ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA EMPACADORA DE TILAPIA

Villalva Roxana, Ramírez John

Resumen. *El presente trabajo es realizado a partir de los datos de producción de una planta empacadora de tilapia, en el periodo de enero a junio del 2003, con la finalidad de conocer los factores que influyen en el procesamiento de esta especie, los días observados suman 158 a cada uno de los cuales se les analizó 23 características que intervienen en los procesos diarios de producción, considerándose a éstas las más relevantes, luego de tener identificado nuestro grupo de variables se procede a realizar el análisis estadístico de cada una de ellas, expresado mediante medidas de tendencia central, dispersión, sesgo y curtosis, así como pruebas bajo el supuesto de normalidad, de las cuales se encontró que las variables peso finca, peso planta, libras recibidas planta, libras destinadas a filetear, libras de filete fresco, libras de filete fresco 3up, rendimiento total, rendimiento efectivo, minutos en ingreso, piezas a filetear, piezas por minuto a línea de filete, minutos en fileteado, número de pulidores, y diferencia cumplen este supuesto, es decir pueden ser modeladas con una distribución normal, para el tratamiento simultáneo entre algunos pares de variables se utilizaron técnicas tales como construir tablas de distribuciones conjuntas, Componentes Principales y Análisis de regresión lineal, en los cuales se comprobó que las libras declaradas finca y el peso finca son variables independientes, además otro par de variables a los cuales se comprobó independencia entre ellas es el peso planta y el rendimiento total, lo cual significa que el tamaño del pescado no repercute en los rendimientos totales que se obtengan, pero de entre los pares de variables que si presentaron dependencia fue el peso planta y las piezas por minuto a línea de filete, lo cual indica que la velocidad del proceso depende del tamaño del pescado. En el análisis de Componentes Principales, se determinó que tres componentes principales explican el 76.34% de la variación total Además en el análisis podemos ver que la variable piezas por minuto a línea de filete tiene un comportamiento diferente al resto. Respecto al análisis de regresión, se obtuvo un modelo que es significativo.*

Palabras Claves: tilapia, libras filete, Ecuador, planta empacadora, Componentes Principales, y Regresión lineal.

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de las exportaciones de tilapia a diferentes mercados internacionales, como Estados Unidos y Europa, entre otros, hacen necesario el análisis de la producción de este pescado en el Ecuador, caso puntual, el análisis de la producción de una planta empacadora de tilapia, el cual tiene como objetivo conocer los factores que influyen en el procesamiento de esta especie íctica.

El análisis estadístico se inicia en la técnica de recopilación de datos, la misma que fue a partir de registros administrativos almacenados en una base de datos, éstos corresponden al periodo comprendido entre Enero y Junio del 2004, sumando un total de 158 observaciones, es decir ciento cincuenta y ocho días de producción observados, a los cuales se les identificaron 23 variables relevantes que intervienen en los procesos. Cabe indicar que éstas variables corresponden únicamente al proceso de la tilapia y no a variables que intervengan en la cría de este pescado.

Villalva Roxana, Ingeniera en Estadística Informática; (e-mail: roxanavillalva@hotmail.com); Ramírez John, Mat., Profesor de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), es Coordinador de la Carrera Ingeniería en Estadística ICM-ESPOL; (e-mail: jramírez @goliat.espol.edu.ec).

En primer lugar se hace un análisis estadístico univariado de algunas de las variables investigadas, luego se realizará el análisis estadístico simultáneo de varias de ellas, utilizando técnicas multivariadas, tales como:
Componentes Principales, Distribuciones Conjuntas, Regresión lineal, etc...

2. ANÁLISIS UNIVARIADO

Este análisis consiste en el cálculo y análisis de los parámetros y la distribución de las características de Producción, expresadas mediante medidas de tendencia central, dispersión, sesgo y curtosis.

Peso Finca

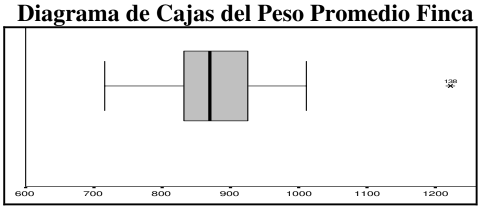
Respecto a esta variable podemos concluir que el peso de los pescados registrados en finca, en promedio es de 872.34 gramos, el valor de la mediana nos indica que el 50% de los días observados los pescados registran pesos menor o igual a 869.9 gramos. El peso que más se repite es de 839.4 gramos. La desviación estándar nos permite conocer que la medida de dispersión con respecto a la media es de 71.46 gramos, el coeficiente de sesgo de 0.46, indica que la distribución es asimétrica positiva, además el coeficiente de curtosis de 2.52 nos permite concluir que la distribución de los datos es platicúrtica.
Los percentiles, presentados en la Tabla I y el Gráfico I; nos permiten apreciar que el 25% de los días observados registran pescados con pesos menores o iguales a 831 gramos, y el 25% tienen pesos mayores o iguales a 925.4 gramos.

La Tabla I permite apreciar esta información.

Tabla I
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Parámetros del Peso Promedio Finca

Media		872.34
Mediana		869.8
Moda		839.4
Desv.estándar		71.46
Varianza		5107.12
Sesgo		0.46
Curtosis		2.52
Mínimo		715.2
Máximo		1222.3
Percentiles	25	831
	50	869.8
	75	925.4

Gráfico 1
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Diagrama de Cajas del Peso Promedio Finca

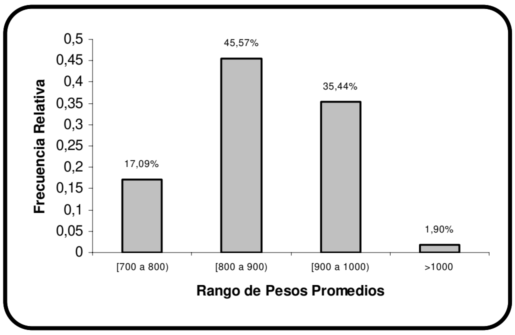


Más información respecto a esta variable se muestra en la Tabla II y el Gráfico 2.

Tabla II
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Distribución de Frecuencias del Peso promedio finca

Peso Promedio Finca (gr.)	No. Observaciones	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa acumulada
[700 a 800)	27	0.17	0.17
[800 a 900)	72	0.46	0.63
[900 a 1000)	56	0.35	0.98
>1000	3	0.02	1
TOTAL	***158***	***1.00***	

Gráfico 2
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Distribución del Peso Promedio Finca



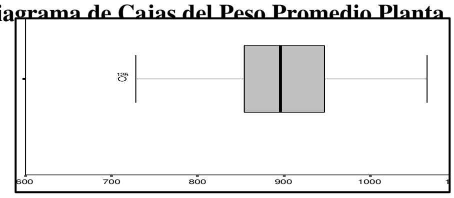
Peso Planta

En la Tabla II se presentan los parámetros del peso promedio registrado en planta; se encontró que el peso de los pescados en promedio fue de 892.89 ± 0.19 gramos; el valor de la mediana nos indica que el 50% de los días observados poseen pescados con pesos menores o iguales a 895.95 gramos. El peso que más se repite es 862.4 gramos. La desviación estándar nos permite conocer que la medida de la dispersión del peso planta es de 68.24 gramos; el coeficiente del sesgo de –0.3531, indica que la distribución es asimétrica negativa, además el coeficiente de curtosis es –0.091, lo que nos indica que la distribución es platicúrtica.
Los percentiles, presentados en la Tabla II y el Gráfico 3; nos permiten apreciar que el 25% de los días observados tienen pescados con pesos menores o iguales a 852.92 gramos, y el 25% tienen pescados con pesos mayores o iguales a 946.82 gramos.

Tabla III
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Parámetros del Peso Promedio Planta

Media		892.89
Mediana		895.95
Moda		862.4
Desv.estándar		68.24
Varianza		4657.43
Sesgo		-0.3531
Curtosis		-0.091
Mínimo		712.4
Máximo		1066.4
Percentiles	25	852.92
	50	895.95
	75	946.825

Gráfico 3
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Diagrama de Cajas del Peso Promedio Planta

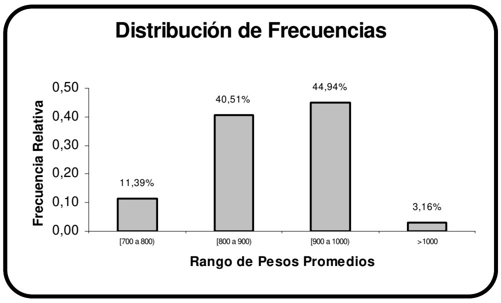


Más información respecto a esta variable se muestra en la Tabla IV y el Gráfico 4.

Tabla IV
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Distribución de frecuencias del Peso promedio planta

Peso Promedio Finca (gr.)	No. Observaciones	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa acumulada
[700 a 800)	18	0.11	0.11
[800 a 900)	64	0.41	0.52
[900 a 1000)	71	0.45	0.97
>1000	5	0.03	1
TOTAL	***158***	***1.00***	

Gráfico 4
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Distribución del Peso Promedio planta



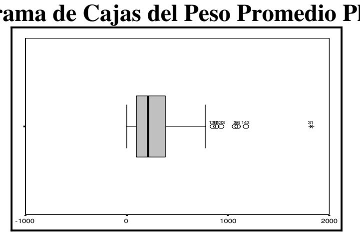
Libras de pescado muerto

Esta variable nos permite conocer la mortalidad que tuvo el pescado al recibirlo en planta, este pescado no será utilizado para el proceso de filete fresco, debido a que por recibirlo ya muerto en el ingreso, éste perderá su textura mientras dure el proceso, teniendo así un producto final que no cumpla con las especificaciones de textura firme, entre otras, se encontró que a lo mucho se clasificaron como pescado muerto 1822 libras, el total de libras de pescado muerto durante los días observados fue de 20.31 TM, siendo en promedio 283.41 libras diarias, el 50% de las observaciones poseen un total de 209 libras de pescado muerto, la cantidad que más se repite es 191. Este y otros datos pueden ser apreciados en la Tabla V.

Tabla V
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Parámetros de las libras de pescado muerto

Total		44778.73
Media		283.4
Mediana		209
Moda		191
Desv.estándar		265.45
Varianza		70467
Sesgo		2.18
Curtosis		7.53
Mínimo		0
Máximo		1822
Percentiles	25	92.75
	50	209
	75	383.75

Gráfico 3
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Diagrama de Cajas del Peso Promedio Planta



Libras de filete fresco

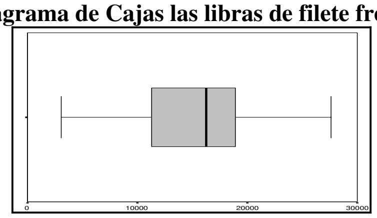
En la Tabla XV se aprecian los parámetros de la variable libras de filete fresco, en donde se muestra que el total de libras de filete fresco fue de 1110 Toneladas, en promedio se obtuvieron 15494.02 Lbs. de filete fresco diarias, el 50% de las observaciones poseen un total de libras de filete fresco igual a 16284. La cantidad de libras de filete fresco obtenidas de los procesos diarios que aparece con más frecuencia es 9520.

La desviación estándar nos permite conocer que la medida de la dispersión con respecto a la media de las libras de filete fresco es 4939.64 lbs.; el coeficiente del sesgo de -0.10, indica que la distribución es asimétrica negativa, además el coeficiente de curtosis de -0.43 nos permite concluir que la distribución de los datos es platicúrtica.
La mínima cantidad de libras obtenidas es igual a 3030, mientras que la cantidad máxima de libras de filete fresco que se obtuvieron fue igual a 27644.3.
Los percentiles nos permiten apreciar que el 25% de las observaciones tienen un total de libras de filete fresco menores o iguales a 11301.25 lbs. diarias, y el 25% tienen un total de libras de filete fresco mayores o iguales a 18947.03 libras diarias.
La Tabla VI y el Gráfico 4 muestran esta información.

Tabla VI
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Parámetros de las libras de pescado muerto

Total		2448054.9
Media		15494,01
Mediana		16284,4
Moda		9520
Desv.estándar		4939,64
Varianza		24400085,2
Sesgo		-0,10
Curtosis		-0,44
Mínimo		3030
Máximo		27644,3
Percentiles	25	11301,25
	50	16284,4
	75	18947,02

Gráfico 4
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Diagrama de Cajas las libras de filete fresco



Más información de esta variable se presenta en la Tabla VII.

Tabla VII
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Distribución de Frecuencias libras de filete fresco

Filete fresco (miles)	No. Observaciones	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa acumulada
[0 a 10)	4	0.15	0.15
[10 a 15)	45	0.28	0.44
[15 a 20)	60	0.38	0.82
>20	29	0.18	1.00
TOTAL	158	1.00	

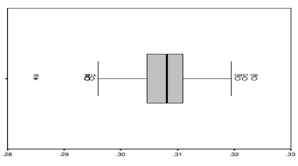
Rendimiento total

En la Tabla VIII se aprecian los parámetros de la variable rendimiento total, en promedio se obtuvo un rendimiento total de 30.78 %, el 50% de las observaciones poseen un rendimiento total de 30.81%. El porcentaje de rendimiento total que más se repite es 30.65%. La desviación estándar nos permite conocer que la medida de la dispersión con respecto a la media del rendimiento total es 0.0058; el coeficiente del sesgo de -0.31, indica que la distribución es asimétrica negativa, además el coeficiente de curtosis de 1.12 nos permite concluir que la distribución de los datos es platicúrtica.

Tabla VIII
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Parámetros del rendimiento total

Media		0.3078
Mediana		0.3081
Moda		0.3065
Desv.estándar		0.0058
Varianza		3.4775E-05
Sesgo		-0.31
Curtosis		1.12
Mínimo		0.285
Máximo		0.3235
Percentiles	25	0.3046
	50	0.3081
	75	0.31105

Gráfico 5
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Diagrama de Cajas del rendimiento total

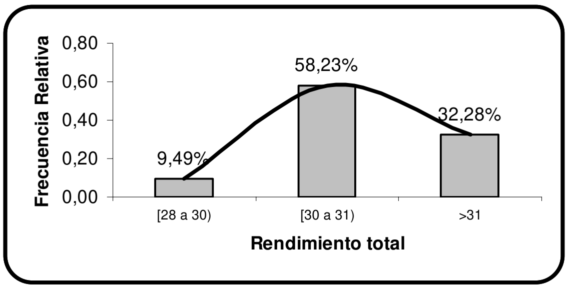


Más información de esta variable se presenta en la Tabla IX y Gráfico 6

Tabla IX
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Distribución de Frecuencias del rendimiento total

Rendimiento total (%)	No. Observaciones	Frecuencia Relativa	Frecuencia Relativa acumulada
[28 a 30)	15	0.09	0.09
[30 a 31)	92	0.58	0.68
>31	51	0.32	1
TOTAL	158	1.00	

Gráfico 6
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Distribución del rendimiento total



3. ANALISIS MULTIVARIADO

En esta sección se realiza el análisis estadístico multivariado, esto es, el tratamiento simultáneo de dos o más variables.

3.1 Análisis Bivariado

A continuación construimos mediante una Tabla bivariada la distribución conjunta

$$f(x_i,x_j)= P(X_i=x_i,X_j=x_j)$$

de las características X_i y X_j .

Peso planta vs. Rendimiento total

De los 158 días observados, en el 9% de éstos se obtuvieron rendimientos entre 28 y 29.9%, en el 58% de éstos rendimientos entre 30 y 30.9% y en un 32% , rendimientos mayores a 31%, en lo que respecta al peso promedio; en el 11% de los días observados se registraron pesos de los pescados entre 700y 799,9 gramos, en el 41% pesos entre 800y 899.9 gramos, en el 45% pesos entre 900 y 999.9 gramos y tan solo en un 3% pesos mayores a 100 gramos. Además podemos apreciar que de los días observados en el 58% de éstos días en que se registraron rendimientos totales entre 30 y 30,9%, en el 21% de éstos resultaron de pescados entre 800 y 899,9 gramos, y en un 29% de éstos días, pescados entre 900 y 999,9 gramos. La Tabla X muestra esta información.

Tabla X
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Distribución Conjunta del peso planta y rendimiento total

Peso Promedio Planta	Rendimiento Total (%)			Margina del Peso Promedio Planta
	[28-30)	**[30-31)**	**>31**	
[700-800)	0,01	0,08	0,03	0,11
[800-900)	0,06	0,21	0,13	0,41
[900-1000)	0,02	0,29	0,14	0,45
[1000-1100)	0,01	0,01	0,02	0,03
Marginal del Rendimiento total	0,09	0,58	0,32	1,00

Peso planta vs. Minutos en ingreso

Al analizar la distribución conjunta del peso promedio planta y minutos en ingreso (minutos utilizados en la recepción de tilapia viva), encontramos que de cada 100 días observados, en 37 de éstos se tomaron hasta 599.9 minutos (alrededor de 10 horas de proceso) en recibir el producto vivo, proveniente de la finca y en 63 de cada 100 días observados se demoró en ingresar el pescado entre 600 y 999.9 minutos (alrededor de 16 horas).

Además, se encontró, que de cada 100 días, en 63 el ingreso del pescado duró hasta 16 horas, de los cuales en 8 de éstos días los pesos de los pescados fluctuaron entre 700 y 799.9 gramos, en 22 de éstos días pesaron entre 800 y 899.9 gramos, en 31 de éstos pesaron entre 900 y 999.9 gramos, y 2 de cada 100 días se registraron pesos mayores a 1000 gramos. Véase Tabla XI.

Tabla XI
Análisis estadístico de la producción de una planta empacadora de tilapia
Distribución Conjunta de peso planta y minutos en ingreso

Peso planta (gramos)	**Minutos en ingreso**		***Marginal de peso planta***
	[200 a 600)	[600 a 1000)	
[700 a 800)	0,04	0,08	0,11
[800 a 900)	0,18	0,22	0,41
[900 a 1000)	0,14	0,31	0,45
>1000	0,01	0,02	0,03
Marginal de los minutos en ingreso	0,37	0,63	1,00

Al realizar el contraste de hipótesis, bajo el supuesto de independencia entre este par de variables, concluimos que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula, es decir el peso promedio planta y los minutos en ingreso son independientes. Véase Tabla XII

Tabla XII
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Prueba Ji cuadrado entre el peso planta y minutos en ingreso

Prueba Ji-Cuadrado	Valor	Grados de libertad	Valor p
	3,102	3	0,376

Peso planta vs. Piezas por minuto a línea de filete

Al analizar la distribución conjunta del peso planta y las piezas por minuto destinadas a línea de filete, siendo esta última una variable que representa las velocidades del proceso en la línea de filete, encontramos que, en el 34% de éstos días se obtuvieron velocidades entre 55 y 59.9 piezas por minuto, en el 29% de éstos días, velocidades entre 60 y 64.9 piezas por minuto. Del total de días observados, en 53 de éstos se registraron velocidades entre 55 y 59.9 piezas por minuto, de los cuales en 9 de éstos días se recibieron pescados entre 700 y 799.9 gramos, en 18 de éstos días pescados entre 800 y 899.9 gramos y en 26 de éstos días pescados entre 900 y 999.9 gramos. Estos datos pueden ser apreciados en la Tabla XIII

Tabla XIII
Análisis estadístico de la producción de una planta empacadora de tilapia
Distribución Conjunta del peso planta y piezas por minuto a línea de filete

Peso Promedio Planta	**Piezas por minuto a línea de filete**				**Marginal del Peso Promedio Planta**
	[0-55)	**[55-60)**	**[60-65)**	**>65**	
[700-800)	0,03	0,06	0,03	0,01	0,11
[800-900)	0,06	0,11	0,12	0,11	0,41
[900-1000)	0,07	0,16	0,14	0,08	0,45
>1000	0,02	0,00	0,01	0,01	0,03
Marginal Pzas x min. línea filete	0,17	0,34	0,29	0,20	1,00

Al realizar el contraste de hipótesis donde se pretende probar si este par de variables son o no independientes, podemos concluir, basándonos en el valor p, que existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula, es decir el peso promedio planta y las piezas por minuto a línea de filete no son independientes, lo cual indica que el peso del pescado influye en la velocidad del proceso.

Piezas por minuto línea de filete vs. rendimiento total

En la distribución conjunta de las piezas por minuto a línea de filete y rendimiento total, se puede apreciar que del total de los días observados, en el 9% de éstos se obtuvieron rendimientos totales entre 28 y 29.9%, en el 58% de éstos rendimientos totales entre 30 y 30.9%, y un 32% de éstos días los rendimientos obtenidos fueron mayor a 31%.
De cada 100 días, en 20 de éstos en que se registraron velocidades entre 60 y 64.9 piezas por minuto en la línea de filete, los rendimientos obtenidos fueron entre 30 y 30.9%, en 18 de cada 100 días en que se alcanzaron velocidades entre 55 y 59.9 piezas, los rendimientos totales obtenidos estuvieron entre 30 a 30.9%. Véase en la Tabla XIV.

Tabla XIV
Análisis estadístico de la producción de una planta empacadora de tilapia
Distribución Conjunta de las piezas por minuto línea de filete y rendimiento total

Piezas por minuto línea de filete	Rendimiento Total (%)			Marginal de Pzas x min. línea de filete
	[28-30)	[30-31)	>31	
[0-55)	0,01	0,09	0,06	0,17
[55-60)	0,01	0,18	0,15	0,34
[60-65)	0,04	0,20	0,05	0,29
>65	0,03	0,11	0,06	0,20
Marginal del Rendimiento Total	0,09	0,58	0,32	1,00

La probabilidad de obtener un rendimiento entre 28 y 29.9 % cuando las velocidades del proceso alcanzan 55 piezas por minuto en la línea de filete es igual a 0.01, siendo esta una probabilidad baja.
Al realizar el contraste de hipótesis donde se desea probar si las piezas por minuto en la línea de filete y el rendimiento total son o no independientes, se concluye mediante el valor p igual a 0.115

Mediante el valor p podemos concluir que existe evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula, es decir las piezas por minuto a línea de filete es independiente del rendimiento total. Véase Tabla XV.

Tabla XV
Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia
Prueba Ji cuadrado entre las piezas por minuto a línea de filete y rendimiento total

Prueba Ji-Cuadrado	Valor	Grados de libertad	Valor p
	3,102	3	0,376

3.2 Análisis de Componentes Principales

En primer lugar se va a realizar el análisis de Componentes Principales exploratorio a partir de las 23 variables o características observables, con la finalidad de determinar qué variables tienen más peso en el estudio, luego se procederá a realizar un segundo análisis con las variables que hayan obtenido mayor peso, el objetivo del análisis es concentrar en las tres primeras componentes principales el 75% de la variación total.

Al realizar el primer ACP, utilizando el criterio del promedio de los valores propios a la matriz de datos originales, se obtuvo que se debe retener cinco Componentes Principales, las mismas que explican un 72.31% de la varianza total.

Al escoger las variables que utilizaremos en el 2do. ACP, nos basamos en el gráfico de las componentes donde se observa el comportamiento de estas variables, tomando las mas representativas de cada grupo de variables, utilizando para el 2do. ACP, ocho variables, de las cuales se retienen tres componentes principales que explican el 76.34% de la varianza total.

Así podemos concluir que las tres primeras componentes principales explican el 76.34% de la varianza total. Además del Gráfico de componentes principales podemos ver que la variable piezas por minuto a línea de filete tiene un comportamiento diferente al resto de variables.

3.3 Análisis de Regresión

La existencia de dos o más variables de explicación hacen posible los modelos de regresión lineal múltiple, para nuestro estudio realizaremos regresiones con otras variables que puedan explicar la variable Libras de Filete Fresco. El modelo de regresión múltiple será:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + ... + \beta_{p-1} x_{p-1i} + \varepsilon_i$$

$$\varepsilon_i \to N(0, \sigma^2)$$

$$\operatorname{cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$$

Del modelo expuesto, $\hat{Y}$ será las estimaciones de las libras de filete fresco a ser exportadas y X1: Libras destinadas a filetear, X2: Rendimiento total, X3: Minutos en el ingreso, X4: Pescados por minuto a la línea de Fileteado y X5: Número de pulidores.

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir del software SPSS.

Tabla XVI

Análisis estadístico de la producción de una planta empacadora de tilapia

Estadísticas de regresión

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,9832
Coeficiente de determinación R^2	0,9667
R^2 ajustado	0,9656

Con referencia al coeficiente de explicación del modelo R2 igual a 0.9667, podemos decir que el 96,67% de la variación de las Libras de filete fresco a ser exportadas es explicado por la variación de las Libras destinadas a Filetear, rendimiento total, minutos en ingreso, número de pulidores y pescados por minuto en línea de filete indicando esto que el modelo es adecuado. Las estimaciones para los parámetros b0, b1, b2, b3, b4 y b5 son:

Así el modelo a probar es igual a:

$$Y = -23283.5 + 0.3003X_1 + 78497.66X_2 - 2.1X_3 - 14.8X_4 + 10.49X_5$$

El modelo cumple las pruebas que indican que es un modelo adecuado.

CONCLUSIONES

1. Los pescados pesados en la planta frente a los pesados en la Finca, tienen una menor variabilidad de los datos.

2. Se comprobó que el peso promedio finca y pesos promedio planta pueden ser modeladas con una distribución normal con media (872.34, 892.89), y varianza (5107.12, 4657.43), respectivamente, lo que permite a futuro explicar la gran cantidad de análisis basados en la distribución normal. (presentar análisis de contingencia)

3. Del análisis de correlación realizado podemos concluir que la mayor concentración de los pares de variables correlacionados (35%), presentaron correlaciones entre –0.2 a 0, lo cual indica que estas variables están correlacionadas débilmente.

4. Del análisis de independencia realizado, se concluye que las libras declaradas finca y el peso promedio finca son independientes, lo cual descarta el supuesto que se tuvo al iniciar el estudio, de que el peso promedio finca tuviera relación con las libras declaradas por la finca.

5. Se comprobó que no existe dependencia entre las variables peso promedio planta y rendimiento total. El análisis mostró que estas variables aleatorias son independientes. El mismo análisis y resultados fueron los de las variables peso promedio planta y rendimiento efectivo. Es decir el tamaño del pescado no repercute en los rendimientos totales y efectivos obtenidos en los procesos diarios.

6. Los pesos de los pescados en promedio, calculados en planta son independientes de las libras de pescado pequeño.

7. El total de minutos que se demore en el ingreso es independiente del peso que registran los pescados, de lo cual se suponía que a mayor o menor peso promedio de los pescados, los minutos de ingreso disminuían o aumentaban respectivamente.

8. Los pesos de los pescados y la velocidad del proceso que es medida por medio de la variable piezas por minuto a línea de filete no son independientes, con lo que se

podría concluir que la velocidad del proceso depende del peso promedio de los pescados.

9. El rendimiento total obtenido en los procesos diarios es independiente de las velocidades alcanzadas en la línea de filete.

10. Entre las variables que cumplen el supuesto de normalidad están: Peso promedio finca, peso promedio planta, libras recibidas planta, libras destinadas a filetear, libras de filete fresco, libras de filete fresco mayor a 3 oz., rendimiento total, rendimiento efectivo, minutos en ingreso, piezas a filetear, piezas por minuto en línea de filete, minutos en fileteado, número de pulidores y diferencia.

11. Las tres primeras componentes principales explican el 76.34% de la varianza total, además del análisis podemos ver que la variable piezas por minuto a línea de filete tiene un comportamiento al restos de variables.

12. El modelo de regresión que se enuncia a continuación, es significativo por lo cual es un modelo óptimo para realizar predicciones.

$$Y = -232835 + 0.3003X_1 + 7849766X_2 - 2.1X_3 - 14.8X_4 + 10.49X_5$$

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere revisar el sistema de pesaje utilizado en la finca.

2. Se sugiere no tomar como referencia el peso promedio del pescado para exigir altos rendimientos totales en el proceso del pescado.

3. Se sugiere que para programar las velocidades de ingreso del pescado a la línea de filete, sean tomados en cuenta el peso del pescado que sea reportado por la finca.

4. Se descarta la posibilidad de que las velocidades del ingreso del pescado a la línea de filete influya en el rendimiento total, por lo que se sugiere realizar el análisis correspondiente con otros factores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **BERNAL, M. (2004)**; *Tilapia, el pez más comercial de los 90*, Diario el Universo, Guayaquil, Ecuador.

2. **CÁMARA NACIONAL DE ACUACULTURA (2005)**; *Efecto de las enfermedades en las exportaciones de Camarón en el Ecuador 1998-2000, CNA,* Guayaquil, Ecuador www.cna-ecuador.com/estadisticas

3. **CÁMARA NACIONAL DE ACUACULTURA (2005)**; *Estadísticas de las exportaciones de Tilapia hacia los EEUU.,* CNA, Guayaquil, Ecuador www.cna-ecuador.com/estadisticas/Exportaciones-Tilapia

4. **CASTILLO, L. (2003)**; *Tilapia Roja 2003 Una Evolución de 21 años* – De la Incertidumbre al éxito. Colombia.: 91p (documento virtual)

5. **COLE, J. (2002);** *Nociones de Regresión Lineal, Universidad francisco Marroquín***,** Guatemala. www.economia.ufm.edu.gt/catedraticos/jhcole/regresion.pdf

6. **FERRAN A., M (2001);** *SPSS para Windows: Análisis Estadístico*, McGraw-Hill, Madrid, España.

7. **GULLQUI, C. (2002)**; *Análisis Estadístico de la Producción de una empresa Papelera***,** Tesis de Grado ESPOL, Guayaquil, Ecuador

8. **JOHNSON, D. (1998);** *Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos***,** International Thompson Editores, México, México.

9. **JOHNSON, R AND WICHERN, W** (1998**);** *Applied Multivariate Statistical Analysis***,** Prentice Hall, Upper Saddle river, New Jersey, USA.

10. **MARCILLO, E.(1998);** *El cultivo de peces en microempresas en el Ecuador,* Taller del subgrupo de trabajo sobre la acuicultura en pequeños embalses de la Comisión de pesca continental para América Latina de la FAO, Ecuador

11. **ROMO, M, ZURITA, G. (2003)**; *Análisis Estadístico del Recurso Humano de la Educación fiscal del Ecuador***,** Tesis de Grado ESPOL, Guayaquil, Ecuador.

12. **VANNUCCCINNI, E. (2003)**; *Mercados Mundiales para la Tilapia,* Infopesca Internacional, No. 13 – enero/marzo 2003.

13. **VILLALVA, R. (2005);** *Análisis Estadístico de la Producción de una Planta Empacadora de Tilapia,* Tesis de Grado ESPOL, Guayaquil, Ecuador.