

2. Ejemplares:
1. " N. 23

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias

Un Programa para Análisis
de Varianza Multivariado

T E S I S

Que para obtener el título de :

ACTUARIO

presenta :

PATRICIA ISABEL ROMERO MARES

México, D. F.

10³ 29

1979



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

0. Introducción.	1
1. Experimentos de Respuesta Múltiple.	3
1.1 Caso Univariado	3
1.2 Experimentos de Respuesta Múltiple	6
2. Porque del uso de MANOVA.	9
3. Introducción a la hipótesis lineal general y MANOVA	11
3.1 Notación	11
3.2 Hipótesis Lineal General	14
4. Criterios de prueba y comparación.	18
4.1 El criterio Λ de Wilks	19
4.2 El criterio de Lawley Hotelling	21
4.3 El criterio de Roy	21
4.4 El criterio F	24
4.5 Comparaciones de Potencia de los criterios de prueba	26
5. Uso del Programa y ejemplos.	28

5.1 Funcionamiento	28
5.2 Comentarios	31
5.3 Matriz de Diseño	35
5.4 Ejemplos	43

APENDICE 1. PROGRAMA

APENDICE 2. TABLAS DE HECK

O.- INTRODUCCION.

En muchas áreas de investigación como en Astronomía, Psicología, Medicina, etc., se plantean problemas en los cuales se realizan más de una medición por cada unidad de observación (caso). Estos problemas llamados de respuesta múltiple son los que se tratan en el presente trabajo.

Debido a que en el Departamento de Probabilidad y Estadística del IIMAS, donde se tienen ya algunos paquetes que realizan análisis estadístico, no se contaba con un programa que calculara Análisis de Varianza Multivariado se pensó entonces en hacer el programa MANOVA que es el tema principal de esta tesis. Este programa realiza pruebas de hipótesis para el modelo I de MANOVA o modelo fijo.

En los capítulos 1-4 se trata en forma simple los conceptos elementales de la Estadística Multivariada con énfasis en Análisis de Varianza enfocado a Diseño de Experimentos. En el capítulo 5 se explica el uso del programa MANOVA implementado en la Burroughs B-6700 de la UNAM, y

ejemplos.

En el apéndice 1 se presenta el listado del programa MANOVA. Y en el apéndice 2 se anexan las tablas de Heck de los puntos porcentuales de la distribución de la mayor raíz característica.

1.- EXPERIMENTOS DE RESPUESTA MULTIPLE.

1.1.- Caso Univariado.

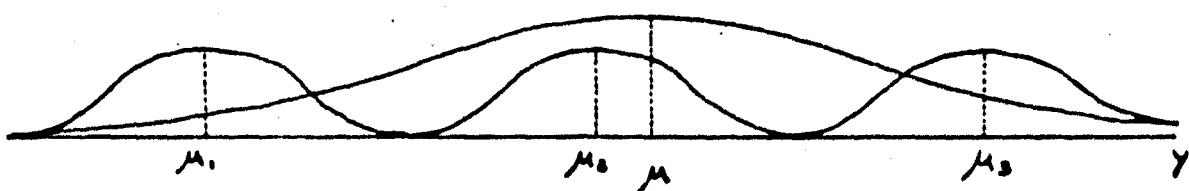
En el caso univariado más sencillo, se tienen un cierto número de observaciones Y_{ij} extraídas de k poblaciones normales con medias $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k$ y varianza común desconocida σ^2 .

El modelo lineal para estos casos es

$$Y_{ij} = \mu + \tau_j + \epsilon_{ij} \dots \dots \dots (1)$$

donde Y_{ij} es la i -ésima observación de la j -ésima población, μ es la media general común a todas las observaciones, τ_j es el efecto debido a un tratamiento asociado a la j -ésima población y ϵ_{ij} es un error distribuido normal con media cero y varianza σ^2 para $i=1, \dots, n$ $j=1, \dots, k$.

Para $k=3$, el caso más simple de análisis de varianza es el siguiente:



donde la hipótesis que se trata de probar es la igualdad de medias de las tres poblaciones.

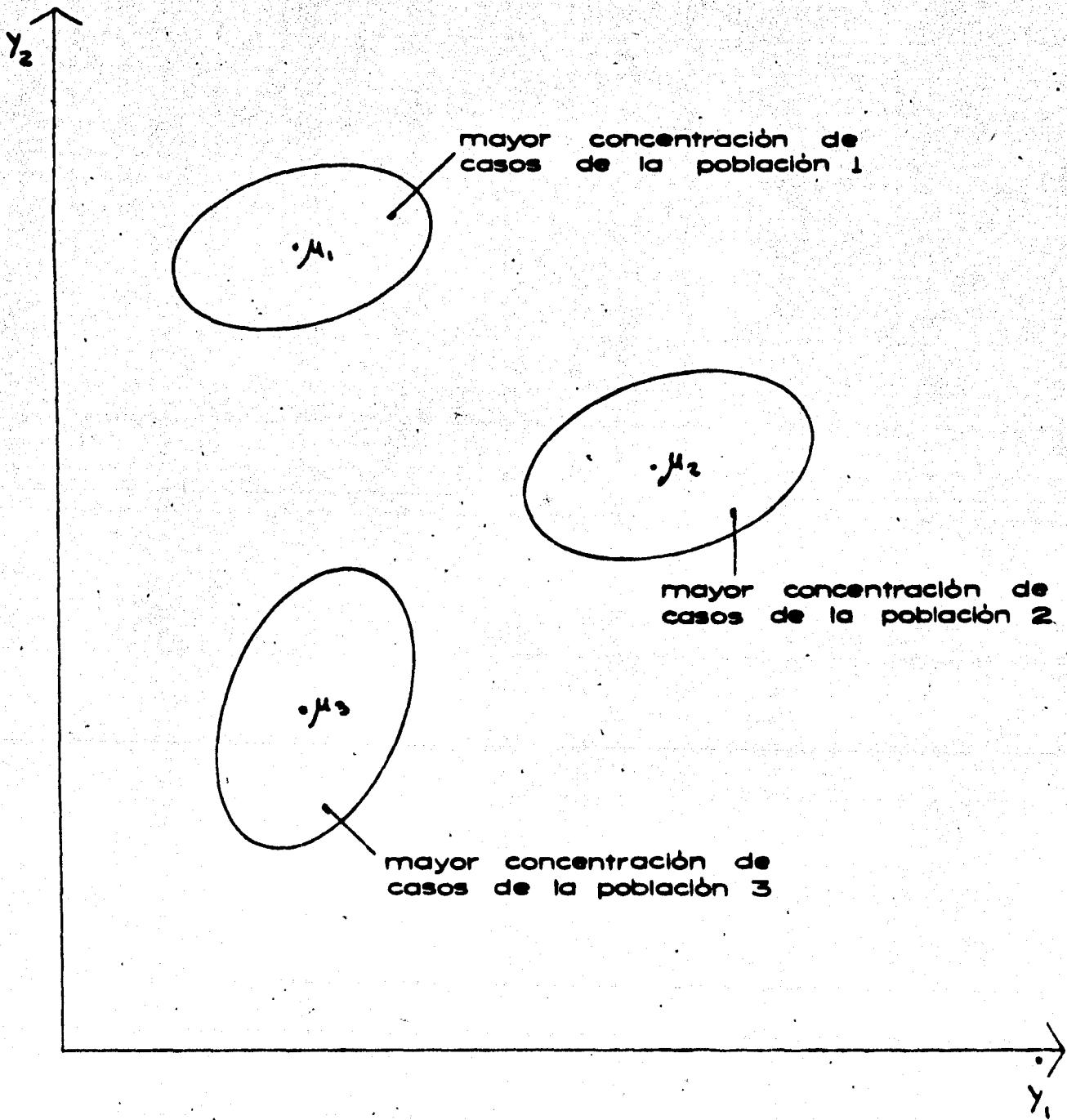
De acuerdo al modelo (1) esta hipótesis se plantea como

$$H_0: \boldsymbol{\mu}_1 = \boldsymbol{\mu}_2 = \boldsymbol{\mu}_3$$

A diferencia del modelo univariado, en el modelo multivariado se tiene un vector de variables dependientes. Este vector de variables dependientes se supone distribuido normal multivariado con matriz de varianza covarianza común a todas las poblaciones.

Igual que en ANOVA, el investigador desea probar la igualdad de los vectores de medias de cada una de las poblaciones en estudio.

Como ejemplo, cuando $k=3$ y la variable dependiente es bivariada, se tiene:



1.2.- Experimentos de Respuesta Múltiple.

Un experimento consta de las siguientes partes:

- 1) Factores. Son aquellos que pueden ser controlados y se supone que son constantes. Por ejemplo métodos de enseñanza.
- 2) Nivel. Es una modalidad de un factor. Por ejemplo método de enseñanza audiovisual, método de enseñanza con profesor, etc.
- 3) Tratamiento. Es una combinación específica de varios factores estudiados a ciertos niveles.
- 4) Unidad experimental. Es la subdivisión menor a la que se le puede asignar un tratamiento, por ejemplo un estudiante.
- 5) Respuesta. Es la característica que se mide en la unidad experimental.

En los experimentos de respuesta múltiple cada unidad experimental es estudiada con respecto a más de una respuesta o característica.

En forma general, se supone que las respuestas tienen una distribución que depende de los factores (o combina-

ción de tratamientos) y uno de los propósitos principales del diseño de experimentos es estudiar la naturaleza de esta dependencia.

En cualquier problema, el diseño del experimento determina la regla por la cual los diversos factores son asignados a las unidades experimentales en el problema.

Los diferentes factores son comúnmente llamados fuentes de variación en cada una de las respuestas consideradas, considerando también como fuentes de variación algunas interacciones entre factores; las otras posibles fuentes de variación que son desconocidas y presumiblemente menos importantes en su contribución a la variación total constituyen el error.

Cualquier respuesta o factor puede ser clasificado en uno de cuatro tipos:

- a)Puramente nominal (colores como negro,rojo)**
- b)Ordinal (bueno,malo,etc.)**
- c)Escala Absoluta (número de fallas de algún instrumento en un intervalo de tiempo especificado) ,**
- d)Escala de Relación y de Intervalo (viscosidad).**

2.- POR QUE DEL USO DE MANOVA.

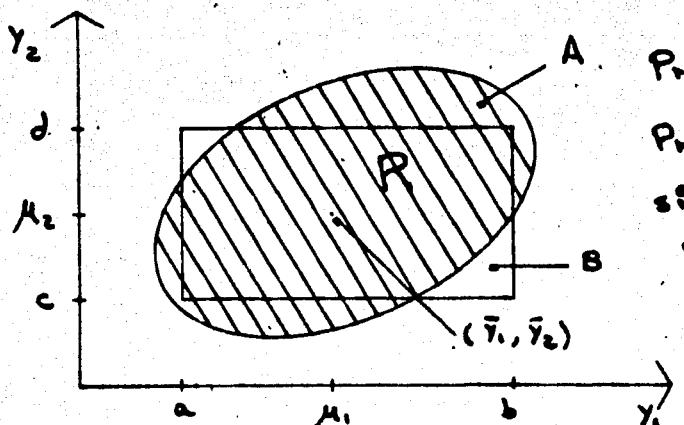
Se debe hacer notar la necesidad de herramientas propias cuando se trabaja en problemas de respuesta múltiple.

A continuación se tratan dos situaciones en las que se observa esta necesidad.

a) Para problemas de una respuesta se cuenta con las técnicas de ANOVA para canalizar e interpretar los datos.

Para problemas de respuesta múltiple la práctica usual parece ser analizar los datos con técnicas de ANOVA para cada una de las respuestas separadamente; pero de esta manera se ignoran y se dejan de explotar las correlaciones reales que pueden existir entre las respuestas. Los resultados obtenidos de esta manera no son válidos.

b) Con respecto a la relación que existe entre pruebas de hipótesis e intervalos de confianza, se tiene para el caso bivariado la situación siguiente:



- A. $\Pr[\mu_1 \in [a, b]] = 1 - \alpha$
 $\Pr[\mu_2 \in [c, d]] = 1 - \alpha$
 si fueron independientes Y_1 y Y_2
 $\Pr[\mu_1 \in [a, b], \mu_2 \in [c, d]] = (1 - \alpha)^2$
 $\Pr[\mu_1, \mu_2 \in R] = 1 - \alpha$

Por la correlación existente entre las respuestas Y_1 y Y_2 , la región confidencial conjunta de μ_1 y μ_2 tiene la forma de una elipse.

Si se plantea como hipótesis el lugar en que está el punto (μ_1, μ_2) se pueden tener las siguientes dos situaciones contradictorias:

Si la hipótesis es que (μ_1, μ_2) está en el punto A, con el método multivariado, la hipótesis no se rechaza y con el método univariado se rechaza.

Si la hipótesis es que (μ_1, μ_2) está en el punto B, con el método multivariado, la hipótesis se rechaza y con el método univariado no se rechaza.

Esto señala la necesidad de considerar la distribución conjunta de las mediciones.

3.- INTRODUCCION A LA HIPOTESIS LINEAL GENERAL Y MANOVA.

3.1.- Notacion.

n = número total de unidades experimentales.

p = número de respuestas medidas en cada una de las n unidades experimentales.

Se tiene la matriz de observaciones:

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \vdots & & & \\ y_{p1} & y_{p2} & \dots & y_{pn} \end{bmatrix} = [y_1, y_2, \dots, y_n]$$

y_i representa el vector columna de p respuestas medidas a la i -ésima unidad experimental.

El modelo I de MANOVA de efectos fijos corresponde a:

$$\mathbf{y}' = \mathbf{A}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

donde

- i) \mathbf{A} es la matriz de diseño de $n \times m$, cuyos elementos definen el diseño bajo el cual se obtienen los datos, es

dicir, describen la forma en que cada tratamiento es asignado a cada unidad experimental. A es de rango $r \leq m \leq n$.

ii) β es una matriz de $m \times p$ de parámetros desconocidos, que corresponden a los efectos fijos de los factores considerados.

iii) ε es la matriz de errores de dimensión $n \times p$.

Suposiciones.

1) $p \leq (n-r)$, lo que asegura que la matriz de error muestral es casi siempre definida positiva.

2) Y_1, \dots, Y_n son muestras independientes de $N[\mu(Y_i), \Sigma]$, donde la matriz de dispersión Σ es común a los n vectores pero desconocida.

3) La matriz de errores ε se supone que es una muestra aleatoria de tamaño n de una población $N[0, \Sigma]$, esto implica que se cumple:

i) Normalidad.

ii) Independencia entre renglones de la matriz Σ .

iii) Homoscedasticidad. (igualdad de matrices de varianza covarianza para cada renglón de Σ).

Debido a que la suposición de normalidad no se cumple algunas veces es importante probar esta suposición. Existen criterios para probar normalidad marginal como son:

a) Pruebas de cocientes de verosimilitud asociadas con transformaciones para mejorar la normalidad univariada (Andrews et al. (1973)).

b) Pruebas de simetría y kurtosis (Pearson & Hartley (1966), Mardia(1970)).

c) Representación gráfica de probabilidades normales (Press (1972)).

Existen tambien criterios para probar Independencia y Homoscedasticidad.

Como la matriz de diseño A es de rango $r \leq m \leq n$ podemos hacer una partición de A en $[AI, AD]$ donde AI es cualquier

base de A con dimensiones $n \times r$ y A tiene r relaciones y las restantes $(m-r)$ columnas de A . De acuerdo con esta partición se puede hacer otra a la matriz ξ , de parámetros desconocidos, como $\begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_0 \end{bmatrix}$ y reescribir el modelo I de MANOVA como

$$Y' = [A_I \ A_0] \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_0 \end{bmatrix} + \varepsilon$$

Generalmente el problema se reparametriza usando, por ejemplo, la restricción de que la suma de todos los efectos de los tratamientos es cero, para así obtener una matriz A de rango completo.

El programa MANOVA supone que la matriz A es de rango completo, por lo que en un capítulo posterior se darán las reglas a seguir para construir esta matriz con esa restricción.

3.2.- Hipótesis Lineal General.

La hipótesis lineal general que realiza el programa MANOVA es:

$$H_0: C\xi M = 0 \quad \text{u.s.} \quad H_1: C\xi M = \eta \quad \eta \neq 0$$

donde

C es la matriz de hipótesis entre tratamientos, de dimensiones $s \times n$, con rango $s \leq r \leq n$.

M es la matriz de hipótesis entre respuestas de dimensiones $P \times u$, con rango $u \leq p$. M puede expresar hipótesis tales como que el efecto de un factor es el mismo en todas (o en un subconjunto dado) las p respuestas. O bien, que el efecto de un factor cambia de algún modo lineal al considerar las respuestas.

η es una matriz no nula.

Por ejemplo: se tiene un experimento con tres tratamientos y en cada unidad experimental se han medido dos respuestas

tratamiento	respuesta	
	Y_1	Y_2
C_1	ξ_{11}	ξ_{12}
C_2	ξ_{21}	ξ_{22}
C_3	ξ_{31}	ξ_{32}

donde ξ_{ij} es el efecto del tratamiento C_i en la respuesta Y_j , $i=1,2,3$ $j=1,2$.

La hipótesis de no diferencias entre tratamientos para las dos respuestas es:

$$H_0: \begin{bmatrix} \xi_{11} \\ \xi_{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \xi_{21} \\ \xi_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \xi_{31} \\ \xi_{32} \end{bmatrix}$$

la cual es verdadera si y solo si

$$\xi_{11} = \xi_{21} = \xi_{31} \quad \text{y} \quad \xi_{12} = \xi_{22} = \xi_{32}$$

En notación matricial, esta hipótesis es:

$$H_0: C \xi = 0$$

donde

$$C = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \xi = \begin{bmatrix} \xi_{11} & \xi_{12} \\ \xi_{21} & \xi_{22} \\ \xi_{31} & \xi_{32} \end{bmatrix}$$

\mathbf{O} es la matriz nula de 2×2 y la matriz M que no aparece es la idéntica de 2×2 .

De acuerdo a la partición de A en $[AI AD]$ que determina una partición de ξ en $\begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{bmatrix}$ podemos hacer una partición de C en la forma $[CI CD]$.

Se definen las matrices SE y SH que son respectivamente la matriz debida al error y la matriz debida a la hipótesis las cuales son calculadas a partir de las observaciones, de la matriz de diseño conocida y de las matrices C y M especificadas, como:

$$SE_{(n \times n)} = M' Y [I(n) - A_1 (A_1' A_2)' A_1'] Y' M$$

$$SH_{(n \times n)} = M' Y A_1 (A_1' A_2)' C_1' [C_2 (A_1' A_2)' C_2']^{-1} C_2 (A_1' A_2)' A_1' Y' M$$

$I(n)$ denota la matriz idéntica de orden n .

Estas matrices son esencialmente matrices de sumas de cuadrados (elementos diagonales) y sumas de productos (elementos no diagonales).

SH es simétrica, por lo menos semidefinida positiva, de rango $k = \min(\text{rango}(M), \text{rango}(C))$.

SE es simétrica y puesto que $0 < p \leq (n-r)$ es definida positiva.

4.- CRITERIOS DE PRUEBA Y COMPARACION.

A diferencia de ANOVA, nos enfrentamos con por lo menos tres criterios alternativos para probar

$$H_0: C \notin M = 0 \quad \text{o.s.} \quad H_1: C \notin M = \eta \quad \eta \neq 0$$

Los criterios son:

- a) $\text{chmax}(S_H S_E^{-1}) / [\lambda + \text{chmax}(S_H S_E^{-1})]$
- b) $A = |S_E| / |S_H + S_E| = \lambda / |S_H S_E^{-1} + I|$
- c) $\text{tr}(S_H S_E^{-1})$

donde chmax denota la raíz característica más grande, " $| |$ " significa determinante y "tr" traza (suma de los elementos diagonales).

Los tres criterios son exactamente equivalentes para $k=1$, ya que en este caso $S_H S_E^{-1}$ tiene solamente una raíz característica diferente de cero, así que la raíz máxima, la suma de las raíces y el producto de las raíces (diferentes de cero) son todos iguales, pero para valores más grandes de k son diferentes y pueden llevar a diferentes conclusiones: ($k=\min(\text{rango}(M), \text{rango}(C))$)

4.1.- El Criterio Λ de Wilks.

En un gran número de pruebas de significancia usadas en análisis generales de observaciones de un modelo estadístico lineal se construye a partir de la muestra una estadística u la cual tiene una distribución $\chi^2 \text{c}^2$ con f_2 grados de libertad y una estadística independiente v , la cual se distribuye, en general, como una $\chi^2 \text{c}^2$ no central con f_1 grados de libertad. De estas dos, se construye el cociente $F = f_2v/f_1u$ que es utilizado para probar la hipótesis de que el parámetro de no centralidad en la distribución de v es cero. La hipótesis nula es rechazada, a un nivel de significancia α , si el valor observado de F excede el punto 100 α % de la distribución F con f_2, f_1 grados de libertad.

El criterio Λ de Wilks juega el mismo papel en análisis multivariado del que la F juega en análisis univariado. El criterio de Wilks es una generalización del principio de máxima verosimilitud.

Este desarrollo lleva a Wilks a proponer la estadística de prueba:

$$\Lambda = \frac{|S_e|}{|S_u + S_e|} = \frac{|I|}{|S_u S_e^{-1} + I|}$$

Λ es el recíproco del producto de todas las raíces características de $S_u S_e^{-1} I$. Por este motivo a este criterio se le llama criterio del producto de las raíces.

La distribución de Λ se conoce como la distribución $\Lambda(n, p, q)$ de Wilks, donde n, p, q los parámetros de la Λ de Wilks son respectivamente los grados de libertad de $S_u + S_e$, el orden de S_e u S_u u los grados de libertad de S_u . En una tabla de análisis de varianza multivariado se tiene:

Fuente	g. l.	Matriz S.S. y S.P.
Hipótesis H ₀	q	S_u
Error	$n - q$	S_e
Total	n	$S_u + S_e$

Λ de Wilks es el cociente de los determinantes de la matriz de error u la matriz total (error + hipótesis).

Cuando la hipótesis lineal general $C \beta, H_0 = 0$ es cierta, Bartlett (1938) derivó el siguiente resultado:

$$\chi^2 = -[n - \frac{1}{2}(p+q+1)] \ln \Lambda$$

se distribuye como una χ^2 con pq grados de libertad cuando n tiende a infinito.

Rao (1951) dio la siguiente aproximación:

$$\frac{m\lambda + 2\lambda}{2r} \approx \frac{1 - \lambda^{1/s}}{\lambda^{1/s}}$$

Tiene una distribución F con $2r$ y $(m\lambda + 2)$ grados de libertad, donde $m = n - (p+q)/2$ y $r = p/2, \lambda = -(pq - s)/4$, $s = (\rho^2 q^2 - 4)^{1/2} / (\rho^2 + q^2 - s)^{1/2}$.

4.2.- El Criterio de Lawley Hotelling.

El criterio de prueba de Lawley Hotelling es una generalización de la t de Student y consiste en la suma de las raíces de $S_H S_E^{-1}$ por eso a este criterio se le llama criterio de la suma de las raíces.

$$T_0^2 = t_r (S_H S_E^{-1})$$

La distribución exacta de T_0^2 es complicada pero Anderson (1958), Morrison (1967), Press (1972) demostraron que bajo la hipótesis nula T_0^2 tiende a una χ^2 con n grados de libertad cuando n es grande.

4.3.- El Criterio de Roy.

El criterio de Roy se conoce como el criterio de la raíz máxima. Se deriva a partir del principio de unión in-

tersección de la siguiente manera, Morrison (1967):

La hipótesis multivariada

$$H_0: C \in M = 0 \dots \dots \quad (1)$$

es cierta si y solo si la hipótesis univariada

$$H_0: C \in Ma = 0 \dots \dots \quad (2)$$

es cierta para todo vector a no nulo de s componentes.

La estadística de prueba para cualquiera de estas hipótesis univariadas está dada por:

$$F(a) = \frac{(n-r)a'M'y'A_2(A_2'A_2)^{-1}C_2' [C_2(A_2'A_2)^{-1}C_2]^{-1}C_2'(A_2'A_2)^{-1}A_2'yMa}{s'a'N'y'[I - A_2(A_2'A_2)^{-1}A_2']yMa}$$

Para una prueba univariada a nivel β , aceptamos (2)

si

$$F(a) \leq F_{\beta; s, n-r}$$

y aceptamos la hipótesis multivariada (1) a nivel α

si

$$\bigcap_a [F(a) \leq F_{\beta; s, n-r}]$$

para toda α no nula. Esta región de aceptación es equivalente a

$$\max_a F(a) \leq F_{\beta}; s, n-r$$

Se demuestra que el valor máximo de $F(a)$ es proporcional a la mayor raíz de

$$|S_H - \lambda S_E| = 0$$

donde S_H y S_E son las matrices definidas en la sección

3.2.

Sea

$$k = \min\{\text{rango}(H), \text{rango}(C)\}$$

$$chmax = \text{raíz máxima de } |S_H - \lambda S_E| = 0$$

Aceptamos la hipótesis multivariada (1) si

$$A = \frac{chmax}{1+chmax} \leq c(\alpha)$$

donde $c(\alpha)$ es el punto 100 α % de la distribución de la máxima raíz cuando la hipótesis es cierta.

En el apéndice 2 se anexan las tablas de Heck de los puntos porcentuales de la distribución de la máxima raíz características, donde los parámetros de esta distribución están dados por

$s=k$ definida arriba

$$m = (is - u) / 2$$

$$n' = (n - r - u - 1) / 2$$

4.4.- Criterio F.

El criterio F debe utilizarse solamente cuando $k = \min(\text{rango}(M), \text{rango}(C)) = 1$, esto equivale a decir que se trata de un análisis de varianza univariado.

Se calcula la estadística de prueba F a través de la transformación:

$$F = \frac{n'+1}{m+1} \cdot \frac{\theta}{1-\theta}$$

cuya distribución es una F con $2m+2$ y $2n'+2$ grados de libertad, donde

$$n' = \frac{n-r-u-1}{2}, \quad m = \frac{|s-u|-1}{2}$$

$\omega \Theta$ es la única raíz positiva de $S_H(S_H + S_E)^{-1}$.

La estadística puede ser calculada también a través de la única raíz no nula

$$c = \text{tr}(S_H S_E^{-1})$$

como

$$F' = \frac{n'+1}{m+1} c$$

con m y n' definidas arriba.

4.5.- Comparaciones de potencia de los criterios de prueba.

Sotres, Mexas y Mendez (1970) realizaron un estudio de la potencia ($\Pr[\text{rechazar } H_0 : H_1]$) de cada una de las estadísticas de Wilks, Lawley Hotelling y Roy, por medio de métodos de simulación de Montecarlo.

Se utilizó el modelo de Análisis de Varianza

$$Y_{ij} = \mu + Q_i + e_{ij} \quad i=1, 2, 3 \\ j=1, \dots, n_i$$

donde Y_{ij} es un vector bivariado.

Se probó la hipótesis $H_0: B_a = 0$, de que el factor a no es significativo, llegando a las conclusiones siguientes:

i) Cuando $n_i \leq 5$ se recomienda utilizar como estadística de prueba para la hipótesis $H_0: B_a=0$, la estadística de Wilks o la estadística de Roy.

ii) No se debe utilizar la estadística de Lawley Hotelling para probar la hipótesis $H_0: B_a=0$ con $n_i \leq 5$ debido a que el estimador $\hat{\alpha}_L$ de $\alpha_L = \Pr[\text{Rechazar } H_0 : H_1]$

H_0 difiere grandemente del valor real de α_L .

Se encontró que para tener aproximadamente una confianza de $\alpha_L = 95\%$ se debe utilizar una $\alpha_L^{(1)} = 99.5\%$ y para tener $\alpha_L = 97.5\%$ debemos utilizar una $\alpha_L^{(2)} = 99.9\%$.

iii) Con un número de repeticiones igual a 25, la prueba de Lawley Hotelling es la que resulta más potente, sigue la de Roy y la de Wilks, aunque la Prueba de Lawley Hotelling es la que tiene mayor error tipo I (Pr{Rechazar H_0 | H_0 }).

5.- USO DEL PROGRAMA Y EJEMPLOS.

El programa MANOVA realiza pruebas de hipótesis en la forma lineal general, es decir, de la forma

$$H_0: C \cdot \xi \cdot H = 0 \quad \text{v.s.} \quad H_1: C \cdot \xi \cdot H = \eta \quad \eta \neq 0$$

MANOVA es un programa interactivo, por lo que solamente puede ser usado a través de una terminal. Su funcionamiento es por medio de comandos los cuales se explicarán en detalle en el siguiente inciso. Se anexan además las gráficas que explican la forma de escribir los comandos.

5.1.- Funcionamiento.

El usuario debe tener los datos del problema de la siguiente manera:

Los datos deben estar en un archivo en disco en formato libre, la primera parte de este archivo debe contener la matriz de datos Y transpuesta, es decir, debe ser una matriz de $n \times p$ (número de observaciones x número de respuestas) seguida de la matriz de diseño que debe ser de rango completo (El usuario debe hacer una reparametriza-

ción del problema según su conveniencia y lo que quiera probar). El programa pide el nombre de este archivo de datos.

Los comandos de ejecución son los siguientes, donde las letras subrayadas son el mínimo de caracteres que se deben escribir para identificar cada comando:

a) HIPOTESIS. Significa que se va a empezar un problema completo.

b) DE. Opcional.

c) TRATAMIENTOS. Significa que se va a realizar hipótesis sobre los tratamientos del problema considerando todas las respuestas. En este caso la matriz M es la idéntica de $P \times P$.

d) MIXTA. Significa que se va a realizar hipótesis sobre tratamientos considerando algunas respuestas dependiendo de la matriz M que dé el usuario.

e) CON. Opcional.

f) CRITERIO. Opcional. Sirve también para cambiar el

criterio en el problema 6 para cambiar la matriz C.

g) ROY. Se utiliza el criterio Roy explicado en el punto 4.3

h) LH. Se utiliza el criterio de Lawley-Hotelling explicado en el punto 4.2

i) WILKS. Se utiliza el criterio de Wilks explicado en el punto 4.1

j) F. Utiliza el criterio F explicado en el punto 4.4.

k) Z. Ignora toda la linea que contenga en la primera columna este caracter. Es muy útil para comentar cada una de las hipótesis que se prueben.

l) HIPOTESIS ?. Regresa el tipo de hipótesis que se usó en el último problema.

m) CRITERIO ?. Regresa el último tipo de criterio usado.

n) TERMINA. Para salirse del programa.

o) FIN. Igual que TERMINA.

5.2.- Comentarios.

Deben construirse frases como por ejemplo:

>HIPOTESIS DE TRATAMIENTOS CON CRITERIO ROY

que es equivalente a escribir

>HI TR ROY

Para cambiar la matriz C únicamente se escribe

>CR LH

Esto permite cambiar la matriz C utilizando ahora el criterio de Lawley-Hotelling.

El programa se corre de la siguiente manera:

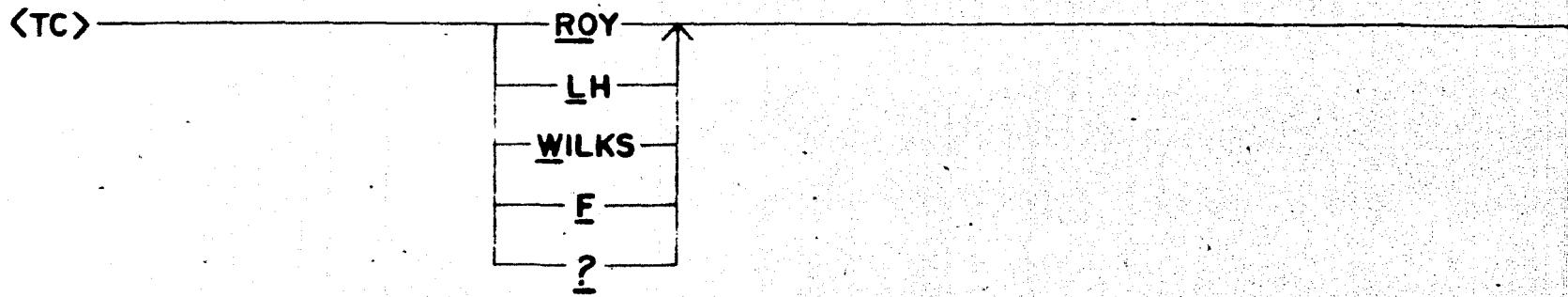
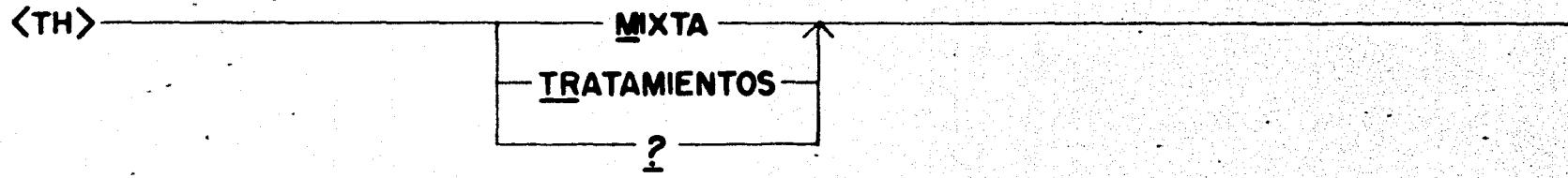
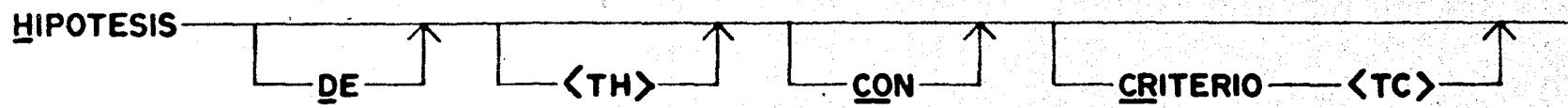
R(IMBO)MANOVA

Los resultados salen, por default, por impresora, pero si se quieren por terminal se da la siguiente instrucción

R(IM80)MANOVA FILE BYP(REMOTE,MAXRECSIZE=22)

Al empezar y cada vez que el usuario tenga que contestar algo, MANOVA escribe el carácter ">". Cada vez que MANOVA da un mensaje éste viene precedido por el carácter "*". No es necesario escribir los comandos inmediatamente después del carácter ">" .

Al final del listado de resultados viene una hoja donde aparecen todas las hipótesis y comentarios que el usuario ha hecho. Esto es para verificación del usuario sobre las pruebas de hipótesis realizadas y observar si le faltó alguna.



CRITERIO ————— **<TC>** —————

FIN ————— ↑
TERMINA —————

% ————— **<COMENTARIO>** —————

5.3.- Matriz de Diseño.

Overall y Spiegel (1969) dan una regla para construir la matriz diseño. Supóngase un diseño con dos criterios de clasificación. Cada individuo pertenece a un nivel de A, un nivel de B y una combinación AB. La matriz de diseño se forma incluyendo $a-1$ columnas que representan los primeros $a-1$ niveles de A, $b-1$ columnas que representan los primeros $b-1$ niveles de B y $(a-1)(b-1)$ columnas representando las combinaciones de los primeros $a-1$ niveles de A con los primeros $b-1$ niveles de B.

La primera columna de la matriz de diseño se llena de 1 que corresponden al efecto de la media general. Se llenan las columnas asociadas con los efectos principales de A y B. Si un individuo pertenece a una de las primeras $a-1$ categorías de A se le asigna un 1 en esa columna y un cero en cualquier otra columna asociada con A. Si el individuo pertenece a la última categoría de A, se le asigna -1 en todas las $a-1$ columnas asociadas con el efecto principal A. De modo similar se hace para los individuos pertenecientes a las categorías de B. Las entradas en las columnas de la matriz de diseño asociadas con la interacción AB se obtienen como productos de las entradas en las columnas correspondientes de efectos principales. Por ejemplo, las

entradas en la columna encabezada por A_1B_1 se obtienen multiplicando las entradas correspondientes a las columnas A_1 y B_1 .

Ejemplo:

Se tiene un experimento factorial 2^7 . (Row, Ganadesikan & Srivastava 1971). Los 7 factores son denotados por A, B, C, ..., G y las 7 respuestas Y₁, Y₂, Y₃, ..., Y₇. La tabla 1 presenta los datos de este ejemplo.

El interés principal está centrado en las 12 interacciones de primer orden:

AC, AG, BC, BG, CE, CF, CG, DE, DG, EF, EG, FG

Las otras interacciones de primer orden y las interacciones de segundo y de tercer orden se usaron en el cálculo de la matriz de error.

La matriz de diseño constará de 32 renglones que es el número de casos y 20 columnas que son: el efecto de la media general, los 7 factores principales y las 12 interacciones de primer orden consideradas. La primera columna de la matriz de diseño corresponde a unos.

Fijémonos en la columnas de tratamientos de la tabla 1.

El primer elemento, (1) corresponde al tratamiento con los 7 factores en su nivel bajo, por lo que se asigna, en la matriz de diseño, -1 a cada columna de efectos principales.

El segundo tratamiento corresponde a la combinación de niveles altos para factores AFG, se asigna en la matriz de diseño 1 en las columnas correspondientes a los efectos principales A, F, G y -1 en todos los demás. Así sucesivamente se asigna 1 en la correspondiente columna de los efectos principales que aparecen en cada tratamiento, y -1 en los demás.

Para las interacciones consideradas, se multiplican las columnas correspondientes de los efectos principales en cada interacción. Por ejemplo: para la interacción AC, se multiplican las columnas correspondientes a A y a C.

De esta manera se construye la matriz de diseño presentada en la tabla 2. Esta matriz es de rango completo, es decir 20.

La matriz C correspondiente a la hipótesis de no efecto

del factor A sería:

$$C_{1x20} = [0, 1, 0, \dots, 0]$$

La hipótesis de no interacción entre los factores A y C sería:

$$C_{1x20} = [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, \dots, 0]$$

T A B L A N O . 1

TRAT.	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
(1)	16.7	6.40	11.50	38.0	53.00	5.40	3.13
AFG	16.2	3.70	11.20	38.0	20.85	5.90	3.46
BFG	16.4	4.20	9.58	35.0	14.50	2.95	1.97
AB	16.9	5.33	11.72	36.0	17.70	5.38	3.03
CG	17.0	4.26	11.79	38.0	10.40	5.22	3.28
ACF	17.0	7.97	10.84	37.0	48.20	5.33	3.20
BCF	17.2	4.20	10.00	37.0	17.00	4.90	3.01
ABCG	16.6	6.70	9.50	36.0	44.80	4.50	2.84
DF	16.2	5.72	9.00	34.5	14.20	3.15	2.03
ADG	16.1	6.71	9.24	38.0	15.21	3.06	2.10
BDG	16.3	6.80	11.50	36.0	21.60	5.70	3.35
ABDF	16.5	4.70	9.50	37.0	21.00	4.20	4.30
CDFG	16.8	6.00	10.60	38.5	39.48	4.70	3.11
ACD	16.3	5.70	9.70	38.0	14.80	4.20	2.18
BCD	17.0	7.20	10.64	38.0	60.70	5.17	3.28
ABCDEFG	17.2	8.09	10.71	39.0	37.95	5.66	2.94
EG	16.5	6.40	10.10	37.0	37.50	4.60	2.35
AEF	16.8	6.70	10.70	38.0	45.20	5.20	3.08
BEF	16.5	4.59	7.92	32.0	7.90	2.49	2.08
AREG	16.6	6.70	11.70	39.0	42.50	6.10	3.28
CE	16.8	4.74	10.55	39.0	18.75	3.84	2.56
ACEFG	17.0	6.78	9.83	37.0	26.30	4.90	2.19

BCEFG	17.6	5.60	10.30	35.0	43.20	4.30	2.76
ABCE	16.5	5.60	8.60	34.0	16.90	3.50	1.89
DEFG	16.5	5.80	9.22	37.0	27.10	3.24	1.96
ADE	16.6	6.17	9.67	37.0	32.00	3.79	2.98
BDE	17.2	7.90	11.60	39.0	51.60	5.80	3.00
ABDEFG	16.5	4.60	10.00	39.0	19.70	5.30	2.40
CDEF	16.8	6.50	10.70	39.0	42.45	5.60	3.40
ACDEG	16.8	8.10	10.60	40.0	66.30	6.20	3.25
BCDEG	16.9	4.58	11.02	40.0	18.75	5.47	3.52
ABCDEF	17.2	7.87	11.24	40.0	36.99	4.77	2.97

TABLA NO. 2

1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	
1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	
1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	
1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	
1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	
1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	
1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	
1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	
1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	
1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	
1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	
1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	
1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	
1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	
1	-1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	
1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	
1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	
1	1	1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	
1	-1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	
1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	
1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	
1	1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	

1	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1
1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1
1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	-1	-1
1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-1
1	1	1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1
1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1
1	1	-1	1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1
1	-1	1	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1

5.4.- Ejemplos.

El siguiente ejemplo fué tomado de Brown y Beerstecher (1951) y modificado por Smith, Gnanadesikan y Hughes (1962). Se clasifican los individuos por el peso del cuerpo en 4 grupos denotados por w₁, w₂, w₃ y w₄. Se incluyeron 17 hombres en el estudio; la tabla 3 contiene la transpuesta de la matriz Y de observaciones. Se hicieron 13 medidas de muestras metutinas de orina tomadas de cada uno de los 17 sujetos en el estudio. Para la mayoría de los individuos, las determinaciones fueron hechas en 3 muestras de orina. Sin embargo, hay desequilibrio en los datos ya que hubo individuos para quienes todas las determinaciones estuvieron disponibles en 2 muestras de orina y un individuo para quien todas las determinaciones fueron hechas en una muestra de orina solamente. No existe ninguna dificultad por el hecho de que los datos sean desbalanceados ya que los resultados presentados en el capítulo 3 son completamente generales. Se decidió que 2 de las 13 medidas hechas eran covariables mientras que las 11 restantes eran respuestas.

Covariables:

X₁= volumen en ml.

3

X₂= (gravedad específica - 1) × 10⁻³

Respuestas:Y₁= pHY₂= coeficiente de creatininaY₃= pigmento de creatininaY₄= fosfato mg/mlY₅= calcio mg/mlY₆= fósforo mg/mlY₇= creatinina mg/mlY₈= cloruro mg/mlY₉= boro mg/mlY₁₀= colina mg/mlY₁₁= cobre mg/ml**El modelo es:**

$$y' = A \xi + \epsilon = Y^{(t)} = \mu^{(t)} + \omega^{(t)} + \beta_1^{(t)} x_1 + \beta_2^{(t)} x_2 + \epsilon^{(t)}$$

La matriz A se reparametrizó de manera que su rango=6=número de columnas de A. Así que la AI del capítulo 3 es la matriz A. En este caso ya no se hace ninguna

partición en la matriz de parámetros ξ , ni en la matriz de hipótesis entre tratamientos C.

En la tabla 4 se presenta la matriz de diseño A y la matriz de parámetros ξ .

Por el momento se considera que la matriz M es la idéntica de orden 11 y en consecuencia $u=p=11$, ya que interesan las hipótesis del tipo "entre tratamientos", es decir, hipótesis de igualdad de tratamientos considerando todas las respuestas.

Sea

$$C_A = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$$

la hipótesis $H_0: C_A \xi = 0$ es la hipótesis nula de que el efecto de la media general es cero.

Si

$$C_W = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

la hipótesis $H_0: C_W \xi = 0$ es la hipótesis nula de no diferencia entre grupos de peso.

Si

$$C_{\beta_1} = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0]$$

la hipótesis $H_0: C_{\beta_1}^T H = 0$ es la hipótesis nula de que β_1 es cero para toda respuesta y similarmente para $C_{\beta_2} = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1]$.

Se anexa el listado de resultados al utilizar el programa MANOVA probando cada una de estas hipótesis con diferentes criterios.

En este mismo ejemplo, si se considera la matriz M como

$$M_{(1 \times 1)} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

la hipótesis $H_0: C_M^T H = 0$ es la hipótesis nula de que para la primera respuesta no hay diferencia significativa en grupos de peso. En este caso ya se trata de un análisis de varianza univariado y las matrices del error y de la hipótesis son números reales.

TABLA NO. 3

Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11
5.70	4.67	17.60	1.50	0.104	1.50	1.88	5.15	8.40	7.50	0.14
5.50	4.67	13.40	1.65	0.245	1.32	2.24	5.75	4.50	7.10	0.11
6.60	2.70	20.30	0.90	0.097	0.89	1.28	4.35	1.20	2.30	0.10
5.70	3.49	22.30	1.75	0.174	1.50	2.24	7.55	2.75	4.00	0.12
5.60	3.49	20.50	1.40	0.210	1.19	2.00	8.50	3.30	2.00	0.12
6.00	3.49	18.50	1.20	0.275	1.03	1.84	10.25	2.00	2.00	0.12
5.30	4.84	12.10	1.90	0.170	1.87	2.40	5.95	2.60	16.80	0.14
5.40	4.84	12.00	1.65	0.164	1.68	3.00	6.30	2.72	14.50	0.14
5.40	4.84	10.10	2.30	0.275	2.08	2.68	5.45	2.40	0.90	0.20
5.60	4.48	14.70	2.35	0.210	2.55	3.00	3.75	7.00	2.00	0.21
5.60	4.48	14.80	2.35	0.050	1.32	2.84	5.10	4.00	0.40	0.12
5.60	4.48	14.40	2.50	0.143	2.38	2.84	4.05	8.00	3.80	0.18
5.20	3.48	18.10	1.50	0.153	1.20	2.60	9.00	2.35	14.50	0.13
5.20	3.48	19.70	1.65	0.203	1.73	1.88	5.30	2.52	12.50	0.20
5.60	3.48	16.90	1.40	0.074	1.15	1.72	9.85	2.45	8.00	0.07
5.80	2.63	23.70	1.65	0.155	1.58	1.60	3.60	3.75	4.90	0.10
6.00	2.63	19.20	0.90	0.155	0.96	1.20	4.05	3.30	0.20	0.10
5.30	2.63	18.00	1.60	0.129	1.68	2.00	4.40	3.00	3.60	0.18
5.40	4.46	14.80	2.45	0.245	2.15	3.12	7.15	1.81	12.00	0.13
5.60	4.46	15.60	1.65	0.422	1.42	2.56	7.25	1.92	5.20	0.15
5.30	2.80	16.20	1.65	0.063	1.62	2.04	5.30	3.90	10.20	0.12
5.40	2.80	14.10	1.25	0.042	1.62	1.84	3.10	4.10	8.50	0.30

5.50	2.80	17.50	1.05	0.030	1.56	1.48	2.40	2.10	9.60	0.20
5.40	2.57	14.10	2.70	0.194	2.77	2.56	4.25	2.60	6.90	0.17
5.40	2.57	19.10	1.60	0.139	1.59	1.88	3.80	2.30	4.70	0.16
5.20	2.57	22.50	0.85	0.046	1.65	1.20	1.55	1.50	3.50	0.21
5.50	1.26	17.00	0.70	0.094	0.97	1.24	4.55	2.90	1.90	0.12
5.90	1.26	12.50	0.80	0.039	0.80	0.64	2.65	0.72	0.70	0.13
5.60	2.52	21.50	1.80	0.142	1.77	2.60	6.50	2.48	8.30	0.17
5.60	2.52	22.20	1.05	0.080	1.17	1.48	4.85	2.20	9.30	0.14
5.30	2.52	13.00	2.20	0.215	1.85	3.84	6.75	2.40	13.00	0.11
5.60	3.24	13.00	3.55	0.166	3.18	3.48	5.20	3.50	18.30	0.22
5.50	3.24	10.90	3.30	0.111	2.79	3.04	4.75	2.52	10.50	0.21
5.60	3.24	12.00	3.65	0.180	2.40	3.00	5.85	3.00	14.50	0.21
5.40	1.56	22.80	0.55	0.069	1.00	1.14	2.85	2.90	3.30	0.15
5.30	1.56	16.50	2.05	0.222	1.49	2.40	6.55	3.90	6.30	0.11
5.20	1.56	18.40	1.05	0.267	1.17	1.36	6.60	2.00	4.90	0.11
5.80	4.12	12.50	5.90	0.093	3.80	3.84	2.90	3.00	22.50	0.24
5.70	4.12	8.70	4.25	0.147	3.62	5.32	3.00	3.55	19.50	0.20
5.50	4.12	9.40	3.85	0.217	3.36	5.32	3.40	5.20	1.30	0.31
5.40	2.14	15.00	2.45	0.418	2.38	2.40	5.40	1.81	20.00	0.17
5.40	2.14	12.90	1.70	0.323	1.74	2.48	4.45	1.88	1.00	0.15
4.90	2.03	12.10	1.80	0.205	2.00	2.24	4.30	3.70	5.00	0.19
5.00	2.03	13.20	3.65	0.348	1.95	2.12	5.00	1.80	3.00	0.15
4.90	2.03	11.50	2.25	0.320	2.25	3.12	3.40	2.50	5.10	0.18

TABLA NO. 4

1 1 0 0 205 24

1 1 0 0 160 32

1 1 0 0 480 17

1 1 0 0 230 30

1 1 0 0 235 30

1 1 0 0 215 27

1 1 0 0 215 25

1 1 0 0 190 30

1 1 0 0 190 28

1 1 0 0 175 24

1 1 0 0 145 26

1 1 0 0 155 27

1 0 1 0 220 31

1 0 1 0 300 23

1 0 1 0 305 32

1 0 1 0 275 20

1 0 1 0 405 18

1 0 1 0 210 23

1 0 1 0 170 31

1 0 1 0 235 28

1 0 1 0 185 21

1 0 1 0 255 20

1 0 1 0 265 15

 $\xi(6 \times 11)$

$\mu^1 \mu^2 \mu^3 \mu^4 \mu^5 \mu^6 \mu^7 \mu^8 \mu^9 \mu^{10} \mu^{11}$
$w^1 w^2 w^3 w^4 w^5 w^6 w^7 w^8 w^9 w^{10} w^{11}$
$w_1 w_2 w_3 w_4 w_5 w_6 w_7 w_8 w_9 w_{10} w_{11}$
$\beta^1 \beta^2 \beta^3 \beta^4 \beta^5 \beta^6 \beta^7 \beta^8 \beta^9 \beta^{10} \beta^{11}$
$\beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4 \beta_5 \beta_6 \beta_7 \beta_8 \beta_9 \beta_{10} \beta_{11}$

1	0	1	0	305	26
1	0	1	0	440	24
1	0	1	0	430	16
1	0	0	1	350	18
1	0	0	1	475	10
1	0	0	1	195	33
1	0	0	1	375	25
1	0	0	1	160	35
1	0	0	1	240	33
1	0	0	1	205	31
1	0	0	1	270	34
1	0	0	1	475	16
1	0	0	1	430	31
1	0	0	1	490	28
1	-1	-1	-1	105	32
1	-1	-1	-1	115	23
1	-1	-1	-1	97	28
1	-1	-1	-1	325	27
1	-1	-1	-1	310	23
1	-1	-1	-1	245	25
1	-1	-1	-1	170	26
1	-1	-1	-1	220	34

>HIPÓTESIS DE TRATAMIENTOS CON CRITERIO FOB

DATOS

PROBLEMA NUMERO: 1

TÍTULO DEL PROBLEMA: EJEMPLO TOMADO DE SMITH, GHANADESIKAN AND HUGHES (1962)

NUMERO DE OBSERVACIONES: 45

NUMERO DE RESPUESTAS: 11

NUMERO DE PARÁMETROS: 6

Nombre del archivo de datos: DATOS/ANOVA

MATRIZ DEL ERRO

0.9426	-1.56322	2.93667	2.86471	-0.15841	1.04673	1.65640	-1.11333	-1.11124	7.41336	-0.34207
0.5722	-1.5352	-2.58751	0.70010	-0.15271	5.31040	6.71884	-0.54708	6.66966	4.16469	-0.33416
0.3507	-2.53751	3.864	3.11510	-0.15187	-20.47800	-2.35308	-1.45037	6.37110	4.04200	-0.33683
0.571	-2.51088	-2.51088	-2.51088	-0.15173	-11.38518	-2.26666	-1.87008	2.31310	4.94420	-0.40161
0.1521	-2.57610	-0.20318	1.01917	-0.24211	-10.28044	-0.19983	-1.04358	-0.63371	-0.23098	-0.19333
0.4673	-2.51327	-0.20318	1.01917	-0.24211	1.0.81983	1.59219	-1.0.54358	6.86054	5.50530	-0.00000
0.5640	-2.51640	-2.47860	1.1.38519	-0.20640	1.9.59219	1.3.14212	-1.9.47184	4.86210	3.98203	-0.10000
0.5634	-2.51984	-2.33083	1.1.26049	-0.17864	-1.18.54358	1.9.47101	-1.7.68287	2.64060	3.43886	-0.10000
0.1124	-2.51768	3.8.45037	-1.7.87808	-0.120172	-0.6.86054	0.8.20100	-0.27.23400	6.05544	4.26550	-0.00000
0.31236	-2.51598	3.8.37718	3.31370	-0.17.70171	4.1.44278	1.9.98500	-0.29.03494	2.06601	5.98925	-0.00000
0.04207	-2.51598	-7.2.94468	4.8.84420	-0.0.05300	0.5.58530	0.0.39827	-1.4.30800	0.26650	0.98635	-0.00000
0.33416	0.33416	-1.33683	0.46161	-0.0.01033				0.0.0	0.00215	

HIPÓTESIS NÚMERO: 1

MATRIZ DE HIPÓTESIS ENTRE TRATAMIENTOS

1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

MATRIZ DÉBIDA A LA HIPÓTESIS NÚMERO: 1

22.67410	14.36246	42.83551	9.65320	-6.61296	9.58702	10.72726	-14.38304	24.07364	12.38053	1.11822
12.60246	9.60758	27.13320	5.73452	-6.30827	6.07268	6.74464	-14.78594	15.24891	7.34217	0.70831
42.83551	27.13320	86.92374	17.10307	-1.10300	10.11155	20.26506	-23.24254	45.47031	23.38043	2.11251
9.65320	5.73452	17.10307	3.61470	-0.24474	3.82784	4.28311	-4.91227	6.61196	4.94322	0.14648
-9.61296	-0.33627	-1.15810	-0.24474	-0.01657	-0.25917	-0.29000	0.33250	-0.65080	-0.33465	-0.03023
0.63702	0.87269	1.8.11155	3.82784	-0.25017	4.0.9355	4.83566	-5.20162	10.17873	5.27469	0.47289
10.72726	0.87269	20.26506	4.28311	-0.24000	4.53566	5.07511	-5.52061	11.38934	5.87228	0.52903
-12.38304	-7.70307	-22.24254	-4.91227	-0.33259	-5.20192	-5.82001	-13.67562	-17.06236	-6.71768	-0.60675
12.38053	15.24891	22.24254	9.61160	-0.65080	10.17873	11.36934	-13.96236	25.58466	13.14466	1.18724
1.11822	7.84217	22.38898	4.94322	-0.33465	5.23469	5.85728	-5.91768	13.14466	6.76057	0.61057
	0.70831	2.11251	0.44648	-0.03023	0.47280	0.52903	-0.60675	1.18724	0.61057	0.05515

ESTADÍSTICA DE PRUEBA PARA CRITERIO ROY: 0.91704

GRADOS DE LIBERTAD: S= 1 M= 4.500 N= 13.500

- >> LA HIPÓTESIS ANTERIOR ES QUE EL EFECTO DE LA MEDIDA GENERAL
 >> ES CERO PARA TODAS LAS RESPUESTAS.
 >> LA SIGUIENTE HIPÓTESIS ES DE NO DIFERENCIA ENTRE GRUPOS DE PESO
 >> EN PESOS EN KILOS

HIPÓTESIS NÚMERO: 2

MATRIZ DE HIPÓTESIS ENTRE TRATAMIENTOS

0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00

MATRIZ DEBIDA A LA HIPÓTESIS NÚMERO: 2

0.66570	2.37023	3.38979	-1.76600	-0.07901	-1.40328	-1.15816	2.75114	2.55591	-8.66326	-0.08970
2.77022	1.47055	-3.0.08655	-1.0.47750	-0.14.06404	-1.42213	-1.20164	1.8.18626	1.6.66601	-3.8.50100	-0.40901
3.78070	3.0.03055	1.00.18450	-2.9.47973	-1.64402	-1.37907	-1.16251	1.5.14251	1.1.25493	-4.1.42205	-1.0.07601
-1.76600	-1.0.37750	-2.9.47973	0.48140	0.40178	0.51814	0.55383	-1.0.12351	1.6.35001	2.2.62450	0.30509
-0.07901	-0.14504	-1.1.64002	0.48173	0.00050	0.32596	0.31943	-1.0.11013	-0.7.95001	-0.26813	0.01168
-0.14.06404	-7.47213	-1.9.37907	0.51614	0.32596	0.58674	0.40994	-1.0.94006	-0.1.15226	1.8.62960	0.20305
-1.15816	-7.26164	-2.1.12251	0.54367	0.31943	0.46994	0.54621	-1.1.22133	-0.1.15066	-1.5.12075	-0.61501
2.75114	18.18626	5.2.25493	-1.6.12357	-0.71013	-1.9.94086	-1.1.22133	2.1.80970	2.0.160163	-3.7.42377	-0.34382
2.55591	8.08001	-8.0.25493	0.38008	-0.29813	1.8.15256	1.4.15086	2.9.80163	2.9.84601	-3.3.08520	-0.34370
-8.66326	-3.8.50100	-4.1.02205	2.2.62450	0.010768	0.36509	0.01168	0.26305	0.24991	1.39.08155	1.28945
-0.08970	-0.40901	-1.0.07601	0.46601	-1.00768	0.33270	0.24991	-0.01582	-0.33270	1.28945	0.01609

LAMPA= 0.07541

ESTADÍSTICA DE PRUEBA PARA CRITERIO WILKS: 90.10301

GRADOS DE LIBERTAD DE LA JI CUADRADADA: 33

JI CUADRADADA CON 33 GRADOS DE LIBERTAD= 47.39996 NIVEL DE SIGNIFICANCIA= 0.950

*****SF RECHAZA LA HIPOTESIS*****

HIPOTESIS DE QUE EL EFECTO DE LA COVARIABLE X1 ES CERO

POTESTIS NUMERO: 3

MATRIZ DE HIPOTESIS ENTRE TRATAMIENTOS

0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00

MATRIZ DEDIDA A LA HIPOTESIS NUMERO: 3

-0.00010	-0.17980	0.63128	-0.17461	0.01199	-0.12540	-0.19468	0.18149	-0.75714	-0.48998	-0.00890
-0.17980	-0.23814	-21.90272	6.44035	-71.27142	-0.01598	4.35293	-6.15038	-0.72155	-1.96871	-0.30865
0.63128	-21.90272	76.90265	-21.27142	1.00056	-15.28357	-23.71532	22.10083	-31.32446	-1.957883	-1.08034
0.01199	5.88371	-0.46399	-0.46399	4.22746	4.22746	6.55070	-6.11534	6.64440	16.47961	-0.29994
-0.12540	-0.00010	-0.46056	-0.00010	-0.2774	-0.2774	-0.85041	-0.41400	-0.54993	-0.12155	-0.02060
-0.19468	-0.41508	-1.46056	4.22746	-0.2774	3.93044	2.71316	-4.36289	0.82549	1.12406	-0.21351
0.18149	4.22746	-1.28357	6.55070	-0.2774	4.01310	7.31336	-6.81794	0.82549	1.12406	-0.213401
-0.75714	-0.75470	-23.91532	6.55070	-0.41990	-4.34369	-6.81794	6.35609	-0.60250	-1.712638	-0.31175
-0.48998	-0.29684	22.10083	-6.11534	0.66440	-0.54992	9.65987	-9.00550	12.75927	24.26601	-0.44170
-0.00890	0.97155	-31.32446	8.66440	-1.15154	1.0.22540	10.37298	-17.12838	24.76601	46.15754	-0.04011
0.30685	1.0.96671	-56.57887	16.47961	-1.15154	1.0.80069	10.37298	-17.12838	24.76601	46.15754	-0.01524
0.00010	0.30685	-1.0.08039	0.29994	-0.02060	0.21551	0.33441	-0.31175	0.44170	0.64011	0.01524

ESTADÍSTICA DE PRUEBA F: 2.95050

F CON 11.00 29.00 GRADOS DE LIBERTAD= 2.1379 NIVEL DE SIGNIFICANCIA= 0.950

*****SF RECHAZA LA HIPOTESIS*****

HIPÓTESIS DE QUE EL EFECTO DE LA COVARIABLE X2 ES CERO
H0: E(X|LH) = 0

HIPÓTESIS NÚMERO: 4

MATRIZ DE HIPÓTESIS ENTRE TRATAMIENTOS

0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00

MATRIZ DEBIDA A LA HIPÓTESIS NÚMERO: 4

0.15996	-0.31574	-0.08299	-0.47744	-0.11779	-0.14636	-0.51201	-3.30787	0.60803	-7.71334	-0.02061
-0.31598	0.67804	0.16392	0.04321	0.23660	0.24479	0.07594	1.01131	0.52569	-1.20096	-7.33407
-0.08399	0.16392	0.04321	0.24771	0.24771	0.07594	0.07594	0.51413	-0.51546	1.92657	-0.01484
-0.07244	0.04321	0.24771	1.22563	0.35755	0.43680	0.58348	0.89185	-1.81486	1.92366	-0.08549
-0.11779	0.24771	1.22563	0.36755	0.00711	0.10961	0.86848	2.44225	-0.81486	1.92366	-0.02143
-0.14636	0.36755	0.00711	0.43680	0.43680	0.13304	0.63993	0.59730	-0.55635	3.39772	-0.02618
-0.23999	0.43680	0.43680	0.13304	0.46866	0.63993	1.07553	1.07553	-1.94676	0.88629	-0.05129
-0.12847	0.23999	0.20604	0.52827	0.63993	0.63993	1.25507	1.25507	-1.25507	0.64838	-0.59048
-0.70284	0.20604	0.71413	1.52827	2.67052	3.02505	1.07553	1.07553	-1.25507	0.31126	-0.11526
-0.60803	-1.23096	-0.71546	-1.61406	-0.45532	-0.50235	1.94628	-1.25507	1.25507	-1.15222	-0.10876
-0.71334	-0.733407	1.02657	1.04360	2.70087	3.39772	1.18628	1.69833	-1.15222	0.20422	-0.64422
0.02061	-0.05651	-0.01884	-0.08549	-0.02143	-0.02618	-0.09152	-0.59098	0.10876	-0.66422	0.00512

ESTADÍSTICA DE PRUEBA PARA CRITERIO LH: 124.39533

GRADOS DE LIBERTAD DE LA JI CUADRADA: 11

JI CUADRADA CON 11 GRADOS DE LIBERTAD: 19.6752 NIVEL DE SIGNIFICANCIA= 0.950

*****SE RECHAZA LA HIPÓTESIS*****

> AHORA USANDO HIPOTESIS MIXTA PARA PROBAR DIF PARA LA PRIMERA
> A. RESPUESTA NO HAY DIFERENCIA ENTRE GRUPOS DE PESO
> HIPOTESIS MIXTA CON CRITERIO DUF

PROBLEMA NUMERO: 2

TITULO DEL PROBLEMA: MISMO EJEMPLO CON HIPOTESIS MIXTA

NUMERO DE OBSERVACIONES: 45

NUMERO DE RESPUESTAS: 11

NUMERO DE PARAMETROS: 6

RANGO DE LA MATRIZ DE HIPOTESIS ENTRE RESPUESTAS: 1

NOMBRE DEL ARCHIVO DE DATOS: DATOS/IIANOVA

100

HATPIZ DEL ERPOP

2.98486

HIPÓTESIS NÚMERO 1

MATRIZ DE HIPÓTESIS ENTRE TRATAMIENTOS

0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00

MATRIZ OBTIDA A LA HIPÓTESIS NÚMERO 3

0.66570

ESTADÍSTICA DE PRIMERA PARA CHIFRÍO ROY 0.18236

GRADOS DE LIBERTAD: Sz 1 Mz 0.500 Nz 13.500

>> HIPOTESIS DE TRATAMIENTOS CON CRITERIO RQY
>> LA HIPOTESIS ALTERNATIVA ES QUE EL EFECTO DE LA MEDIA GENERAL
>> ES DIFERENTE PARA TODAS LAS RESPUESTAS.
>> LA SIGUIENTE HIPOTESIS ES DE UNA DIFERENCIA ENTRE GRUPOS DE PESO
>> CRITERIO WILKS
>> HIPOTESIS DE UNO DEL EFECTO DE LA COVARIANTE X1 ES CERO
>> CRITERIO F
>> HIPOTESIS DE UNO DEL EFECTO DE LA COVARIABLE X2 ES CERO
>> CRITERIO LII
>> AHORA USANDO HIPOTESIS MIXTA PARA PROPOR UNO PARA LA PRIMERA
>> RESPUESTA NO HAY DIFERENCIA ENTRE GRUPOS DE PESO
>> HIPOTESIS MIXTA CON CRITERIO RQY
> FIN

A P E N D I C E 1

REFIN		00100100
OFFINE		00100200
HMAX	= 508,	00100300
L11	= 998,	00100400
SALTn	= WRITE(BYP [SKIP 1] 84	00100500
HAZ((J,P,K,L))	= FOR I = J STEP K UNTIL L, REPLACE POINTER(C[1..*]) BY 0 FOR (N) WORDS,	00100600
CERUCIONES)		00100700
ESCRIBE(N)	= BEGIN REPLACE MENSAJE BY " " FOR 803 REPLACE MENSAJE BY " ", N WRITE(BYP,80,MENSAJE)) END ESCRIBE;	00100800
TITUL	= BEGIN EBCDIC ACRAY X{10:131} REPLACE X BY " " FOR 321 ESCRIBE("TITULO DEL PROBLEMA") REPLACE MENSAJE BY " " FOR 843 PROMPT READ SHELL 084 "MENSAJE" EXIT; REPLACE X BY " " FOR 191 TITULO DEL" "PROBLEMA" "MENSAJE" FOR 843 WRITE(BYP,141/22) WRITE(BYP,132/X) WRITE(BYP [SPACE 2]) END TITUL;	00100900 00101000 00101100 00101200 00101300 00101400 00101500 00101600 00101700 00101800 00101900 00102000 00102100 00102200 00102300 00102400 00102500 00102600 00102700

FILE		00102800
APLLO	{KIND=PRINTER,UNITS=1,MAXRECSIZE=12345,RECSIZE=256,FILETYPE=3},	00102900
BYP	(KIND=PRINTER),	00103000
DISCO	{KIND=DISK,MAXRECSIZE=14,BLOCKSIZE=420},	00103100
BYE	(KIND=REMOTE,UNITS=1,MAXRECSIZE=80)}	00103200

INTEGER		00103300
I,	X INDICE	00103400
J,	X NO: DE RESPUESTAS	00103500
H,	X REPLICONES DE LA MATRIZ A	00103600
S,	X GRADOS DE LIBERTAD	00103700
O,	X NO: DE MUESTRA	00103800
N,	X NO: DE PRUEBAS	00103900
HNUM,	X NO: DE HIPOTESIS	00104000
PROBLEMA,		00104100
NUMERO)		00104200

REAL		00104300
TRAO,	X RAZA DISTRIBUYE COMO F	00104400
CHMAX,	X SEGENVALOR MAXIMO	00104500
ESTAD0,	X ESTADISTICA DE PRUEBA	00104600
ESTAD1,	X ESTADISTICA DE PRUEBA LH	00104700
ESTAD2,	X ESTADISTICA DE PRUEBA WILKS	00104800
LAMBDA,	X PARA PRUEBA WILKS	00104900
HU1,	X GRADOS DE LIBERTAD	00105000
ALFA,	X NIVEL DE SIGNIFICANCIA	00105100

NU23	ZGRADOS DE LIBERTAD	00105900
PAINTER PTJ	XANALIZA COMANDOS DE ENTRADA	00106000
EBCHEC ARBAY PUFF{8185}; NUM; NUMREC{0183};	X X XPARA EL NOMBRE DEL ARCHIVO DE DATOS XPARA EL NOMBRE DEL ARCHIVO DE DATOS	00106100 00106200 00106300 00106400 00106500 00106600 00106800 00106900 00107000
ARRAY INDICE; INDICE1{0113};	X PARA IDENTIFICACION DE HIPOTESIS Y CRITERIOS	00107100 00107200 00107300
BOOLEAN BOOLS	X PARA IDENTIFICACION DE NUEVO PROCESO	00107400 00107500 00107600 00107700 00107800
OFFIN;	ZESTOS DEFINES REPRESENTAN LOS COMANDOS	00107900
INTERRUPCIONV	02,	00108000
CONY	12,	00108100
CRITERIOSV	22,	00108200
DEV	32,	00108300
EXPLICAV	42,	00108400
FV	52,	00108500
HIPOTESISV	62,	00108600
LIV	72,	00108700
MIXTAV	82,	00108800
RESPUESTASV	92,	00108900
BLVX	102,	00109000
TERMINAV	112,	00109100
TRATAHILENTOSV	122,	00109200
WILKSV	132,	00109300
AND{X,Y}	IF X THEN Y ELSE FALSE,	00109400
COPR{X,Y}	REAL{ S (DOOLEAN(X) EQV BOOLEAN(Y)) } ,	00109500
XUR{X,Y}	REAL{ S FALSE },	00109600
RIF	REAL{BOOLEAN{X}} AND BOOLEAN{MSK}),	00109700
MASK(X)	(IF V1 = (A) IS V2 = (B) THEN FALSE ELSE	00109900
LLSS(A,B)	BOOLEAN{V2}.FIRSTONE{XOR(V1,V2)} = 111)) ,	00110000
BRINCAC(X)	IF SEARCH = X THEN SEARCH,	00110100
PROGFT	WRITE{BYE[STOP],<">}> ,	00110200
LASTDF	3)	00110300
LABLL		00110400
ALATI;		00110500
EXIT;		00110600
INTEGER		00110700
SIZEKEYS;	Z SIZE(KEYS) = 1	00110900
INCHAR;	Z NUMERO DE CARACTERES QUE FALTAN POR ANALIZAR	00111000
COMMANDS	Z SE REFIERE AL Z QUE IDENTIFICA EL COMANDO	00111200
VALUL ARRAY		00111300
KLYSKX,		00111400
"CC1,"	"",	00111500
"CEITER"	"",	00111600
"UE"	"",	00111700
		00111800
		00111900

```

READ(HELLO,255,BUFF){EXIT}
REPLACE X BY ">",BUFF FOR 131
WRITE(LOG,132,X)} X LOG DE LA SESION
END READABRD} 32,X)} X SE ESCRIBEN LOS COMANDOS PARA IDENTIFICACION
00118100
00118200
00118300
00118400
00118500
00118600
00118700
00118800
00118900
00119000
00119100
00119200
00119300
00119400
00119500
00119600
00119700
00119800
00119900
00120000
00120100
00120200
00120300
00120400
00120500
00120600
00120700
00120800
00120900
00121000
00121100
00121200
00121300
00121400
00121500
00121600
00121700
00121800
00121900
00122000
00122100
00122200
00122300
00122400
00122500
00122600
00122700
00122800
00122900
00123000
00123100
00123200
00123300
00123400
00123500
00123600
00123700
00123800
00123900
00124000
00124100

REAL PROCEDURE BINSEARCH(COBJ,MSK,AA,MAX);
VALUE OBJ,HSK,MAX) REAL OBJ,HSK,MAX) ARRAY AA[0];
BEGIN
  REAL MIN,T1,T2,V}+V2,K,M;
  OBJ := HASK(COBJ);
  N := MAX;
  WHILE MAX - MIN > 1 DO
    BEGIN
      T1 := HASK(AA[T2 := (MAX+MIN) DIV 2]);
      IF LESS(COBJ,T1) THEN MAX := T2 ELSE MIN := T2;
    END;
    K := IF OBJ IS HASK(AA[MAX]) THEN MAX ELSE -1;
    WHILE AA[K] < 1) (HASK(AA[K+1]) IS OBJ)) DO K := + 1;
  END BINSEARCH;
END;

INTELLI. PROCEDURE SEARCH;
BEGIN
  TRUTHSET PERMISSIBLES("0123456789" CR "Z" OR
  "ABCDEFHGIJKLMPQRSTUVWXYZ");
  REAL I,K,MASK,ZISE,
  ARRAY A[0];
  POINTER PA;
  COMMENT
    EL PROCEDURE SEARCH BUSCA EN LOS TABLA DE KEYS LA QUE
    MAS SE PAREZCA A LA QUE DA EL USUARIO, REGRESA LA QUE
    -2 : EL COMANDO ES AMBIGUO.
    -1 : EL COMANDO NO EXISTE.
    N >= 0 : EL INDICE DEL COMANDO.
    EL ALGORITMO DE BUSQUEDA ES COMO SIGUE, BUSQUESE EN LA
    TABLA EL PRIMER ELEMENTO QUE COINCIDA CON LA CLAVE DADA
    POR EL USUARIO EN EL NUMERO DE CARACTERES DADOS.
    LUEGO CHEQUE EL CASO DE QUE HAYA VARIOS QUE COINCIDAN Y
    REGRESE EL INDICE DEL QUE TENGAN MAYOR PRIORIDAD, SI HAY
    MAS DE UNO CON LA MISMA PRIORIDAD, REGRESE -2. SI NO HAY
    NINGUNO QUE COINCIDA REGRESE -1.
    COMO LA TABLA ESTA EN ORDEN ALFABETICO (EBCDIC) SE
    PUEDE USAR BINSEARCH;
  IF PT = "Z" THEN GO AGAIN;
  REPLACE PA := POINTER(A) BY " " FOR 6;
  SCAN PT FOR I INCHAR WHILE IN PERMISSIBLES;
  ZISE := MIN(6,INCHAR-1);
  IF ZISE > 0 THEN % ELSE NO COMMAND;
  DECT;
  REPLACE PA BY PT FOR ZISE;
  MASK := 0 & RRF[47,ZISE,0]; NCHAR:=I WHILE = " ";
  K := BINSEARCH(A[0],MASK,KEYS[0],SIZEKEYS));
  % NOR K IS THE INDEX OF THE FIRSTONE
  IF K > 0 THEN

```

"EXPLIC",
"F",
"FIN",
"HAPUTEN",
"LA",
"MIXTA",
"RESPUE",
"RDY",
"TERMIN",
"TRATAM",
"WILKS",
))

PRIORITY(0,

0, x
0, x
0, x
0, x
0, x
1, x
0, x
))

00112000
00112100
00112200
00112300
00112400
00112500
00112600
00112700
00112800
00112900
00113000
00113100
00113200
00113300
00113400
00113500
00113600
00113700
00113800
00113900
00114000
00114100
00114200
00114300
00114400
00114500
00114600
00114700
00114800
00114900
00115000
00115100
00115200
00115300
00115400
00115500
00115600
00115700
00115800
00115900
00116000
00116100
00116200
00116300
00116400
00116500
00116600
00116700
00116800
00116900
00117000
00117100
00117200
00117300
00117400
00117500
00117600
00117700
00117800
00117900
00118000

INDEX(CC,
INTERROGACIUNV,
CUNV,
CITÉRIOSV,
DIA,
EXPLICAV,
EV,
TERMINAV,
HIPOTESISV,
LHV,
MIXTAV,
RESPUESTASV,
EUV,
TERMINAV,
TRATAMIENTOSV,
WILKSV
))

MSG(0,
"TRATAMIENTOS",
"RESPUESTAS",
"MIXTA",
))

MSG(1,
"RDY",
"LA",
"WILKS",
))

PROCEDURE READACARDS
BFGN
CCDIC ARRAY X[0:1313]

```

BEGIN
  I := K = 1;
  WHILE REAL(BOOLEANKEYS[I]) AND BOOLEANMASK) ) IS
    REAL(BOOLEANALG) ) AND BOOLEANMASK) ) DO
      IF PRIORITY[I] = PRIORITY[K] THEN
        BEGIN
          K := I;
          I := 0;
        END;
      ELSE
        IF PRIORITY[I] > PRIORITY[K] THEN
          BEGIN
            K := I;
            I := I - 1;
          END;
        ELSE I := * = 1;
      END;
    END;
  ELSE
    K := -1;
    COMMAND := IF K < 0 THEN K ELSE INDEX[K];
    SEARCH := COMMAND;
  END SEARCH;

```

PROCEDURE EXPLICAS

```

BEGIN
  WRITE(BYE,<
    "EXISTEN LOS SIGUIENTES COMANDOS:",/
    "EXPLICA",/
    "HIPOTESIS",/
    "DE",/
    "TRATAMIENTOS",/
    "MIXTA",/
    "CON",/
    "CRITERIO",/
    "RAY",/
    "LA",/
    "WILKS",/
    "F",/
    "X",/
    "FIN O TERMINA",/
    "HIPOTESIS?",/
    "CRITERIO?",/
    >)
END EXPLICAS;

```

```

PROCEDURE HELP(N); VALUE N$ INTEGER N$;
BEGIN
  XXXXXX PUEDEN DAR INV INDEX SI INDICE1[I] NO ESTA DEFINIDO
  IF INDICE[N] & 0 THEN
    BEGIN
      ESCRIBE("NO DEFINIDO");
      CL AGAIN;
    END;
  ELSE IF UF
    BEGIN
      ; WRITE(BYE,18,MSG0{INDICE[0]=1});
      ELSE ; ESCRIBE(ALGO);
    END;

```

X OJO OJO

00124200
00124300
00124400
00124500
00124600
00124700
00124800
00124900
00125000
00125100
00125200
00125300
00125400
00125500
00125600
00125700
00125800
00125900
00126000
00126100
00126200
00126300
00126400
00126500
00126600
00126700
00126800
00126900
00127000
00127100
00127200
00127300
00127400
00127500
00127600
00127700
00127800
00127900
00128000
00128100
00128200
00128300
00128400
00128500
00128600
00128700
00128800
00128900
00129000
00129100
00129200
00129300
00129400
00129500
00129600
00129700
00129800
00129900
00130000
00130100
00130200

END CASE;
END HELP;

PROCEDURE CHECA(N); VALUE N; INTEGER N;
BEGIN
IF INDICE1(N) = 4 THEN
BEGIN
HELP(N);
GO AGAIN;
END
ELSE
IF INDICF(N) <= 0 OR INDICE(N) > 0 THEN
BEGIN
CASE N OF
BEGIN
0: ESCRIBE("ERROR: HIPOTESIS NO ESPECIFICADA");
1: ESCRIBE("ERROR: CRITERIO NO ESPECIFICADO");
END CASE;
GO AGAIN;
END;
END CHECA;

PROCEDURE HTXX(A,B,C); VALUE A,B,C; INTEGER A,B,C;
BEGIN
INDICE1[0] := IF COMMAND = A THEN 1
ELSE
IF COMMAND = B THEN 2
ELSE
IF COMMAND = C THEN 3
ELSE INDICE1[0];
IF COMMAND = INTERROGACIONV THEN
INDICE1[0] := 4
ELSE
BEGIN
INDICE1[0] := 0;
PROBLEM := * + {;
WRITEx(YP,<9(/),44("*"),X5,"P R O B L E M A N U M E R O :"
14,X5,44("*"),9(/)),PROBLEM);
END;
CHECA(0);
END HTXX;

PROCEDURE CRXX(A,B,C,D); VALUE A,B,C,D; INTEGER A,B,C,D;
BEGIN
INDICE1[1] := IF COMMAND = A THEN 1
ELSE
IF COMMAND = B THEN 2
ELSE
IF COMMAND = C THEN 3
ELSE
IF COMMAND = D THEN 4
ELSE
INDICE1[1];
INDICE1[1] := IF COMMAND = INTERROGACIONV THEN 4
ELSE 0;
CHECA(1);
END CRXX;

PROCEDURE SUMA(M,N,A,B,C); VALUE M,N;
INTEGER M,N;
ARRAY A,B,C[0..01];

00130300
00130400
00130500
00130600
00130700
00130800
00130900
00131000
00131100
00131200
00131300
00131400
00131500
00131600
00131700
00131800
00131900
00132000
00132100
00132200
00132300
00132400
00132500
00132600
00132700
00132800
00132900
00133000
00133100
00133200
00133300
00133400
00133500
00133600
00133700
00133800
00133900
00134000
00134100
00134200
00134300
00134400
00134500
00134600
00134700
00134800
00134900
00135000
00135100
00135200
00135300
00135400
00135500
00135600
00135700
00135800
00135900
00136000
00136100
00136200
00136300
00136400
00136500
00136600
00136700
00136800
00136900
00137000
00137100
00137200
00137300
00137400
00137500
00137600
00137700
00137800
00137900
00138000
00138100
00138200
00138300
00138400
00138500
00138600
00138700
00138800
00138900
00139000
00139100
00139200
00139300
00139400
00139500
00139600
00139700
00139800
00139900
00130000

BEGIN
 INTEGER I, J;
 M := 3; N := 3;
 FOR I := 0 STEP 1 UNTIL M DO
 FOR J := 0 STEP 1 UNTIL N DO
 C[I,J] := A[I,J] + B[I,J];
 END SUMA;

 PROCEDURE RESTA(M,N,A,B,C); VALUE M,N;
 INTEGER M,N;
 ARRAY A,B,C[0..0];
 BEGIN
 INTEGER I,J;
 M := 3; N := 3;
 FOR I := 0 STEP 1 UNTIL M DO
 FOR J := 0 STEP 1 UNTIL N DO
 C[I,J] := A[I,J] - B[I,J];
 END RESTA;

 PROCEDURE MULTIPLICA(M,N,P,A,B,C); VALUE M,N,P;
 INTEGER M,N,P;
 ARRAY A,B,C[0..0];
 BEGIN
 INTEGER T,J,K;
 M := 3; N := 3; P := 3;
 FOR I := 0 STEP 1 UNTIL M DO
 FOR K := 0 STEP 1 UNTIL P DO
 FOR J := 0 STEP 1 UNTIL N DO
 C[T,K] := 0 + A[I,J] * B[J,K];
 END MULTIPLICA;

 PROCEDURE TRANSPONE(M,N,A,B); VALUE M,N;
 INTEGER M,N;
 ARRAY A,B[0..0];
 BEGIN
 INTEGER I,J;
 M := 3; N := 3;
 FOR I := 0 STEP 1 UNTIL N DO
 FOR J := 0 STEP 1 UNTIL M DO
 B[I,J] := A[J,I];
 END TRANSPONE;

 PROCEDURE TRANSMULT(M,N,P,A,B); VALUE M,N,P;
 INTEGER M,N,P;
 ARRAY A,B[0..0];
 BEGIN
 ARRAY TEMP[0..N-1,0..M-1];
 TRANSPONE(M,N,A,TEMP);
 CASE P OF
 BEGIN
 MULTIPLICA(M,N,M,A,TEMP,B); X0
 MULTIPLICA(N,M,N,TEMP,A,B); X1
 END;
 END TRANSMULT;

XPCRQUE EMPIEZAN
EN CERO LAS MATRICES

00136400
 00136500
 00136600
 00136700
 00136800
 00136900
 00137000
 00137100
 00137200
 00137300
 00137400
 00137500
 00137600
 00137700
 00137800
 00137900
 00138000
 00138100
 00138200
 00138300
 00138400
 00138500
 00138600
 00138700
 00138800
 00138900
 00139000
 00139100
 00139200
 00139300
 00139400
 00139500
 00139600
 00139700
 00139800
 00139900
 00140000
 00140100
 00140200
 00140300
 00140400
 00140500
 00140600
 00140700
 00140800
 00140900
 00141000
 00141100
 00141200
 00141300
 00141400
 00141500
 00141600
 00141700
 00141800
 00141900
 00142000
 00142100
 00142200
 00142300
 00142400

```

PROCEDURE MULTESC(M,N,A,B,S); VALUE M,N,S
INTEGER M,N
REAL S
ARRAY A,B[0..0]S
BEGIN
  INTEGER I,J;
  M := * - 1;
  N := * - 1;
  FOR I := 0 STEP 1 UNTIL M DO
    FOR J := 0 STEP 1 UNTIL N DO
      B[I,J] := S * A[I,J];
END MULTESC;

SSEGMENT
REAL PROCEDURE DET(A,N); VALUE N; INTEGER N
ARRAY A[0..0]S
BEGIN
  REAL PRODUCT, FACTOR;
  LABEL ZEROCHECK, ZERO, RESUME, RETURN;
  ARDAYS B[0..N-1,0..N-1];
  INTEGER COUNT, SSIGN, I, J, R, Y;
  H := * - 1;
  SSIGN := PRODUCT := 1;
  FOR I := 0 STEP 1 UNTIL N DO
    REPLACE POINTER(B[*]) BY REINTER(A[I,*]) FOR (N + 1) WORDS;
  FOR R := 0 STEP 1 UNTIL (N - 1) DO
    BEGIN
      COUNT := R + 1;
      IF B[R,R] = 0 THEN GO TO RESUME;
      IF COUNT < N THEN
        COUNT := R + 1;
      ELSE
        GO TO ZERO;
      FOR Y := R + 1 STEP 1 UNTIL N DO
        B[COUNT + 1,Y] := READLOCK(B[COUNT + 1,Y],B[COUNT,Y]);
      SSIGN := -SSIGN;
      GO TO ZEROCHECK;
    END;
  ZERO:
    DET := 0;
    GO TO RETURN;
  RESUME:
    FOR I := R + 1 STEP 1 UNTIL N DO
      BEGIN
        FACTOR := B[I,R] / B[R,R];
        FOR J := R + 1 STEP 1 UNTIL N DO
          B[I,J] := * - FACTOR * B[R,J];
        END;
      END;
    FOR I := 0 STEP 1 UNTIL N DO
      PRECDET := * * B[I,I];
    DET := SSIGN * PRODUCT;
  RETURN;
  END DET;
ENDSEGMENT

PROCEDURE INVERT(A,N,A1); VALUE N
INTEGER N
ARRAY A,A1[0..0];
BEGIN
  INTEGER I,J,K,L;

```

```

00142500
00142600
00142700
00142800
00142900
00143000
00143100
00143200
00143300
00143400
00143500
00143600
00143700
00143800
00143900
00144000
00144100
00144200
00144300
00144400
00144500
00144600
00144700
00144800
00144900
00145000
00145100
00145200
00145300
00145400
00145500
00145600
00145700
00145800
00145900
00146000
00146100
00146200
00146300
00146400
00146500
00146600
00146700
00146800
00146900
00147000
00147100
00147200
00147300
00147400
00147500
00147600
00147700
00147800
00147900
00148000
00148100
00148200
00148300
00148400
00148500

```

00158600
 00148700
 00014880
 00014890
 00014900
 00014910
 00014920
 00014930
 00014940
 00014950
 00014960
 00014970
 00014980
 00014990
 00015000
 00015010
 00015020
 00015030
 00015040
 00015050
 00015060
 00015070
 00015080
 00015090
 00015100
 00015110
 00015120
 00015130
 00015140
 00015150
 00015160
 00015170
 00015180
 00015190
 00015200
 00015210
 00015220
 00015230
 00015240
 00015250
 00015260
 00015270
 00015280
 00015290
 00015300
 00015310
 00015320
 00015330
 00015340
 00015350
 00015360
 00015370
 00015380
 00015390
 00015400
 00015410
 00015420
 00015430
 00015440
 00015450
 00015460
 00015470
 00015480
 00015490
 00015500
 00015510
 00015520
 00015530
 00015540
 00015550
 00015560
 00015570
 00015580
 00015590
 00015500
 00015510
 00015520
 00015530
 00015540
 00015550
 00015560
 00015570
 00015580
 00015590

```

INTEGER I,J,N;
DOUBLE TEMP;
LABEL L1,L2;
DOUBLE ARRAY ATINVERT[0:N-1,0:2*N];
N := 1;
FOR I := 0 STEP 1 UNTIL N DO % SE GENERA LA MATRIZ IDENTICA
FOR J := 0 STEP 1 UNTIL 2*N+1 DO %OJO CJO OJO
ATINVERT[I,J] := IF J <= N THEN A[I,J]
      ELSE
      REAL(J = (N+1+I));
FOR I := 0 STEP 1 UNTIL N DO
BEGIN
  J := L := I;
  IND := 0;
L1:
  IF ATINVERT[L,J] = 0 THEN % VERIFICA SI ALGUNA COL. ES CERO
  BEGIN
    IND := 1;
    IF L < N THEN
    BEGIN
      L := L + 1;
      GO TO L1;
    END;
    ELSE
    GO TO L2;
  END;
  IF IND = 1 THEN
    FOR K := 0 STEP 1 UNTIL 2*N+1 DO
    BEGIN
      TEMP := ATINVERT[L,K];
      ATINVERT[L,K] := ATINVERT[I,K]; %INTERCAMBIO
      ATINVERT[I,K] := TEMP; %DE REGLONES
    END;
  FOR K := 2*N+1 STEP -1 UNTIL J DO
  ATINVERT[I,K] := -ATINVERT[I,K] * ATINVERT[L,I];
  FOR L := 0 STEP 1 UNTIL N DO
  IF L = I THEN
    FOR K := 2*N+1 STEP -1 UNTIL I DO
    ATINVERT[L,K] := -ATINVERT[I,K] * ATINVERT[L,I];
  END;
  FOR I := 0 STEP 1 UNTIL N DO
  FOR J := 0 STEP 1 UNTIL N DO
  A[I,J] := ATINVERT[I,N+I+J];
L2:
END INVERT;

REAL PROCEDURE EIGEN(A,N); VALUE N;
INTEGER N;
ARRAY A[0:N];
BEGIN
  ARRAY X,P,XK[0:N-1];
  REAL E,LH,LAMBDA,LAMRDA;
  INTEGER I,J,K,IND;
  BOOLCONV CONVERGE;
  PROCEDURE MULT(A,X,XK);
  ARRAY A[0:N], X,XK[0:N];
  BEGIN
    INTGFR(I,J);
    FOR I := 0 STEP 1 UNTIL N DO
    FOR J := 0 STEP 1 UNTIL N DO
  
```

```

 $XK[I] := X + A[I,J] * XK[J]; \quad XK = AX$ 
END HLLT;

REAL PROCEDURE NORMA(XK);
ARRAY XK[0];
BEGIN
  INTEGER I;
  REAL J;
  FOR I := 0 STEP 1 UNTIL N DO
    J := ABS(XK[I]**2);  $XNORMA := \sum (\text{SORT}(XK[I])^2)$ 
  NORMA := SORT(J);  $XNORMA := \sum (\text{SORT}(XK[I])^2)$ 
END NORMA;

REAL PROCEDURE EVAL(A,XK);
ARRAY A[0,N], XK[0];
BEGIN
  ARRAY AUX[0:N];
  MULT(A,XK,AUX);
  EVAL := (NORMA(AUX)) / (NORMA(XK));
END EVAL;

PROCEDURE RADIO(X,XK);
ARRAY X,XK[0];
BEGIN
  INTEGER I;
  FOR I := 0 STEP 1 UNTIL N DO
    IF X[I] = 0 THEN
      R[I] := (XK[I] / X[I]);
END RADIO;

REAL PROCEDURE TETA(X,XK);
ARRAY X,XK[0];
BEGIN
  INTEGER I;
  REAL MG;
  FOR I := 0 STEP 1 UNTIL N DO
    MG := X[I] * XK[I];
  TETA := MG / (NORMA(X) * NORMA(XK));
END TETA;

PROCEDURE LAMEDA(A,X,XK,K,LH); VALUE K;
REAL LH;
INTEGER K;
ARRAY A[0,N], X,XK[0];
BEGIN
  INTEGER I;
  REAL J;
  WHILE (IND <= K) AND ~ CONVERGE DO
    BEGIN
      MULT(A,X,XK);
      RADIO(X,XK);
      J := NORMA(XK);
      FOR I := 0 STEP 1 UNTIL N DO
        XK[I] := A[I,J];
      LAMEDA := TETA(X,XK);
      IF (ABS(LAMEDA) <= E) OR (ABS(LAMEDA + 1) < E) THEN
        BEGIN
          CONVERGE := TRUE;
          LH := EVAL(A,XK);
        END;
    END;
  END;

```

```

0014700
0014800
0014900
0015000
0015100
0015200
0015300
0015400
0015500
0015600
0015700
0015800
0015900
0016000
0016100
0016200
0016300
0016400
0016500
0016600
0016700
0016800
0016900
0017000
0017100
0017200
0017300
0017400
0017500
0017600
0017700
0017800
0017900
0018000
0018100
0018200
0018300
0018400
0018500
0018600
0018700
0018800
0018900
0019000
0019100
0019200
0019300
0019400
0019500
0019600
0019700
0019800
0019900
00160100
00160200
00160300
00160400
00160500
00160600
00160700

```

```

ELSE
FOR I := 0 STEP 1 UNTIL N DO
BEGIN
X[I] := XK[I];
XK[I] := 0;
END;
INC I := I + 1;
END;
END LAMBDA;

II := I - 1;
REPLACE PCINTER(X[0:I]) BY I, FOR (N + 1) WORDS;
X[0:I] := MAX{NO DE ITERACIONES} = 3
X[0:I] := 50;
E := 0.00001;
LAMBDA(A,X,XK,K,LN);
EIGEN := 1.M;
END EIGEN;

INTEGER PROCEDURE RANGO(MAT,M,N);
VALUE M,N;
INTEGER M,N;
ARRAY MAT[I,I];
BEGIN
REAL G;
INTEGER I,J,K,TOPEL,ITOP,INEXT,NEXTEL;
LABEL NEXTROW,NEXTCOL,CONTINUACUT;
ARRAY A[I:M],ATEMP[I:M,I:N];
PROCEDURE FINDNEXT;
BEGIN
NEXTEL := 0;
FOR K := I STEP 1 UNTIL M DO
IF ((A[I,K] > NEXTFL) AND (K < ITOP)) THEN
BEGIN
NEXTEL := A[I,K];
INEXT := K;
END;
END FINDNEXT;
PROCEDURE SWAPROWS;
BEGIN
FOR K := J STEP 1 UNTIL N DO
BEGIN
ATEMP[I,K] := -ATEMP[I,K];
ATEMP[ITOP,K] := ATEMP[I,K];
ATEMP[IITOP,K] := 0;
END;
I := A[IITOP];
END SWAPROWS;
PROCEDURE REDUCE;
BEGIN
G := ATEMP[IITOP,J] / ATEMP[INEXT,J];
FOR K := J STEP 1 UNTIL N DO
ATEMP[IITOP,K] := G * ATEMP[INEXT,K];
A[IITOP] := ABS(ATEMP[IITOP,J]);
END REDUCE;
FOR I := I STEP 1 UNTIL N DO
FOR J := J STEP 1 UNTIL N DO
ATEMP[I,J] := MAT[I,J];
I := J := ITOP := 0;

```

```

001E6800
001E6700
001E6600
001E6500
001E6400
001E6300
001E6200
001E6100
001E6000
001E5900
001E5800
001E5700
001E5600
001E5500
001E5400
001E5300
001E5200
001E5100
001E5000
001E4900
001E4800
001E4700
001E4600
001E4500
001E4400
001E4300
001E4200
001E4100
001E4000
001E3900
001E3800
001E3700
001E3600
001E3500
001E3400
001E3300
001E3200
001E3100
001E3000
001E2900
001E2800
001E2700
001E2600
001E2500
001E2400
001E2300
001E2200
001E2100
001E2000
001E1900
001E1800
001E1700
001E1600
001E1500
001E1400
001E1300
001E1200
001E1100
001E1000
001E0900
001E0800
001E0700
001E0600
001E0500
001E0400
001E0300
001E0200
001E0100
001E0000

```

```

NEXTROW:
  IF ITOP >= I THEN SWAPROWS;
  I := I + 1;
  IF I > M THEN GO OUT;

NEXTCOL:
  J := J + 1;
  IF J > N THEN GO OUT;
  FOR K :: I STEP 1 UNTIL M DO
    A[K] := ARS(CATEMP(IK,J));
  ITOP := I - 1;
  FINDNEXT;
  IF NEXTEL = 0 THEN GO TO NEXTCOL;
CONTINUEA:
  ITOP := INEXT;
  TOPEL := NEXTEL;
  FINDNEXT;
  IF NEXTEL = 0 THEN GO TO NEXTROWS;
  RELOC;
  GO TO CONTINUEA;

RUT:
  RANGE := I - 1;
END RANGE;

REAL PROCEDURE TRAZA(A,M); VALUE M; INTEGER M;
ARRAY A[0:M];
BEGIN
  INTEGER I;
  REAL J;
  FOR I :: 0 STEP 1 UNTIL M-1 DO
    A[I] := J;
  TRAZA := J;
END TRAZA;

REAL PROCEDURE NORMAL(Z1); VALUE Z1; REAL Z1;
IF Z1 = 0 THEN NORMAL := 0.5;
ELSE
BEGIN
  REAL TNO, Y1;
  BOOLEAN S1;
  SNO := Z1 > 0;
  Z1 := Z1 - 1;
  Y1 := 0.5 + Z1 * 71;
  IF Z1 < 1.28 THEN
    TNO := 0.5 - Z1 * (0.398942280444 - 0.399703438504 * Y1 / 71
      + 2.75885480488 - 2.8213557808 / (Y1 + 5.0228572438)) * 7.62433121679
      + 48.60959930692 / (Y1 + 5.0228572438));
  ELSE
    BEGIN
      T1 := 0.398942280385 * EXP(-Y1);
      TDC := T1 * Y1 / Z1;
      IF Y1 / Z1 = 0 THEN 0
      ELSE
        Y1 / (Z1 - 0.000000038052 + 1.00099615302 / (Z1 + 0.0003866064791 + 1.98615381364 / (Z1 - 0.151674110635
          + 5.29330324926 / (Z1 + 4.6385912808 - 15.1508972451 /
            (Z1 + 9.792380824027 * 35.789933034 / (Z1 + 3.0901941701))))));
    END;
    IF S1 THEN
      NORMAL := 1 - TNO;
    ELSE
      NORMAL := TNO;
  END;

```

```

00166900
00167000
00167100
00167200
00167300
00167400
00167500
00167600
00167700
00167800
00167900
00168000
00168100
00168200
00168300
00168400
00168500
00168600
00168700
00168800
00168900
00169000
00169100
00169200
00169300
00169400
00169500
00169600
00169700
00169800
00169900
00170000
00170100
00170200
00170300
00170400
00170500
00170600
00170700
00170800
00170900
00171000
00171100
00171200
00171300
00171400
00171500
00171600
00171700
00171800
00171900
00172000
00172100
00172200
00172300
00172400
00172500
00172600
00172700
00172800
00172900

```

END NORMAL:

REAL PROCEDURE JICUAD(AREA,F,ERROR); VALUE AREA,F,ERROR;

INTEGER F;

REAL AREA,ERROR;

BEGIN

REAL MEDIO,INF,SUP,AUX;

BOOLEAN INDIC,BIGX;

REAL PROCEDURE CHIPROB(X,F,BIGX); VALUE X,F,BIGX;

INTEGER F;

REAL X;

BOOLEAN BIGX;

BEGIN

LABEL WRONG;

REAL AUXCHI;

IF X < 0 OR F < 1 THEN GO TO WRONG

ELSE

IF F > .40 THEN

AUXCHI := NORMAL(-SORT(4.5 * F) * {(1 + 3) * 2 / (9 + F)} - 1)

ELSE

BEGIN

REAL A,Y,S;

BOOLAN EVEN;

A := 0.5 * X;

EVEN := F MOD 8 = 0;

IF EVEN OR F > .2 AND ~BIGX THEN Y := EXP(-A);

S := IF EVEN THEN Y ELSE 6 * NORMAL(-SORT(X));

IF F > .2 THEN

THEN

FFAL E,C,Z;

X := 0.5 * (F - 1);

Z := IF EVEN THEN 1 ELSE 0.5;

IF BIGX THEN

BEGIN

C := IF EVEN THEN 0 ELSE 0.572364942925;

C := LN(A);

FOR Z := Z STEP 1 UNTIL X DO

BEGIN

E := LN(Z) + E;

S := EXP(C * Z - A - E) + S;

END;

AUXCHI := S;

END;

ELSE

BEGIN

E := IF EVEN THEN 1 ELSE 0.56418958354E / SQRT(A);

C := 0.5;

FOR Z := Z STEP 1 UNTIL X DO

BEGIN

E := E * A / Z;

C := C * E;

END;

AUXCHI := C * V + S;

END;

END;

ELSE

AUXCHI := S;

END;

WRONG:

00173000
00173100
00173200
00173300
00173400
00173500
00173600
00173700
00173800
00173900
00174000
00174100
00174200
00174300
00174400
00174500
00174600
00174700
00174800
00174900
00175000
00175100
00175200
00175300
00175400
00175500
00175600
00175700
00175800
00175900
00176000
00176100
00176200
00176300
00176400
00176500
00176600
00176700
00176800
00176900
00177000
00177100
00177200
00177300
00177400
00177500
00177600
00177700
00177800
00177900
00178000
00178100
00178200
00178300
00178400
00178500
00178600
00178700
00178800
00178900
00179000

```

CHIPROC := 1 - AUXCHI;
END CHIPROB;

INF := 0;
SUP := 84;
BIGX := FALSE;
DO
BEGIN
  MEDIO := INF + (SUP - INF) / 2;
  AUX := CHIPROC(MEDIO,F,BIGX);
  IF ABS(AUX - AREA) <= ERROR THEN
    BEGIN
      INDIC := TRUE;
      JICUAD := MEDIOS;
    END
    ELSE
      IF AUX > AREA THEN
        SUP := MEDIO
      ELSE
        INF := MEDIO;
    END UNTIL INDIC;
END JICUAD;

```

```

REAL PROCEDURE FDIS(AREA,V1,V2,ERRCR);
VALUE AREA,V1,V2,ERRCR;
INTEGER V1,V2;
REAL AREA,ERRCR;
BEGIN
  REAL MEDIO,INF,SUP,AUX;
  BOOLFAH BS;
  REAL PROCEDURE FISHFR(V1,V2,X); VALUE V1,V2,X;
  INTEGER V1,V2;
  REAL X;
  BEGIN
    INTEGER A,B,I,J;
    REAL W,Y,Z,U,B;
    A := 2 * (V1 DIV 2) - V1 + 2;
    B := 2 * (V2 DIV 2) - V2 + 2;
    W := X * V1 / V2;
    Z := 2 / (1 + W);
    IF A = 1 THEN
      BEGIN
        IF B = 1 THEN
          BEGIN
            P := SQRT(W);
            Y := 0.3183098862;
            R := Y * Z / P;
            P := 2 * Y * ARCTAN(P);
          END
        ELSE
          BEGIN
            P := SQRT(W * Z);
            D := 0.5 * P * Z / W;
          END;
      END;
    ELSE
      IF B = 1 THEN
        EEGTN..;
        P := SQRT(Z);
        D := 0.5 * Z * P;
      ELSE
        BEGIN
          P := SQRT(W);
          D := 0.5 * W * P;
        END;
      END;
    END;
  END;

```

```

00179100
00179200
00179300
00179400
00179500
00179600
00179700
00179800
00179900
00180000
00180100
00180200
00180300
00180400
00180500
00180600
00180700
00180800
00180900
00181000
00181100
00181200
00181300
00181400
00181500
00181600
00181700
00181800
00181900
00182000
00182100
00182200
00182300
00182400
00182500
00182600
00182700
00182800
00182900
00183000
00183100
00183200
00183300
00183400
00183500
00183600
00183700
00183800
00183900
00184000
00184100
00184200
00184300
00184400
00184500
00184600
00184700
00184800
00184900
00185000
00185100

```

```

P := 1 - P;
END;
ELSE
BEGIN
  D := Z * Z;
  P := W * Z;
END;
Y := 2 * W / Z;
FOR J := B + 2 STEP 2 UNTIL V2 DO
BEGIN
  D := (1 + A * (J - 2)) * C * Z;
  P := IF A = 1 THEN P + D ELSE (P + W) * Z;
END;
Y := W * Z;
Z := 2 / Z;
FOR I := A + 2 STEP 2 UNTIL V1 DO
BEGIN
  J := I + B;
  D := Y * D * J / (I - 2);
  P := P + D / J;
END;
FISH = P;
END FISH;
INF := 0.7;
IF AREA <= 0.7 AND AREA <= 0.995 THEN
  IF AREA <= 0.9 THEN
    SUP := IF V2 = 1 THEN 63.3
    ELSE 9.43
  ELSE
    IF AREA <= 0.95 THEN
      SUP := IF V2 = 1 THEN 250
      ELSE 19.5
    ELSE
      IF AREA <= 0.975 THEN
        SUP := IF V2 = 1 THEN 1020
        ELSE 39.5
      ELSE
        IF AREA <= 0.99 THEN
          SUP := IF V2 = 1 THEN 6370
          ELSE 99.5
        ELSE
          IF AREA <= 0.995 THEN
            SUP := IF V2 = 1 THEN 25500
            ELSE 2000;
DO
BEGIN
  MEDIO := INF + (SUP - INF) / 2;
  AUX := FISH(FISH(V1, V2, MEDIO));
  IF ABS(AUX - AREA) <= ERROR THEN
  BEGIN
    RS := TRUE;
    FDIS := MEDIO;
  END;
  ELSE
    IF AUX > AREA THEN
      SUP := MEDIO;
    ELSE
      INF := MEDIO;
  END UNTIL RS;

```

```

00185200
00185300
00185400
0001855500
0001856600
0001857700
0001858800
0001859900
0001860000
0001861100
0001862200
0001863300
0001864400
0001865500
0001866600
0001867700
0001868800
0001869900
0001870000
0001871100
0001872200
0001873300
0001874400
0001875500
0001876600
0001877700
0001878800
0001879900
0001880000
0001881100
0001882200
0001883300
0001884400
0001885500
0001886600
0001887700
0001888800
0001889900
0001890000
0001891100
0001892200
0001893300
0001894400
0001895500
0001896600
0001897700
0001898800
0001899900
0001900000
0001901100
0001902200
0001903300
0001904400
0001905500
0001906600
0001907700
0001908800
0001909900
0001910000
0001911100
0001912200
0001913300
0001914400
0001915500
0001916600
0001917700
0001918800
0001919900
0001920000
00191220

```

END FNIS;

PROCEDURE IDENT(A,M); VALUE M; INTEGER M;
APRAY A[0..0];
BEGIN
INTEGER I;
HAZ{I,0..1,M-1} DO
I[I] := 1;
END IDENT;

PROCEDURE CALCULORESP;
BEGIN
END CALCULORESP;

PROCEDURE CALCULOMIXT(R00,BOOL); VALUE R00; BOOLEAN B00,B01;
% SI R00 ES TRUE HIPOTESIS TRATAMIENTOS
% SI R00 ES FALSE HIPOTESIS MIXTA

BEGIN
REAL RAN,F1;
LABEL OTROS;
FORMAT
FFCRM1(//,55(" *P"),"SE RECHAZA LA HIPOTESIS",54(" *P"))\$;
FFCRM2(//,53(" *P"),"NO SE RECHAZA LA HIPOTESIS",53(" *P"))\$;
OWN ARRAY

YAB [0:LIM,0:0];
SF [0:LIM,0:0];
SEINV [0:LIM,0:0];
BREP [0:LIM,0:0];
REP [0:LIM,0:0];
ARRAY
YP [0:P 1,0:0];
YP [0:N 1,0:0];
A [0:N 1,0:0];
YYP [0:P 1,0:0];
YA [0:M 1,0:0];
YAP [0:M 1,0:0];
YABP [0:M 1,0:0];
SH [0:U 1,0:0];
TAPR [0:U 1,0:0];
AGL [0:U 1,0:0];
XPC [0:U 1,0:0];
PPC [0:U 1,0:0];
PPCR [0:U 1,0:0];
PYYP [0:U 1,0:0];
C [0:NMAX,0:0];
C [0:NMAX,0:0];
BCP1 [0:NMAX,0:0];
BCP2 [0:NMAX,0:0];
CP1 [0:NMAX,0:0];
CP2 [0:NMAX,0:0];
CPK [0:NMAX,0:0];
CPK [0:NMAX,0:0];

INTEGER I,J;
IF ECCL THFN ELSE
BEGIN
HAZ{I,0..1,P-1} DO

00191300
00191400
00191500
00191600
00191700
00191800
00191900
0019192100
0019192300
0019192400
0019192500
0019192600
0019192700
0019192800
0019192900
0019193000
0019193100
0019193200
0019193300
0019193400
0019193500
0019193600
0019193700
0019193800
0019193900
0019194100
0019194200
0019194300
0019194400
0019194500
0019194600
0019194700
0019194800
0019194900
0019195000
0019195100
0019195200
0019195300
0019195400
0019195500
0019195600
0019195700
0019195800
0019195900
0019196000
0019196100
0019196200
0019196300
0019196400
0019196500
0019196600
0019196700
0019196800
0019196900
00197000
00197100
00197200
00197300

```

RESIZE(YAB{I,*1,M});
HAZ(I,0,1,U-1) DO;
RESIZE(SE{I,*1,U});
HAZ(I,0,1,U-1) DO;
RESIZE(SEINV{I,*1,U});
HAZ(I,0,1,P-1) DO;
RESIZE(P{I,*1,U});
HAZ(I,0,1,U-1) DO;
RESIZE(RP{I,*1,P});
HAZ(I,0,1,M-1) DO;
RESIZE(B{I,*1,N});
NUMERO := 0;
REPLACE NOMBRE BY " " FOR 132;
ESCRIBE("NOMBRE DEL ARCHIVO DE DATOS?"),;
REPLACE NOM BY " " FOR 84;
PROMPT;
READ(HELLO,84,NOM){EXIT};
REPLACE NOMBRE BY " " FOR 132;
ESCRIBE("NOMBRE DEL ARCHIVO DE ",;
"DATOS: ",NOM FOR 84);
WRITE(RYP{ISPACE 41});
WRITE(BYP,132,NOMB);
SALTAR;
REPLACE NOMBRE BY " " FOR 84;
REPLACE NOMBRE BY NOM UNTIL " ,,,,";
REPLACE DISCO,TITLE BY NOMBRE;
IF DISCO,RESIDENT THEN
DISCO,OPEN := TRUE;
ELSE
BEGIN
ESCRIBE("ARCHIVO NO PRESENTE");
GO AGAIN;
END;
HAZ(I,0,1,N-1) DO;
READ(DISCO$,{,YYP{I,*1}});
HAZ(I,0,1,N-1) DO;
READ(DISCO,{,A{I,*1}});
CLCSE(DISCO);
RAN := RANGO(A,N,M);
IF RAN <= M THEN
BEGIN
ESCRIBE("LA MATRIZ DISEÑO ES DE RANGO INCOMPLETO");
GO AGAIN;
END;
IF BOO THEN IDENT(R,U);
ELSE
BEGIN
ESCRIBE("DAME LA MATRIZ DE HIPOTESIS ENTRE RESP.");
WHITE(DYE,"DE ",I3," X",I3>,F,U);
HAZ(I,0,1,P-1) DO;
BEGIN
PROMPT;
READ(HELLO,{,HAZ(J,0,1,U-1) DO RET,J});{EXIT};
END;
END;

```

TRANSPONE(N,P,YP,Y);
MULTIPLICAR(P,N,P,Y,YP,YYP);
TRANSPONE(P,U,P,RYP);
MULTIPLICAR(U,P,B,RP,YYP,RPYYF);
MULTIPLICAR(U,P,U,PP,YP,RPYF,P,V);
MULTIPLICAR(P,N,M,Y,A,YA);

$\begin{matrix} Z \text{ CALCULO RE SE } \\ \text{ZSE CONSTRUYE Y} \end{matrix}$
 $\begin{matrix} ZYYPZY \\ ZRPZR \\ ZRPYYPZR'YY \\ ZVZR'YY'P \\ ZYA=VA \end{matrix}$

00197400
00197500
00197600
00197700
00197800
00197900
00198000
00198100
00198200
00198300
00198400
00198500
00198600
00198700
00198800
00198900
00199000
00199100
00199200
00199300
00199400
00199500
00199600
00199700
00199800
00199900
00200000
00200100
00200200
00200300
00200400
00200500
00200600
00200700
00200800
00200900
00201000
00201100
00201200
00201300
00201400
00201500
00201600
00201700
00201800
00201900
00202000
00202100
00202200
00202300
00202400
00202500
00202600
00202700
00202800
00202900
00203000
00203100
00203200
00203300
00203400

```

TRANSMULT(CN,M,1,A,APA);
INVERT(APA,M,B);
MULTIPLICA(P,M,M,YA,B,YAB);
TRANSPONE(P,M,YA,YAP);
MULTIPLICA(P,M,P,YAB,YAP,D);
MULTIPLICA(U,P,P,RP,R,RPD);
MULTIPLICA(U,P,P,RP,R,RPDR);
RESTA(U,U,V,RPDR,SE);
WRITE(BYP,1SPACE 21, <//X57,"MATRIZ DEL ERROR",//>);
HAZ(J,0,1,U-1) DO
  WRITE(BYP,<12R11.5,/>,HAZ(J,0,1,U-1) DO SE(I,J));
  SALTA;
  INVERT(SE,U,SEINV);
  ECOL := TRUE;
END BCOL;

```

NUMERO
ESCRITRF("PANGO DE LA MATRIZ DE HIPOTESIS ENTRE TRAT.");

```

PROMPT;
READ(HELLO,/,S){EXIT};
IF S. != 0 THEN GO AGAIN;
HAZ(I,0,1,S-1) DO
  RESIZE(C(I,*1,M));
  HAZ(I,0,1,M-1) DC;
  RESTZE(CP(I,*1,S));
  HAZ(I,0,1,S-1) DC;
  RESIZE(CBCP1(I,*1,S));
  HAZ(I,0,1,S-1) DO
    RESTZF(CBCP1(I,*1,S));
    HAZ(I,0,1,M-1) DO
      RESTZE(L(IJ,*1,S));
      HAZ(I,0,1,S-1) DC;
      RESTZF(CB(I,*1,M));
      HAZ(I,0,1,M-1) DO
        RESTZE(RPH(I,*1,P));
        HAZ(I,0,1,P-1) DO
          RESTZF(W(IJ,*1,P));

```

X CALCULO DE SHZ
WRITE(RYE,<"DAME LA MATRIZ C DE",I3,="X",I3,S,M);
HAZ(I,0,1,S-1) DO

```

BEGIN
  FCOMFT;
  READ(HELLO,/,HAZ(J,0,1,"-1) CC C(I,J)){EXIT};
END;

```

WRITF(BYP,<///"HIPOTESIS NUMERO: ",I3,S//>,NUMERO);
WRITE(BYF,<"MATRIZ DE HIPOTESIS ENTRE TRATAMIENTOS",//>);
HAZ(I,0,1,S-1) DO

```

  WRITE(BYP,"2+F5 2>,M,HAZ(J,0,1,M-1) DO C(I,J));
  TRANSPONE(S,"C,CB);
  "MULTIPLICA(S,M,M,C,CB);
  MULTIPLICA(S,M,S,CB,CP,CBCP);
  INVERT(CBCP,S,CBCP1);
  "MULTIPLICA(M,S,S,CP,CBCP1,L);
  "MULTIPLICA(M,S,M,L,C,G);
  TRANSPONE(P,M,YAF,YBF);
  MULTIPLICA(P,M,H,YAB,G,BH);
  MULTIPLICA(P,M,P,H,YAB,G,BH);
  MULTIPLICA(U,P,P,RP,N,PPH);
  MULTIPLICA(U,P,U,RPW,R,SH);
  WRITE(RYE,1SPACE 21,<5(/>,X48,"MATRIZ DEBIDA A LA "
  XHIPOTESIS NUMERO:",I3,/,>,NUMERO);

```

```

  XAPA=A'A
  XB=(A'A)*=-1
  XYAB=YA(A'A)*=-1
  XA=YA(A'A)*=-1(A'A)
  XRPDRP
  XRPDR*RP
  XSE=R'YY'R'R'DR

```

```

  00203500
  00203600
  00203700
  00203800
  00203900
  00204000
  00204100
  00204200
  00204300
  00204400
  00204500
  00204600
  00204700
  00204800
  00204900
  00205000
  00205100
  00205200
  00205300
  00205400
  00205500
  00205600
  00205700
  00205800
  00205900
  00206000
  00206100
  00206200
  00206300
  00206400
  00206500
  00206600
  00206700
  00206800
  00206900
  00207000
  00207100
  00207200
  00207300
  00207400
  00207500
  00207600
  00207700
  00207800
  00207900
  00208000
  00208100
  00208200
  00208300
  00208400
  00208500
  00208600
  00208700
  00208800
  00208900
  00209000
  00209100
  00209200
  00209300
  00209400
  00209500
  00209600

```

```

HAZ(I,0,1,II-1) DO
  WRITE(BYP,<12R11.5,1/>,HAZ(J,0,1,U-1) DO SH(I,J));
  SALTA;
  MULTIPlica(U,U,U,SH,SEINV,T);
  XTzSH(SE)**=1

```

OTROS:

CASE INDICE(1) OF

BEGIN

1: BEGIN % ROY

```

CHMAX := EIGEN(T,U);
ESTAD := CHMAX / (1 + CHMAX);
WRITE(BYP,<5(/),X5,"ESTADISTICA DE PRUEBA PARA "
  "CRITERIO ROY",R11.5,1/>,ESTAD);
NU1 := MIN(RANGO(R,P,U)) - RANGO(S,H));
NU2 := (ABS(RANGO(C,S,P)) - RANGO(R,P,U)) - 11 / 2;
N112 := (H - M - P - 1) / 2;
WRITE(BYP,<X5,"GRADOS DE LIBERTAD",X10,"S2",I22>,
  X5,"M2",F6.3,X5,"N2",F6.3>,Q,IIU1,N02);
  SALTA;

```

FEND;

2: BEGIN % LH

INTEGER PS;

REAL JI;

ARRAY SHSE10:U = 1,0;" - 11;

MULTIPLICA(II,U,U,SH,SEINV,SHSE10);

PS := P + S;

ESTAD1 := N * TRAZAS(SHSE10);

WRITE(BYP,<5(/),X5,"ESTADISTICA DE PRUEBA PARA CRITERIO"
 "O LH",R11.5,1/>,
 X5,"GRADOS DE LIBERTAD DE LA JI CUADRADA"

"1",I4>ESTAD1,F5);

[ESCRIBE("NIVEL DE SIGNIFICANCIA?");

PROMPT;

READ(HELLO,J,ALFA)(EXIT);

JI := JIQUAD(ALFA,PS,F5,0.01);

WRITE(BYP,<5(/),X5,J1,"CLASIFICA CON",I4," GRADOS DE LIB",
 "ERTADA",F8.4," NIVEL DE SIGNIFICANCIA =",

F5,3>,PS,JI,ALFA);

IF JI < ESTAD1 THEN

WRITE(BYP,FFORM1)

ELSE

WRITE(BYP,FFORM2);

SALTA;

FEND;

3: BEGIN % WILKS

INTEGER PS;

REAL JI;

ARRAY SHSE10:U = 1,0;" - 11;

SUMA(U,U,SH,SE,SHSE10);

FS := P + S;

LAMBDA := DET(SE,U) / DET(SHSE10,U);

FSTAD2 := (P + 1 - S - LAMBDA) * (N + 2 * H) / (2 * LU(LAMBDA));

WRITE(BYP,<5(/),X5,S,LAMBDA=F8.5,X10,"ESTADISTICA"
 "DE PRUEBA PARA CRITERIO WILKS",R9.5,1/>,

"LAMBDA FSTAD2",I4>FS);

WRITE(BYP,<X5,"GRADOS DE LIBERTAD DE LA JI CUADRADA"

"1",I4>FS);

PROMPT;

READ(HELLO,J,ALFA);

JI := JIQUAD(ALFA,FS,F5,0.0001);

WRITE(BYP,<11,X5,JI,"CUADRADA CON",I4," GRADOS DE LIBERTAD"

00209600
00209700
00209800
00209900
00210000
00210100
00210200
00210300
00210400
00210500
00210600
00210700
00210800
00210900
00211000
00211100
00211200
00211300
00211400
00211500
00211600
00211700
00211800
00211900
00212000
00212100
00212200
00212300
00212400
00212500
00212600
00212700
00212800
00212900
00213000
00213100
00213200
00213300
00213400
00213500
00213600
00213700
00213800
00213900
00214000
00214100
00214200
00214300
00214400
00214500
00214600
00214700
00214800
00214900
00215000
00215100
00215200
00215300
00215400
00215500
00215600

```

      "ADE = "P10,5," NIVEL DE SIGNIFICANCIA= ",
      FS,3>,PS,J1,ALFA);
      IF J1 < ESTAD2 THEN
        WRITE(BYP,FFORM1)
      ELSE
        WRITE(BYP,FFORM2);
      SALTAS;
    END;
  4: BEGIN  X F
    REAL V1,V2,FD;
    N1 := MIN(RANGO(S,P,U),RANGOC(S,M));
    N2 := (ADS(RANGOC(C,S,P))-RANGO(R,P,U)) - 1) / 2;
    TRA := TRAZACT(U);
    F := (N2 + 1) * TRA;
    WRITE(BYP,<5(/)X5 ESTADISTICA DE PRUEBA F: ",R9,5>,F);
    ESCRIBE("NIVEL DE SIGNIFICANCIA?");
    PPROMPT;
    READ(HELLO,/,ALFA)(EXIT);
    V1 := 2 * N1 + 2;
    V2 := 2 * N2 + 2;
    FD := FDIS(ALFA,V1,V2,000001);
    WRITE(BYP,</,X5,PF(0,2F7,2)" GRADOS DE LIBERTAD= ",
          FB,/,N, " NIVEL DE SIGNIFICANCIA= ",FS,3>,
          V1,V2,FD,ALFA);
    IF F > FD THEN
      WRITE(BYP,FFORM1)
    ELSE
      WRITE(BYP,FFORM2);
    SALTAS;
  END;
  ELSE: BEGIN
    ESCRIBE("ERROR, CRITERIO NO ESPECIFICADO");
    ESCRIBE("CRITERIO?");
    PROMPT;
    READACARD;
    SEARCH();
    CRXX(ROYV,LHV,WILKS,V,FV);
    GO TO OTRAS;
  END;
END CASE;
END CALCULLONTXT;

PROCEDURE LEE(BOO,BCOL); VALUE BOO; BOOLEAN BOO,BCOL;
BEGIN
  TITL;
  ESCRIBE("DAME NUMERO DE OBSERVACIONES, N");
  PROMPT;
  READ(HELLO,/,N)(EXIT);
  ESCRIBE("DAME NO. DE RESPUESTAS Y NO. DE PARAMETROS");
  PROMPT;
  READ(HELLO,/,P,11)(EXIT);
  IF N <= 0 OR P <= 0 OR H <= 0 THEN GO EXIT;
  WRITE(BYF,<8(/)X14,"NUMERO DE OBSERVACIONES:",X14,4(/),
        X14,"NUMERO DE RESPUESTAS:",X14,4(/),X14,
        "NUMERO DE PARAMETROS:",X14,N,P,4);
  IF = BOO THEN
    BEGIN
      ESCRIBE("DAME RANGO DE LA MATRIZ DE HIP. ENTRE RESP.");
      FFCHPT;
      READ(HELLO,/,U)(EXIT);
    END;
  END;

```

00215700
00215800
00215900
00216000
00216100
00216200
00216300
00216400
00216500
00216600
00216700
00216800
00216900
00217000
00217100
00217200
00217300
00217400
00217500
00217600
00217700
00217800
00217900
00218000
00218100
00218200
00218300
00218400
00218500
00218600
00218700
00218800
00218900
00219000
00219100
00219200
00219300
00219400
00219500
00219600
00219700
00219800
00219900
00220000
00220100
00220200
00220300
00220400
00220500
00220600
00220700
00220800
00220900
00221000
00221100
00221200
00221300
00221400
00221500
00221600
00221700

```
IF U <= 0 THEN GO-EXIT
WRITE(BYP, <>(), X14, "RANGO DE LA MATRIZ DE HIPOTESIS ENTRE ",  
"RESPUESTAS: ", I3, , 0);
END;
ELSE
    P3
    CALCULOMIXT(BOO, BCOL);
END LFE;

PROCEDURE DOIT;
BEGIN
    CASE INDICE[0] OF
        BEGIN
            LEE(TRUE, BOOL);
            CALCULORESP;
            LEE(FALSE, BOOL);
        END;
    ELSE
        BEGIN
            ESCRIBE("ERROR. TIPO DE HIPOTESIS NO ESPECIFICADO");
            GO AGAIN;
        END;
    END CASE;
END DOIT;
```

```
PROCEDURE DOITI;
BEGIN
    CASE INDICE[0] OF
        BEGIN
            CALCULOMIXT(TRUE, BCOL);
            CALCULORESP;
            CALCULOMIXT(FALSE, BCOL);
        END CASE;
END DOITI;
```

```
PROCEDURE ENDIT;
BEGIN
END ENDIT;
```

```
PROCEDURE INIT;
BEGIN
    ESCRIBE("EXISTE EL COMANDO EXPLICA");
    INDICE[0] := INDICE[1];
    INDICE1[0] := INDICE1[1];
    INDICE1[1] := -1;
    HELLO, OFFN := TRUE;
    SKEYS := SIZE(KEYS) - 1;
    REPLACE(BUFF, FOR, 255);
    PROMPT;
END INIT;
```

```
%
%          M A I H
%
INIT
WHILE TPLR DO
    BEGIN
        READACARD;
        SCAK PT:BUFF FOR NCHAR:254 WHILE Z = 0;
        IF NCHAR = 0 THEN
            ESCRIBE("COMANDO?");
        ELSE
        BEGIN
            CASE SEARCH OF
                BEGIN
```

```
00227800
00227600
00227500
00227400
00227300
00227200
00227100
00227000
00226900
00226800
00226700
00226600
00226500
00226400
00226300
00226200
00226100
00226000
00225900
00225800
00225700
00225600
00225500
00225400
00225300
00225200
00225100
00225000
00224900
00224800
00224700
00224600
00224500
00224400
00224300
00224200
00224100
00224000
00223900
00223800
00223700
00223600
00223500
00223400
00223300
00223200
00223100
00223000
00222900
00222800
00222700
00222600
00222500
00222400
00222300
00222200
00222100
00222000
00221900
00221800
```

```
CRITERICSV : BEGIN
    SEARCH;
    CRXX(CROYV,LHV,WILKSV,FV);
    DOIT;
END;

HIPOTESISV : BEGIN
    FIND;
    BOOL := FALSE;
    BRINCA(DEC);
    HIXX(STRATA(MIENTOSV,RESPUESTASV,MIXTAV));
    BRINCA(CONV);
    IF COMMAND = CRITERIOSV THEN SEARCH;
    CRXX(CROYV,LHV,WILKSV,FV);
    DOIT;
END;

TERMINAV : END;
EXPLICAV : GO EXIT;
ELSE : EXPLICA("COMANDO DESCONOCIDO.");
END CASE;
END;

AGAIN: PROMPT;
REPLACE RUFF BY " " FOR 255;
END WHILE;
EXIT;
ENDIT;
END.
```

00227900
00228000
00229000
00230000
00231000
00232000
00233000
00234000
00235000
00236000
00237000
00238000
00239000
00240000
00241000
00242000
00243000
00244000
00245000
00246000
00247000
00248000
00249000
00250000
00251000
00252000
00253000
00254000
00255000
00256000
00257000
00258000
00259000
00260000
00261000
00262000
00263000
00264000
00265000
00266000
00267000
00268000
00269000
00270000
00271000
00272000
00273000
00274000

APENDICE 2

Chart 8

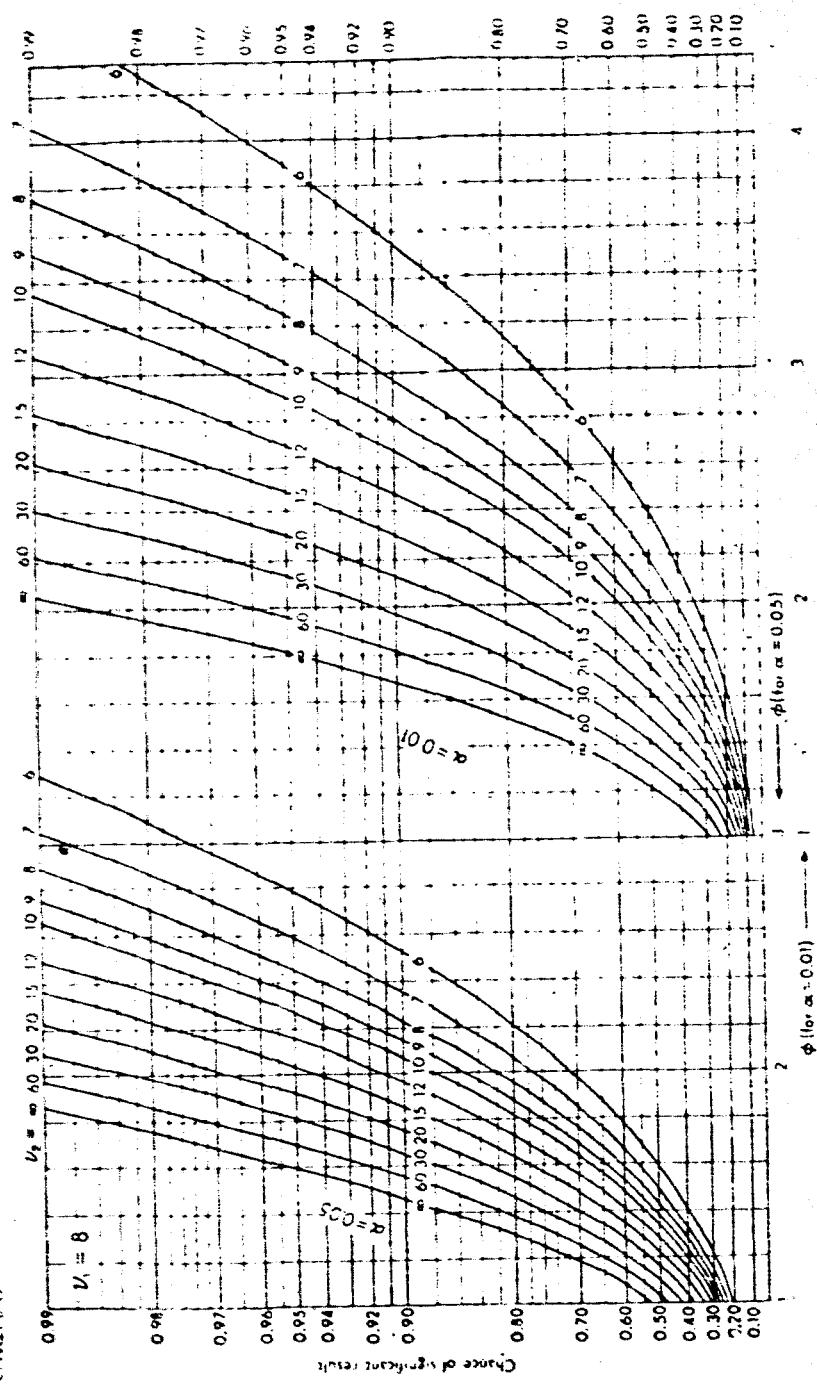
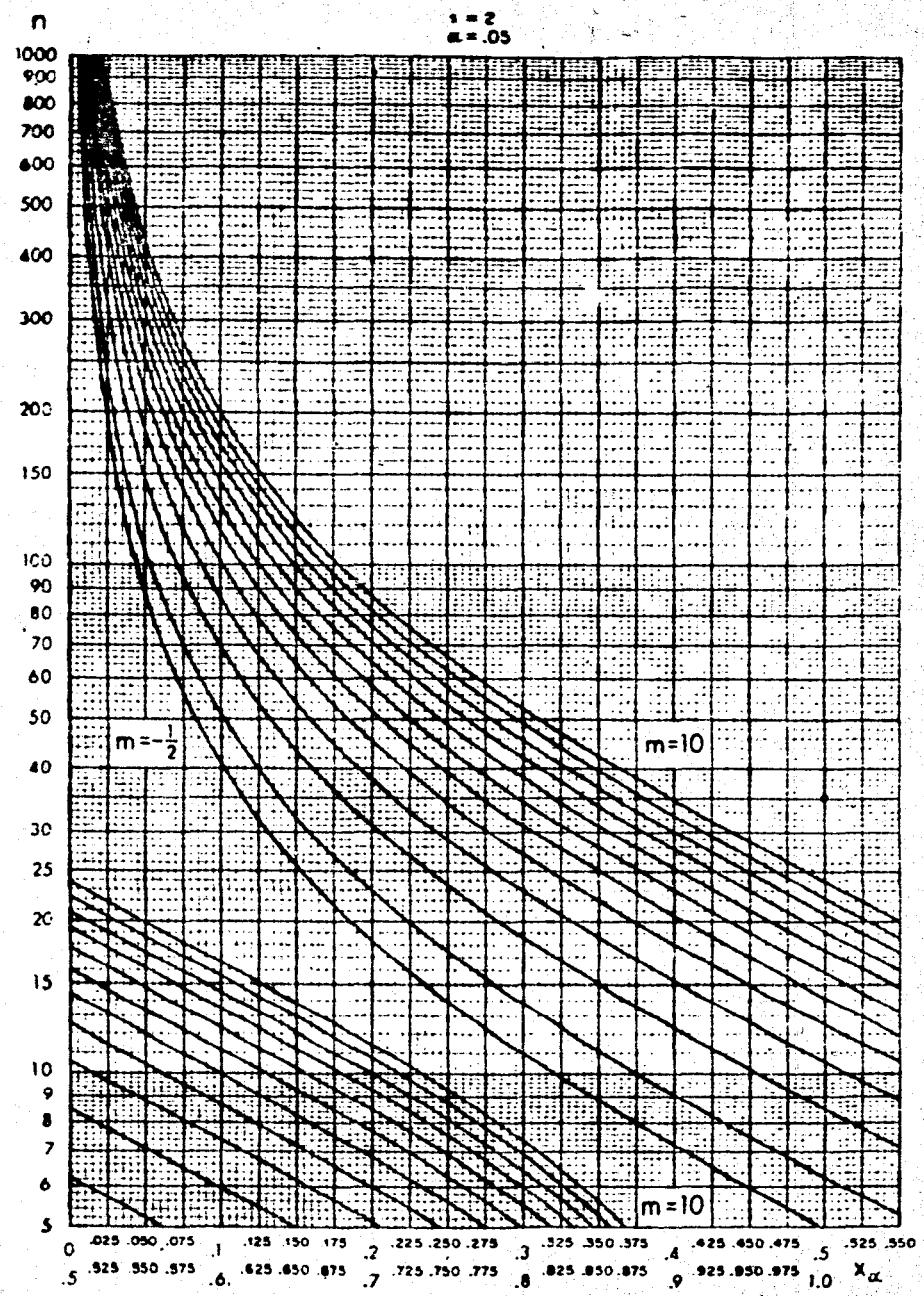


Chart 9



Reprinted from D. L. Heck: Charts of some upper percentage points of the distribution of the largest characteristic root, *The Annals of Mathematical Statistics*, vol. 31 (1960), pp. 625-642, with the permission of the author and the publisher.

Chart 19

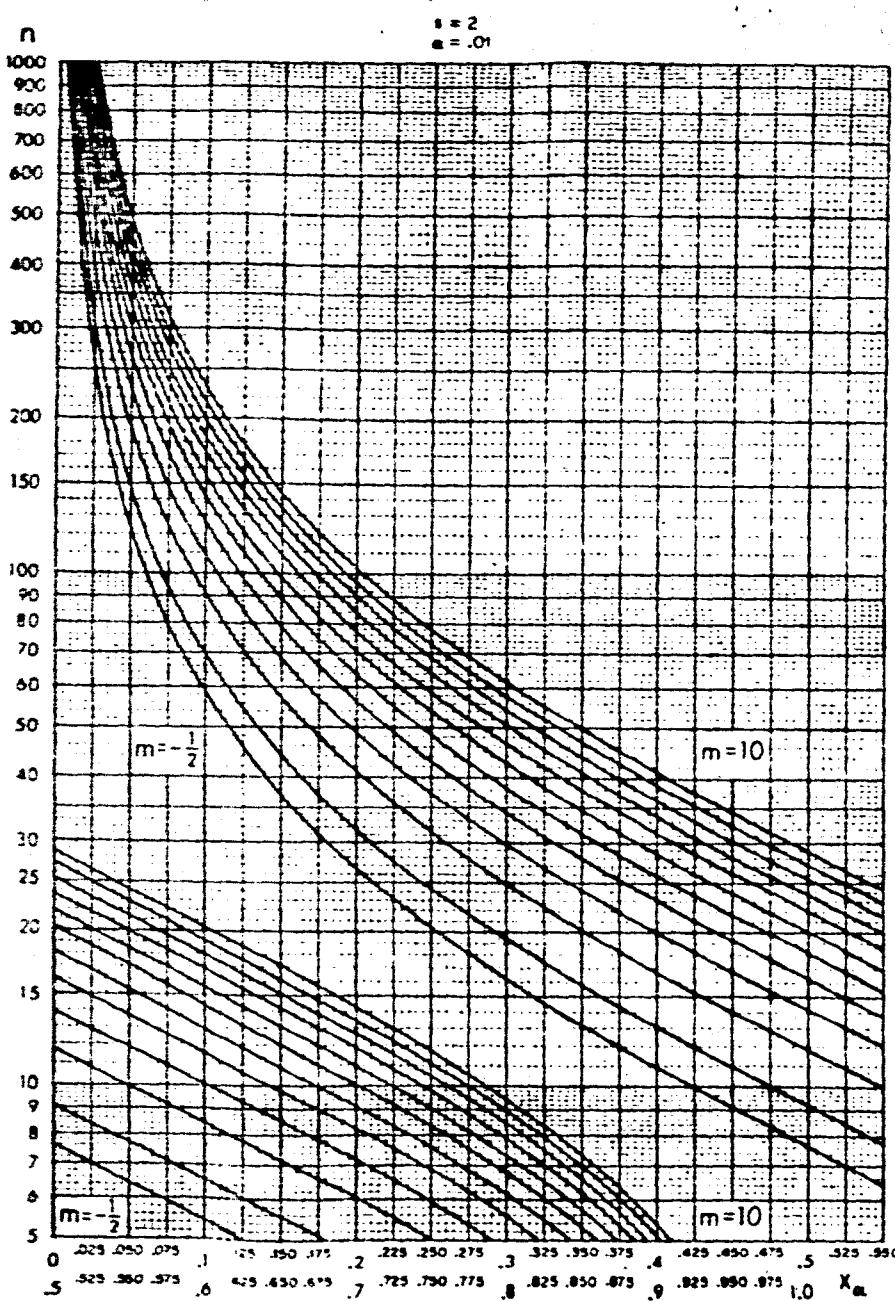


Chart 11

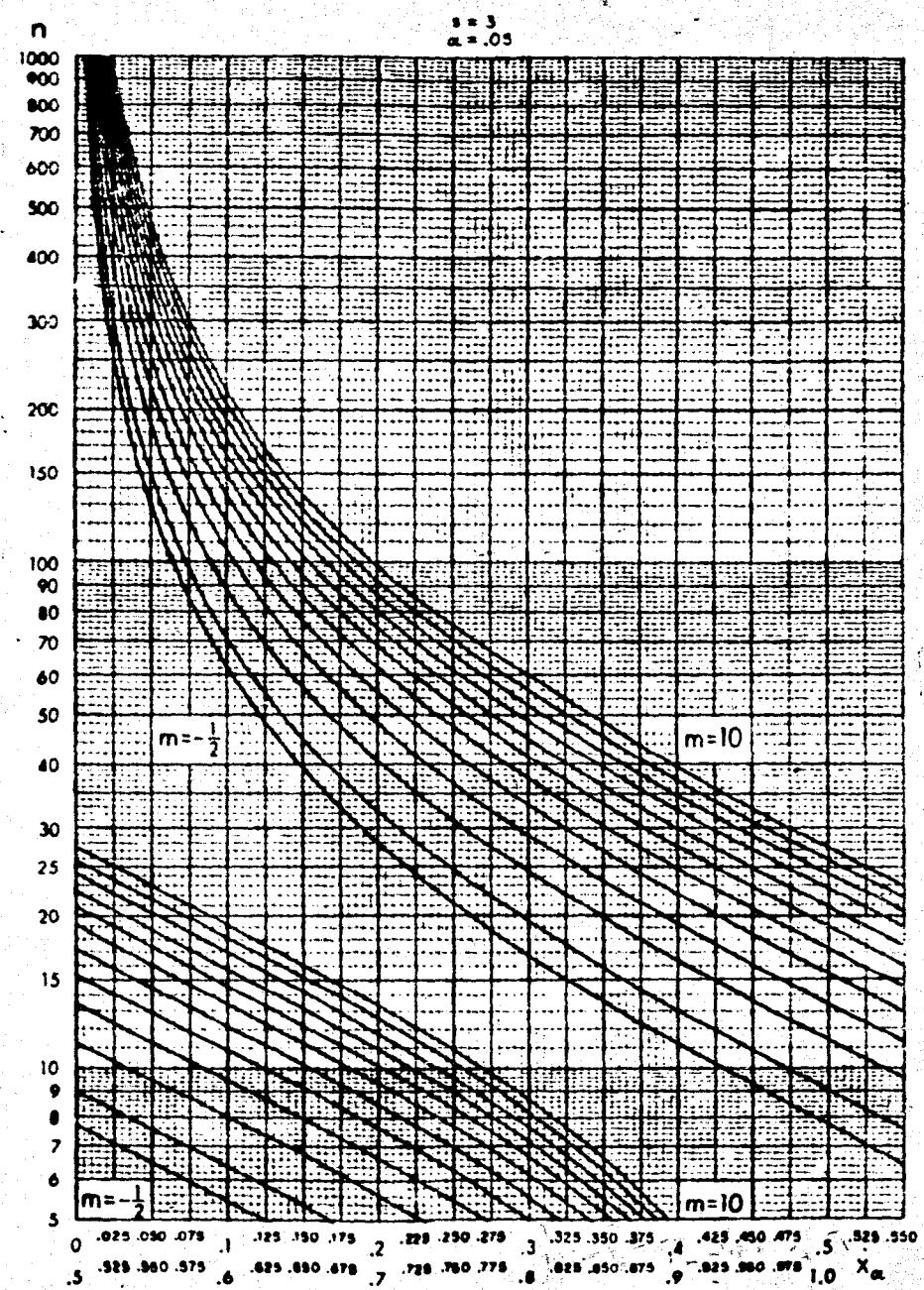


Chart 12

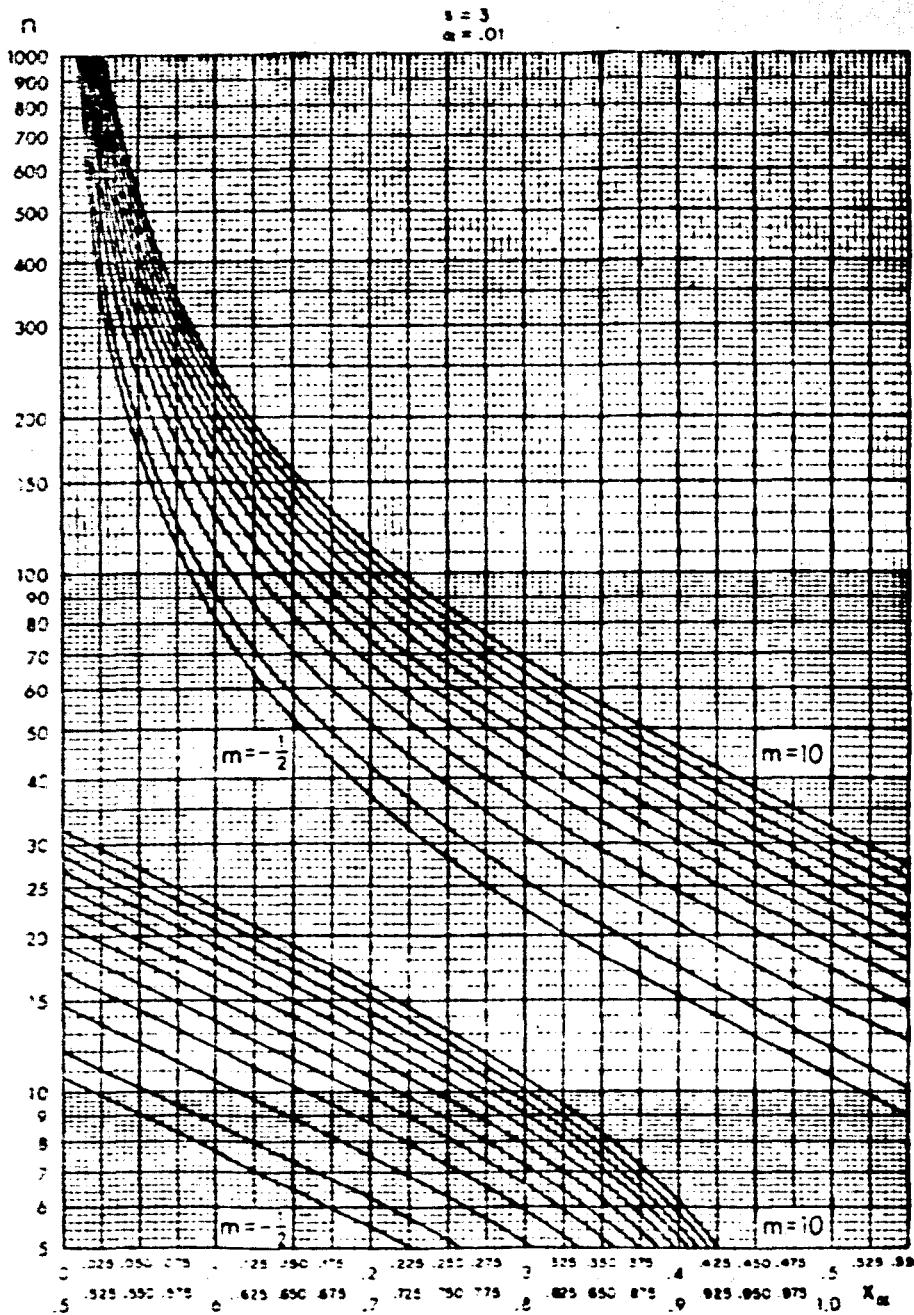


Chart 13

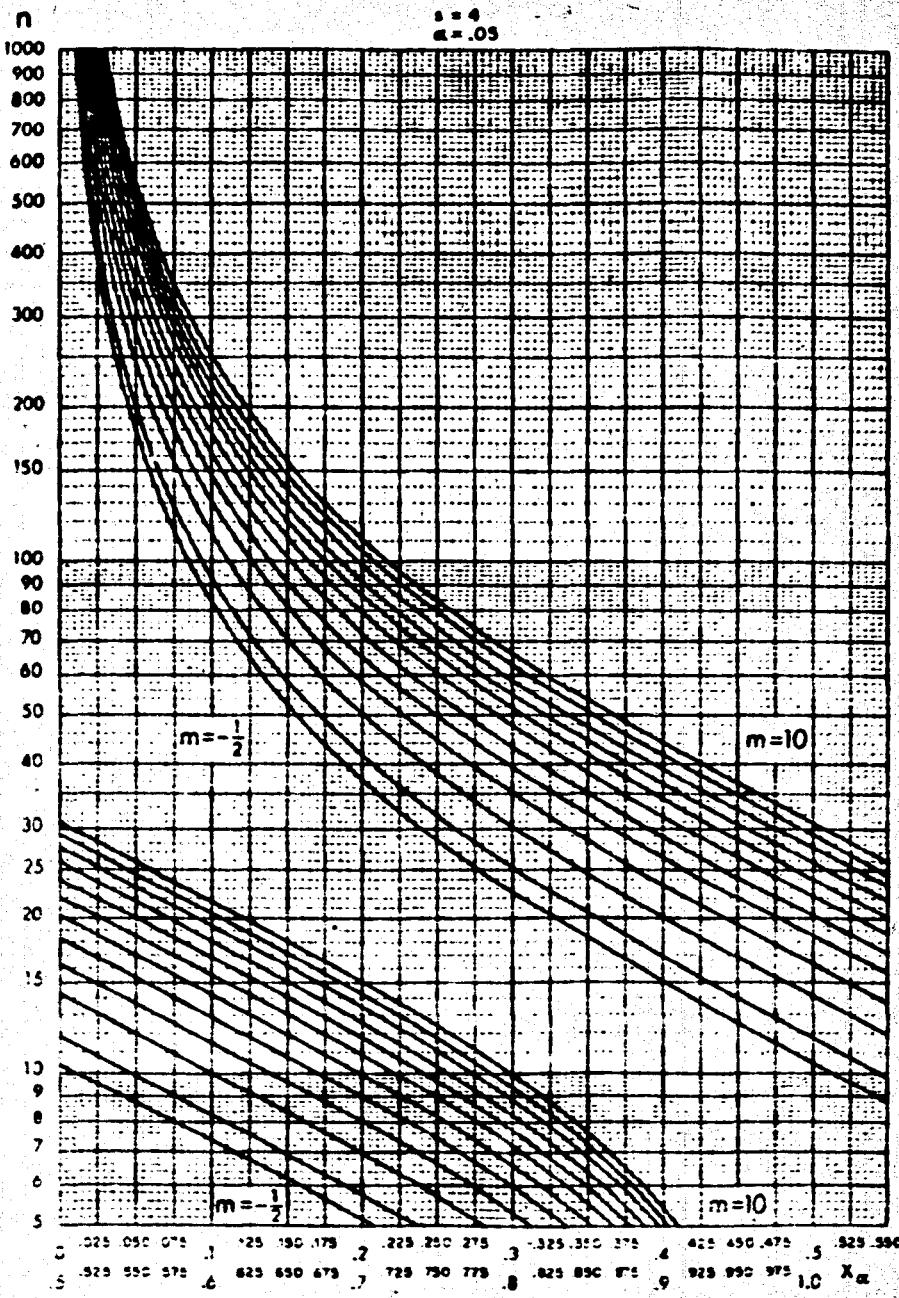


Chart 14

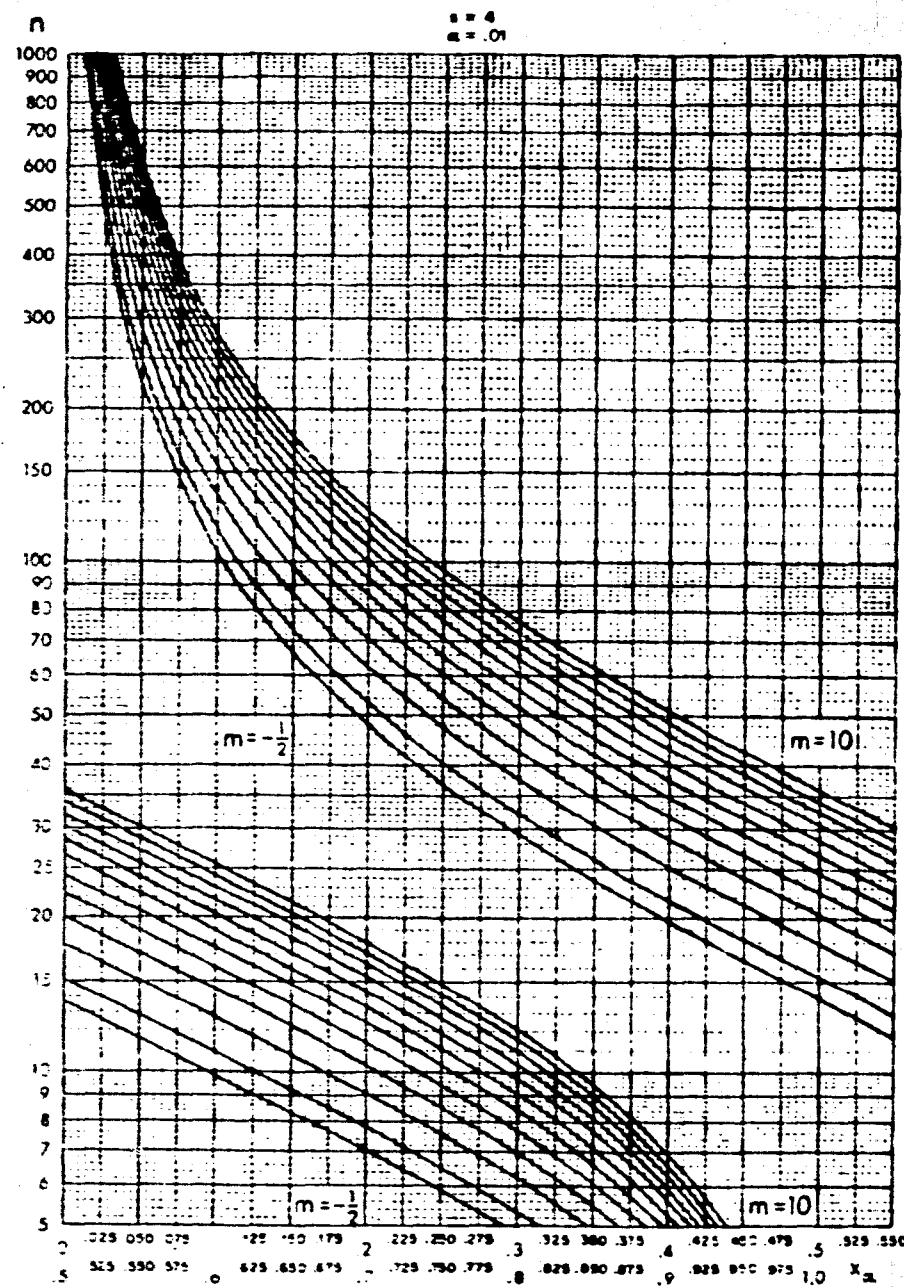


Chart 15

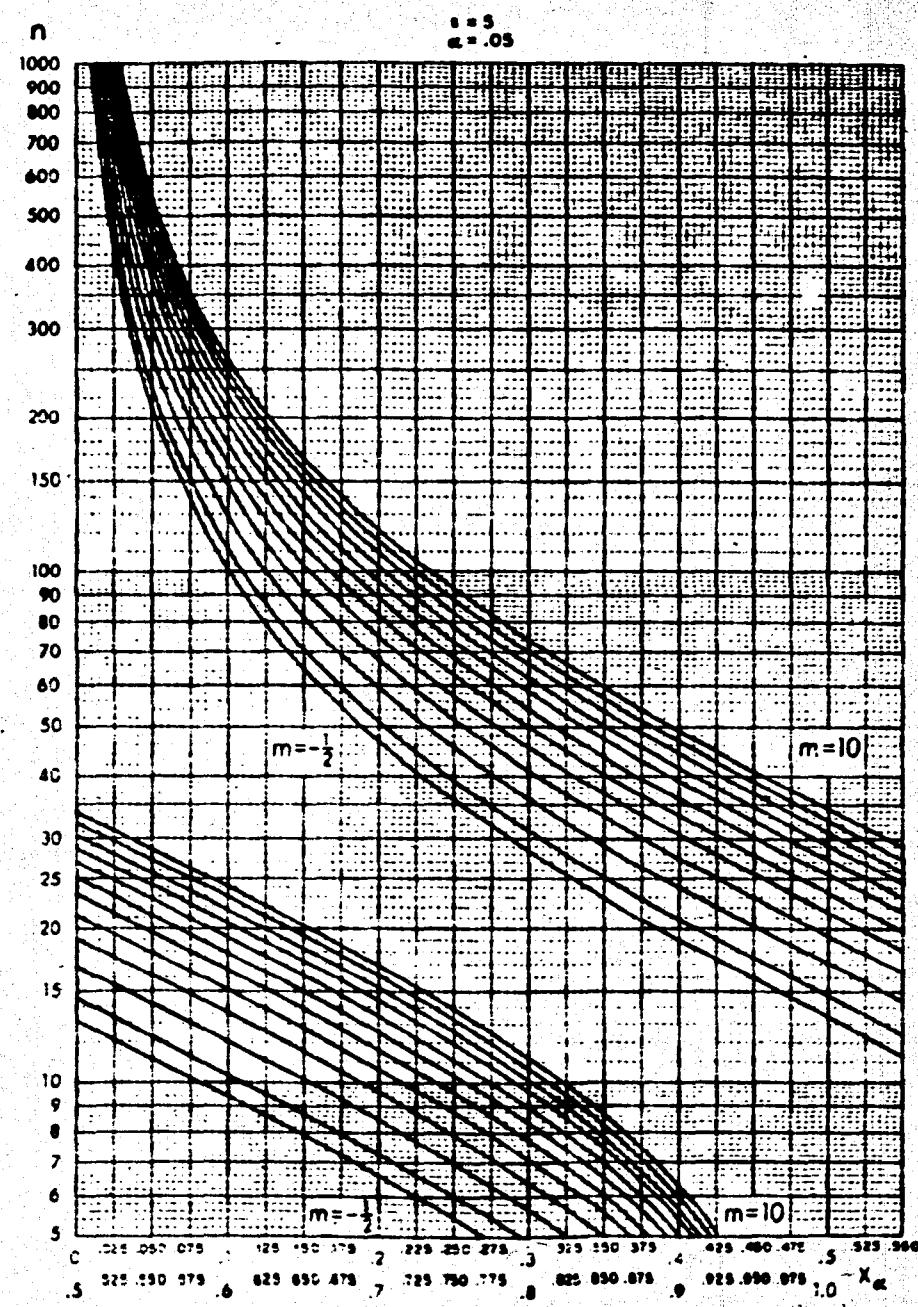
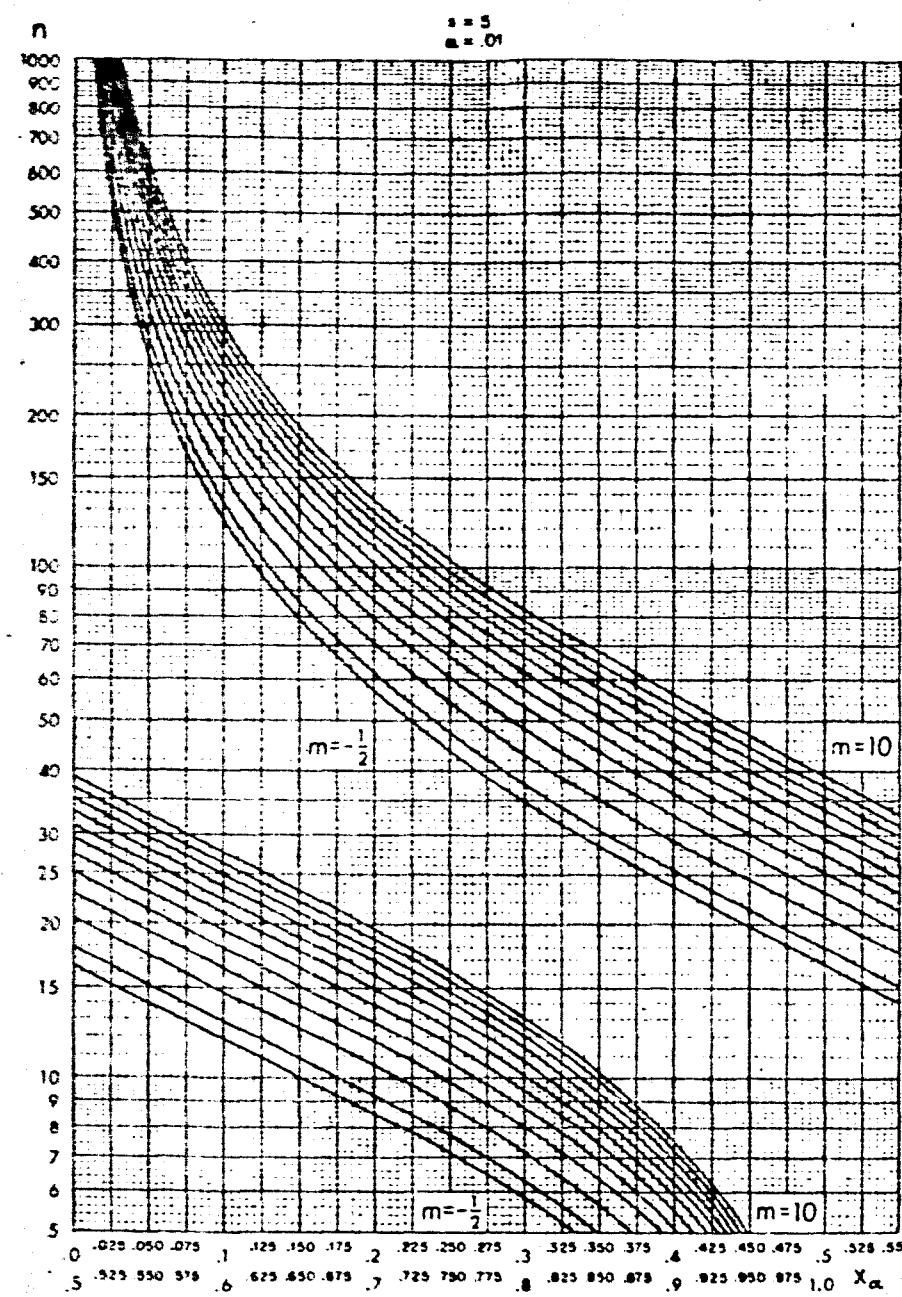


Chart 16

Table 6. Upper Percentage Points of the Largest Characteristic Root: $s = 6^*$ $\alpha = 0.05$

n	m	0	1	2	3	4
5	0.5246	0.6499	0.8685	0.8830	0.8945	
10	0.6552	0.6917	0.7206	0.7442	0.7639	
15	0.5371	0.5758	0.6077	0.6346	0.6577	
20	0.4535	0.4912	0.5231	0.5505	0.5746	
25	0.3918	0.4276	0.4583	0.4852	0.5091	
30	0.3447	0.3782	0.4074	0.4332	0.4564	
40	0.2775	0.3069	0.3329	0.3563	0.3776	
60	0.1995	0.2225	0.2433	0.2624	0.2801	
80	0.1556	0.1745	0.1916	0.2075	0.2224	
100	0.1275	0.1434	0.1580	0.1716	0.1843	
130	0.10036	0.11319	0.12504	0.13615	0.14666	
160	0.08272	0.09348	0.10388	0.11284	0.12175	
200	0.06702	0.07586	0.08409	0.09186	0.09926	
300	0.04545	0.05156	0.05728	0.06281	0.06790	
500	0.02765	0.03143	0.03498	0.03835	0.04160	
1,000	0.01397	0.01590	0.01772	0.01946	0.02113	

 $\alpha = 0.01$

n	m	0	1	2	3	4
5	0.8745	0.8929	0.9065	0.9169	0.9255	
10	0.7173	0.7482	0.7724	0.7922	0.8086	
15	0.5986	0.6334	0.6619	0.6858	0.7063	
20	0.5111	0.5462	0.5757	0.6010	0.6231	
25	0.4450	0.4790	0.5081	0.5335	0.5559	
30	0.3936	0.4261	0.4542	0.4789	0.5011	
40	0.3194	0.3484	0.3739	0.3969	0.4177	
60	0.2315	0.2548	0.2757	0.2948	0.3125	
80	0.1814	0.2006	0.2181	0.2342	0.2493	
100	0.1491	0.1654	0.1803	0.1942	0.2072	
130	0.11762	0.13091	0.14314	0.15457	0.16536	
160	0.09713	0.10830	0.11901	0.12834	0.13754	
200	0.07880	0.08803	0.09659	0.10466	0.11232	
300	0.05355	0.05996	0.06594	0.07160	0.07701	
500	0.03270	0.03661	0.04034	0.04388	0.04727	
1,000	0.01651	0.01855	0.02046	0.02229	0.02405	

* Reproduced from K. C. S. Pillai and C. G. Bantegui: On the distribution of the largest of six roots of a matrix in multivariate analysis, *Biometrika*, vol. 46 (1959), pp. 237-240, with the permission of the authors and the editor of *Biometrika*.

B I B L I O G R A F I A

Anderson, T.W. (1958): "An Introduction to Multivariate Statistical Analysis". Wiley and Sons.

Andrews, Gnanadesikan & Werner (1973): "Methods for assessing multivariate normality". Multivariate Analysis III. Academic Press New York.

Bartlett, M.S. (1938): "Further aspects of the theory of multiple regression". Proc. Camb. Phil. Soc. 34:33-40.

Brown, J.D. & Beerstecher, E. (1951): "Metabolic patterns of underweight and overweight individuals". University of Texas, Biochemical Institute Studies IV. Vol. 5109.

Kshirsagar, A.M. (1972): "Multivariate Analysis". Marcel Dekker, Inc. N.Y.

Mardia, K.U. (1970): "Measures of Multivariate skewness and kurtosis with applications". Biometrika. 57:519-530.

Morrison, D.F. (1967): "Multivariate statistical methods". Mc. Graw Hill Book Company, New York.

Overall, J.E. & Spiegel, P.K. (1969): "Concerning Least Squares Analysis of Experimental Data". Psychological Bulletin Vol. 72. 5:311-322.

Pearson, E.S. & Hartley, H.O. (1966): "Biometrika tables

for statisticians". Cambridge Univ. Press.

Press, S.J. (1972): "Applied Multivariate Analysis". Holt, Rinehart and Winston Inc. New York.

Rao, C.R. (1951): "An asymptotic expansion of the distribution of Wilks's criterion". Bull. Int. Stat. Inst. 33:177.

Row, S.N., Gnanadesikan, R. & Srivastava, J.N. (1971): "Analysis and Design of certain Quantitative Multiresponse Experiments". Oxford, Pergamon Press Ltd.

Smith, H., Gnanadesikan, R. & Hughes, J.B. (1962): "Multivariate analysis of variance (MANOVA)". Biometrics, 18:22-41.

Sotres, D.A., Mexas, A.G. & Mendez, R.I. (1970): "Algoritmo para análisis de covarianza multivariado y un estudio mediante simulación de la potencia de las pruebas multivariadas de Lawley, Heck y Wilks". Agrociencia, Serie A, 10:79-90.