximo valor (517) en el año 2002, con un promedio de 325 graduados al año, la mediana nos indica que al menos 50% de los años al menos 308 estudiantes obtuvieron su título profesional en la ESPOL.

Un gráfico de línea nos permite visualizar el comportamiento de esta variable. La tabla LXVI muestra el resto de parámetros estimados.

**Tabla LXVI**  
Parámetros de la variable  
Eventos Científicos  
ESPOL

NG	
Mínimo	128.00
Máximo	517.00
Rango	389.00
Mediana	308.00
Media	325.09
I. C. Media 95% (Sup)	410.21
I. C. Media 95% (Inf)	239.97
Desv. Estándar	126.70
Varianza	16,052.29
Sesgo	0.18
Kurtosis	-0.75

**Gráfico LXIV**  
Gráfico de línea de la variable  
Eventos Científicos  
ESPOL



#### 4.8.5 Seminarios Impartidos

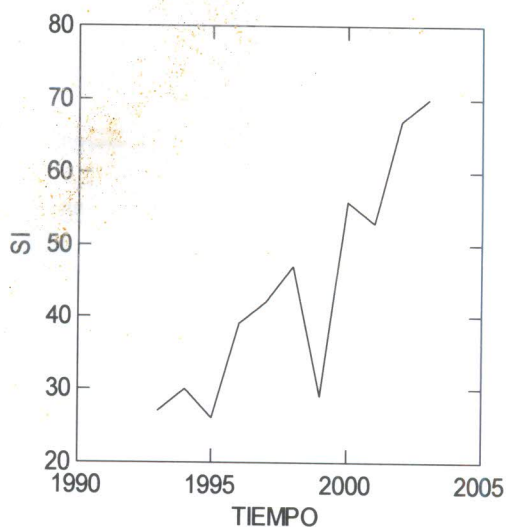
El año 2003 tuvo el máximo valor para esta variable, se impartieron 70 seminarios que abarcaron diferentes tópicos. La media aritmética muestra un valor de 44.18 seminarios impartidos al año con una desviación de 15.82 seminarios.

Un gráfico de línea nos permite visualizar el comportamiento de esta variable. La tabla LXVII muestra el resto de parámetros estimados.

**Tabla LXVII**  
Parámetros de la variable  
Seminarios Impartidos  
ESPOL

SI	
Mínimo	26.00
Máximo	70.00
Rango	44.00
Mediana	42.00
Media	44.18
I. C. Media 95% (Sup)	54.81
I. C. Media 95% (Inf)	33.56
Desv. Estándar	15.82
Varianza	250.16
Sesgo	0.43
Kurtosis	-1.14

**Gráfico LXV**  
Gráfico de línea de la variable  
Seminarios Impartidos  
ESPOL





#### 4.8.6 Proyectos de Investigación

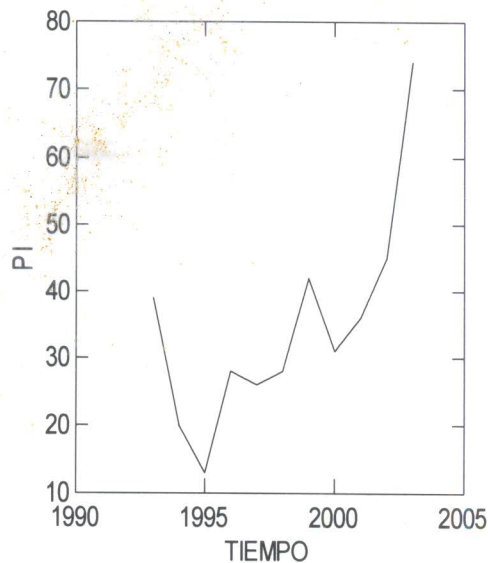
Una media estimada de 34.73 proyectos de investigación se desarrollaron en los once años muestrales, los cuales alcanzaron su máximo valor en el año 2003. La mediana nos indica una probabilidad de 0.5 de que se emprendan 31 de estos proyectos.

Un gráfico de línea nos permite visualizar el comportamiento de esta variable. La tabla LXVIII muestra el resto de parámetros estimados.

**Tabla LXVIII**  
Parámetros de la variable  
Proyectos de Investigación  
ESPOL

PI	
Mínimo	13.00
Máximo	74.00
Rango	61.00
Mediana	31.00
Media	34.73
I. C. Media 95% (Sup)	45.54
I. C. Media 95% (Inf)	23.92
Desv. Estándar	16.09
Varianza	259.02
Sesgo	1.39
Kurtosis	3.14

**Gráfico LXVI**  
Gráfico de línea de la variable  
Proyectos de Investigación  
ESPOL



#### 4.8.7 Catedráticos a Tiempo Completo

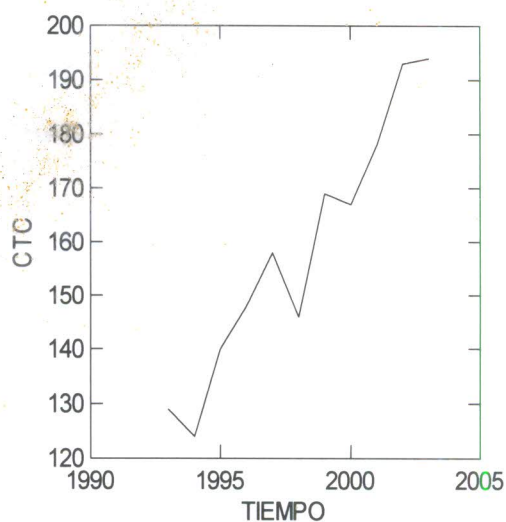
En el 50% de los años tomados como muestra se registraron al menos 158 profesores que laboran a tiempo completo. Este valor es igual al obtenido para la media. La cantidad mínima de profesores que cumplen la mencionada característica es de 124 y se registró en 1994.

Un gráfico de línea nos permite visualizar el comportamiento de esta variable. La tabla LXIX muestra el resto de parámetros estimados.

**Tabla LXIX**  
Parámetros de la variable  
Catedráticos a Tiempo Completo  
ESPOL

CTC	
Mínimo	124.00
Máximo	194.00
Rango	70.00
Mediana	158.00
Media	158.73
I. C. Media 95% (Sup)	174.74
I. C. Media 95% (Inf)	142.71
Desv. Estándar	23.84
Varianza	568.22
Sesgo	0.14
Kurtosis	-1.06

**Gráfico LXVII**  
Gráfico de línea de la variable  
Catedráticos a Tiempo Completo  
ESPOL



#### 4.8.8 Catedráticos Con Título de Postgrado

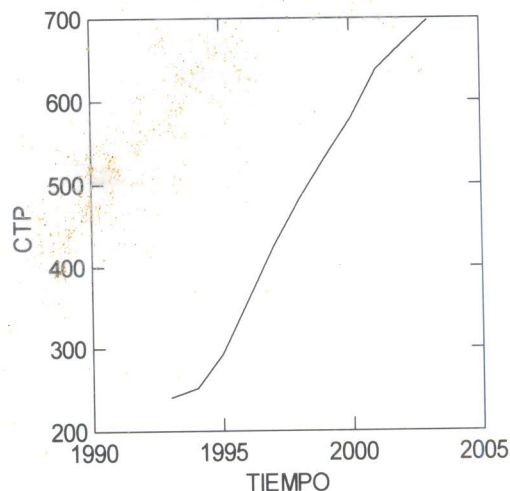
En el período de 1993 a 2003 se registró un mínimo de 240 profesores con título de postgrado y un máximo de 697 en todas las unidades académicas seleccionadas. Los valores de la media y mediana resultaron similares (469.46 y 482 respectivamente).

Un gráfico de línea nos permite visualizar el comportamiento de esta variable. La tabla LXX muestra el resto de parámetros estimados.

**Tabla LXX**  
Parámetros de la variable  
Catedráticos Con Título de  
Postgrado  
ESPOL

CTP	
Mínimo	240.00
Máximo	697.00
Rango	457.00
Mediana	482.00
Media	469.46
I. C. Media 95% (Sup)	582.10
I. C. Media 95% (Inf)	356.81
Desv. Estándar	167.67
Varianza	28,114.67
Sesgo	-0.09
Kurtosis	-1.53

**Gráfico LXVIII**  
Grafico de línea de la variable  
Catedráticos Con Título de  
Postgrado  
ESPOL



#### 4.8.9 Becarios de Investigación

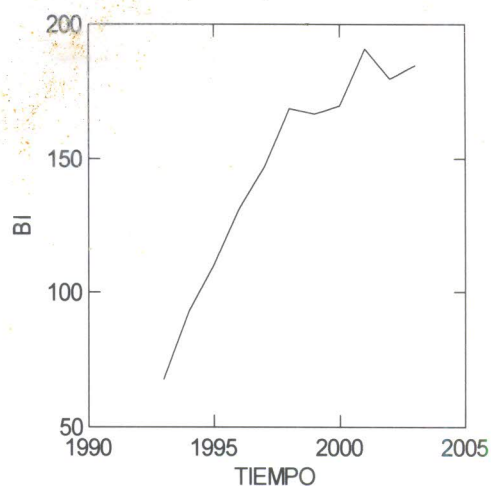
Un valor relativamente cercano para la media y la mediana (146.46 y 167 respectivamente), se obtuvo entre los cálculos de los principales parámetros, de esta variable, lo que nos dice de una distribución en la que la mayoría de los datos se encuentran cercanos a estos valores, suposición que nos ayuda a confirmar el bajo valor (40.82) de la desviación estándar.

Un gráfico de línea nos permite visualizar el comportamiento de esta variable. La tabla LXXI muestra el resto de parámetros estimados.

**Tabla LXXI**  
**Parámetros de la variable**  
**Becarios de Investigación**  
**ESPOL**

BI	
Mínimo	68.00
Máximo	191.00
Rango	123.00
Mediana	167.00
Media	146.46
I. C. Media 95% (Sup)	173.88
I. C. Media 95% (Inf)	119.03
Desv. Estándar	40.82
Varianza	1,666.07
Sesgo	-0.85
Kurtosis	-0.47

**Gráfico LXIX**  
**Gráfico de línea de la variable**  
**Becarios de Investigación**  
**ESPOL**





#### 4.8.10 Ingresos por Matrículas y Registros

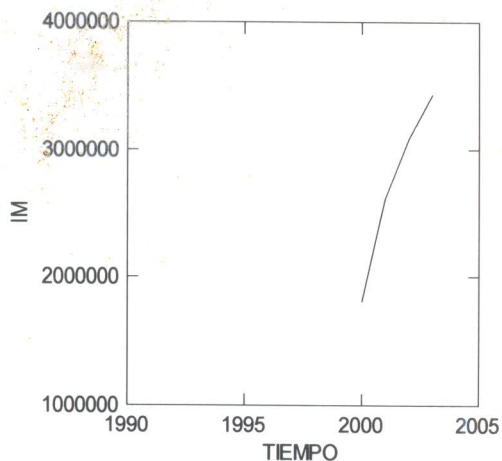
En la tabla XX se muestran los valores estimados de los parámetros de la variable ingresos por registros y matrículas dada los pocos datos para esta variable (4) se ha optado por sólo los parámetros que marcan los extremos y la media.

Un gráfico de línea nos permite visualizar el comportamiento de esta variable. La tabla LXXII muestra el resto de parámetros estimados.

**Tabla LXXII**  
Parámetros de la variable  
Ingresos por Matrículas y  
Registros  
ESPOL

IM	
Mínimo	1,808,618.12
Máximo	3,435,050.08
Rango	1,626,431.96
Media	2,737,600.68

**Gráfico LXX**  
Gráfico de línea de la variable  
Ingresos por Matrículas y  
Registros  
ESPOL



4.9 Análisis de Correlación Simple

Como se mencionó en la introducción de este capítulo para este análisis y para el posterior análisis de correlación canónica que permita evaluar la eficiencia académica de la ESPOL, se procedió a sumar los datos de cada una de las variables, en las diferentes unidades académicas para así obtener un total al que se denominará ESPOL.

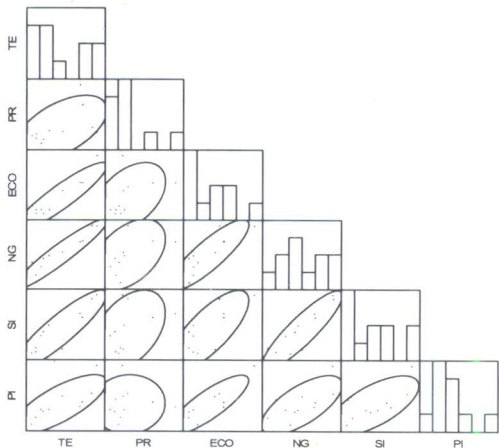
4.9.1 Análisis para el Grupo de Variables PRODUCCION

La tabla LXXIII nos muestra los valores de correlación lineal que se obtuvieron entre las variables de este grupo, se destaca en *negritas*, los valores mas significativos ( $>0.90$ ), también se puede apreciar el gráfico de puntos.

Tabla LXXIII  
Matriz de Correlaciones  
Grupo PRODUCCION

	TE	PR	ECO	NG	SI	PI
TE	1.00					
PR	0.56	1.00				
ECO	<b>0.91</b>	0.46	1.00			
NG	<b>0.94</b>	0.44	0.85	1.00		
SI	0.89	0.43	0.75	0.89	1.00	
PI	0.75	0.04	0.83	0.68	0.66	1.00

Gráfico LXXI  
Gráfico de Puntos PRODUCCION



Según se puede observar las mayores correlaciones se dan entre las variables tesis elaboradas (TE), con las variables Eventos Científicos Organizados (ECO) cuyo valor es de 0.91 y con la variable Número de Graduados (NG) con un valor de 0.94.

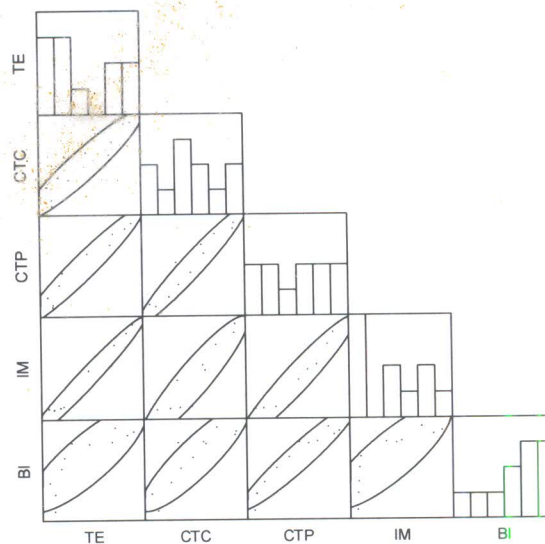
#### 4.9.2 Análisis para el Grupo de Variables RECURSOS

Para las variables del grupo recursos se procedió a realizar el mismo análisis, los valores de sus correlaciones se pueden apreciar en la tabla de abajo, junto con el gráfico de puntos.

**Tabla LXXIV**  
**Matriz de Correlaciones**  
**Grupo RECURSOS**

	CTC	CTP	IM	BI
CTC	1.00			
CTP	0.96	1.00		
IM	0.92	0.95	1.00	
BI	0.88	0.95	0.83	1.00

**Gráfico LXXII**  
**Gráfico de Puntos RECURSOS**



La cantidad de Profesores con Título de Postgrado es la variable que esta más relacionada de manera lineal con todas las de mas variables de este grupo. También esta bien relacionada la variables Catedráticos a Tiempo Completo (CTC) con los ingresos y la cantidad de Becarios de Investigación (BI) con valores de correlación de 0.96 y 0.92 respectivamente.

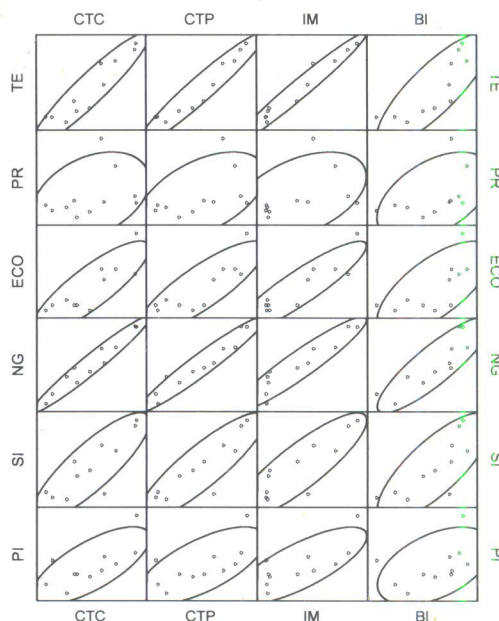
#### 4.9.3 Análisis de Correlaciones entre los Grupos

Finalmente revisaremos las correlaciones entre las variables de cada grupo; de la misma forma que para los análisis anteriores se destacara las correlaciones mayores a 0.90, en la tabla LXXV se pueden observar estos valores, también el gráfico de puntos respectivo.

**Tabla LXXV**  
**Matriz de Correlaciones entre Grupos**

	CTC	CTP	IM	BI
TE	0.93	0.96	0.98	0.83
PR	0.36	0.51	0.46	0.48
ECO	0.85	0.84	0.90	0.69
NG	0.97	0.96	0.94	0.87
SI	0.84	0.88	0.86	0.78
PI	0.72	0.68	0.77	0.48

**Gráfico LXXIII**  
**Gráfico de Puntos entre Grupos**





Las correlaciones mas destacadas se dan sobre todo para las variables Tesis Elaboradas (TE), para Número de Graduados (NG) dentro del grupo Producción, con las variables del grupo Recursos Catedráticos a Tiempo Completo (CTC), Catedráticos con Título de Postgrado (CTP) e Ingresos por Registros y Matrículas (IM), además esta se relaciona también con la variable Eventos Científicos Organizados (ECO).

# CAPÍTULO 5

## ANÁLISIS DE CORRELACIÓN CANÓNICA PARA EVALUAR LA EFICIENCIA ACADEMICA DE LA ESPOL

### 1 Introducción

Este capítulo tiene como objetivo fundamental mostrar el desarrollo del análisis de correlación canónica que fue explicado en detalle en el capítulo tres de esta tesis, así empezaremos rellorando los datos faltantes para la variable "*Ingresos por registros y matrículas*". Después se pasará a revisar el proceso del análisis de correlación canónica, con la ayuda de software estadístico como SYSTAT 9.0.

Como se mencionó en el capítulo anterior para este análisis se ha procedido a sumar los datos obtenidos para cada unidad académica, así obtendremos un total al que denominaremos ESPOL y para este total se efectuará el análisis.

## 5.2 Imputación de Datos

Para poder ejemplificar la propuesta de la tesis, se decidió completar los datos faltantes en la variable "*Ingresos por Registros y Matrículas*".

En primer lugar se intentó utilizar el modelo de Cobb – Douglas, pero este modelo no arrojó datos coherentes, por lo que se optó por cambiar por un modelo de medias móviles hacia atrás, sin embargo este modelo falló también, cabe señalar que los datos que se querían imputar estaban comprendidos en el período 1993 – 1999. Finalmente una revisión del comportamiento de los datos dio lugar a sospechar que estos se podían imputar por medio de regresión exponencial, la cual podíamos linealizar para efectos de cálculo aplicando logaritmos.

Las ecuaciones correspondientes se pueden apreciar a continuación.

$$IM = a e^{bt}$$

$$\ln( IM ) = \ln( a ) + bt$$

$$y = a^* + bt$$

Donde  $a^*$  y  $b$  serían los parámetros a estimar y  $t$  representa el tiempo.

### 5.3 Desarrollo del Análisis de Correlación Canónica.

Como se estableció en el capítulo 2 de esta tesis existen dos grupos de variables para realizar este estudio, *PRODUCCION* ( $Y$ ) y *RECURSOS* ( $X$ ), estos se utilizarán para la evaluación de eficiencia. Evidentemente los recursos explicarían a la producción y como se ha indicado se obtendrán combinaciones lineales de estas variables que tengan la máxima correlación posible.

#### 5.3.1 Correlaciones Canónicas

Dado que el vector aleatorio  $Y$  esta formado por  $p$  variables o características ( $p = 6$ ) y el vector  $X$  esta formado por  $q$  variables o características ( $q = 4$ ), hubo entonces cuatro correlaciones canónicas que son las que se presentan en el siguiente cuadro.

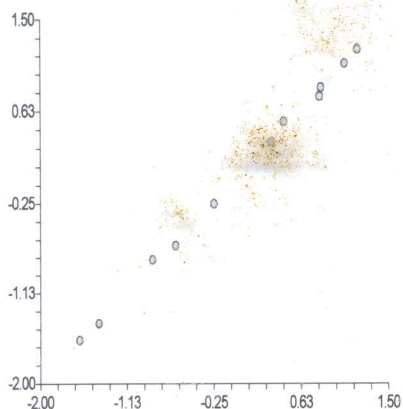


**Cuadro I**  
**Correlaciones Canónicas y significancia estadística**

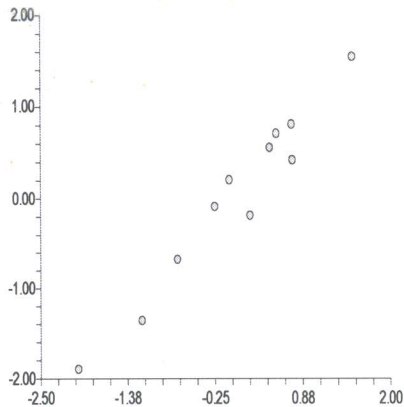
ORDEN	EIGENVALOR	CORRELACIÓN CANÓNICA	WILKS LAMBDA	CHI-SQ	PROB
1	0.9986	0.9993	0.0000	46.73	0.004
2	0.9562	0.9778	0.0237	16.83	0.3286
3	0.3594	0.5994	0.5417	2.76	0.9486
4	0.1543	0.3927	0.8457	0.75	0.8604

De lo observado en el cuadro anterior se destaca que la primera correlación canónica es muy alta (0.999) y tiene un nivel de significancia del 99%, la segunda correlación canónica es también alta (0.978) pero no es estadísticamente significativa, la dos ultimas correlaciones no soy muy altas y tampoco son estadísticamente significativas. Abajo los gráficos LXXIV y LXXV nos ilustran estos valores de correlación canónica.

**Gráfico LXXIV**  
**Ploteo primer par de variables Canónicas**



**Gráfico LXXV**  
**Ploteo segundo par de variables Canónicas**



### 5.3.2 Redundancia

El capítulo tres de este trabajo investigativo expresa que la cantidad de la varianza de un conjunto de variables que es explicada por el otro conjunto de variables en cada función canónica se denomina redundancia.

El cuadro II detalla este índice para las dos primeras correlaciones canónicas.

**Cuadro II**  
**Variación Explicada por las dos primeras correlaciones canónicas**

CORRELACIÓN CANÓNICA	VARIACIÓN EN	EXPLICADA POR	% EXPLICADO	% ACUMULADO
1	PRODUCCION	RECURSOS	72.5	72.5
2			5.0	77.5

Dado esto la primera correlación canónica explica el 72.5% de la variación del primer grupo de variables, y junto con la segunda correlación canónica acumulan el 77.5% de la variación total.

### 5.3.3 Coeficientes Canónicos

De acuerdo con lo expresado en el capítulo tres, para cada eigenvalor (correlación canónica al cuadrado) de la matriz de varianzas y covarianzas se obtiene su respectivo eigenvector cuyos elementos son los coeficientes de combinación lineal de las variables canónicas  $U_i$  y  $V_i$ , que tienen máxima correlación, así la tabla LXXVI y la tabla LXXVII nos presenta estos coeficientes para las variable del grupo de variables ***producción y recursos***

Tabla LXXVI  
Coeficientes Canónicos Variables Producción

Variables	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$
TE	0.733	-1.643	-1.358	-2.731
PR	0.031	1.798	0.449	0.680
ECO	-0.197	-1.511	-0.990	-1.618
NG	0.386	0.158	2.304	2.526
SI	-0.117	0.481	-0.004	-0.796
PI	0.215	1.972	-0.230	2.224

**Tabla LXXVII**  
**Coefficientes Canónicos Variables Recursos**

Variables	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>4</sub>
CTC	0.077	3.696	0.249	-1.786
CTP	1.528	-10.830	0.887	-3.854
IM	0.064	3.504	-2.167	3.081
BI	-0.736	4.183	1.233	2.904

De esta formase puede escribir la siguiente estructura para estas variables canónicas.

$$U_1 = 0.733TE + 0.031PR - 0.197ECO + 0.386NG - 0.117SI + 0.215PI$$

$$V_1 = 0.077CTC + 1.528CTP + 0.064IM - 0.736BI$$

De igual forma sería para los restantes pares de variables.





## 5.4 Interpretación de las Variables Canónicas

Para finalizar este capítulo tenemos una interpretación que ha tenido este análisis bajo los criterios mencionados en el capítulo tres de esta tesis, el criterio de los Pesos Canónicos y el criterio de las Cargas Canónicas.

Para nuestro interés seleccionamos los dos primeros pares de variables canónicas que son las que tienen mayor correlación, pese a que el segundo par no sea estadísticamente significativa.

### 5.4.1 Pesos Canónicos

Como ya se mencionó, este criterio fija su interés en observar los coeficientes de cada una de las variables canónicas seleccionadas y destacarlas según su peso (magnitud), no importa si estas son positivas o negativas.

Para el primer par de variables canónicas se aprecia que el mayor peso para el grupo producción se encuentra en las variables *Tesis Elaboradas* (0.736) y *Números de Graduados* (0.386). Mientras que para el segundo grupo el mayor peso se halla en la variable

*Catedráticos con Título de Postgrado* (1.528), seguida de la variable *Becarios de Investigación* (0.736).

En el segundo par de variables canónicas se tiene que para el grupo producción los mayores pesos se dan para las variables *Proyectos de Investigación* (1.972) y *Publicaciones Realizadas* (1.798), con signo positivo, en tanto que con signo negativo se nota a las variables *Tesis Elaboradas* (-1.643) y *Eventos Científicos Organizados* (-1.511). Para el grupo recursos lo obtuvo con signo negativo el mayor peso es para *Catedráticos con Título de Postgrado* (-10.830)

#### **5.4.2 Cargas Canónicas**

Las cargas canónicas, se refieren a la correlación existente entre las variables canónicas y sus variables originales. El cuadro III nos muestra las correlaciones entre las variables de cada grupo con sus respectivas variables canónicas.

**Cuadro III**  
**Correlaciones de las variable canónicas y las variables reales**

<b>Variables</b>	<b>U<sub>1</sub></b>	<b>U<sub>2</sub></b>	<b>U<sub>3</sub></b>	<b>U<sub>4</sub></b>
<b>TE</b>	99.00%	3.70%	-2.80%	-13.20%
<b>PR</b>	47.80%	54.00%	23.90%	52.30%
<b>ECO</b>	90.30%	-6.10%	-25.70%	-7.10%
<b>NG</b>	96.30%	-11.00%	21.10%	2.80%
<b>SI</b>	88.40%	8.60%	12.40%	-12.60%
<b>PI</b>	78.90%	-1.30%	48.50%	34.10%
	<b>V<sub>1</sub></b>	<b>V<sub>2</sub></b>	<b>V<sub>3</sub></b>	<b>V<sub>4</sub></b>
<b>CTC</b>	95.90%	18.80%	18.30%	-10.50%
<b>CTP</b>	96.60%	2.10%	22.90%	11.70%
<b>IM</b>	97.90%	7.00%	-6.80%	17.70%
<b>BI</b>	83.30%	6.90%	48.90%	24.80%

Por lo observado el primer par de variables canónicas están muy correlacionadas con las variables que tienen que ver con el proceso de graduación como son el número de tesis elaboradas (99%) y el número de graduados (96%), además de los eventos científicos. En cuanto a recursos esta variable canónica tiene gran relación con los catedráticos ya sean de tiempo completo (95.9%) o con título de postgrado (96.6%) así como también con los ingresos por registros y matrículas (97.7%).

# **CAPÍTULO 6**

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Introducción**

En el presente capítulo se expondrán las debidas conclusiones de esta tesis, luego de realizado el análisis de correlación canónica en busca de las variables que tienen mayor relación con la eficiencia académica de la ESPOL.

Luego de las conclusiones presentadas se establecerán las debidas recomendaciones con la finalidad de contribuir a encontrar medidas que contribuyan al mejoramiento de la eficiencia de le ESPOL.



## 6.2 Conclusiones

1. Las unidades académicas de la ESPOL estudiadas en los once años muestrales, presentan un aumento en los últimos años de sus recursos, esto se da para las cuatro variables detalladas en el grupo del mismo nombre, como lo son los catedráticos a tiempo completo y con título de postgrado, los becarios de investigación y los ingresos por matrículas.
2. Dentro de las variables del grupo de Producción la única que no presentó un aumento continuo es la variable que se refiere al número de Publicaciones realizadas.
3. El método de regresión exponencial fue el que mostró los resultados más coherentes, al momento de imputar los datos faltantes en la variable Ingresos por matrículas y registros.
4. Después del análisis de correlación canónica se encontró que de las cuatro variables canónicas resultantes sólo la primera es estadísticamente significativa y que la segunda pese a ser alta (mayor a 0.9) no lo es. Según lo indican las pruebas *Lambda de*

*Wilks* y Chi-Cuadrado que dan un nivel de significancia del 67%.

5. El índice de redundancia de las variables de recursos sobre las variables de producción, indica que entre los dos primeros pares de variables canónicas explican el 77.5% de la variación total. Es decir el 77.5% de la producción de las unidades académicas de la ESPOL es explicado por los recursos con que estas cuentan.
6. Bajo el criterio de los pesos canónicos la variable que mas pesa dentro de los recursos en el primer par de variables canónicas son los Catedráticos con título de postgrado, en tanto que para el grupo que hace referencia a la producción el peso se encuentra en las variables que hacen referencia al proceso de graduación en las unidades académicas de la ESPOL.
7. Según este mismo criterio en el segundo par de variables canónicas en el grupo de recursos el mayor peso aunque con signo negativo los obtuvo la variable Catedráticos con título de postgrado, en tanto que para el grupo producción se presento con signo positivo las variables Proyectos de investigación y

Publicaciones realizadas, con signo negativo están Tesis Elaboradas y Eventos Científicos Organizados.

8. Para el criterio de cargas canónicas el primer par de variables canónicas en lo que se refiere a recursos se relaciona muy bien (mayor al 90%) con las variables que se refieren a los catedráticos ya sean de tiempo completo o con título de postgrado, además con los Ingresos por matrículas y registros. En la parte de producción se hallan relacionadas con las variables que hacen referencia al proceso de graduación en las unidades académicas de la ESPOL y con los Eventos científicos que ellas organizan. Los demás pares no muestran un comportamiento significativo.

### 6.3 Recomendaciones

La dificultad para obtener los datos fue uno de los principales inconvenientes en el desarrollo de este trabajo de investigación, por lo que una parte de las recomendaciones recaen en ese sentido.

1. Las unidades académicas de la ESPOL deberían mejorar y automatizar los registros de sus actividades a fin de llevar un mayor control.
2. Las bases de datos deberían tener en sus registros los datos históricos a fin tener facilidad de acceso a dicha información para posteriores análisis.
3. Debe mantenerse actualizado los registros de los títulos obtenidos por los catedráticos.
4. Dados los resultados del análisis es preferible aumentar las plantillas de profesores con títulos de postgrado ya que estos influyen positivamente en el desarrollo de tesis de grado y proyectos de investigación.



5. Según el estudio los profesores a tiempo completo influyen favorablemente a las publicaciones que realizan las unidades académicas, por lo que debería encomendar a estos el manejo de estas publicaciones ya sea libros, revistas o folletos.



## BIBLIOGRAFÍA



1. Estévez Carolina, Zurita Gaudencio, 2002, La graduación en la ESPOL, Primera Edición, Centro de Estudios e Investigaciones Estadísticas , ICM-ESPOL.
2. Moreno Alfredo, Trillo David, 2000, El Análisis de Correlación Canónica como instrumento para la evaluación de la eficiencia, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España.
3. Moreno Alfredo, Trillo David, 1998, La eficiencia de la Universidad medida a través de la función distancia: un análisis de las relaciones entre docencia e investigación, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España.
4. Mendenhall William, 1994, Estadística Matemática con Aplicaciones, Segunda Edición, Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V., México.
5. Johnson Dallas E., 2000, Métodos Multivariados aplicados al análisis de datos, Internacional Thomson Editores S.A. de C.V., México.

6. Hair Joseph, Anderson Rolph, Tatham Ronald, Black William, 1999,  
Análisis Multivariante, Prentice Hall International Inc., Madrid, España.

7. 2003, <http://www.gseis.ucla.edu-courses-ed231a1>, USA.

8. 2003, <http://www.espol.edu.ec>, Ecuador

