

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA
U.N.A.N. – LEON.
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE ESTADISTICA – MATEMATICA.**



**TRABAJO MONOGRAFICO PARA OPTAR AL TITULO DE
LICENCIADO EN ESTADISTICAS**

TITULO:

**COMPARACION DE DOS LINEAS DE
PRODUCCION EN EXTRACCION DE SACAROSA.**

ELABORADO POR:

BR. RAFAEL FRANKLIN NAVARRETE

BR. BENITO SANDOVAL BALTODANO

BR. NORVIN JESUS JARQUIN SILES

MSC. RAFAEL ESPINOZA

EST
378.2
N321c
2000

c.1.

EST
378.2
N321c
2000

J73.142
C.1

AGRADECIMIENTO

A NUESTRO CREADOR:

Por haberme dado salud y fuerza por haber realizado mis estudios universitarios.

A MI MADRE:

Por la confianza, apoyo y sacrificio que deposito motivándome a no declinar en mis aspiraciones.

A MIS HERMANOS:

Quienes me apoyaron moralmente y de manera solidaria en mi carrera.

Rafael Franklin Navarrete.



AGRADECIMIENTO

A DIOS

Agradezco primeramente a DIOS por haberme dado salud y fuerzas para empezar mis estudios y luego llevarlos a concluir.

A MIS PADRES

Les agradezco a mis padres por haberme brindado ese apoyo moral, espiritual y amoroso que con mucho esfuerzo me han sabido guiar por un buen camino, gracias.

A LA TIA ADILIA

Por todo el apoyo cariñoso y familiar que siempre tuve de ti, gracias.

A MIS HERMANOS

Por darme el apoyo moral y familiar que de alguna manera siempre lo tuve.

Norvin Jesús Jarquín Siles

Agradecimiento.

MSc. Rafael Espinoza

Por su preocupada labor docente y confianza depositada en nosotros, brindándonos su valioso conocimiento y tiempo en la realización de nuestro trabajo.

A todas las persona que han colaborado en nuestro trabajo.

Gracias.

Los autores.

INDICE

TITULO	
I. INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	2
JUSTIFICACIÓN	2
II. OBJETIVO GENERAL	4
III. OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
IV. MARCO TEÓRICO	5
V. MATERIALES Y METODOS.....	13
VI. HIPÓTESIS	14
VII. RESULTADOS y ANALISIS.....	15
DESCRIPTIVOS.....	15
CONTRASTE DE HIPOTESIS.....	16
VERIFICACION DE LOS SUPUESTOS.....	17
VIII. CONCLUSIONES.....	19
IX. RECOMENDACIONES.....	20
X. ANEXOS.....	21
X. BIBLIOGRAFÍA	27

INTRODUCCION

En mil ochocientos noventa y tres (1893), fue fundada la empresa Ingenio San Antonio, siendo esta una de las empresas Azucarera de mayor producción a nivel centroamericano. En el transcurso del tiempo esta empresa se convirtió en una de las más prósperas desarrollándose a tal grado que la ha convertido en el mayor abastecedor de azúcar del mercado nacional, ampliándose internacionalmente.

Para imponerse y mantenerse en el mercado la Empresa ha ido actualizando su tecnología para mejorar la calidad del azúcar que se produce. La parte de fábrica ha ampliado su planta física en equipos y maquinarias así mismo en el área de campo se han extendido los cultivos de caña de azúcar cuyo ciclo productivo que inicia en el mes de Noviembre y finaliza en el mes de Mayo.

En esta fábrica Azucarera se utilizan dos líneas de producción en la extracción de Sacarosa con equipos de molienda diferentes y conductores independientes de caña a los que se definen como Tandem A y Tandem B.

Desde el año 1995 en que se amplió la capacidad de producción al instalarse otra línea de producción independiente, no se han realizado estudios comparativos que puedan precisar diferencias entre ambos Tandem.

En el proceso productivo forman parte esencial las diferentes baterías (masas), de molino donde se realizan las extracciones de Sacarosa en los Tandem, por lo que el departamento de fábrica ha planteado la inquietud de conocer evidencias que establezcan diferencias entre uno y otro Tandem, que implicaría diferencias en la efectividad de los molinos.

Determinaremos cuál de los dos Tandem exprime mejor la caña de azúcar tomando las tres variables que son las de más incidencia en el proceso, como son: pureza del jugo desmenuzado (PJDES), pureza del jugo residual (PJRES), Sacarosa porcentaje en bagazo (SPORB).

Para hacer este estudio se realizará un análisis multivariado basado en la prueba estadística T^2 de Hotelling que presenta la solución al problema de comparar dos grupos cuando se tiene un conjunto de variables dependientes consideradas conjuntamente.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Comparar los niveles de producción de Sacarosa de dos Tandem.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Describir los datos de producción de Sacarosa de dos Tandem.
2. Comparar la producción media de los dos Tandem en la producción de Sacarosa mediante el estadístico T^2 de Hotelling.
3. Verificar los supuestos de la T^2 de Hotelling.

MARCO TEORICO

El Tandem A es una línea de producción compuesta de un primer molino de cuatro masas y dos molinos posteriores de cuatro masas cada uno.

El Tandem B es otra línea de producción que consta de cinco molinos de cuatro masas.

MOLINOS:

Un molino es una máquina que puede considerarse como una prensa rotativa de bajas revoluciones hasta un máximo de 7.5 revoluciones por milla, teniendo sobre la masa superior una fuerza aplicada de entre 70 a 80 toneladas/pie de masa, las masas son ajustadas escalonadamente acorde con el porcentaje de fibra de caña que se procesará durante toda la zafra, siendo la parte mas abierta la parte por donde entra la caña.

En un molino de cuatro masas se producen tres extracciones de material líquido (jugo) de características completamente diferentes que son:

1. Extracción entre masa superior y cuarta masa.
2. Extracción entre masa superior y masa cañera.
3. Extracción entre masa superior y masa bagacera.

Estas extracciones difieren entre ellas por que a medida que la caña va cruzando el molino la caña va pasando por aberturas cada vez mas cerradas y el material líquido extraído va incrementando sus grados Brix, que es una medida de sólidos (Sacarosa) disueltos en el líquido (jugo).

Para aumentar el porcentaje (%) de Sacarosa extraída en un Tandem de molinos que es el objetivo principal en un ingenio azucarero, es necesario agregar agua al proceso para facilitar la extracción, este liquido es agregado al bagazo del molino anterior y así sucesivamente hasta llegar al último de los molinos.

Si tomamos como grupo a cada Tandem, y queremos comparar la producción media debemos considerar como variables principales los resultados de las tres extracciones que se describieron anteriormente, tomadas de cien días de trabajo normal, lo que nos plantea la hipótesis de comparar dos vectores de medias:

Donde,

$$\bar{X}_A = \bar{X}_B$$

$$\bar{X}_A = \begin{bmatrix} \bar{X}_{PJDES} \\ \bar{X}_{PJRES} \\ \bar{X}_{SPB} \end{bmatrix} \quad \text{Y} \quad \bar{X}_B = \begin{bmatrix} \bar{X}_{PJDES} \\ \bar{X}_{PJRES} \\ \bar{X}_{SPB} \end{bmatrix}$$

Esta hipótesis nos conduce a efectuar la prueba T^2 de HOTELLING cuyo fundamento teórico y principales teoremas se exponen a continuación.

T² de HOTELLING

Para comprobar si existen diferencias significativas entre dos grupos respecto a una variable dependiente se puede utilizar la prueba t de student.

La prueba T² de HOTELLING puede considerarse como una generalización de la t de student para el caso de mas de una variable dependiente.

Utilizando las propiedades de matrices y tomando los resultados de la distribución Wishart, dice: Si una matriz cuadrada $M_{p \times p}$ puede escribirse $M = X' X$ donde la matriz $X_{m \times p}$ es una matriz de datos con distribución $N_p(0, \Sigma)$ entonces, M tiene una distribución Wishart con matriz de escala Σ y m grados de libertad que se denota $M \sim W_p(\Sigma, m)$.

De estos resultados podemos retomar funciones del tipo $d'M^{-1}d$, donde d es normal, M se distribuye Wishart, d y M son independientes además d puede ser la media muestral y M proporcional a la matriz de covarianza de la muestra.

Podemos ahora derivar la distribución general de formas cuadráticas, este trabajo fue iniciado por HOTELLING (1931). Tenemos entonces que:

$$md'M^{-1}d \sim T^2(p, m)$$

Definición:

Si α puede ser escrito como $\alpha = m d' M^{-1} d$, si d y M están distribuidas independientes con $N_p(0, I)$ y $W_p(I, m)$ respectivamente, entonces decimos que α tiene la distribución T^2 de Hotelling con parámetros p y m .

Escribimos $\alpha \sim T^2(p, m)$.

Teorema:

Si x y M están distribuidas independientes con $N_p(u, \Sigma)$ y $W_p(\Sigma, m)$ entonces $m(x-u)' M^{-1}(x-u) \sim T^2(p, m)$.

Prueba : sea $d^* = \Sigma^{-1/2}(x-u) \sim N_p(0, I)$

$$M^* = \Sigma^{-1/2} M \Sigma^{-1/2} \sim W_p(I, m)$$

$$\begin{aligned} & m \left[\Sigma^{-1/2} (x - u) \right]' \left(\Sigma^{-1/2} M \Sigma^{-1/2} \right)^{-1} \Sigma^{-1/2} (x - u) \\ & m (x - u)' \left[\Sigma^{-1/2} \right]' \left(\Sigma^{-1/2} \right)^{-1} M^{-1} \left(\Sigma^{-1/2} \right)^{-1} \Sigma^{-1/2} (x - u) \\ & m (x - u)' M^{-1} (x - u) \\ & \qquad \qquad \qquad \sim T^2(p, m). \end{aligned}$$

Corolario:

Si \bar{x} y S son el vector de media y matriz de covarianza de una muestra de tamaño n con $N_p(u, \Sigma)$ y $S_u = \left[\frac{n}{n-1} \right] S$, entonces

$$(n-1)(\bar{x} - u)' S^{-1} (\bar{x} - u) = n(\bar{x} - u)' S_u^{-1} (\bar{x} - u) \sim T^2(p, n-1)$$

Prueba:

Sustituyendo $M = nS$, $m = n-1$ y $x-u$ por $n^{1/2} (\bar{x} - u)$

Los resultados se deducen inmediatamente.

Corolario:

El estadístico T^2 es invariante bajo cualquier transformación lineal.

$$x \longrightarrow Ax + b$$

Prueba:

Sabemos que $x \sim N_p(u, \Sigma)$ y $M \sim W_p(\Sigma, m)$

Si $m(x-u)' M^{-1} (x-u) \sim T^2(p, m)$

$$Ax + b \sim N_p(Au+b, A\Sigma A') \text{ y } AMA' \sim W_p(A\Sigma A', m)$$

$$m(Ax + b - Au - b)' [AM A']^{-1} (Ax + b - Au - b)$$

$$m(Ax - Au)' (A^{-1})' M^{-1} A^{-1} (Ax - Au)$$

$$m[A(x - u)]' (A^{-1})' M^{-1} A^{-1} [A(x - u)]$$

$$m(x - u)' A' (A^{-1})' M^{-1} A^{-1} A(x - u)$$

$$m(x - u)' M^{-1} (x - u) \sim T^2(p, m)$$

Por tanto T^2 es invariante bajo cualquier transformación lineal.

RELACION ENTRE LA T² DE HOTELLING Y F DE FISHER

Con los datos X para cada uno de los individuos de los dos grupos, se puede someter a comprobación la hipótesis nula:

$$H_0: u_1 = u_2$$

$$H_a: u_1 \neq u_2$$

Siendo:

$$x_1 = \begin{bmatrix} x_{11} \\ x_{12} \\ \cdot \\ \cdot \\ x_{1p} \end{bmatrix} \quad y \quad x_2 = \begin{bmatrix} x_{21} \\ x_{22} \\ \cdot \\ \cdot \\ x_{2p} \end{bmatrix}$$

Es decir x_1 y x_2 son los vectores de medias de los dos grupos.

Esta comprobación puede hacerse mediante la prueba T² de HOTELLING, que en notación matricial viene dada por:

$$T^2 = \frac{n_1 * n_2}{n_1 + n_2} (x_1 - x_2)' S^{-1} (x_1 - x_2)$$

Donde n_1 y n_2 son el número de individuos de cada grupo.

A partir de la T^2 de HOTELLING se obtiene el estadístico F mediante:

$$F = T^2 \frac{n_1 + n_2 - p - 1}{(n_1 + n_2 - 2)p} \quad \text{donde, } p=3$$

$$n_1=100$$

$$n_2=100$$

Esta F sigue una distribución F de FISHER, con grados de libertad $v_1 = p$ y $v_2 = n_1 + n_2 - p - 1$

Criterio de decisión $F > F_{v_1, v_2, \alpha}$

Obsérvese que la T^2 de HOTELLING compara dos vectores de medias, cuando la t de student compara dos medias, por eso cuando se dispone de una sola variable ($p=1$), la T^2 de HOTELLING coincide con la t de student al cuadrado.

MATERIALES Y METODOS

MATERIAL Y METODO

El presente estudio fue realizado en la empresa azucarera Ingenio San Antonio ubicado en la ciudad de Chichigalpa, donde fueron obtenidos los datos del departamento de fábrica durante el período de producción de azúcar comprendido en el mes de noviembre de 1997 al mes de mayo de 1998.

Se consideraron las hojas de recopilación de datos del reporte diario de la producción de azúcar durante cien días de producción en la fábrica.

Los paquetes de computación que se utilizaron para realizar este estudio fueron, Word, Excel y SPSS.

Los métodos estadísticos utilizados fueron, los análisis descriptivos y la T^2 de Hotelling.

HIPOTESIS

HIPÓTESIS

H_0 : No hay diferencias entre los dos Tandem de producción en la cantidad de Sacarosa que se extrae.

H_1 : Hay diferencias entre los dos Tandem de producción en la cantidad de Sacarosa que se extrae.

RESULTADOS Y ANALISIS

Resultados y Análisis

Descriptivos.

De los descriptivos se desprende que por cada 100 toneladas de caña de azúcar que se introduce en el tandem A se obtiene un promedio de 87.6821 toneladas de Pureza del Jugo desmenuzado con una desviación de 1.1667 toneladas. Para la Pureza del Jugo Residual se obtiene un promedio de 81.1044 con una desviación de 1.7408 toneladas. Para la Sacarosa Porcentaje en Bagazo se obtiene un promedio de 2.4048 con una desviación de 0.3105 toneladas en 100 días de producción.

Cuando se introducen 100 toneladas de caña de azúcar en el tandem B se obtiene un promedio de 87.3897 con una desviación de 1.1275 toneladas de Pureza del Jugo Desmenuzado. Para la Pureza del Jugo Residual se obtiene un promedio de 82.6765 con una desviación de 1.5795 toneladas. Para la Sacarosa Porcentaje en Bagazo se obtuvo un promedio de 3.2670 con una desviación de 0.2992 toneladas en 100 días de producción. (ver tabla 1).

DESCRIPTIVOS

Tabla 1
Estadísticos descriptivos

Grupos	Media	Desv.Tip.
PJDES tandem A	87.6821	1.1667
tandem B	87.3896	1.1275
PJRES tandem A	81.1044	1.7408
tandem B	82.6765	1.5795
SPORB tandem A	2.4048	0.3105
tandem B	3.2670	0.2992

CONTRASTE DE HIPOTESIS

CONTRASTE DE HIPOTESIS

Se contrasta la hipótesis de los vectores de media con dimensión de las variables: Pureza del Jugo Desmenuzado, Pureza del Jugo Residual y Sacarosa Porcentaje en Bagazo. Este contraste es expresado mediante:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\alpha=0.05$$

$$n=100$$

$$T^2 = \frac{n_1 * n_2}{n_1 + n_2} (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)' \Sigma^{-1} (\bar{x}_1 - \bar{x}_2)$$

Relación entre la T^2 de Hotelling y F de Fisher

$$F_{v_1, v_2, \alpha}$$

Si $F_{v_1, v_2, \alpha} < F$ se rechaza H_0

Los resultados del contraste de hipótesis se reflejan en la tabla 2, obteniéndose una T^2 de 2.364 con su aproximación a la F de Fisher de 154.443 y un nivel de Significancia de $p=0.000$ de lo que podemos concluir que los vectores de media del tandem A y el tandem B presentan diferencias significativas.

TABLA 2

VALOR	F	sig.
T²=2.364	154.443	0.000

VERIFICACION DE LOS SUPUESTOS

- **HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS**

$$H_0 : \Sigma_A = \Sigma_B$$

$$H_a : \Sigma_A \neq \Sigma_B$$

Este contraste referido a la hipótesis de homogeneidad cuyo resultado aparece en la prueba Box acerca de la igualdad de las matrices de covarianza con $p=0.003$, aunque no hay evidencia suficiente en contra de la hipótesis nula, esto no invalida los resultados de la prueba T^2 que mantiene su consistencia, debido a que el tamaño de muestra n es suficientemente grande e igual para ambas poblaciones. (ver tabla 2.1)

En el cuadro siguiente se pueden ver las pruebas de homogeneidad de varianzas.

TABLA 2.1

	F	SIG
PJDES	0.034	0.854
PJRES	0.887	0.347
SPORB	0.015	0.903

- **MULTINORMALIDAD**

El paquete estadístico SPSS, al menos en la versión que tenemos no proporciona la verificación del supuesto de multinormalidad, no obstante sí comprueba que cada una de las variables se distribuyen normal univariante, siendo una condición necesaria pero no suficiente.

Esto indica que si las variables se distribuyen normal p variante, entonces cada una de ellas se distribuyen normal univariante, pero esto no implica que conjuntamente las variables se distribuyan normal multivariante.

- **VARIABLES INFLUYENTES**

Para la Pureza del Jugo Desmenuzado (PJDES) $P = 0.073$ no es tan significativo como la Pureza del Jugo Residual (PJRES) que tiene un nivel de significancia de $P = 0.000$ y Sacarosa Porcentaje en Bagazo (SPORB) de lo que se deduce que las diferencias entre los grupos se deben fundamentalmente a las variables Pureza del Jugo Residual y Sacarosa Porcentaje en Bagazo. (ver anexo pag.22)

CONCLUSIONES

Conclusiones

Los vectores de media de ambos grupos con lo que se realiza la comparación a los tandem son:

$$\bar{X}_A = \begin{bmatrix} 87.6821 \\ 81.1044 \\ 2.4048 \end{bmatrix} \quad \text{y} \quad \bar{X}_B = \begin{bmatrix} 87.3896 \\ 82.6765 \\ 3.2670 \end{bmatrix}$$

De los resultados se desprende que existen diferencias significativas entre los dos grupos o vectores de medias que representan las dos líneas de producción en extracción de Sacarosa.

Las variables influyentes o que aportaron más información en la diferencia de los dos tandem fueron: Sacarosa Porcentaje en Bagazo y Pureza del Jugo residual.

El estadístico T^2 resultó ser confiable para el análisis debido al tamaño seleccionado de muestra $n=100$ por cada grupo, ya que en el libro de análisis multivariado de Seber se contempla que si n_1 y n_2 tienen el mismo tamaño y si n es grande entonces los resultados del estadístico T^2 no pueden ser cuestionados.

Recomendaciones

Puede considerarse que si el estudio de costos lo admite, de acuerdo a sus posibilidades se debería de ampliar la capacidad de producción del Tandem B ya que resultó tener mejores resultados en la molienda de caña.

ANEXOS

Modelo lineal general

Factores inter-sujetos

		Etiqueta del valor	N
grupos	1.00	tandem A	100
	2.00	tandem B	100

Estadísticos descriptivos

	grupos	Media	Desv. típ.	N
PJDES	tandem A	87.6821	1.1667	100
	tandem B	87.3896	1.1275	100
	Total	87.5359	1.1537	200
PJRES	tandem A	81.1044	1.7408	100
	tandem B	82.6765	1.5795	100
	Total	81.8905	1.8357	200
SPORB	tandem A	2.4048	.3105	100
	tandem B	3.2670	.2992	100
	Total	2.8358	.5285	200

Prueba Box sobre la igualdad de las matrices de covarianza

M de Box	20.282
F	3.325
gl1	8
gl2	264044
Sig.	.003

Contraste la hipótesis nula de que las matrices de covarianza observadas de las variables dependientes son iguales en todos los grupos

a Diseño Intercept+GRU PO

Contrastes multivariados ^c

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error gl	Sig	Parámetro de no centralidad	Potencia observada ^a
Intercept	Traza de Pillai	1.000	457749.0 ^b	3.000	198.000	.000	1373247.0	1.000
	Lambda de Wilks	.000	457749.0 ^b	3.000	198.000	.000	1373247.0	1.000
	Traza de Hotelling	7006.382	457749.0 ^b	3.000	198.000	.000	1373247.0	1.000
	Raíz mayor de Roy	7006.382	457749.0 ^b	3.000	198.000	.000	1373247.0	1.000
GRUPO	Traza de Pillai	.703	154.443 ^b	3.000	198.000	.000	483.329	1.000
	Lambda de Wilks	.297	154.443 ^b	3.000	198.000	.000	483.329	1.000
	Traza de Hotelling	2.384	154.443 ^b	3.000	198.000	.000	483.329	1.000
	Raíz mayor de Roy	2.384	154.443 ^b	3.000	198.000	.000	483.329	1.000

a. Calculado con alfa = .05

b. Estadístico exacto

c. Diseño: Intercept+GRUPO

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error ^a

	F	gl1	gl2	Sig
PJDES	.034	1	198	.854
PJRES	.887	1	198	.347
SPORB	.015	1	198	.903

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos

a. Diseño: Intercept+GRUPO

Pruebas de los efectos Inter-sujetos

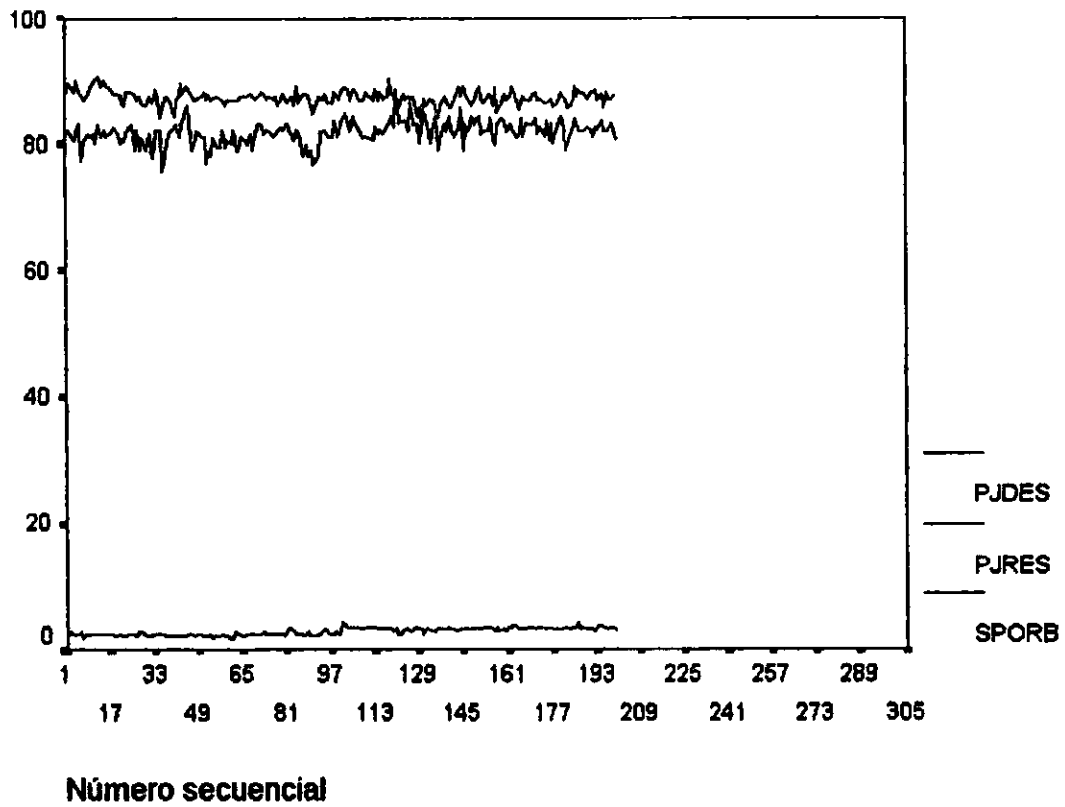
Fuente	Variable dependiente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Parámetro de no centralidad	Potencia observada ^a
Modelo corregido	PJDES	4.278 ^b	1	4.278	3.250	.073	3.250	.434
	PJRES	123.579 ^c	1	123.579	44.733	.000	44.733	1.000
	SPORB	37.169 ^d	1	37.169	399.758	.000	399.758	1.000
Intercept	PJDES	1532505.0	1	1532505	1164379	.000	1164378.8	1.000
	PJRES	1341210.3	1	1341210	485492.0	.000	485492.049	1.000
	SPORB	1608.466	1	1608.466	17299.092	.000	17299.092	1.000
GRUPO	PJDES	4.278	1	4.278	3.250	.073	3.250	.434
	PJRES	123.579	1	123.579	44.733	.000	44.733	1.000
	SPORB	37.169	1	37.169	399.758	.000	399.758	1.000
Error	PJDES	260.599	198	1.316				
	PJRES	546.991	198	2.763				
	SPORB	18.410	198	9.298E-02				
Total	PJDES	1532769.9	200					
	PJRES	1341880.9	200					
	SPORB	1664.045	200					
Total corregido	PJDES	264.877	199					
	PJRES	670.570	199					
	SPORB	55.579	199					

a. Calculado con alfa = .05

b. R cuadrado = .016 (R cuadrado corregido = .011)

c. R cuadrado = .184 (R cuadrado corregido = .180)

d. R cuadrado = .669 (R cuadrado corregido = .667)

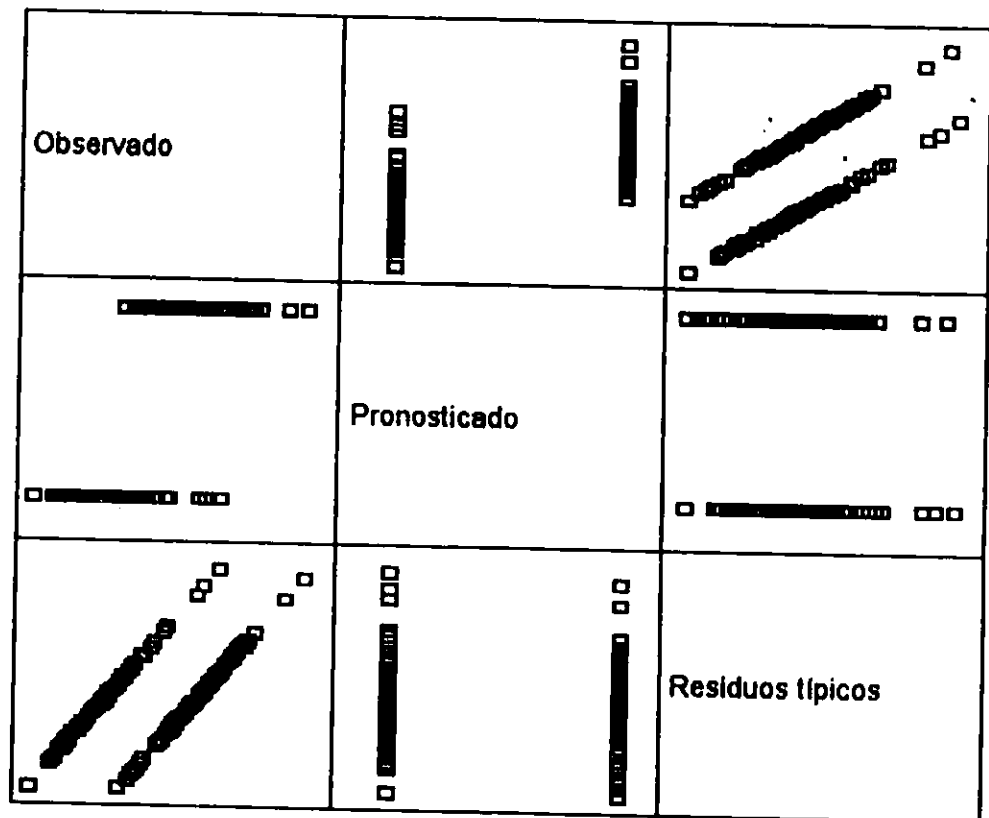


GRAFICA SECUENCIAL DE LAS TRES VARIABLES

tip.

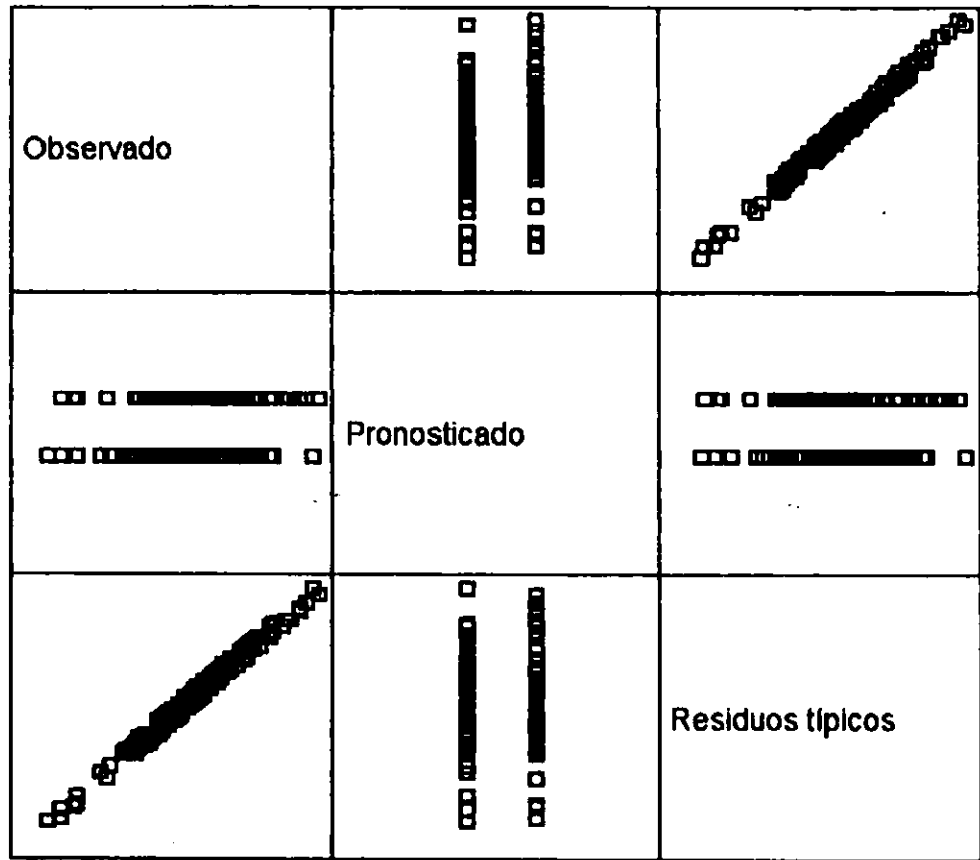
Diagramas Observadas * Pronosticadas * Residuos

Variable dependiente: SPORB.



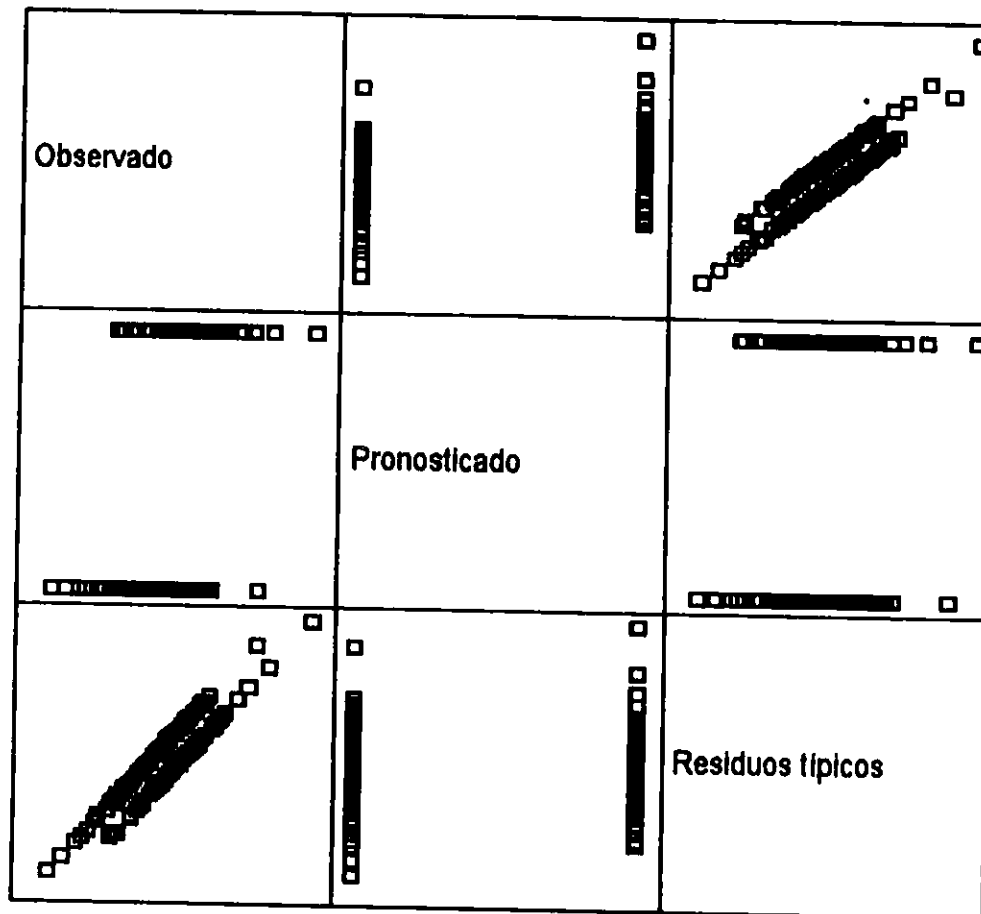
Modelo: Intersección + GRUPO

Variable dependiente: PJDES



Modelo: Intersección + GRUPO

Variable dependiente: PJRES



Modelo: Intersección + GRUPO

DATOS

SPORB	PJDES	PJRES	GRUPO
2.52	87.73	82.08	1
2.66	89.94	82.44	1
2.53	89.80	81.74	1
2.44	88.21	80.56	1
2.53	90.24	81.92	1
2.79	88.54	83.61	1
1.86	88.05	77.51	1
2.59	86.96	80.50	1
2.50	87.87	81.57	1
2.60	89.10	81.20	1
2.59	89.90	81.58	1
2.34	90.42	80.38	1
2.63	90.70	83.24	1
2.44	89.23	81.37	1
2.29	90.20	82.23	1
2.63	89.52	81.19	1
2.35	88.91	81.61	1
2.53	88.82	81.74	1
2.28	88.06	82.69	1
2.41	87.87	81.80	1
2.17	87.66	80.15	1
2.12	86.25	80.73	1
2.40	88.29	81.74	1
2.54	88.26	82.30	1
2.39	88.53	82.94	1
2.02	88.14	79.24	1
2.96	87.03	82.37	1
2.83	87.73	79.23	1
2.48	86.49	80.92	1
2.05	86.23	79.32	1
2.34	87.64	81.75	1
2.23	86.98	79.18	1
2.58	86.46	77.76	1
2.37	88.65	82.39	1
2.33	84.30	82.29	1
2.58	85.40	75.85	1
1.99	87.17	78.40	1
1.96	87.77	80.74	1
2.26	86.88	82.06	1
2.17	84.58	82.78	1
2.03	87.43	83.21	1
1.98	87.85	81.24	1
2.14	89.79	83.00	1
2.28	87.98	83.91	1
2.43	89.45	86.13	1
2.43	88.19	81.21	1
1.95	87.79	79.34	1
2.46	87.04	81.11	1
2.46	87.15	81.97	1
1.97	87.68	81.32	1
2.26	88.22	81.25	1

2.12	87.39	77.24	1
2.51	88.10	78.98	1
1.86	86.80	78.17	1
2.15	87.20	80.87	1
2.05	87.58	79.80	1
2.36	87.21	79.41	1
2.08	87.25	82.28	1
1.96	86.13	79.65	1
1.90	86.94	80.71	1
1.88	86.95	80.35	1
2.96	87.03	82.37	1
2.41	87.10	79.09	1
2.46	87.12	78.75	1
2.01	87.74	81.33	1
2.41	87.82	80.80	1
2.52	87.73	79.78	1
2.61	87.89	81.80	1
2.38	87.57	79.12	1
2.30	87.21	81.78	1
2.55	87.51	83.54	1
2.92	88.29	83.11	1
2.39	88.14	81.74	1
2.44	87.37	82.36	1
2.60	87.59	82.18	1
2.50	87.40	81.44	1
2.36	87.51	81.71	1
2.41	86.11	82.55	1
2.50	86.88	82.70	1
2.26	88.17	82.49	1
3.44	86.78	83.46	1
3.30	86.98	82.06	1
2.66	87.51	81.17	1
2.53	86.36	80.60	1
2.29	89.48	82.51	1
2.33	86.68	81.64	1
2.14	87.87	78.21	1
2.95	88.11	80.00	1
2.18	87.71	78.25	1
2.17	88.43	79.07	1
2.04	84.71	76.59	1
2.35	87.59	78.26	1
2.73	87.43	82.07	1
3.23	87.18	81.87	1
2.66	88.18	82.43	1
2.46	86.63	81.51	1
2.44	86.57	81.26	1
2.92	88.43	83.65	1
2.62	87.71	81.48	1
2.71	87.26	81.71	1
4.24	88.42	83.57	2
3.43	89.17	84.70	2
3.53	88.78	83.56	2

3.83	86.06	82.01	2
3.59	88.58	84.42	2
3.68	88.77	83.38	2
3.21	87.07	82.41	2
3.52	86.99	80.98	2
3.40	87.43	81.32	2
3.38	88.38	81.39	2
3.42	87.76	81.02	2
3.37	87.14	80.53	2
3.29	88.58	82.88	2
3.02	87.08	81.80	2
3.15	88.41	82.28	2
3.04	87.27	81.82	2
3.14	87.65	83.13	2
3.16	90.53	83.53	2
2.65	88.19	84.66	2
3.01	88.08	82.87	2
2.51	86.25	88.86	2
2.58	86.03	83.51	2
3.03	88.08	83.74	2
3.01	87.41	83.70	2
2.86	87.51	81.95	2
2.75	87.30	86.78	2
3.40	87.69	83.21	2
3.04	84.65	83.08	2
3.22	86.05	80.35	2
2.62	83.92	82.35	2
3.19	87.18	85.38	2
3.31	86.25	84.38	2
2.71	87.24	80.24	2
2.67	86.93	83.30	2
3.25	85.78	84.33	2
3.02	84.27	79.05	2
3.18	86.11	81.15	2
3.21	87.73	83.46	2
3.43	86.94	82.20	2
3.00	85.85	84.49	2
3.27	85.85	82.14	2
2.89	87.22	81.23	2
3.16	89.14	82.78	2
3.14	87.82	85.88	2
3.56	89.54	79.23	2
3.29	87.99	83.14	2
3.30	86.82	82.14	2
3.18	86.31	84.37	2
3.60	86.81	83.19	2
3.10	87.89	84.16	2
3.28	88.96	84.42	2
3.44	87.28	81.55	2
3.57	86.79	82.02	2
3.37	88.20	82.49	2
3.27	87.66	84.03	2

2.98	86.36	80.61	2
3.58	89.06	79.92	2
2.71	85.26	83.13	2
3.03	86.70	84.24	2
2.91	88.08	83.33	2
3.38	87.19	82.13	2
3.40	87.69	83.21	2
3.78	88.93	82.32	2
3.13	86.86	81.05	2
3.28	85.47	81.72	2
3.47	86.94	84.16	2
3.20	87.75	81.48	2
3.41	87.12	83.51	2
3.56	87.06	83.07	2
3.33	87.88	82.99	2
3.58	88.24	84.16	2
3.36	86.93	81.67	2
3.48	87.39	82.86	2
3.29	86.79	81.19	2
3.46	86.74	83.68	2
3.34	87.05	80.88	2
3.29	87.44	83.36	2
3.05	85.83	80.40	2
3.09	86.74	82.93	2
3.20	88.50	84.45	2
3.67	87.71	84.14	2
3.64	87.19	79.17	2
3.31	85.93	80.00	2
3.69	86.29	82.03	2
3.45	89.46	84.04	2
4.06	87.52	83.18	2
3.31	88.83	82.31	2
3.39	88.10	82.07	2
3.09	88.55	82.07	2
3.18	87.41	82.76	2
3.27	88.33	82.55	2
2.99	88.44	81.45	2
3.38	88.60	82.85	2
3.71	86.91	82.34	2
3.62	88.18	83.70	2
3.50	85.96	82.18	2
3.16	88.24	82.17	2
3.38	87.26	82.26	2
3.40	87.47	83.40	2
2.96	87.89	80.46	2

BIBLIOGRAFIA

WAYNE W. DANIEL Estadísticas con aplicaciones a las Ciencias Sociales y a la Educación.

Segunda edición

McGraw - Hupp / Interamericana de México S.A. 1998

SCHEAFFER McCLAVE Probabilidad y Estadísticas para Ingeniería .

Tercera Edición

Grupo editorial / Iberoamericana S.A. 1990

E. Hugot

Manual para Ingenieros Azucareros

Primera Edición

Compañía Editorial Continental S.A. 1963

MARDIA, K.V etal. Multivariate Analysis.

Séptima edición .1989

BISQUERRA, ALZINA RAFAEL: Introducción Conceptual al Análisis Multivariable.

Vol I. 1989

