

CATIE  
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
Departamento Producción Vegetal

3 ENE 1985

Turrialba, Costa Rica

//PROGRAMAS PARA ANALISIS DE DATOS EN  
INVESTIGACION AGRICOLA

✓  
JOSE ARZE  
CARLOS HEER  
VIVIANA PALMIERI

Turrialba, Costa Rica

1985

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
INTRODUCCION	
USO DE LA CALCULADORA PROGRAMABLE.....	2
PRUEBA DE HIPOTESIS	
Descripción.....	3
Entrada de Datos.....	4
Presentación de Resultados.....	5
Ejemplo.....	6
Listado del Programa .....	10
PRUEBA DE JI CUADRADO	
Descripción.....	11
Entrada de Datos.....	11
Presentación de Resultados.....	12
Ejemplo.....	12
Listado del Programa.....	13
DISEÑO IRRESTRICTO AL AZAR Y BLOQUES AL AZAR	
Descripción.....	14
Entrada de Datos.....	14
Presentación de Resultados.....	14
-Irrestricto al Azar.....	15
-Bloques al azar.....	15
Ejemplo.....	16
Listado del Programa.....	17

Página

## DISEÑO IRRESTRICTO AL AZAR

## DISEÑO BLOQUES AL AZAR

Descripción.....	20
------------------	----

Listado del Programa.....	21
---------------------------	----

## ARREGLO FACOTIRAL A x B CON DISTRIBUCION EN BLOQUES AL AZAR

Descripción.....	22
------------------	----

Entrada de Datos.....	22
-----------------------	----

Ejemplò.....	25
--------------	----

Listado del Programa.....	28
---------------------------	----

## ARREGLO EN PARCELAS DIVIDIDAS CON DISTRIBUCION EN BLOQUES AL

## AZAR

Descripción.....	29
------------------	----

Entrada de Datos.....	29
-----------------------	----

Presentación de Resultados.....	29
---------------------------------	----

Ejemplo.....	31
--------------	----

Listado del Programa.....	35
---------------------------	----

## PRUEBAS DE RANGO MULTIPLE

Descripción.....	36
------------------	----

Entrada de Datos.....	36
-----------------------	----

Presentación de Resultados.....	37
---------------------------------	----

Ejemplo.....	38
--------------	----

Interpretación de Resultados.....	42
-----------------------------------	----

Listado del Programa.....	44
---------------------------	----

## CONTRASTES ORTOGONALES

Descripción.....	45
Entrada de Datos.....	45
Presentación de Resultados.....	46
Ejemplo.....	47
-Grupos de tratamientos.....	48
-Polinomios ortogonales.....	49
Listado del Programa.....	51

## PRESUPUESTOS PARCIALES

Descripción.....	52
Entrada de Datos.....	52
Presentación de Resultados.....	53
Ejemplo.....	54
Listado del Programa.....	57

## ARREGLO FACTORIAL 2x2x2 CON DISTRIBUCION EN BLOQUES AL AZAR

Descripción.....	58
Entrada de Datos.....	61
Presentación de Resultados.....	61
Cálculo de interacciones.....	62
Presentación de resultados.....	62
Ejemplo.....	63
Listado del Programa.....	68

	<u>Página</u>
ANALISIS DE COVARIANZA	
Descripción.....	70
Entrada de Datos.....	70
Presentación de Resultados.....	71
Ejemplo. ....	72
Listado del programa.....	74
CONVERSION PARCELA UTIL Y HUMEDAD DE GRANO A KILOS/HECTAREA	
Descripción.....	75
Entrada de Datos.....	75
Presentación de Resultados.....	76
Ejemplo.....	76
Listado del Programa.....	78
CALCULO DE BIOMASA Y AREA FOLIAR DE MAIZ	
Descripción.....	79
Entrada de Datos.....	79
Presentación de Resultados.....	80
Ejemplo.....	80
Listado del Programa.....	83
INDICES DE CRECIMIENTO	
Descripción.....	84
Entrada de Datos.....	84
Presentación de Resultados.....	87
Ejemplo.....	88
Listado del Programa.....	91
BIBLIOGRAFIA.....	92

## INTRODUCCION

La capacidad analítica de los investigadores agrícolas, puede ser mejorada a través de métodos y procedimientos analíticos para el procesamiento de la información experimental. El análisis e interpretación de resultados, es una fase que sintetiza todo el esfuerzo realizado durante las etapas de planeamiento y ejecución experimental, así como durante el registro y archivo de la información.

Los métodos estadísticos son procedimientos útiles para interpretar y explicar procesos de producción agrícola, tendientes a elaborar inferencias sobre los resultados obtenidos, con algún nivel de probabilidad.

En la investigación agrícola, en muchos casos, se requieren evaluaciones sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos para explicar los rendimientos y al mismo tiempo, realizar análisis económicos de los resultados para identificar los beneficios de los tratamientos en estudio.

En este documento, se presentan programas para analizar diseños estadísticos de uso frecuente en experimentación agrícola, se incluyen pruebas de hipótesis y rangos múltiples. Se presentan adicionalmente programas para análisis de crecimiento y evaluaciones económicas.

Los programas han sido elaborados en BASIC, para máquinas calculadoras programables pequeñas. Se ofrece también en cinta magnética (casette), grabación de los programas para máquinas compatibles con la calculadora programable CASIO FX 702P.

Se agradece la colaboración del Ing. M.S. Javier Icaza en la elaboración de algunos programas y la participación de los estudiantes de Posgrado UCR-CATIE por sus sugerencias y prueba de los programas.

## USO DE LA CALCULADORA PROGRAMABLE

El acceso a máquinas calculadoras programables, facilita el manejo de la información que es producto de la experimentación. Esto permite mejorar la capacidad analítica del investigador, por la rápida recuperación de los análisis de datos.

Este documento, describe los pasos para comprender el uso y manejo de los diferentes programas que han sido elaborados para la calculadora CASIO FX-702 P. Están escritos en lenguaje BASIC y pueden ser compatibles con aquellas calculadoras que tengan 1600 pasos de programación y 36 memorias.

Muchos de los programas, necesitan ampliar su memoria con el comando DEFM, por lo que es recomendable, leer cada uno de los ejemplos, para conocer el significado del juego de datos que solicita la calculadora y evitar así, errores de cálculo e interpretación.

Al final de cada programa se presenta un listado de los pasos del programa, a fin de favorecer su introducción directa (digital), cuando no se tiene al alcance el cassette que acompaña este documento, o si se va a utilizar una computadora diferente.

### PRUEBA DE HIPOTESIS

Cuando se hacen comparaciones dentro de dos factores en estudio, se utiliza la prueba de "T de student", con el objeto de probar las siguientes hipótesis:

1. Para comparar poblaciones independientes (X e Y)

$$H_0: \mu_x = \mu_y$$

$$H_A: \mu_x \neq \mu_y$$

donde  $\mu_x$  es el promedio de la población x y  $\mu_y$  el promedio de la población y.

2. Para comparar poblaciones de diferencias de pares de observaciones ( $D = X_i - Y_i$ )

$$H_0: \mu_D = 0$$

$$H_A: \mu_D \neq 0$$

donde  $\mu_D$  es el promedio de la población de diferencias ( $D = X_i - Y_i$ )

El caso de comparar promedios de poblaciones independientes existen diferentes condiciones previas que deben considerarse para llevar a cabo la prueba de "t de student", debido a las relaciones entre el tamaño de la muestra (n) y sus varianzas ( $\sigma^2$ ).

a. Tamaño de muestra:  $N_A = N_B$

Varianza:  $\sigma_A^2 = \sigma_B^2$

b. Tamaño de muestra:  $N_a = N_B$

Varianza:  $\sigma_A^2 \neq \sigma_B^2$



c. Tamaño de muestra:  $N_A \neq N_B$

Varianza:  $\sigma_A^2 = \sigma_B^2$

d. Tamaño de muestra:  $N_A \neq N_B$

Varianza:  $\sigma_A^2 \neq \sigma_B^2$

#### DESCRIPCION

Con el programa de prueba de hipótesis, se pueden procesar cada una de las pruebas mencionadas anteriormente, los procedimientos matemáticos son realizados por el programa y el resultado final, es la significancia o no significancia de la hipótesis planteada.

#### ENTRADA DE DATOS

La calculadora solicita los siguientes datos para satisfacer las condiciones previas de la prueba "t de student".

DIF. DENTRO OBS (S/N)? Diferencia dentro de observaciones, si o no.

En el caso que se desee comparar promedios de diferencias en pares de observaciones  $(X_i - Y_i)$ , la respuesta es "S" de si, caso contrario "N" de no.

Cuando la respuesta a la pregunta es "N" (no), los datos solicitados son:

# X = ?      Número de datos del primer factor que serán procesados  
 # Y = ?      Número de datos del segundo factor que serán procesados  
 X 1 ?      Valor de la primera observación del factor uno. Este proceso se repite en forma iterativa según el número de datos del factor X

Y 1 ? Valor de la primera observación del segundo factor.  
Este proceso se repite iterativamente según el número de datos del factor Y

FT. "n" - "m" GL? Valor de F tabulada con "n" grados de libertad para el numerador y "m" grados de libertad para el denominador

T - "n" GL ? Valor de la "t de student" tabulado con "n" grados de libertad

Cuando la respuesta a la pregunta anterior es "S" (si), se solicita:  
# DE PARES = ?, número de pares de datos que serán procesados.

X 1 ? Valor de la primera observación del factor uno

Y 1 ? Valor de la primera observación del factor dos

Este proceso de repite iterativamente, según sea el número de pares de datos que se haya entrado.

T - "n" GL ? Se pregunta cual es el valor de la "T de student" tabulada para un determinado número ("n") de grados de libertad

### PRESENTACION DE RESULTADOS

Luego de ser procesados los datos, se presentará en la pantalla: "SIGNIFICATIVO" o "NO SIGNIFICATIVO" , para la comparación de las poblaciones de los dos factores, aceptando o rechazando las hipótesis planteadas. Cuando se comparan promedios de poblaciones, se presenta la media de "X" y de "Y" de cada población.

EJEMPLO

Para correr el programa se harán (1 y 2), dos ejemplos, uno de 2 poblaciones independientes con número de datos diferentes entre factores y variantes desiguales y el otro con población de diferencias de pares de datos ( $D = X_i - Y_i$ ).

1. Se sembró un experimento para probar el efecto de la presencia o ausencia de Mg en el rendimiento de papa, en el tratamiento con Mg se perdieron 4 parcelas. Los datos se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Producción de papa (kg/parcela) sin y con Mg.

N	Sin Mg X	Con Mg Y
1	3.2	4.5
2	3.5	4.2
3	3.4	4.1
4	3.6	4.6
5	3.7	4.7
6	3.4	4.2
7	3.3	4.1
8	8.5	4.5
9	3.4	4.4
10	3.4	
11	3.6	
12	3.7	
13	3.2	
14	3.1	

PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA	PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA
1	F1 PØ	Prueba hipótesis	21	4.2 EXE	Y3?
2	CONT	Dif. dentro OBS (S/N)?	22	4.1 EXE	Y4?
3	N EXE	# X = ?	23	4.6 EXE	Y5?
4	14 EXE	# Y = ?	24	47 EXE	Y6?
5	10 EXE	X1?	25	4.2 EXE	Y7?
6	3.2 EXE	X2?	26	4.5 EXE	Y8?
7	3.5 EXE	X3?	27	4.5 EXE	Y9?
8	3.4 EXE	X4?	28	4.5 EXE	Y10?
9	3.6 EXE	X5?	29	4.4 EXE	FT 13 - 9 GL?
10	3.7 EXE	X6?	30	2.71 ExE	T - 13 GL?
11	3.4 EXE	X7?	31	2.160ExE	T - 9 GL?
12	3.3 EXE	X8?	32	2.262ExE	NO SIGNIFICATIVO
13	8.5 EXE	X9?	33	CONT	PX = 3.78571
14	3.4 EXE	X10?	34	CONT	PY = 4.38
15	3.4 EXE	X11?	35	CONT	FIN
16	3.6 EXE	X12?			
17	3.7 EXE	X13?			
18	3.2 EXE	X14?			
19	3.1 EXE	Y1?			
20	4.5 EXE	Y2?			

2. Se condujo un experimento en 12 hojas de maíz, para evaluar el efecto de 2 cepas de roya ( $X, Y$ ) sobre mitades de la misma hoja ( $D = X_i - Y_i$ ). Los resultados se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Magnitud del daño de las hojas en  $\text{mm}^2$ .

N	X	Y	D (X - Y)
1	113.5	120.5	-7
2	118.5	90.5	28
3	120.5	105.5	5
4	132.5	110.5	.
5	124.5	90.5	.
6	134.5	112.5	.
7	135.5	140.5	.
8	145.5	105.5	.
9	160.5	130.4	.
10	170.5	150.5	.
11	146.5	135.5	.
12	174.5	165.5	9

PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA	PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA
1	F1 PØ	Prueba hipótesis	19	145.5 EXE	Y8?
2	CONT	Dif. dentro OBS (S/N)?	20	105.5 EXE	Y9?
3	S	# PARES = ?	21	160.5 EXE	Y9?
4	12	X1?	22	130.4 EXE	Y10?
5	113.5 EXE	Y1?	23	170.5 EXE	Y10?
6	120.5 EXE	X2?	24	150.5 EXE	Y11?
7	118.5 EXE	Y2?	25	146.5 EXE	Y11?
8	90.5 EXE	X3?	26	135.5 EXE	Y12?
9	120.5 EXE	Y3?	27	174.5 EXE	Y12?
10	105.5 EXE	X4?	28	165.5 EXE	T - 11 GL?
11	132.5 EXE	Y4?	29	2.201 EXE	SIGNIFICATIVO
12	110.5 EXE	X5?	30	CONT	FIN
13	124.5 EXE	Y5?			
14	90.5 EXE	X6?			
15	134.5 EXE	Y6?			
16	112.5 EXE	X7?			
17	135.5 EXE	Y7?			
18	140.5 EXE	X8?			

```

*****
*** PRG LIST
VAR: 76 PRG: 1280
P0: 807 STEPS
  5 PRT "PRUEBA HIP
    OTESIS"
  10 VAC
  20 PRT "DIF. DENTR
    O OBS(S/H)";:IN
    P $
  30 IF $="S" THEN 4
    00
  33 INP "X=",M
  36 INP "Y=",M
  40 FOR J=1 TO M
  50 PRT "X";J;:INP
    X
  60 A=A*X
  70 B=B*X+2
  80 NEXT J
  90 FOR K=1 TO M
  100 PRT "Y";K;:INP
    Y
  110 C=C+Y
  120 D=D+Y+2
  130 NEXT K
  135 P=M-1;Q=M-1
  140 E=(B-(A+2)/M)/P
  150 F=(D-(C+2)/M)/Q
  160 G=A/M
  170 H=C/M
  180 IF E>F THEN 200
  190 O=F/E:PRT "FT."
    ;Q;";";P;"GL";:
    INP R:GOTO 210
  200 O=E/F:PRT "FT."
    ;P;";";Q;"GL";:
    INP R
  210 IF O<R THEN 300
  220 IF M=N THEN 280
  230 T=E/N:U=F/M
  240 PRT "T-";P;"GL"
    ;:INP W
*****

```

```

*****
250 PRT "T-";Q;"GL"
    ;:INP X
260 Z=(T*M+U*X)/(T+
    U):GOTO 330
280 PRT "T-";P;"GL"
    ;:INP Z:GOTO 33
    0
300 PRT "T-";P+Q;"G
    L";:INP Z
310 IF M=N THEN 330
320 S=(P+E+Q+F)/(P+
    Q):E=S:F=S
330 I=(E/N+F/M)+.5
340 L=ABS (G-H)/1
350 IF L>2 THEN 370
360 PRT "NO SIGNIFI
    CATIVO":GOTO 37
    5
370 PRT "SIGNIFICAT
    IVO"
375 IF $="S" THEN 3
    95
380 PRT "PX=";A/M
390 PRT "PY=";C/M
395 PRT "FIN":END
400 INP "BPARES=";M
    :M=N
420 FOR J=1 TO M
430 PRT "X";J;:INP
    X
440 PRT "Y";J;:INP
    Y
450 A=A+(X-Y)
460 B=B+(X-Y)+2
470 NEXT J
480 G=A/M:P=M-1
490 I=((B-(A+2)/M)
    /P)/M)+.5
500 L=G/I
510 PRT "T-";P;"GL"
    ;:INP Z
520 GOTO 350
*****

```

## PRUEBA DE J1 CUADRADO

DESCRIPCION

Frecuentemente en investigación agrícola se hacen observaciones, para clasificar unidades experimentales dentro de distintos grupos, así por ejemplo, en estudios de fitomejoramiento se presentan cierto tipo de relaciones con valores esperados. En el caso de estudios relacionados con insectos y enfermedades, cual es la incidencia observada y lo esperado en el campo, etc.

El programa de J1 cuadrado (X2), permite procesar los datos para probar hipótesis con relación fija y pruebas de independencia o bondad de ajuste.

ENTRADA DE DATOS

La calculadora, solicita el siguiente juego de datos:

# DATOS=?      Número de datos que serán procesados

OBS "n"=?      Valor observado (número "n")

Esp. "n"=?      Valor esperado del número "n".

Este proceso se repite iterativamente según el número de datos.

J1 Tabular=?      Valor de J1 cuadrado tabular para n-p grados de libertad



PRESENTACION DE RESULTADOS:

SIGNIFICATIVO

NO SIGNIFICATIVO

## EJEMPLO:

Un fitomejorador al estudiar el cruce entre un maíz con endospermo blanco y otro con endospermo amarillo, espera tener una relación F2 de 3:1. (amarillo: blanco)

El tamaño de muestra es de 400 gramos, la relación encontrada es de 325 con endospermo amarillo y 75 con blanco.

Paso	Entrada de Datos	Lectura	Paso	Entrada de Datos	Lectura
1	DEFM 4 ExE	VAR:66 PEG;1360	5	325 ExE	ESP.1=?
2	F1 Po	J1 CUADRADO	6	300 ExE	OBS. 2=?
3	CONT	# DATOS=?	7	75 ExE	ESP. 2=?
4	2 ExE	OBS.1 =?	8	100 ExE	J1 TABULAR=?
			9	6.63ExE	SIGNIFICATIVO
			10	CONT	FIN

```

*****
* 10 PRT "JI CUÁDRAD" *
* 0" *
* 20 VAC *
* 30 INP "# DATOS=", *
* N *
* 40 FOR I=1 TO N *
* 50 PRT "OBS. ";I;"= *
* ";:INP A(I) *
* 60 PRT "ESP. ";I;"= *
* ";:INP A(I+N) *
* 70 A=A+((A(I)-(A(I *
* +N)))^2)/A(I+N) *
* 80 NEXT I *
* 90 INP "JI TABULAR *
* =" ,B *
* 100 IF A<=B THEN 120 *
* 110 PRT "SIGNIFICAT *
* IVO":GOTO 10 *
* 120 PRT "NO SIGNIFI *
* CATIVO":GOTO 10 *
*****

```

## DISEÑOS IRRESTRICTO AL AZAR Y BLOQUES AL AZAR

### DESCRIPCION

Con este programa se obtiene el Análisis de varianza del Diseño Irrestringido Azar (DIA) o bien, el de Bloques al Azar (BA).

El número máximo de tratamientos que puede ser procesado es 10, con 9 repeticiones. Para mayor número de tratamientos utilice los programas de la página 20.

### ENTRADA DE DATOS

La calculadora solicita los siguientes datos:

DIA/BA: Si el diseño seleccionado es Irrestringido Azar, se debe presionar DIA y si es Bloques al Azar, debe presionar BA

TRAT =? Número de tratamientos que serán procesados

REP =? Número de repeticiones que se desea procesar

X(1,1)? Valor de la primera observación. El primer número significa tratamientos y el segundo corresponde a repeticiones.

Este proceso se repite iterativamente, hasta que todas las observaciones sean procesadas.

IMPR Si =1/No2? Cuando se han entrado todas las observaciones, la calculadora pregunta si se usará impresora. Cuando la respuesta es verdadera se presiona 1, caso contrario 2.

### PRESENTACION DE RESULTADOS

En la pantalla se visualiza luego de ser procesadas todas las observaciones cada uno de los componentes del ANDEVA.

## 1. IRRESTRICTO AZAR:

SC = Suma de cuadrados

TRT = Tratamientos

ER = Error

TOT = Total

GL = Grados de libertad

TRT

ER

CM = Cuadrado Medio

TRT

ER

F = F calculada

TRT

## 2. BLOQUES AL AZAR:

SC

BL = Bloques

TRT

ER

TOT

GL

BL

TRT

ER

CM

BL

TRT

ER

F

BL

TRT

EJEMPLO

Para mostrar el uso de los dos diseños, se utilizará los datos de un experimento, donde se observó el rendimiento en kg por parcela útil de cuatro variedades de sorgo con 5 repeticiones. Los resultados se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Rendimiento en kg por parcela útil de 4 variedades de sorgo.

VARIEDAD	OBSERVACIONES (BLOQUES)				
	1 (I)	2 (II)	3 (III)	4 (VI)	5 (V)
H - 101	32.3	34.0	34.3	35.0	36.5
HB - 33	33.3	33.0	36.3	36.8	34.5
B - 5	30.8	34.3	35.3	32.3	35.8
Rojo	29.3	26.0	29.8	28.0	28.8

PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA	PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA
1	DEFM 11	VAR:136 PRG:800	19	35.3 EXE	X (3,4)?
2	F1 PØ	DIA/BL-A	20	32.3 EXE	X (3,5)?
3	CONT	DIA/BA?	21	35.8 EXE	X (4,1)?
4	DIA EXE	TRAT=?	22	29.3 EXE	X (4,2)?
5	4 EXE	REP=?	23	26.0 EXE	X (4,3)?
6	5 EXE	X (1,1)?	24	29.8 EXE	X (4,4)?
7	32.3 EXE	X (1,2)?	25	28.0 EXE	X (4,5)?
8	34.0 EXE	X (1,3)?	26	28.8 EXE	IMPR. Si = 1/No = 2?
9	34.3 EXE	X (1,4)?	27	2 EXE	SC
10	35.0 EXE	X (1,5)?	28	CONT	TRT = 134.45
11	36.5 EXE	X (2,1)?	29	CONT	ER = 47.72
12	33.3 EXE	X (2,2)?	30	CONT	TOT = 182.17
13	33.0 EXE	X (2,3)?	31	CONT	GL
14	36.3 EXE	X (2,4)?	32	CONT	TRT = 3.00
15	36.8 EXE	X (2,5)?	33	CONT	ER = 16.00
16	34.5 EXE	X (3,1)?	34	CONT	CM
17	30.8 EXE	X (3,2)?	35	CONT	TRT = 44.82
18	34.3 EXE	X (3,3)?	36	CONT	ER = 2.98
			37	CONT	F
			38	CONT	TRT = 15.03

PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA	PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA
1	DEFM 11	VAR:136 PRG:800	24	29.8 EXE	X (4,4)
2	F1 PØ	ANDEXA DIA/BA	25	28.0 EXE	X (4,5)
3	CONT	DIA/BA?	26	28.8 EXE	IMPR. Si =1/No = 2?
4	BA EXE	TRAT = ?	27	2 EXE	SC
5	4 EXE	BLQ = ?	28	CONT	BL = 21.46
6	5 EXE	X (1,1)?	29	CONT	TRT = 134.45
7	32.3 EXE	X (1,2)	30	CONT	ER = 26.26
8	34.0 EXE	X (1,3)	31	CONT	TOT = 182.17
9	34.3 EXE	X (1,4)	32	CONT	GL
10	35.0 EXE	X (1,5)	33	CONT	BL= 4.00
11	36.5 EXE	X (2,1)	34	CONT	TRT = 3.00
12	33.3 EXE	X (2,2)	35	CONT	ER = 12.00
13	33.0 EXE	X (2,3)	36	CONT	CM
14	36.3 EXE	X (2,4)	37	CONT	BL = 5.37
15	36.8 EXE	X (2,5)	38	CONT	TRT = 44.82
16	34.5 EXE	X (3,1)	39	CONT	ER = 2.19
17	30.8 EXE	X (3,2)	40	CONT	F
18	34.3 EXE	X (3,3)	41	CONT	BL = 2.45
19	35.3 EXE	X (3,4)	42	CONT	TRT = 20.48
20	32.3 EXE	X (3,5)	43		
21	35.8 EXE	X (4,1)	44		
22	29.3 EXE	X (4,2)	45		
23	26.0 EXE	X (4,3)	46		

```

*****
* P0: 776 STEPS
* 3 PRT "ANDEVA DIA
*   /BA"
* 6 VAC
* 7 INP "DIA/BA", $
* 8 IF $="DIA" THEN
*   15
* 10 INP "TRAT=", M, "
*    BLQ=", N: GOTO 20
* 15 INP "TRAT=", M, "
*    REP=", N
* 20 FOR I=1 TO M: FO
*    R J=1 TO N
* 30 PRT "X("; I; ", ";
*    J; ")"; : INP A(I,
*    J)
* 40 A(I, 0)=A(I, 0)+A
*    (I, J)
* 50 A(0, J)=A(0, J)+A
*    (I, J)
* 60 S=S+A(I, J)
* 70 NEXT J: H=H+A(I,
*    0)↑2: NEXT I
* 80 FOR J=1 TO N
* 90 FOR I=1 TO M
* 95 SET F2
* 100 Q=Q+A(I, J)↑2: NE
*    XT I
* 105 C=C+A(0, J)↑2: NE
*    XT J
* 107 U=M-1: W=N-1
* 110 E=S↑2/(M*N): B=Q
*    -E: A=H/N-E: D=C/
*    M-E: T=B-(A+D)
* 120 G=A/U: K=D/W: L=T
*    /(W*U): O=G/L: P=
*    K/L
*****

```

```

*****
* 123 INP "IMPR.SI=1/
*   NO=2"; Z
* 125 IF $="DIA" THEN
*   (160+Z)
* 126 GOTO 127+Z
* 128 MODE 7
* 129 PRT CSR 8; "SC"
* 130 PRT "BL="; D, "TR
*   T="; A, "ER="; T, "
*   TOT="; B
* 132 PRT CSR 8; "GL"
* 133 PRT "BL="; W, "TR
*   T="; U, "ER="; U*W
* 134 PRT CSR 8; "CM"
* 135 PRT "BL="; K, "TR
*   T="; G, "ER="; L
* 138 PRT CSR 8; "F"
* 140 PRT "BL="; P, "TR
*   T="; O
* 145 SET F0
* 150 MODE 8: END
* 161 MODE 7
* 162 PRT CSR 8; "SC"
* 170 PRT "TRT="; A, "E
*   R="; D+T, "TOT=";
*   B
* 175 PRT CSR 8; "GL"
* 177 Y=(M*N)-1
* 180 PRT "TRT="; U, "E
*   R="; V-U
* 185 X=(D+T)/(V-U)
* 190 PRT CSR 8; "CM"
* 200 PRT "TRT="; G, "E
*   R="; X
* 210 PRT CSR 8; "F"
* 220 PRT "TRT="; G/X
* 230 GOTO 145
*****

```



## DISEÑO IRRESTRICTO AL AZAR

## DISEÑO BLOQUES AL AZAR

DESCRIPCION

Debido a limitaciones en la capacidad de memoria de las máquinas calculadoras programables CASIO FX 702P, el programa en que se presenta ambos diseños puede aceptar un máximo de 10 tratamientos con 9 repeticiones.

Para ampliar el proceso a 15 tratamientos con 9 repeticiones, deben utilizarse los programas independientes del diseño irrestricto al azar o bloques al azar.

Al utilizar cualquiera de éstos programas se debe ampliar la definición de memorias hasta el máximo permisible utilizando la instrucción DEFM 14.

```

*****
* P0: 503 STEPS
* 5 PRT "ANDEVA DIA
* "
* 10 YAC : INP "TRAT=
* " , M , "REP=" , N
* 20 FOR I=1 TO M:FO
* R J=1 TO N
* 30 PRT "T"; I ; "R";
* J ; : INP A(I, J)
* 40 A(I, 0)=A(I, 0)+A
* (I, J)
* 50 A(0, J)=A(0, J)+A
* (I, J)
* 60 S=S+A(I, J)
* 70 NEXT J:H=H+A(I,
* 0)+2:NEXT I
* 80 FOR J=1 TO M
* 90 FOR I=1 TO M
* 95 SET F2
* 100 Q=Q+A(I, J)+2:NE
* XT I
* 105 C=C+A(0, J)+2:NE
* XT J
* 110 E=S+2/(M*N):B=Q
* -E:A=M/N-E:D=C/
* M-E:T=B-(A+D)
* 120 G=A/(M-1):K=D/(
* M-1):L=(T+D)/((
* M*M-1)-(M-1)):O
* =G/L:P=K/L
* 125 PRT CSR 8;"SC"
* 130 PRT "TRT=";A,"E
* R=";T+D,"TOT=";
* B
* 140 PRT CSR 8;"CH"
* 150 PRT "TRT";G,"ER
* ";L
* 160 PRT CSR 8;"F"
* 170 PRT "TRT";O
* 175 SET N
* 180 PRT "CV=";(SQ
* R L/(S/(M*N)))*10
* 0
* 185 PRT CSR 4;"PROM
* /TRT"
* 190 FOR I=1 TO M
* 200 PRT I;"=";A(I, 0
* )/N
* 210 NEXT I
* 220 END
*****

```

```

*****
* P9: 520 STEPS
* 10 PRT "ADV-BA"
* 20 YAC : INP "TRT="
* " , M , "BLQ=" , N
* 30 FOR I=1 TO M:FO
* R J=1 TO N
* 40 PRT "T"; I ; "BLQ
* "; J ; : INP A(I, J)
* 50 A(I, 0)=A(I, 0)+A
* (I, J)
* 60 A(0, J)=A(0, J)+A
* (I, J)
* 70 S=S+A(I, J)
* 80 NEXT J:H=H+A(I,
* 0)+2:NEXT I
* 90 FOR J=1 TO N
* 100 FOR I=1 TO M
* 110 SET F2
* 120 Q=Q+A(I, J)+2:NE
* XT I
* 130 C=C+A(0, J)+2:NE
* XT J
* 140 E=S+2/(M*N):B=Q
* -E:A=M/N-E:D=C/
* M-E:T=B-(A+D)
* 150 G=A/(M-1):K=D/(
* M-1):L=T/((M-1)
* *(M-1)):O=G/L:P
* =K/L
* 155 PRT CSR 8;"SC"
* 160 PRT "BLQ=";D,"T
* RT=";A,"ER=";T,
* "TOT=";B
* 165 PRT CSR 8;"CH"
* 170 PRT "BLQ=";K,"T
* RT=";G,"ER=";L
* 175 PRT CSR 8;"F"
* 180 PRT "BLQ=";P,"T
* RT=";O
* 182 SET N
* 184 PRT "CV=";(SQ
* R L/(S/(M*N)))*10
* 0
* 185 PRT CSR 4;"PROM
* /TRT"
* 190 FOR I=1 TO M
* 200 PRT I;"=";A(I, 0
* )/N:NEXT I
* 210 END
*****

```

ARREGLO FACTORIAL AXB CON DISTRIBUCION  
EN BLOQUES AL AZAR

DESCRIPCION

Este programa está compuesto por un archivo para preprocesar y almacenar los datos (AR.AxB) y otro para realizar el análisis de varianza (ADV-AxB).

A y B representan los factores en estudio, que pueden tener uno o varios niveles. El término factor es entonces, una clase de tratamientos y en arreglos factoriales, cualquier factor corresponde a varios tratamientos. Nivel hace referencia al valor de un factor.

ENTRADA DE DATOS:

#NIV.A?      Número de niveles que corresponden al factor A.  
 #NIV.B?      Número de niveles que corresponden al factor B.  
 #REP.?        Número de repeticiones a ser procesadas.  
 A1,B1,R1?    Valor de la observación que corresponde al nivel 1 del factor A, nivel 1 del factor B, en la repetición 1.

Este proceso se repite iterativamente, variando primero las repeticiones y luego las diferentes combinaciones entre tratamientos (niveles).

PRESENTACION DE RESULTADOS

El programa calcula los valores que corresponden a las diferentes fuentes de variación, presentándose en la pantalla de la calculadora lo siguiente:

SC= Suma de cuadrados

BL= Bloques

TRT= Tratamientos

A = Factor A

B = Factor B

AxB= Interacción

E= Error

Tot= Total

GL= Grados de libertad

BL

TRT

A

B

AxB

E

Tot

CM= Cuadrado Medio

BL

TRT

A

B

AxB

E

F= F calculada

BL

TRT

A

B

AxB

PROM= Promedio

CV= Coeficiente de variación

Para conocer las sumas parciales de los niveles de cada factor y la de los tratamientos (combinación) se debe digitar manualmente las siguientes ordenes:

1. FACTOR A

A(I,Ø)

donde I es el número de niveles del factor de A.

I= 1,2,3....n

2. FACTOR B

A (Ø,J)

donde: J es el número de niveles del factor B

J= 1,2.....m

3. Combinación AxB (tratamientos)

A(I,J)

donde: (I,J) es la combinación de un nivel (I) del factor A, con un nivel (J) del factor B.

El promedio de tratamientos, se consigue dividiendo los totales parciales de tratamientos (A (I,J)), entre el número de repeticiones.

**EJEMPLO:**

En un experimento con arreglo factorial, se estudiaron 4 variedades de maíz con 3 dosis de nitrógeno en 4 bloques. Los rendimientos en ton/ha, se observan en el Cuadro 4.

**CUADRO 4.** Rendimiento de variedades de maíz y dosis de nitrógeno en kg/ha

TRAT.	VARIEDAD	NIVEL N	B L O Q U E S			
			I	II	III	IV
1	H-11	50	3.2	2.5	3.6	3.8
2		100	4.1	4.3	4.5	5.6
3		150	5.7	5.1	6.3	6.8
4	H-5	50	6.8	6.2	6.2	5.4
5		100	7.3	4.3	5.4	3.3
6		150	2.5	2.5	3.1	4.5
7	B-5	50	2.8	3.6	4.2	2.9
8		100	5.9	4.5	6.7	3.7
9		150	4.3	5.8	4.9	3.8
10	HB-33	50	6.8	6.7	5.4	4.2
11		100	7.1	6.4	5.2	3.5
12		150	6.5	8.2	7.1	6.5

PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA	PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA
1	DEFM 10 ExE	VAR:126 PRG: 800	26	3.3 EXE	A2, B3, R1?
2	F1 Po	AR. AxB	27	2.5 EXE	A2, B3, R2?
3	CONT	#NIV.A?	28	2.5 EXE	A2, B3, R3?
4	4 EXE	#NIV.B?	29	3.1 EXE	A2, B3, R4?
5	3 EXE	#REP.?	30	4.5 EXE	A3, B1, R1?
6	4 EXE	A1, B1, R1?	31	2.8 EXE	:
7	3.2 EXE	A1, B1, R2?		:	:
8	2.5 EXE	A1, B1, R3?		:	:
9	3.6 EXE	A1, B1, R4?	52	8.2 EXE	A4, B3, R3?
10	3.8 EXE	A1, B2, R1?	53	7.1 EXE	A4, B3, R4?
11	4.1 EXE	A1, B2, R2?	54	6.5 EXE	PRES. F1P1
12	4.3 EXE	A1, B2, R3?	55	F1 P1	ADV-AxB
13	4.5 EXE	A1, B2, R4?	56	CONT	SC
14	5.6 EXE	A1, B3, R1?	57	CONT	BL=4.31229
15	5.7 EXE	A1, B3, R2?	58	CONT	TRT=67.1856
16	5.1 EXE	A1, B3, R3?	59	CONT	A=21.58729
17	6.3 EXE	A1,B3, R4?	60	CONT	B=3.04125
18	6.8 EXE	A2, B1, R1?	61	CONT	AxB=42.557
19	6.8 EXE	A2, B1, R2?	62	CONT	E=35.0102
20	6.2 EXE	A2, B1, R3?	63	CONT	TOT=106.508
21	6.2 EXE	A2, B1, R4?	64	CONT	GL
22	5.4 EXE	A2, B2, R1?	65	CONT	BL=3
23	7.3 EXE	A2, B2, R2?	66	CONT	TRT=11
24	4.3 EXE	A2, B2, R3?	67	CONT	A=3
25	5.4 EXE	A2, B2, R4?	68	CONT	B=2

PASO	ENTRADA DE DATOS	LECUTRA	PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA
69	CONT	$A \times B = 6$	81	CONT	$TRT = 5.75708$
70	CONT	$E = 33$	82	CONT	$A = 6.78259$
71	CONT	$TOT = 47$	83	CONT	$B = 1.4333$
72	CONT	CM	84	CONT	$A \times B = 6.68559$
73	CONT	$BL = 1.4374$	85	CONT	$PROM = 4.9937$
74	CONT	$TRT = 0.10778$	86	CONT	$CV = 20.6250$
75	CONT	$A = 7.19576$	87	A(1,0)	55.5
76	CONT	$B = 1.5206$	88	A(0,1)	74.3
77	CONT	$A \times B = 7.0928$	89	A(1.1)	13.1
78	CONT	$E = 1.0609$	90	A(4,3)	28.3
79	CONT	F			
80	CONT	$BL = 1.35489$			



```

*****
*
* P0: 373 STEPS
* 1 PRT "AR.A*B"
* 10 VAC
* 20 INP "#NIV.A",A,
*   "#NIV.B",B,"#RE
*   P.",R
* 30 FOR I=1 TO A
* 40 FOR J=1 TO B
* 50 FOR L=1 TO R
* 70 PRT "A";I;"",B";
*   J;"",R";L;:INP X
* 80 A(I,J)=A(I,J)+X
* 90 A(I,0)=A(I,0)+X
* 100 A(0,J)=A(0,J)+X
* 110 GSB 500+L
* 120 S=S+X:C=C+X+2
* 130 NEXT L
* 150 NEXT J
* 160 H=H+A(I,0)+2
* 170 NEXT I:K=T+2+U+
*   2+V+2+W+2+Y+2+Z
*   +2
* 180 FOR J=1 TO B
* 190 FOR I=1 TO A
* 200 F=F+A(I,J)+2:NE
*   XT I
* 210 G=G+A(0,J)+2:NE
*   XT J
* 220 PRT "PRES. F1 P
*   1":END
* 501 T=T+X:RET
* 502 U=U+X:RET
* 503 V=V+X:RET
* 504 W=W+X:RET
* 505 Y=Y+X:RET
* 506 Z=Z+X:RET
*****

```

```

*****
*
* P1: 506 STEPS
* 1 PRT "ADV-A*B"
* 20 I=S+2/(A*B*R):J
*   =C-I:L=K/(A*B)-
*   I
* 30 D=F/R-I:M=H/(B*
*   R)-I:N=G/(A*R)-
*   I:O=D-M-N
* 40 E=J-L-D:Y=A*B-1
*   :Z=(A-1)*(B-1):
*   A0=(R-1)*Y
* 50 P=L/(R-1):Q=D/Y
*   :T=M/(A-1):U=N/
*   (B-1)
* 60 V=O/Z:W=E/A0:X=
*   S/(A*B*R)
* 70 PRT CSR 8:"SC"
* 80 PRT "BL=";L,"TR
*   T=";D,"A=";M,"B
*   =";N,"A+B=";O,"
*   E=";E,"TOT=";J
* 90 PRT CSR 8:"GL"
* 100 PRT "BL=";R-1,"
*   TRT=";Y,"A=";A-
*   1,"B=";B-1,"A*B
*   =";Z,
* 110 PRT "E=";A0,"TO
*   T=";A*B*R-1
* 120 PRT CSR 8:"CH"
* 130 PRT "BL=";P,"TR
*   T=";Q,"A=";T,"B
*   =";U,"A+B=";V,"
*   E=";W
* 140 PRT CSR 8:"F"
* 150 PRT "BL=";P/W,"
*   TRT=";Q/W,"A=";
*   T/W,"B=";U/W,"A
*   *B=";V/W
* 160 PRT "PRDM=";X,"
*   CV=";SQR W/X+10
*   0
*****

```

ARREGLO EN PARCELAS DIVIDIDAS CON DISTRIBUCION  
EN BLOQUES AL AZAR

DESCRIPCION

El archivo AR.PD, permite la entrada de los datos que serán procesados con el programa principal de Parcelas Divididas (ADV-PD). Este presenta los resultados de las diferentes fuentes de variación que componen el ANDEVA.

ENTRADA DE DATOS

La calculadora solicita el siguiente juego de datos para procesar las observaciones experimentales.

#PG?          Número de parcelas grandes  
#PP?          Número de parcelas pequeñas o parcelas chicas  
#REP?        Número de repeticiones que serán procesadas  
T1 1 R1?     Para entrar cada una de las observaciones experimentales, el programa tiene un proceso iterativo, que cambia con base en el número de datos. El primer número indica la parcela grande, el segundo la parcela chica y el último número corresponde a las repeticiones.

PRESENTACION DE RESULTADOS

SC= Suma de cuadrados

BL= Bloques

A= Parcela grande

ER-A= Error A

B= Parcela chica

AB= Interacción AxB

ER-B= Error B

Tot= Total

GL= Grados de libertad

BL

A

ER|A

B

AB

ER-B

CM= Cuadrado Medio

BL

A

ER-A

B

AB

ER-B

F= F calculada

BL

A

B

AB

PROM= Promedio General

CV = Coeficiente de Variación

Para conocer las sumas parciales de parcelas grandes, parcelas chicas y tratamientos se debe digitar manualmente las siguientes ordenes:

1. Parcelas Grandes

$A(I, \emptyset)$

donde: I es el número de parcela grande

$I = 1, 2, \dots, n$

2. Parcelas Chicas

$A(\emptyset, J)$

donde: J es el número de parcela chica

$J = 1, 2, \dots, m$

3. Tratamientos

$A(I, J)$

donde (I, J) es la combinación parcela grande y parcela chica

El promedio de tratamientos se consigue dividiendo los totales parciales de tratamientos ( $A(I, J)$ ), entre el número de repeticiones.

**EJEMPLO:**

En un estudio con pasto king grass, se evaluaron tres métodos de siembra y tres densidades de siembra, el diseño fue un arreglo en parcelas divididas con distribución en bloques al azar y cuatro repeticiones.

Los resultados se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE (TON/HA) DE 3 METODOS DE SIEMBRA (PARCELA GRANDE) Y DENSIDAD DE SIEMBRA (PARCELA CHICA)

METODO	DENSIDAD	BLOQUES			
		I	II	III	IV
Voleo	15	49.6	46.7	41.4	46.2
	25	50.2	45.8	44.8	43.2
	35	49.9	55.3	48.7	46.7
15 cms	15	40.0	43.4	39.2	46.7
	25	44.6	52.0	40.0	44.0
	35	40.2	42.7	39.2	39.5
30 cms	15	44.7	42.7	41.2	44.6
	25	50.0	44.9	41.7	43.0
	35	47.6	44.1	44.2	43.3

Paso	Entrada de datos	Lectura	Paso	Entrada de datos	Lectura
1	DEPM 9 EXE	VAR:116 PRG:960	16	55.3 EXE	T1 3 R3?
2	F1 P0	AR. PD	17	48.7 EXE	T1 3 R4?
3	CONT	# PG?	18	46.7 EXE	T2 1 R1?
4	3 EXE	# PP?	19	40.0 EXE	T2 1 R2?
5	3 EXE	# REP	20	43.4 EXE	T2 1 R3?
6	4 EXE	T1 1 R1?	21	39.2 EXE	T2 1 R4?
7	49.6 EXE	T1 1 R2?	22	46.7 EXE	T2 2 R2?
8	46.7 EXE	T1 1 R3?	23	44.6 EXE	T2 2 R2?
9	41.4 EXE	T1 1 R4?	24	52.0 EXE	T2 2 R3?
10	46.2 EXE	T1 2 R1?	25	40.0 EXE	T2 2 R4?
11	50.2 EXE	T1 2 R2?	26	44.0 EXE	T2 3 R1?
12	45.8 EXE	T1 2 R3?	27	40.2 EXE	T2 3 R2?
13	44.8 EXE	T1 2 R4?	28	42.7 EXE	T2 3 R3?
14	43.2 EXE	T1 3 R1?	29	39.2 EXE	T2 3 R4?
15	49.9 EXE	T1 3 R2?	30	39.5 EXE	T3 1 R1?

Paso	Entrada de datos	Lectura	Paso	Entrada de datos	Lectura
31	44.7EXE	T3 1 R2?	58	CONT	AB= 4
32	42.7EXE	T3 1 R3?	59	CONT	ER-B= 18
33	41.2EXE	T3 1 R4?	60	CONT	CM
34	44.6EXE	T3 2 R1?	61	CONT	BL= 35.111
35	50.0EXE	T3 2 R2?	62	CONT	A= 69.4652
36	44.9EXE	T3 2 R3?	63	CONT	ER-A=11.0374
37	41.7EXE	T3 2 R4?	64	CONT	B= 7.6344
38	43.0EXE	T3 3 R1?	65	CONT	AB=20.7569
39	47.6EXE	T3 3 R2?	66	CONT	ER-B= 5.9987
40	44.1EXE	T3 3 R3?	67	CONT	F
41	44.2EXE	T3 3 R4?	68	CONT	BL= 3.1810
42	43.3EXE	PRES F1P1	69	CONT	B= 6.2935
43	F1 P1	ADV-PD	70	CONT	B= 1.2726
44	CONT	SC	71	CONT	AB= 3.4602
45	CONT	BL=105.3333	72	CONT	PRCM=44.7777
46	CONT	A=138.9305	73	CONT	CV= 5.4697
47	CONT	ER-A=66.2249	74	A(1,0)	568.5
48	CONT	B=15.2688	75	A(2,0)	511.5
49	CONT	AB=83.0277	76	A(3,0)	532.0
			77	A(0,1)	526.4
50	CONT	ER-B=107.9766	78	A(0,2)	544.2
51	CONT	TOT= 516.7622	79	A(0,3)	541.4
52	CONT	GL	80	A(1,1)	183.9
53	CONT	BL= 3	81	A(1,2)	184.0
54	CONT	A= 2		⋮	⋮
55	CONT	ER-A=6		⋮	⋮
56	CONT			⋮	⋮
57	CONT		85	A(2,3)	161.6

```

*****
** P0: 430 STEPS
** 1 PRT "AR,PD"
** 20 VAC :IMP "#PG",
**   A,"#PP",B,"#REP
**   ",R
** 30 FOR I=1 TO A:FO
**   R J=1 TO B:FOR
**     K=1 TO R
** 60 PRT "T";I;J;"R"
**   ;K;:IMP X
** 70 A(I,J)=A(I,J)+X
**   :A(0,J)=A(0,J)+
**   X
** 74 A(I,0)=A(I,0)+X
**   :S=S+X:C=C+X↑2:
**   GSB 500+K
** 100 NEXT K:NEXT J:H
**   =H+A(I,0)↑2
** 130 E=E+L↑2+M↑2+N↑2
**   +O↑2+P↑2+Q↑2
** 140 T=T+L:U=U+M:V=V
**   +N:W=W+O:Y=Y+P:
**   Z=Z+Q
** 160 L=0:M=0:N=0:O=0
**   :P=0:Q=0:NEXT I
** 180 D=T↑2+U↑2+V↑2+W
**   ↑2+Y↑2+Z↑2
** 190 FOR J=1 TO B:FO
**   R I=1 TO A:F=F+
**   A(I,J)↑2:NEXT I
** 230 G=6+A(0,J)↑2:NE
**   XT J:PRT "PRES
**   F1 P1":END
** 501 L=L+X:RET
** 502 M=M+X:RET
** 503 N=N+X:RET
** 504 O=O+X:RET
** 505 P=P+X:RET
** 506 Q=Q+X:RET
** *****

```

```

*****
** P1: 530 STEPS
** 1 PRT "ADV-PD":I=
**   S↑2/(A+B*R)
** 20 J=C-I:K=D/(A+B)
**   -I:L=H/(B+R)-I:
**   M=E/B-I
** 30 N=M-L-K:O=6/(A*
**   R)-I:P=F/R-I-L-
**   O:Q=J-M-O-P
** 40 X=(R-1)*(A-1):A
**   0=A*(R-1)*(B-1)
**   :T=K/(R-1):U=L/
**   (A-1):V=W/X
** 50 W=O/(B-1):Y=P/(
**   (A-1)*(B-1):Z=
**   Q/A0:I=S/(A+B*R
**   )
** 60 PRT CSR 8;"SC"
** 70 PRT "BL=";K;"A=
**   ";L;"ER-A=";N;"
**   B=";O;"AB=";P;"
**   ER-B=";Q
** 71 PRT "TOT=";J
** 80 PRT CSR 8;"GL"
** 90 PRT "BL=";R-1;"
**   A=";A-1;"ER-A="
**   ";X;"B=";B-1
** 91 PRT "AB=";(A-1)
**   *(B-1);"ER-B=";
**   AB
** 100 PRT CSR 8;"CM"
** 110 PRT "BL=";T;"A=
**   ";U;"ER-A=";V;"
**   B=";W;"AB=";Y;"
**   ER-B=";Z
** 120 PRT CSR 8;"F"
** 130 PRT "BL=";T/V;"
**   A=";U/V;"B=";W/
**   Z;"AB=";Y/Z
** 140 PRT CSR 4;"PROM
**   =";I
** 150 PRT CSR 4;"CV="
**   ;SQR Z/I*100
** *****

```



PRUEBAS DE RANGO MULTIPLEDESCRIPCION:

La prueba de F en el análisis de varianza, indica la presencia de una o más diferencias entre los tratamientos probados. Sin embargo, no cuantifica la diferencia, o diferencias que se pueden presentar entre los diferentes tratamientos.

Este programa, permite hacer comparaciones específicas entre tratamientos, por medio de las pruebas siguientes:

-DMS

-DUNCAN

-TUKEY

ENTRADA DE DATOS:

La calculadora, para cada prueba en particular, solicita el siguiente juego de datos:

DMS: (Diferencia mínima de significación)

DMS? (S/N)? Pregunta si desea utilizar la prueba DMS, cuando la respuesta es afirmativa ("S") se prosigue con el siguiente paso.

#TRT=? Número de tratamientos que serán procesados.

#REP=? Número de repeticiones de donde provienen los tratamientos a procesar.

CME=? Cuadrado medio de error obtenido del ANDEVA.

GL (ERR)=? Grados de libertad, correspondientes al ERROR.

TRT, NUM? Identificación del tratamiento "n" que sera procesado.

Este proceso, se repite iterativamente dependiendo del número de tratamientos que se desea procesar.

DMS (TAB-T "m" GL)=? Solicita el valor tabular de DMS para "m" grados de libertad.

DUNCAN= Cuando se responde en forma negativa ("N") a la prueba DMS, la calculadora pregunta lo siguiente:

Duncan? (S/N)? Si se desea utilizar dicha prueba, se debe presionar "S".

#TRT=? Número de tratamientos que serán procesados.

#REP=? Número de repeticiones de donde provienen los promedios de tratamientos.

CME=? Cuadrado medio del error del ANDEVA inicial.

GL (ERR)=? Grados de libertad del error

TRT, NUM? Número de tratamiento que será procesado

PROM, TRT=? Promedio que corresponde a cada tratamiento que será procesado.

Este proceso se repite iterativamente según el número de tratamientos.

ASM (TAB "m" GL) COMP "N"=? Valor tabular para "m" grados de libertad del error de amplitudes estudentizadas significativas para cada una de las "N" comparaciones de medias.

TUKEY= Cuando se responde en forma negativa ("N") tanto a la prueba DMS como a DUNCAN, la calculadora pregunta lo siguiente:

TUKEY? (S/N)? Si se desea utilizar dicha prueba se debe poner "S".

#TRT=? Número de tratamientos que serán procesados.

#REP=? Número de repeticiones de donde provienen los promedios de tratamientos.

CME=? Cuadrado medio del error del ANDEVA inicial.

GL (ERR)=? Grado de libertad del error.

TRT, NUM? Número del tratamiento que será procesado.

PROM, TRT=? Promedio del tratamiento que esta en proceso.

Este proceso se repite iterativamente dependiendo del número de tratamientos que se desea analizar.

ATE (TAB "m" y "n" GL)=? Amplitud estudentizada de TUKEY para "m" y "n" grados de libertad.

#### PRESENTACION DE RESULTADOS:

Para las tres pruebas (DMS, DUNCAN Y TUKEY), los resultados se presentan en forma ordenada del mayor al menor promedio asignandoseles el mismo número si son iguales y otro si son diferentes.

#### **EJEMPLO:**

Para demostrar como funciona el programa, con el mismo ejemplo, se probaran las pruebas de Rango Multiple DMS, Duncan y Tukey.

En un experimento sembrado con arroz, se probaron diferentes aplicaciones de insecticidas foliares y granulados.

El diseño empleado fue irrestricto al azar las medias de tratamientos provenientes de 4 repeticiones y el ANDEVA, se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6. MEDIAS DE TRATAMIENTO Y ANDEVA PARA EL  
RENDIMIENTO DE ARROZ EN Kgs/Ha

TRAT	MEDIA	FV	GL	SC	CM	F	SIG
T1	2127						
T2	2678	TRAT	6	5587175	931196	9.82	**
T3	2552						
T4	2128	ERROR	21	1990237	94773		
T5	1796						
T6	1681	TOTAL	27	7577412			
T7	1316						

PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA	PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA
1	DEFM 4 EXE	VAR:66 PRG: 1360	27	CONT	(TR 1), 2127-2
2	F 1 PØ	RANG. MULT	28	CONT	(TR 4), 2128-3
3	CONT	DMS? (S/N)?	29	CONT	(TR 1), 2127-3
4	5 EXE	#TRT=?	30	CONT	(TR 5), 1796-3
5	7 EXE	# REP= ?	31	CONT	(TR 6), 1681-3
6	4 EXE	CME=?	32	CONT	(TR 1), 2127-4
7	94773 EXE	GL (ERR)=?	33	CONT	(TR 5), 1796-4
8	21 EXE	TRT, NUM?	34	CONT	(TR 6), 1681-4
9	1 EXE	PROM, TRT= ?	35	CONT	(TR 5), 1796-5
10	2127 EXE	TRT, NUM?	36	CONT	(TR 6), 1681-5
11	2 EXE	PROM, TRT=?	37	CONT	(TR 6), 1681-6
12	2678 EXE	TRT, NUM?	38	CONT	(TR 7), 1316-6
13	3 EXE	PROM, TRT=?	39	CONT	FIN
14	2552 EXE	TRT, NUM?	40	F1 PØ	RANG. MULT
15	4 EXE	PROM, TRT=?	41	CONT	DMS? (S/N)?
16	2128 EXE	TRT, NUM?	42	N EXE	DUNCAN? (S/N)?
17	5 EXE	PROM, TRT=?	43	S EXE	# TRT=?
18	1796 EXE	TRT, NUM?	44	7 EXE	# REP=?
19	6 EXE	PROM, TRT=?	45	4 EXE	CME=?
20	1681 EXE	TRT, NUM?	46	94773 EXE	GL (ERR)=?
21	7 EXE	PROM, TRT=?	47	21 EXE	TRT, NUM?
22	1316 EXE	DMS (TAB-T21 GL)=?	48	1 EXE	PROM, TRT=?
23	2.080 EXE	(TR 2), 2678-1	49	2127 EXE	TRT, NUM?
24	CONT	(TR 3) 2552-1	50	2 EXE	PROM, TRT=?
25	CONT	(TR 3) 2552-2	51	2678 EXE	TRT, NUM?
26	CONT	(TR 4), 2128	52	3 EXE	PROM, TRT=?

PASO	ENTRADA DE LECTURA	LECTURA	PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA
53	2552 EXE	TRT, NUM?	79	CONT	(TR 5), 1796-5
54	4 EXE	PROM, TRT=?	80	CONT	(TR 6), 1681-5
55	2128 EXE	TRT, NUM?	81	CONT	(TR 6), 1681-6
56	5 EXE	PROM, TRT=?	82	CONT	(TR 7), 1316-6
57	1796 EXE	TRT, NUM?	83	CONT	FIN
58	6 EXE	PROM, TRT=?	84	F 1 PØ	RANG. MULT
59	1681 EXE	TRT, NUM?	85	CONT	DMS? (S/N)?
60	7 EXE	PROM, TRT=?	86	N EXE	DUNCAN? (S/N)?
61	1316 EXE	ASM (TAB 21GL)COMP2=?	87	N EXE	TUKEY? (S/N)?
62	2.94 EXE	ASM (TAB 21GL)COMP3=?	88	S EXE	# TRT=?
63	3.09 EXE	ASM (TAB 21GL)COMP4=?	89	7 EXE	# REP=?
64	3.18 EXE	ASM (TAB 21GL)COMP5=?	90	4 EXE	CME=?
65	3.25 EXE	ASM (TAB 21GL)COMP6=?	91	94773 EXE	GL (ERR)=?
66	3.30 EXE	ASM (TAB 21GL)COMP7=?	92	21 EXE	TRT, NUM?
67	3.33 EXE	(TR 2), 2678-1	93	1 EXE	PROM, TRT=?
68	CONT	(TR 3), 2552-1	94	2127 EXE	TRT, NUM?
69	CONT	(TR 3), 2552-2	95	2 EXE	PROM, TRT=?
70	CONT	(TR 4), 2128-2	96	2678 EXE	TRT, NUM?
71	CONT	(TR 1), 2127-2	97	3 EXE	PROM, TRT=?
72	CONT	(TR 4), 2128-3	98	2552 EXE	TRT, NUM?
73	CONT	(TR 1), 2127-3	99	4 EXE	PROM, TRT=?
74	CONT	(TR 5), 1796-3	100	2128 EXE	TRT, NUM?
75	CONT	(TR 6), 1681-3	101	5 EXE	PROM, TRT=?
76	CONT	(TR 1), 2127-4	102	1796 EXE	TRT, NUM?
77	CONT	(TR 5), 1796-4	103	6 EXE	PROM, TRT=?
78	CONT	(TR 6), 1681-4	104	1681 EXE	TRT, NUM?

PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA	PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA
105	7 EXE.	PROM, TRT=?	116	CONT	(TR 5), 1796-3
106	1316 EXE	ATE (TAB 7y21 GL)=?	117	CONT	(TR 6), 1681-3
107	4.62 EXE	(TR 2), 2678-1	118	CONT	(TR 1), 2127-4
108	CONT	(TR 3), 2552-1	119	CONT	(TR 5), 1796-4
109	CONT	(TR 4), 2128-1	120	CONT	(TR 6), 1681-4
110	CONT	(TR 1), 2127-1	121	CONT	(TR 5), 1796-5
111	CONT	(TR 3), 2552-2	122	CONT	(TR 6), 1681-5
112	CONT	(TR 4), 2128-2	123	CONT	(TR 7), 1316-5
113	CONT	(TR 1), 2127-2	124	CONT	FIN
114	CONT	(TR 4), 2128-3	125		
115	CONT	(TR 1), 2127-3	126		

#### INTERPRETACION DE RESULTADOS

Por considerarse necesario, para este programa, se presenta la interpretación de los resultados de una forma más conocida para aquellos que hacen uso de las pruebas de Rango Multiple.

DMS

TRAT	PROMEDIO	RESULTADO
2	2678	1
3	2552	1 2
4	2128	2 3
1	2127	2 3 4
5	1796	3 4 5
6	1681	3 4 5 6
7	1316	6

DUNCAN

TRAT	PROMEDIO	RESULTADO
2	2678 A	1
3	2552 A B	1 2
4	2128 B C	2 3
1	2127 B C D	2 3 4
5	1796 C D E	3 4 5
6	1681 C D E F	3 4 5 6
7	1316 F	6

TUKEY

TRAT	PROMEDIO	RESULTADO
2	2678	1
3	2552	1 2
4	2128	1 2 3
1	2127	1 2 3 4
5	1796	3 4 5
6	1681	3 4 5
7	1316	5



```

*****
* P0: 900 STEPS
* 5 PRT "RANG.MULT"
* 10 VAC
* 20 PRT "DMS?(S/N)"
*   ;:IMP Z$:IF Z$=
*   "S" THEN 50
* 30 PRT "DUNCAN?(S/
* N)";:IMP Y$:IF
* Y$="S" THEN 50
* 40 PRT "TUKEY?(S/N
* )";:IMP X$:IF X
* $="S" THEN 170
* 50 IMP "TRT=" ,A,"
* REP=" ,B,"CME="
* ,C,"GL(ERR)=" ,D
* 60 FOR I=1 TO A
* 70 IMP "TRT,NUM",A
* (A+I),"PROM,TRT
* =" ,A(I)
* 75 NEXT I
* 80 FOR I=1 TO A-1
* 85 FOR J=I+1 TO A
* 90 IF A(I)≥A(J) TH
* EN 120
* 100 A0=A(I):A(I)=A(
* J):A(J)=A0
* 110 A0=A(A+I):A(A+I
* )=A(A+J):A(A+J)
* =A0
* 120 NEXT J
* 125 NEXT I
* 130 O=A+1:P=A*2:Q=P
* +1:R=A*3
* 140 IF Y$="S" THEN
* 300
* 150 IF Z$="S" THEN
* 600
* 160 IF X$="S" THEN
* 700:GOTO 20
* 170 PRT "REVISE ENT
* RADA":GOTO 20
* 300 W=1:M=(C/B)↑.5
* 310 FOR I=Q TO R-1
* 320 W=W+1:PRT "ASM(
* TAB";D;"GL)COMP
* ";W;"="";:IMP A(
* I)
* *****

```

```

*****
* 330 NEXT I
* 340 L=1
* 350 FOR I=1 TO A
* 354 IF Z$="S" THEN
* 365
* 358 IF X$="S" THEN
* 365
* 360 T=A(R-L)*M
* 365 W=0:V=0
* 370 FOR J=A TO 1+L
* STEP -1
* 380 U=A(I)-A(J):V=V
* +1
* 390 IF U>T THEN 402
* 400 W=W+1:IF U=0 TH
* EN 470
* 402 IF Y$="S" THEN
* 410
* 404 T=A(R-L-V)*M
* 410 NEXT J
* 420 IF W=0 THEN 470
* 430 FOR K=I TO W+I
* 440 PRT "(TR";A(A+K
* );";";A(K);"-
* ";L
* 450 NEXT K
* 460 IF W=V THEN 500
* 465 GOTO 480
* 470 PRT "(TR";A(A+I
* );";";A(I);"-
* ";L
* 480 L=L+1
* 490 NEXT I
* 500 PRT "FIN":END
* 600 PRT "DMS(TAB-T"
* ;D;"GL)="";:IMP
* S
* 610 T=S*((2*C)/B)↑
* .5)
* 620 GOTO 340
* 700 PRT "ATE(TAB";A
* ;" Y";D;"GL)="";
* :IMP S
* 710 T=S*((C/B)↑.5)
* 720 GOTO 340
* *****

```

**CONTRASTES ORTOGONALES****DESCRIPCION**

En algunos experimentos, es frecuente hacer comparaciones entre grupos de tratamientos, cada grupo compuesto de uno o más tratamientos que poseen alguna característica en común, por ejemplo pueden hacerse comparaciones entre variedades criollas contra variedades mejoradas, comparaciones entre diferentes niveles de fertilizante, etc. También con contrastes, puede estimarse el mejor ajuste de la presentada por niveles de factores a través de polinomios ortogonales igualmente espaciados.

El programa de contrastes ortogonales CONTRORT, permite hacer este tipo de comparaciones tomando como base los totales de tratamientos en estudio.

**ENTRADA DE DATOS:**

La calculadora solicita el siguiente juego de datos:

- # TRAT=?      Número de tratamientos que serán procesados
- # REP=?      Número de repeticiones a ser procesadas
- CME=?      Cuadrado medio del error del ANDEVA inicialmente ejecutado

REGRESION? SI-NO? Cuando la respuesta es negativa (NO) , se procesan solo las comparaciones entre grupos de tratamientos. Si la respuesta es positiva (SI), se procesan modelos de mejor ajuste para polinomios ortogonales.

TOT. TRAT 1=? Total del tratamiento "n" (1...n) este proceso se repite iterativamente dependiendo del número "n" de tratamientos introducido.

COEF 1=? Coeficiente del tratamiento "n" (1...n) en el contraste "m" (1...m). Este proceso se repite iterativamente, para los coeficientes de los "n" diferentes tratamientos.

#### PRESENTACION DE RESULTADOS

CONTR 1= Valor del contraste 1  
 CM 1 = Cuadrado Medio del contraste 1  
 FC 1 = F calculada del contraste 1

Este proceso se repite iterativamente para cada comparación entre grupos de tratamientos, dependiendo básicamente del número de grados de libertad correspondiente a los tratamientos (n-1).

SCT = Suma de cuadrados de tratamientos

Este resultados debe coincidir con la suma de cuadrados del ANDEVA inicial. Se presenta después de haberse procesado los n-1 contrastes.

Cuando la respuesta (REGRESION? SI-NO?) es positiva {SI} para Regresión, además de los resultados anteriores, se presenta:

$B_0$ = Intercepto

$B_1$ = Coeficiente de regresión parcial

Los coeficientes de regresión parcial, varían según el grado que tenga el polinomio en evaluación, hasta un máximo de 6.

**EJEMPLO:**

Para mostrar el funcionamiento del programa, el mismo ejemplo servirá en la utilización de grupos de comparaciones y de ajuste por regresión. Los datos se muestran en el Cuadro 7.

**CUADRO 7.** Niveles de nitrógeno y rendimiento de frijol en gramos/parcela útil.

TRAT	Nivel N	R E P E T I C I O N E S			T O T A L
		I	II	III	
1	0	400	450	430	1281
2	20	800	750	780	2331
3	40	900	920	850	2670
4	60	1000	1050	950	3000
5	80	800	780	830	2409

## Análisis de varianza.

F.V.	G.L	S.C.	CM	F
Repeticiones	2	1213.33	606.66	0.74
Tratamientos	4	557693.33	130423.33	109.49
Error	8	10186.67	1273.33	
Total	14	569093.33		

## Comparación de grupos de tratamientos.

	0	20	40	60	80
CONTRASTE	1281	2331	2670	3000	2409
0 Vs. Otros	4	-1	-1	-1	-1
20 y 40 Vs 60 y 80	0	1	1	-1	-1
20 Vs 40	0	1	-1	0	0
60 Vs 80	0	0	0	1	-1

## Contrastes para polinomios ortogonales

CONTRASTE	1281	2331	2670	3000	2409
Lineal	-2	-1	0	1	2
Cuadrático	2	-1	-2	-1	2

Paso	Entrada de Datos	Lectura	Paso	Entrada de Datos	Lectura
1	DEFM 3EXE	VAR:56 PRG:1440	12	2409 EXE	COEF 1=?
2	F1 PO EXE	CONTRORT	13	4 EXE	COEF 2=?
3	CONT	#TRAT=?	14	-1 EXE	COEF 3=?
4	5 EXE	#REP=?	15	-1 EXE	COEF 4=?
5	3 EXE	CME=?	16	-1 EXE	COEF 5=?
6	1273.33 EXE	REGRESION? SI-NO?	17	-1 EXE	CONTR1=-5286
7	No EXE	TOT.TRAT1=?	18	CONT	CM1=465696.6
8	1281 EXE	TOT.TRAT2=?	19	CONT	FC1=365.73
9	2331 EXE	TOT.TRAT3=?	20	CONT	COEF 1=?
10	2670 EXE	TOT.TRAT4=?	21	0	COEF 2=?
11	3000 EXE	TOT.TRAT5=?	22	1	COEF 3=?

12	1 EXE	COEF 4=?	38	SI EXE	TOT.TRAT 1=?
13	-1 EXE	COEF 5=?	39	1281EXE	TOT.TRAT 2=?
14	-1 EXE	CONTR2=-408	40	2331EXE	TOT.TRAT 3=?
15	CONT	CM2= 13872	41	2670EXE	TOT.TRAT 4=?
16	CONT	FC2= 10.894	42	3000EXE	TOT.TRAT 5=?
17	CONT	COEF1=?	43	2409EXE	COEF1=?
18	0 EXE	COEF2=?	44	-2 EXE	COEF 2=?
19	1 EXE	COEF3=?	45	-1 EXE	COEF 3=?
20	-1 EXE	COEF4=?	46	0 EXE	COEF 4=?
21	0 EXE	COEF5=?	47	1 EXE	COEF 5=?
22	0 EXE	CONTR3=-339	48	2 EXE	CONTR1=2925
23	CONT	CM3=19153.5	49	CONT	BO= 779.4
24	CONT	FC3= 15.04	50	CONT	B1= 97.5
25	CONT	COEF1=?	51	CONT	CM1=285187.5
26	0 EXE	COEF2=?	52	CONT	FC1=223.9698
27	0 EXE	COEF3=?	53	CONT	COEF1=?
28	0 EXE	COEF4=?	54	2 EXE	COEF 2=?
29	1 EXE	COEF5=?	55	-1 EXE	COEF 3=?
30	-1 EXE	CONTR4=591	56	-2 EXE	COEF 4=?
31	CONT	CM4=58213.5	57	-1 EXE	COEF 5=?
32	CONT	FC4=45.717	58	2 EXE	CONTR 2=-3291
33	CONT	SCT=556935.6	59	CONT	B2= 78.3571
34	CONT	#TRAT=?	60	CONT	CM2=257873.35
35	5 EXE	# REP=?	61	CONT	FC2=202.518
36	3 EXE	CME=?			:
37	1273.33 EXE	REGRESION? SI-NO?			:



```

*****
* P0: 432 STEPS *
* 3 PRT "CONTRORT" *
* 5 VAC *
* 10 INP "#TRAT=",M, *
* "#REP=",H *
* 20 INP "CME=",E *
* 30 INP "REGRESION?" *
* "SI-NO", $ *
* 40 K=M*2 *
* 50 L=M+1 *
* 60 N=0 *
* 70 FOR I=1 TO M *
* 80 PRT "TOT. TRAT"; *
* I;"=""; INP A(I) *
* 90 NEXT I *
* 130 FOR I=L TO K *
* 140 PRT "COEF"; I-M; *
* "=""; INP A(I) *
* 160 NEXT I *
* 165 C=0 *
* 170 D=0 *
* 180 FOR I=1 TO M *
* 190 J=I+M *
* 200 C=C+A(I)+A(J) *
* 210 D=D+A(J)*2 *
* 220 T=T+A(I) *
* 230 NEXT I *
* 240 S=C+2/(D+H) *
* 250 N=N+1 *
* 260 PRT "CONTR"; N; " *
* "="; C *
* 270 IF $="SI" THEN *
* 400 *
* 280 PRT "CM"; N; "="; *
* S *
* 290 Z=Z+S *
* 300 PRT "FC"; N; "="; *
* S/E *
* 310 IF N<M-1 THEN 1 *
* 30 *
* 320 PRT "SCT="; Z *
* 330 GOTO 10 *
* 400 IF N=1: PRT "B 0 *
* "="; T/(N+H) *
* 410 PRT "B"; N; "="; C *
* /(D+H) *
* 420 GOTO 280 *
*****

```



## PRESUPUESTO PARCIALES

DESCRIPCION

Este programa, permite organizar la información de tal manera que ayuda a tomar decisiones sobre un tratamiento, o tratamientos en particular, por medio de la tasa marginal de retorno a capital, obtenida a partir de la relación de costos variables y beneficios netos. Se pueden procesar 15 tratamientos.\*

ENTRADA DE DATOS

Para procesar los datos, la calculadora solicita el siguiente juego de datos:

# TRAT=? Número de tratamientos que serán procesados

# INSUM=? Número de insumos que fueron aplicados en el experimento

TRAT.N? Número de identificación del tratamiento que será procesado  
Esto permite que los tratamientos puedan ser entrados, sin necesidad de tener un orden definido.

T "N", CANT. INS. 1=? Cantidad de insumo 1, que fue aplicado al tratamiento "N".

T "N", COSTO 1=? Costo que tiene el insumo 1 que fue aplicado al tratamiento "N".

\* Nota: Para mayor número ver nota página 56.

Este proceso se repite iterativamente, según sea el número de tratamientos e insumos que fueron aplicados a las unidades experimentales.

# COSECHA=? Número de cosecha.

Se refiere básicamente, a cuantas cosechas fueron realizadas durante el cultivo, o también, a sí existían varios cultivos sembrados.

T "N", REN. COSECHA 1=? Rendimiento de la cosecha 1, para el tratamiento "N".

T "N", PRECIO 1=? Precio de venta que corresponde al rendimiento de la cosecha 1, para el tratamiento "N", de acuerdo al número de tratamientos que se deseen procesar.

#### PRESENTACION DE RESULTADOS:

Luego de procesados los datos, la calculadora presenta los siguientes resultados:

CURVA CV (X): EN (Y): Indica que se darán los puntos para ser dos en una curva de costos variables (X) y beneficio neto (Y).

T "N" (X) = "m" , (Y) = "r": Presenta los tratamientos "N" en orden descendentes de acuerdo al beneficio neto "n" y sus respectivo costo variable "m".

Este proceso se repite iterativamente hasta completar los tratamientos que se desea procesar.

TRM, T "N"=: Presenta la tasa de retorno marginal, en orden descendente para los "N" tratamientos.

**EJEMPLO:**

En un experimento factorial, se evaluaron tres niveles de nitrógeno y tres de fósforo en frijol asociado con sorgo. Los resultados se muestran en el Cuadro 8.

**CUADRO 8.** Tratamientos, insumos, costos y rendimiento para el sistema de cultivo frijol-sorgo.

TRAT	N Kg/ha	Costo \$/kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Kg/ha	Costo \$/kg	Frijol kg/ha	Costo \$/kg	Sorgo kg/ha	Costo \$/kg
1	30	0.35	0	0.00	724	0.66	1502	0.17
2	60	0.35	0	0.00	771	0.66	1473	0.17
3	90	0.35	0	0.00	832	0.66	1380	0.17
4	30	0.35	30	0.33	786	0.66	2100	0.17
5	60	0.35	30	0.33	888	0.66	2550	0.17
6	90	0.35	30	0.33	1069	0.66	1479	0.17
7	30	0.35	60	0.33	847	0.66	1785	0.17
8	60	0.35	60	0.33	1056	0.66	1843	0.17
9	90	0.35	60	0.33	961	0.66	1680	0.17

PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA	PASO	ENTRADA DE DATOS	LECTURA
1	DEFM 8 EXE	VAR:016 PRG:1040	:	:	:
2	F1 PO	PRESUP. PAR	:	:	:
3	CONT	# TRAT= ?	:	:	:
4	9 EXE	# INSUM= ?	50	9 EXE	T9, CANT.INS1=?
5	2 EXE	TRAT.N ?	51	90 EXE	T9, COSTO 1=?
6	1 EXE	T1,CANT.INS1=?	52	0.35 EXE	T9,CANT.INS.2=?
7	30 EXE	T1, Costo 1=?	53	60 EXE	T9, COSTO 2=?
8	0.35 EXE	T1, CANT, INS 2=?	54	0.33 EXE	# COSECHA?
9	0 EXE	T1, COSTO 2=?	55	2 EXE	T1, REND.COSECHA1=?
10	0 EXE	TRAT. N?	56	724 EXE	T1, PRECIO 1=?
11	2 EXE	T2, CANT.INS1=?	57	0.66 EXE	T1, REND.COSECHA2=?
12	60 EXE	T2, COSTO 1=?	58	1502 EXE	T1,PRECIO 2=?
13	0.35 EXE	T2, CANT. INS2=?	59	0.17 EXE	T2,REN,COSECHA1=?
14	0 EXE	T2, COSTO 2=?	60	771 EXE	T2,PRECIO 1=?
15	0 EXE	TRAT N?	61	0.66 EXE	T2,REN.COSECHA2=?
16	3 EXE	T3, CANT. INS.1=?	62	1473 EXE	T2,PRECIO 2=?
17	90 EXE	T3, COSTO 1=?	63	0.17 EXE	T3,REN.COSECHA1=?
18	0.35 EXE	T3, CANT. INS2=?	64	832 EXE	T3,PRECIO 1=?
19	0 EXE	T3, COSTO 2=?	65	0.66 EXE	T3,REND.COSECHA2=?
20	0 EXE	TRAT N ?	66	1380 EXE	T3,PRECIO 2=?
21	4 EXE	T4, CANT. INS1=?	67	0.17 EXE	:
22	30 EXE	T4, COSTO 1=?		:	:
23	0.35 EXE	T4, CANT. INS2=?		:	:
24	30 EXE	T4, COSTO2=?		:	:
25	0.33 EXE	TRAT,N?		:	:

Paso	Entrada de Datos	Lectura	Paso	Entrada de Datos	Lectura
93	0.17EXE	T9, REND.COSECHA1=?	108	CONT	TRM, T4=1340.20
94	961 EXE	T9, PRECIO 1=?	109	CONT	FIN
95	0.66EXE	T9, REN.COSECHA2=?			
96	168CEXE	T9, PRECIO 2=?			
97	0.17EME	CURVA CV(X) :BN(Y)			
98	CONT	T5(X)=30.9(Y):988.68			
99	CONT	T8(X)=40.8(Y):969.47			
100	CONT	T6(X)=41.4(Y):915.57			
101	CONT	T9(X)=51.3(Y):868.56			
102	CONT	T4(X)=20.4(Y):855.36			
103	CONT	T7(X)=30.3(Y):832.17			
104	CONT	T3(X):31.5(Y):752.22			
105	CONT	T2(X)=21(Y):738.27			
106	CONT	T1(X)=10.5(Y):722.68			
107	CONT	TRM, T5= 1269.71			

**NOTA:** El máximo de tratamientos que se puede procesar es 15. Para mayor cantidad de tratamientos, deben hacerse introducciones parciales, eliminando los tratamientos dominados (poco importantes). Ej. se desea procesar 20 tratamientos: introducir la primera vez 14 tratamientos, de estos 14 seleccionar los 8 mejores y eliminar los restantes (dominados). En una segunda oportunidad introducir los 6 tratamientos no procesados en la primera vez y los 8 mejores.

```

*****
* P0: 860 STEPS
* 5 PRT "PRESUP.PAR
* "
* 10 VAC
* 20 IMP "#TRAT=",M
* 30 IMP "#INSUM=",H
* 40 FOR I=1 TO M
* 50 IMP "TRAT.M",A(
* M+I)
* 60 FOR J=1 TO H
* 70 PRT "T";A(M+I);
* ",CAHT.INS";J;"
* =";:IMP O
* 80 PRT "T";A(M+I);
* ",COSTO";J;"=";
* :IMP P
* 90 A(I)=A(I)+O*P
* 100 NEXT J
* 110 NEXT I
* 115 A=M*2:D=A+1:B=M
* *3
* 120 IMP "#COSECHA="
* ,Q
* 130 FOR I=D TO B
* 140 FOR J=1 TO Q
* 150 PRT "T";A(I-M);
* ",REN.COSECHA";
* J;"=";:IMP R
* 160 PRT "T";A(I-M);
* ",PRECIO";J;"="
* ;;IMP S
* 170 A(I)=A(I)+R*S
* 180 NEXT J
* 186 NEXT I
* 188 E=B+1:C=M*4
* 190 FOR I=E TO C
* 195 N=N+1
* 200 A(I)=A(A+N)-A(N
* )
*****

```

```

*****
* 220 NEXT I
* 225 N=0
* 230 FOR I=E TO C-1
* 240 FOR J=I+1 TO C
* 260 IF A(I)≥A(J) TH
* EN 300
* 270 A(0)=A(I):A(I)=
* A(J):A(J)=A(0)
* 280 A0=A(I-A):A(I-A
* )=A(J-A):A(J-A)
* =A0
* 290 A0=A(I-B):A(I-B
* )=A(J-B):A(J-B)
* =A0
* 300 NEXT J:NEXT I
* 302 GSB 500
* 305 L=A(I):T=A(E)
* 310 FOR I=1 TO M
* 320 V=C+1:F=M*5+I:U
* =M*6+1
* 330 IF L≤A(I) THEN
* 405
* 340 A(V+I-N)=T-A(B+
* I)
* 360 A(F+I-N)=L-A(I)
* 370 A(U+I-N)=A(V+I-
* N)/A(F+I-N)*100
* 380 L=A(I):T=A(B+I)
* 390 PRT "TRM,T";A(N
* +I-N);"=";A(U+I
* -N)
* 400 N=1:NEXT I
* 403 GOTO 410
* 405 N=N+1:NEXT I
* 410 PRT "FIN":END
* 500 PRT "CURVA CV(X
* ):BN(Y)"
* 510 FOR I=1 TO M
* 520 PRT "T";A(M+I);
* "(X)=";A(I);"
* (Y)=";A(B+I)
* 530 NEXT I
* 550 RET
*****

```

ARREGLO FACTORIAL 2x2x2 CON DISTRIBUCION  
EN BLOQUES AL AZAR

DESCRIPCION

Este programa consta de 3 partes, el archivo AR 2x2x2, que permite la entrada de datos para ser pre-procesados. Con la segunda parte, se obtienen las salidas del ANDEVA, ADV2x2x2 y la tercera parte del programa, presenta los resultados de las interacciones, INTERAC., en sus efectos simples.

El arreglo factorial 2x2x2, tiene 3 factores en dos niveles cada uno (0 y 1), por lo que hay 8 tratamientos que se generan de la siguiente forma:

Nivel del Factor A	0				1			
	0		1		0		1	
Nivel del Factor B								
Nivel del Factor C	0	1	0	1	0	1	0	1
Nomenclatura	000	001	010	011	100	101	110	111
Número del Trat.	1	2	3	4	5	6	7	8

A partir de la matriz de datos y sumatorias calculadas en AR. 2x2x2, en ADV 2x2x2 se calcula el ANDEVA para todos las fuentes de variación.

Para calcular los efectos de cada uno de los tratamientos cuando alguna(s) interacción(es) ha(n) resultado significativa(s), sin borrar las memorias almacenadas luego de haber ejecutado el ANDEVA, se debe borrar la parte uno y dos de este programa (CLRALL), definir las memorias en 3 (F2, DEFM3) y proceder a cargar la parte tres (P0) INTERAC. Este programa calcula las sumas de cuadrados de los "efectos simples" de los factores. Por ejemplo, si se escoge la interacción AB, los resultados serán los siguientes:

RESULTADO	SIGNIFICADO	GL	RELACION CON ANDEVA	NOMBRE
AB1= ___	SC de A cuando B está en su nivel+ bajo	1	SCA + SCAB	Efectos simples de A
AB2= ___	SC de A cuando B está en su nivel+ alto	1		
A1B= ___	SC de B cuando A está en su nivel+ bajo	1	SCB + SCAB	Efectos simples de B
A2B= ___	SC de B cuando A está en su nivel+ alto	1		



Las dos primeras son independientes entre sí, pero éstas a su vez no son independientes de las dos segundas (que son independientes entre sí), esto significa que sería incorrecto presentar a las cuatro en un cuadro de ANDEVA. Se presenta a las dos primeras en lugar de A y AB, o a las dos segundas en lugar de B y AB. Por ejemplo, si en el ANDEVA original resultaron significativos los efectos de B y AB, pero no el de A, lo correcto sería presentar los efectos simples de A, al analizar la interacción.

ANDEVA ORIGINAL			ANDEVA FINAL		
F.V	G.L	F	F.V	G.L	F
A	1	.....N.S	A/B1	1	..... AB1/CME
B	1	.....*	A/B2	1	..... AB2/CME
AB	1	.....*	B	1	..... *
C	1	.....NS	C	1	..... N.S.
AC	1	.....NS	AC	1	..... N.S.
BC	1	.....NS	BC	1	..... N.S.
ABC	1	..... NS	ABC	1	..... N.S.
ERROR	7(r-1)		Error	7(r-1)	

ENTRADA DE DATOS:

# REP=? Número de repeticiones que serán procesadas

11? El primer número representa al tratamiento y el segundo, la repetición. Este proceso se repite iterativamente hasta completar con los 8 tratamientos y el número de repeticiones que se desea procesar.

PRESENTACION DE RESULTADOS

SC Suma de cuadrados

REP Repeticiones

TRT Tratamiento

A Efecto principal A

B Efecto principal B

C Efecto principal C

A Interacción AxB

A Interacción AxC

B Interacción BxC

AxBxC = Interacción AxBxC

ERR = Error

TOT = Total

CM = Cuadrado Medio

REP

TRT

A

B

C

AxB

AxC

BxC

AxBxC

CV= Coeficiente de variación

Para el cálculo de las interacciones, como ya se mencionó se borran las partes 1 y 2 (áreas de programa PO y P1), sin borrar las memorias, definiendo las memorias en 3, es decir "DEFM 3" y se procede a cargar la parte 3.

#### ENTRADA DE DATOS:

- 1: para analizar la interacción AB
- 2: para analizar la interacción AC
- 3: para analizar la interacción BC
- 4: para analizar la interacción ABC

#### PRESENTACION DE RESULTADOS

Si presionamos 1 para conocer la suma de cuadrados de la interacción AB, en la pantalla se presenta:

AB1= Efecto de A cuando B está en el nivel más bajo

AB2= Efecto de A cuando B está en el nivel más alto

A1B= Efecto de B cuando A está en el nivel más bajo

A2B= Efecto de B cuando A está en el nivel más alto

Presentaciones similares se tienen para las interacciones AC y BC si presionamos 2 y 3 respectivamente.

Cuando presionamos 4, se obtiene la suma de cuadrados de la interacción ABC, se presenta en la pantalla:

AB1C1= Efecto de A cuando B y C están en el nivel más bajo, si dos factores están fijos.

ABC1= Efecto de la interacción AB cuando C está en su nivel más bajo. Permite el cálculo de cada una de las interacciones dobles.

#### EJEMPLO:

En un experimento con frijol, se probaron dos dosis de nitrógeno, dos de fósforo y dos de potasio. Los resultados se muestran en el Cuadro 9.

CUADRO 9. Datos experimentales de un arreglo factorial  $2^3$ .

TRAT.	R E P.				
	I	II	III	IV	V
aoboco	5	7	3	3	2
aobocl	5	10	5	4	1
aoblco	4	7	3	4	2
aoblcl	4	9	4	3	0
alboco	6	7	6	5	6
albocl	3	7	5	3	2
alblco	6	9	7	4	4
alblcl	9	10	9	8	9

Paso	Entrada de Datos	Lectura	Paso	Entrada de Datos	Lectura
1	DEFM 4ExE	VAR;66 PRG:1360	44	F1 P1	ADV 2x2x2
2	F1 PO	AR. 2x2x2	45	CONT	SC
3	CONT	# REP=?	46	CONT	REP= 112
4	5 EXE	1 1?	47	CONT	TRT= 107.5
5	5 EXE	1 2?	48	CONT	A= 40
6	7 EXE	1 3?	49	CONT	B= 10
7	3 EXE	1 4?	50	CONT	C= 2.5
8	3 EXE	1 5?	51	CONT	AxB= 22.5
9	2 EXE	2 1?	52	CONT	AxC= 0
10	5 EXE	2 2?	53	CONT	BxC= 10
11	10 EXE	2 3?	54	CONT	AxBxC= 22.5
12	5 EXE	2 4?	55	CONT	ERR= 40
13	4 EXE	2 5?	56	CONT	TOT= 259.5
14	1 EXE	3 1?	57	CONT	CM
15	4 EXE	3 2?	58	CONT	REP= 28
16	7 EXE	3 3?	59	CONT	TRT= 15.35714
17	3 EXE	3 4?	60	CONT	A= 40
18	4 EXE	3 5?	61	CONT	B= 10
19	2 EXE	4 1?	62	CONT	C= 2.5
	:	:	63	CONT	AxB= 22.5
	:	:	64	CONT	AxC= 0
40	9 EXE	8 2?	65	CONT	BxC= 10
41	10 EXE	8 3?	66	CONT	AxBxC=22.5
42	9 EXE	8 4?	67	CONT	ERR= 1.42857
43	8 EXE	8 5?	68	CONT	F
43	9 EXE	PRES.F1 P1	69	CONT	REP= 19.6

Paso	Entrada de Datos		Paso	Entrada de Datos	Lectura
70	CONT	TRT=10.75	77	CONT	AxBxC= 15.75
71	CONT	A= 28	78	CONT	CV= 5.2164
72	CONT	B= 7			
73	CONT	C= 1.75			
74	CONT	AxB=15.75			
75	CONT	AxC= 0			
76	CONT	BxC= 7			

Se procede ahora a cargar la parte 3 del programa INTERAC, que corresponde al cálculo de las interacciones, para ello, se procede a borrar las partes 1 y 2 (áreas de programa Po y P1), sin borrar las memorias. Es necesario definir las memorias de la calculadora en "DEFM 3", de lo contrario se obtendrá un error tipo 1.

Paso	Entrada de Datos	Lectura	Paso	Entrada de Datos	Lectura
1	F1	INTERAC.	7	CONT	A2B= 31.25
2	CONT PO	1 AB 2:AC 3:BC 4ABC=?	8	CONT	1:AB 2:AC 3:BC 4:ABC+?
3	1 ExE	AB	9	4 ExE	AB? C?
4	CONT	AB1= 1.25	10	CONT	AB1C1= 10
5	CONT	AB2=61.25	11	CONT	AB1C2= 2.5
6	CONT	A1B= 1.25	12	CONT	AB2C1= 10

Paso	Entrada de Datos	Lectura	Paso	Entrada de Datos	Lectura
13	CONT	AB2C2=62.5	19	CONT	A1B2C= 0
14	CONT	A1BC1=0	20	CONT	A2B1C= 10
15	CONT	A1BC2=2.5	21	CONT	A2B2C= 22.5
16	CONT	A2BC1=0	22	CONT	ABC?
17	CONT	A2BC2=62.5	23	CONT	ABC1= 0
18	CONT	A1B1C=2.5	24	CONT	ABC2= 45
			25	CONT	AB1C= 11.25
			26	CONT	AB2C= 11.25
			27	CONT	A1BC= 1.25
			28	CONT	A2BC= 31.25



```

*****
P0: 494 STEPS
1 PRT "AR.2+2*"
3 VAC
5 IMP "# REP=",A0
10 FOR I=1 TO 8
20 FOR J=1 TO A0
30 PRT I;J;
40 IMP M
50 GSB 500
60 NEXT J
70 NEXT I
80 A3=A+B:A4=C+D:A
   S=E+F:A6=G+H:A7
   =A+C:A8=B+D:A9=
   E+G:B0=F+H
90 B1=A+E:B2=B+F:B
   3=C+G:B4=D+H:B5
   =A3+A4:B6=A5+A6
100 B7=A7+A8:B8=A9+
   B0:B9=B1+B2:C0=
   B3+B4:C1=A3+A5
110 C2=A4+A6:C3=A7+
   A9:C4=A8+B0:C5=
   B1+B3:C6=B2+B4
120 PRT "PRES. FI P
   1":END
500 IF I=1:A=A+M
501 IF I=2:B=B+M
502 IF I=3:C=C+M
503 IF I=4:D=D+M
504 IF I=5:E=E+M
505 IF I=6:F=F+M
506 IF I=7:G=G+M
507 IF I=8:H=H+M
520 IF J=1:K=K+M
521 IF J=2:L=L+M
522 IF J=3:N=N+M
523 IF J=4:O=O+M
524 IF J=5:C7=C7+M
530 U=U+M
540 Q=Q+M+Z
550 RET
*****

```

```

*****
P1: 827 STEPS
1 PRT "ADY2*2*"
5 J=J-1:I=I-1
10 P=U+2/(J+I)
15 M=(I+J)/2:A0=(I
   *J)/4
20 Q=Q-P
30 R=(K+2+L+2+M+2+
   O+2+C7+2)/I-P
40 S=(A+2+B+2+C+2+
   D+2+E+2+F+2+G+2
   +H+2)/J-P
50 T=Q-(R+S)
60 V=(B5+2+B6+2)/M
   -P
70 W=(B9+2+C8+2)/M
   -P
80 X=(C3+2+C4+2)/M
   -P
90 Y=(A3+2+A4+2+A5
   +2+A6+2)/A0-(P+
   W+X)
100 Z=(A7+2+A8+2+A9
   +2+B0+2)/A0-(P+
   V+X)
110 A1=(B1+2+B2+2+B
   3+2+B4+2)/A0-(P
   +W+X)
120 A2=S-(V+W+X+Y+Z
   +A1)
125 PRT CSR 0;"SC"
130 PRT "REP=";R
135 PRT "TRT=";S
140 PRT "A=";V
150 PRT "B=";M
160 PRT "C=";X
170 PRT "A+B=";Y
180 PRT "A+C=";Z
190 PRT "B+C=";A1
200 PRT "A+B+C=";A2
210 PRT "ERR=";T
220 PRT "TOT=";Q
225 PRT CSR 0;"CN"
225 PRT "REP=";R/(J
   -1),"TRAT=";S/(
   I-1),"A=";V,"B="
   ;M,"C=";X
224 PRT "A+B=";Y,"A
   +C=";Z,"B+C=";A
   1,"A+B+C=";A2
225 PRT "ERR=";T/((
   I-1)*(J-1)):D1=
   T/((I-1)*(J-1))
226 PRT CSR 0;"F"
227 PRT "REP=";R/(
   J-1)/D1,"TRT=";
   (S/(I-1))/D1
228 PRT "A=";V/D1,"
   B=";M/D1,"C=";X
   /D1,"A+B=";Y/D1
229 PRT "A+C=";Z/D1
   ,"B+C=";A1/D1,"
   A+B+C=";A2/D1
230 PRT "CV=";SQR (
   T/((I-1)*(J-1))
   *100*I/J/U
240 END
*****

```

P0: 1437 STEPS

10 PRT "INTERAC."

20 IMP "1:AB 2:AC

3:BC 4:ABC=";C8

21 IF C8=1 THEN 10

0

22 IF C8=2 THEN 20

0

23 IF C8=3 THEN 30

0

24 IF C8=4 THEN 40

0

25 END

100 PRT "AB"

110 PRT "AB1=";(A3↑

2+A5↑2)/A0-C1↑2

/M

120 PRT "AB2=";(A4↑

2+A6↑2)/A0-C2↑2

/M

130 PRT "AB3=";(A3↑

2+A4↑2)/A0-B5↑2

/M

140 PRT "AB4=";(A5↑

2+A6↑2)/A0-B6↑2

/M

150 GOTO 20

200 PRT "AC"

210 PRT "AC1=";(A7↑

2+A9↑2)/A0-C3↑2

/M

220 PRT "AC2=";(A8↑

2+B0↑2)/A0-C4↑2

/M

230 PRT "AC3=";(A7↑

2+A8↑2)/A0-B7↑2

/M

240 PRT "AC4=";(A9↑

2+B0↑2)/A0-B8↑2

/M

250 GOTO 20

300 PRT "BC"

310 PRT "BC1=";(B1↑

2+B3↑2)/A0-C5↑2

/M

320 PRT "BC2=";(B2↑

2+B4↑2)/A0-C6↑2

/M

330 PRT "BC3=";(B1↑

2+B2↑2)/A0-B9↑2

/M

340 PRT "BC4=";(A4↑

2+A6↑2)/A0-C2↑2

/M

350 GOTO 20

400 PRT "ABC?"

410 PRT "ABC1=";(A

↑2+E↑2)/J-B1↑2/

A0

```

** ***** **
** 412 PRT "ABC2=";(B **
** ↑2+F↑2)/J-B2↑2/ **
** A0 **
** 414 PRT "ABC3=";(C **
** ↑2+G↑2)/J-B3↑2/ **
** A0 **
** 416 PRT "ABC4=";(D **
** ↑2+H↑2)/J-B4↑2/ **
** A0 **
** 420 PRT "ABC5=";(A **
** ↑2+C↑2)/J-A7↑2/ **
** A0 **
** 422 PRT "ABC6=";(B **
** ↑2+D↑2)/J-A8↑2/ **
** A0 **
** 424 PRT "ABC7=";(E **
** ↑2+G↑2)/J-A9↑2/ **
** A0 **
** 426 PRT "ABC8=";(F **
** ↑2+H↑2)/J-B0↑2/ **
** A0 **
** 430 PRT "ABC9=";(A **
** ↑2+B↑2)/J-A3↑2/ **
** A0 **
** 432 PRT "ABC10=";(C **
** ↑2+D↑2)/J-A4↑2/ **
** A0 **
** 434 PRT "ABC11=";(E **
** ↑2+F↑2)/J-A5↑2/ **
** A0 **
** 436 PRT "ABC12=";(G **
** ↑2+H↑2)/J-A6↑2/ **
** A0 **
** ***** **

```

```

** ***** **
** 450 PRT "ABC?" **
** 451 K=(A↑2+C↑2+E↑2+ **
** G↑2)/J-(C3↑2)/M **
** 452 PRT "ABC1=";K-( **
** A7↑2+A9↑2+B1↑2+ **
** B3↑2)/A0+(C3↑2+ **
** C5↑2)/M **
** 453 L=(B↑2+D↑2+F↑2+ **
** H↑2)/J-C4↑2/M **
** 454 PRT "ABC2=";L-( **
** A8↑2+B0↑2+B2↑2+ **
** B4↑2)/A0+(C4↑2+ **
** C6↑2)/M **
** 455 N=(A↑2+E↑2+B↑2+ **
** F↑2)/J-B9↑2/M **
** 456 PRT "ABC3=";N-( **
** A3↑2+A5↑2+B1↑2+ **
** B2↑2)/A0+(C1↑2+ **
** B9↑2)/M **
** 457 O=(C↑2+G↑2+D↑2+ **
** H↑2)/J-C2↑2/M **
** 458 PRT "ABC4=";O-( **
** B↑2+A6↑2+B3↑2+ **
** B4↑2)/A0+(C2↑2+ **
** C8↑2)/M **
** 459 C7=(A↑2+B↑2+C↑2 **
** +D↑2)/J-B5↑2/M **
** 460 PRT "ABC5=";C7- **
** (A3↑2+A4↑2+A7↑2 **
** +A8↑2)/A0+(B7↑2 **
** +B5↑2)/M **
** 461 C9=(E↑2+F↑2+G↑2 **
** +H↑2)/J-B6↑2/M **
** 462 PRT "ABC6=";C9- **
** (A5↑2+A6↑2+A9↑2 **
** +B0↑2)/A0+(B6↑2 **
** +B8↑2)/M **
** 465 GOTO 20 **
** ***** **

```

## COVARIANZA

DESCRIPCION

Como una forma indirecta de disminuir el error experimental y por consiguiente, aumentar la precisión del experimento, se tiene el análisis de covarianza, el cual combina el análisis de varianza y regresión.

Cuando se hace uso del análisis de covarianza se tiene una variable dependiente denominada "y" y otra variable "x" denominada covariable. Por ejemplo, donde se aplica covarianza se puede mencionar el ajuste de rendimiento (y) por el número de plantas (x).

El programa de análisis de covarianza para el diseño de bloques al azar, consta de dos partes:

COVAR-1. Permite la entrada de datos y análisis de varianza para la covariable (x), variable dependiente (y) y producto (xy).

COVAR-2. Permite el cálculo del análisis de varianza ajustado y el coeficiente de regresión.

ENTRADA DE DATOS

- # TRAT=?      Número de tratamientos que serán procesados
- # RESP=?      Número de repeticiones que serán procesadas
- T "n" R "m" X=?      Tratamiento "n" de la repetición "m" para la covariable x.
- Y=?      Valor que corresponde a la variable dependiente para el tratamiento "n" de la repetición "m".

Este proceso se repite iterativamente dependiendo del número de tratamientos y repeticiones que se deseen procesar.

#### PRESENTACION DE RESULTADOS

MX	Media de la covariable x
My	Media de la variable dependiente y
TOGL	Grados de libertad para el total
TOX2	Suma de cuadrados de la covariable para el total
TOY2	Suma de cuadrados de la variable dependiente para el total
TOXY	Suma de cuadrados del producto de la covariable y la variable dependiente para el total
REGL	Grados de libertad para repeticiones
REX2	Suma de cuadrados de la covariable para repeticiones
REY2	Suma de cuadrados de la variable dependiente para repeticiones
REXY	Suma de cuadrados para el producto de la covariable y variable dependiente para repeticiones
TRGL	Grados de libertad para tratamientos
TRX2	Suma de cuadrados para la covariable de tratamientos
TRY2	Suma de cuadrados para la variable dependiente de tratamientos
TRXY	Suma de cuadrados para el producto de la covariable y variable dependiente de tratamientos

ERGL	Grados de libertad para el error
ERX2	Suma de cuadrados para la covariable del error
ERY2	Suma de cuadrados de la variable dependiente para el error
ERXY	Suma de cuadrados del producto de la covariable y variable dependiente para el error
ERRGL	Grados de libertad del error de las desviaciones de regresión
ERRSC	Suma de cuadrados del error de las desviaciones de regresión
ERRQM	Cuadrado medio del error de las desviaciones de regresión
T+EGL	Grados de libertad de tratamientos más error
T+ESC	Suma de cuadrados de tratamientos más error
TAJGL	Grados de libertad para tratamientos ajustados
TAJSC	Suma de cuadrados para tratamientos ajustados
TAJQM	Cuadrado medio para tratamientos ajustados
TAJF	Valor de F para tratamientos ajustados
B	Coefficiente de regresión

#### EJEMPLO

En un experimento con maíz, se evaluó el rendimiento de 3 variedades (y). Previamente fue sembrado un experimento exploratorio para conocer la heterogeneidad del terreno (x), con un híbrido estándar. Los resultados se muestran en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Rendimiento de 3 variedades de maíz en un diseño de bloques al azar.

REPETICIONES		VARIETADES		
		A	B	C
1	x	54	51	57
	y	64	65	72
2	x	62	64	60
	y	68	69	70
3	x	51	47	46
	y	54	60	57
4	x	53	50	41
	y	62	66	61

Paso	Entrada de Datos	Lectura	Paso	Entrada de Datos	Lectura
1	F2 DEFM 4EXE	VAR:66 PRG:1360	37	CONT	REX2 396
2	F1 PO	COVARIANZA	38	CONT	REY2 252
3	CONT	# TRAT=?	39	CONT	REXY 264
4	3 EXE	# REP.=?	40	CONT	TRGL 2
5	4 EXE	TIRIX=?	41	CONT	TRX2 32
6	54 EXE	Y=?	42	CONT	TRY2 24
7	64 EXE	TIR2X=?	43	CONT	TRXY-24
8	62 EXE	Y=?	44	CONT	ERGL 6
9	68 EXE	TIR3X=?	45	CONT	ERX2 86
10	51 EXE	Y=?	46	CONT	ERY2 48
11	54 EXE	TIR4X=?	47	CONT	ERXY 46
12	53 EXE	Y=?	48	CONT	PRES F1P1
13	62 EXE	MX55 MY 62	49	F1P1	ERRGL 5
14	CONT	T2R1X=?	50	CONT	ERRSC 23.3953
	⋮	⋮	51	CONT	ERRCM 4.6790
	⋮	⋮	52	CONT	T+EGL 7
23	CONT	T3RIX=?	53	CONT	T+ESC 67.8983
24	57 EXE	Y=?	54	CONT	TAJCL 2
25	72 EXE	T3R2X=?	55	CONT	TAJSC 44.5029
26	60 EXE	Y=?	56	CONT	TAJCM 22.2514
27	70 EXE	T3R2X=?	57	CONT	TAJF 4.7555
28	46 EXE	Y=?	58	CONT	B 053488
29	57 EXE	T3 R4 X=?			
30	41 EXE	Y=?			
31	61 EXE	MX 51 MY 65			
32	CONT	TOGL 11			
33	CONT	TOX2 514			
34	CONT	TOY2 324			
35	CONT	TOXY 286			
36	CONT	REGL 3			

```

*****
VAR: 66 PRG: 1360
P0: 887 STEPS
1 PRT "COVARIANZA
"
3 YAC :$="TORETRE
RXZY2XY"
5 INP "8 TRAT=",T
,"8 REP=",R
6 L=2+R+1:FOR I=1
TO T
7 X=0:Y=0
11 FOR J=2 TO R+1
12 PRT "T";I;"R";J
-1;"INP " X=",A
0,"Y=",A1
15 A(J)=A(J)+A0
17 A(J+R)=A(J+R)+A
1
19 X=X+A0:Y=Y+A1
23 A(L+1)=A(L+1)+A
0+1
25 A(L+2)=A(L+2)+A
1+2
27 A(L+3)=A(L+3)+A
0+A1
29 NEXT J
31 A(L+7)=A(L+7)+X
+2
33 A(L+8)=A(L+8)+Y
+2
35 A(L+9)=A(L+9)+X
+Y
36 PRT "MX";X/R;"
MY";Y/R
37 NEXT I
39 A0=0:A1=0
41 FOR J=2 TO R+1
43 A0=A0+A(J):A1=A
1+A(J+R)
45 A(L+4)=A(L+4)+A
(J)+2
49 A(L+5)=A(L+5)+A
(J+R)+2
51 A(L+6)=A(L+6)+A
(J)+A(J+R):NEXT
J
53 A2=1:A3=T:A4=R
55 R=-1:T=-1:C=6:M
=9
61 FOR I=L+1 TO L+
3
63 C=C+1:T=T+1:R=R
+1:M=M+1
67 M=1
69 IF R>1 THEN 73
71 GOTO 75
73 T=0:R=1
75 FOR J=1 TO L+C
STEP 3
77 M=M+1
79 A(J)=A(J)/A(M)-
A(T)*A(R)/(A3+A
4)
81 IF M>2 THEN 85
83 A(L+M)=A(J):GOT
O 87
85 A(L+M)=A(L+M)-A
(J)
87 NEXT J:NEXT I:T
=A3
*****

```

```

*****
88 A3=A4-1:A4=T-1:
A5=A3+A4
89 A2=A3+A4+A5
94 C=0:M=1
98 FOR I=1 TO 7 ST
EP 2
100 M=M+1
102 N=LEN($)/7
104 X$=MID(I,M)
106 PRT X$;"GL";A(M
)
108 C=C+3:K=7
110 FOR J=L+C-2 TO
L+C
112 K=K+2
114 Y$=MID(K,H):PRT
X$;Y$;A(J)
118 NEXT J:NEXT I:P
RT "PRES F1 P1"
:END
P1: 443 STEPS
10 C=7:M=12:O=2
122 FOR I=L+C TO L+
C+2
124 M=M+1:O=O+1:FOR
J=I TO L+C+O S
TEP 3
126 A(L+M)=A(L+M)+A
(J):NEXT J:NEXT
I
130 M=11:C=4:FOR I=
L+M TO L+M+3 ST
EP 3
132 C=C+1
133 A(L+M+C)=A(I)-A
(I+1)+2/A(I-1):
NEXT I
134 A(L+18)=A(L+17)
-A(L+16):A3=A3+
1
136 A0=A5-1:A9=A3+A
4-1:A(10)=A4
137 $="ERRT+ETAJ":H
=LEN($)/3:C=15:
M=7
138 FOR I=1 TO 7 ST
EP 3
140 M=M+1:X$=MID(I,
M)
142 PRT X$;"GL";A(M
):C=C+1:PRT X$;
"SC";A(L+C):IF
C=17 THEN 160
143 Y=A(L+C)/A(M):P
RT X$;"CM";Y
144 IF M=10 THEN 15
8
145 GOTO 160
158 Y=(A(L+C)/A(M))
/(A(L+16)/A8):P
RT X$;"F";Y
159 PRT "B";A(L+12)
/A(L+10)
160 NEXT I:END
*****

```

CONVERSION PARCELA UTIL Y HUMEDAD DE GRANO A  
KILOS/HECTAREA

DESCRIPCION

En la mayoría de experimentos, es frecuente expresar el rendimiento obtenido en la parcela útil, en kilogramos/hectárea y en quintales/manzana, así como, la humedad de campo del grano a un peso con una humedad deseada.

El programa REND.KG, permite obtener dichos resultados, con base en el número de parcelas que se desea procesar.

ENTRADA DE DATOS

La calculadora solicita el siguiente juego de datos:

# PARCELAS=?	Número de parcelas que se desea procesar
PESO PAR. U.(Kg)=?	Peso de la parcela útil en kilogramos
PARCELA UTIL (M2)=?	Area de la parcela útil en metros cuadrados
HUM.GRANO ? Si-No=?	Pregunta si se desea convertir a una determinada humedad de grano.

Cuando la respuesta es afirmativa (SI), la calculadora solicita los siguientes datos:

HUM. CAMPO=?	Humedad de campo
HUM.DESEADA=?	Humedad deseada

Sea la respuesta afirmativa (SI) ó negativa (NO) en la pantalla se presentará el rendimiento en kg/ha.

Luego la calculadora efectúa la siguiente pregunta.



REND. QUINTALES/MZ? Si-No? Rendimiento en quintales/manzana

Cuando la respuesta es afirmativa (SI), se obtiene directamente el resultado en quintales/ha. Si es negativa (NO), se repite el proceso iterativamente, según el número de parcelas que se desee procesar.

#### PRESENTACION DE RESULTADOS

REND. (KG/HA)= Rendimiento en kilogramos/hectárea

REND FINAL("n")= Rendimiento final a la humedad deseada "n"

REND QUINTALES/MZ= Rendimiento en quintales/manzana

#### EJEMPLO:

En un experimento de niveles de fertilización en frijol, se obtuvieron los rendimientos por parcela útil que se muestran en el Cuadro 11.

Los resultados se desean expresar al 14% de humedad.

CUADRO 11. Rendimiento de frijol por parcela útil a diferentes humedades de campo.

Peso Parcela útil (Kg)	Area parcela útil (m2)	Humedad de campo (%)
0.894	9	12
1.024	8.1	17
1.136	9.6	18
1.364	10.2	18
0.936	8.4	16

Paso	Entrada de Datos	Lectura	Paso	Entrada de Datos	Lectura
1	F1 PO	REND(Kg/ha)	19	CONT	REND.QUINTALES/Mz? Si-No?
2	CONT	# Parcelas=?	20	SI EXE	
3	5 EXE	Peso PAR.U(Kg)=?	21	CONT	Peso PAR.U(Kg)=?
4	0.894EXE	Parcela útil(M2)=?	⋮	⋮	⋮
5	9 EXE	REND(Kg/Ha)=993.333	⋮	⋮	⋮
6	CONT	HUM.GRANO?Si-No?	39	CONT	Peso PAR.U(Kg)=?
7	SI EXE	HUM.CAMPO=?	40	0.936EXE	Parcela útil(Mz)=?
8	12 EXE	HUM.DESEADA=?	41	8.4 EXE	REND(Kg/Ha)=1114.285
9	14 EXE	REND.FINAL(14)=1016.43	42	CONT	HUM.GRANO?Si-No?
10	CONT	REND.QUINTALES/Mz? Si - No?	43	SI EXE	HUM.CAMPO ?
11	SI EXE	REND.QUINTALES/Mz= 15.65	44	16 EXE	HUM.DESEADA=?
12	CONT	Peso Par.U(Kg)=?	45	14 EXE	REND.FINAL(14)=1088.372
13	1.024EXE	Parcela útil(Mz)=?	46	CONT	REND.QUINTALES/Mz? Si - No?
14	8.1 EXE	REND(Kg/Ha)=1264.197	47	SI EXE	REND.QUINTALES/Mz=16.760
15	CONT	HUM.GRANO? Si-No?	48	CONT	FIN
16	SI EXE	HUM.CAMPO=?			
17	17 EXE	HUM.DESEADA=?			
18	14 EXE	REND FINAL(14)=1220.09			

```

*****
* LIST ALL
*
* ** PRG LIST
*
* VAR: 26 PRG: 1680
*
* P0: 439 STEPS
* 10 PRT "REND(KG/HR
* )":VAC
* 12 INP "#PARCELAS=
* ",N
* 14 FOR I=1 TO N
* 20 INP "PESO PAR.
* U.(KG)=" ,A,"PAR
* CELA UTIL(MZ)="
* ,B
* 30 C=(10000*A)/B
* 40 PRT "REND(KG/HR
* )=";C
* 50 INP "NUM. GRANO
* ? SI-NO", $
* 60 IF $="SI" THEN
* 110
* 70 INP "REND. QUIN
* TALES/MZ? SI-NO
* ", $
* 80 IF $="NO" THEN
* 160
* 90 D=(1.54+C)/100:
* GOTO 155
* 110 INP "NUM. CAMPO
* =" ,E,"NUM. DESE
* ADA=" ,F
* 115 G=C*(100-E)/(10
* 0-F)
* 120 PRT "REND. FINA
* L(" ;F;")=";G
* 130 INP "REND. QUIN
* TALES/MZ? SI-NO
* ", $
* 140 IF $="NO" THEN
* 160
* 150 D=(1.54+G)/100
* 155 PRT "REND. QUIN
* TALES/MZ=";D
* 160 NEXT I: IF I=N T
* HEN 170
* 170 PRT "FIN":END
*****

```

## BIOMASA Y AREA FOLIAR DE MAIZ

DESCRIPCION

Este programa permite calcular el peso seco total de la planta (biomasa), y de cada uno de los órganos que la componen.

Puede calcular el área foliar mediante la fórmula:

$AF = L \times A \times 0.73$  donde:

L = Longitud de hoja

A = Ancho de hoja

ENTRADA DE DATOS

La calculadora solicita el siguiente juego de datos:

EM - MAIZ (S/N)? Pregunta si se desea procesar datos para obtener la biomasa de maíz

AF - MAIZ (S/N)? Pregunta si se van a procesar datos para obtener el área foliar de maíz

# Muestras=? Número de muestras que serán procesados

PF T=? Peso fresco de tallo

PF H=? Peso fresco de hojas

PF I=? Peso fresco de inflorescencia

PF F=? Peso fresco de fruto

PAT =? Peso fresco alicuota de tallo

PAH =? Peso fresco alicuota de hojas

PAI =? Peso fresco alicuota de fruto

PAST=? Peso seco alicuota de tallo

PASH=?	Peso seco alicuota de hoja
PASI=?	Peso seco alicuota de inflorescencia
PASF=?	Peso seco alicuota de fruto
NH =?	Número de hojas que serán procesadas
L(N)=?	Largo de la hoja "n" que será procesada
A(N)=?	Ancho de la hoja "n" que será procesada

Este proceso se repite iterativamente, según el número de hojas que se desea analizar, y del número de muestreos.

#### PRESENTACION DE RESULTADOS

Luego de ser procesados los datos, la calculadora presenta los siguientes resultados:

PSP=	Peso seco total de la planta
PST=	Peso seco de tallo
PSH=	Peso seco de hojas
PSI=	Peso seco de inflorescencia
PSF=	Peso seco de frutos
AF/PL=	Area foliar por planta

#### EJEMPLO

En un experimento de maíz, se muestrearon dos plantas a los 65 días después de la siembra, para determinar su biomasa total y el área foliar. Los resultados se presentan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Datos para obtener biomasa total y área foliar de maíz

<b>PESO</b> / <b>PARTE</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>TALLO</b>	<b>HOJA</b>	<b>INFLORESCENCIA</b>	<b>MAZORCA</b>
Peso fresco	1	365.4	145.0	20.9	232
Peso fresco Alicuota	1	145.0	100.0	10.0	150.0
Peso seco Alicuota	1	12.7	25.4	2.8	36.2
Peso fresco	2	558.5	208.0	20.9	321.0
Peso fresco Alicuota	2	150.0	100.0	10.0	150.0
Peso seco Alicuota	2	12.7	20.7	2.8	36.2

<b>PLANTA</b>	<b>HOJA</b>	<b>LARGO</b>	<b>ANCHO</b>
1	1	64	8
1	2	50	5
1	3	76	7
1	4	115	10
1	5	102	11
2	1	82	8
2	2	68	7
2	3	95	9
2	4	119	11
2	5	124	11

Paso	Entrada de Datos	Lectura	Paso	Entrada de Datos	Lectura
1	DFM 1 EXE				
2	F1PO EXE	Biomasa y área Fol.de maíz	30	7 EXE	L(4)=?
3	CONT	BM-Maíz(S/N)?	31	115 EXE	A(4)=?
4	S EXE	AF-Maíz(S/N)?	32	10 EXE	L(A5)=?
5	S EXE	# Muestras=?	33	102 EXE	A(5)=?
6	2 EXE	PFT=?	34	11 EXE	AF/PL=2603.18
7	365.4 EXE	PFH=?	35	CONT	PFT=?
8	145.0 EXE	PFI=?	35	558.5 EXE	PFM=?
9	20.9 EXE	PFF=?	36	208.0 EXE	PFI=?
10	232.0 EXE	PAT=?	37	.	
11	145.0 EXE	PAH=?	.	.	
12	110.0 EXE	PAI=?	.	.	
13	10.0 EXE	PAF=?	.	.	
14	150.0 EXE	PAST=?	43	12.7 EXE	PASH=?
15	12.7 EXE	PASH=?	44	20.7 EXE	PASI=?
16	25.4 EXE	PASI=?	45	2.8 EXE	PASF=?
17	2.8 EXE	PASF=?	46	36.2 EXE	PSP=173.66
18	36.2 EXE	PSP=130.67	47	CONT	PST=47.28
19	CONT	PST= 32.00	48	CONT	PSH=43.05
20	CONT	PSA= 36.83	49	CONT	PSI=5.85
21	CONT	PSI= 5.85	50	CONT	PSF=77.46
22	CONT	PSF= 55.98	51	CONT	NH=?
23	CONT	NH=?	52	5 EXE	L(1)=?
24	5 EXE	L(1)=?	53	82 EXE	A(1)=?
25	64 EXE	A(1)=?	54	8 EXE	L(2)=?
26	8 EXE	L(2)=?	.		
27	50 EXE	A(2)=?	.		
28	5 EXE	L(3)=?	.		
29	76 EXE	A(3)=?	61	124 EXE	A(5)=?
			62	11 EXE	AF/PL=3940.54

```

*****
*** PRG LIST
***
VAR: 36 PRG: 1600
***
P0: 511 STEPS
5 PRT "BIOMASA Y
  AREA FOL. DE MA
  IZ"
10 VAC
30 PRT "BM-MAIZ (S
  /N)";:IMP Z$
40 PRT "AF-MAIZ (S
  /N)";:IMP Y$
50 IMP "#MUESTREOS
  =" ,X
60 FOR S=1 TO X
70 IF Z$+"S" THEN
80
75 GSB 200
80 IF Y$+"S" THEN
95
90 GSB 300
95 NEXT S
100 PRT "FIN":END
200 IMP "PFT=" ,A,"P
  FH=" ,B,"PFI=" ,C
  ,"PFF=" ,D
210 IMP "PAT=" ,E,"P
  AH=" ,F,"PAI=" ,G
  ,"PAF=" ,H
220 IMP "PAST=" ,I,"
  PASH=" ,J,"PASI="
  ,"K,"PASF=" ,L
230 A1=A+I/E:A2=B+J
  /F:A3=C+K/G:A4=
  D+L/H:A5=A1+A2+
  A3+A4
240 PRT "PSP=" ;A5,"
  PST=" ;A1,"PSH="
  ;A2,"PSI=" ;A3,"
  PSF=" ;A4
250 RET
300 IMP "M=" ,M
310 FOR N=1 TO M
320 PRT "L(" ;N;")="
  ::IMP M
330 PRT "A(" ;N;")="
  ::IMP V
340 O=M*V
350 U=U+O:NEXT N
360 P=U*.73
370 PRT "AF/PL=" ;P
375 U=0
380 RET
*****

```



## INDICES DE CRECIMIENTO

DESCRIPCION

Este programa permite cuantificar las variaciones producidas en el crecimiento y desarrollo de un cultivo, por medio de tres componentes:

- Indices fisiológicos
- Indices morfológicos
- Indices agronómicos

ENTRADA DE DATOS

La calculadora para procesar este programa, solicita el siguiente juego de datos:

IND. FISIOLOGICOS? (S/N)?

Si la respuesta es afirmativa para el uso de los índices fisiológicos, se presiona "S", caso contrario "N".

IND. MORF.? (S/N)?

Si para el cultivo en estudio se desea usar los índices morfológicos, se presiona "S", caso contrario "N".

IND. AGON? (S/N)?

Se debe presionar "S", en caso contrario "N".

Existe la posibilidad de solicitar el procesamiento de cualquiera de los índices independientemente, dos de ellos o todos a la vez.

## # MUESTREOS?

Número de muestreos que serán procesados.

## IMPRESORA? (S/N)?

Si la calculadora está conectada a una impresora, se responde con "S", en caso contrario con "N".

T1=? Tiempo inicial del período en estudio expresado en días (al comienzo corresponde a la siembra).

T2=? Tiempo final del período en estudio expresado en días correspondiente al "n" muestreo (al inicio sería el primer muestreo).

P1=? Peso seco inicial de la observación en el tiempo inicial del período. Al inicio del primer período (siembra), no se tiene un peso cuantificable, en este caso, el valor que debe colocarse en la fórmula de crecimiento relativo, es 1 porque se utilizan logaritmos neperianos y el logaritmo neperiano de 1 es igual a cero.

P2=? Peso seco final de la observación al finalizar el período en estudio (T2), correspondiente al muestreo "n".

A1=? Area foliar inicial del período en estudio. Al momento de la siembra, el área foliar inicial del cultivo es 0, en este caso, se debe colocar 1, cuyo logaritmo neperiano es cero, para calcular el índice de crecimiento relativo foliar.

A2=? Area foliar del cultivo, al finalizar el período en estudio que correspondería al "n" muestreo.

- #PL/HA=? Número de plantas por hectárea del cultivo en estudio
- PS/HOJAS=? Peso seco de hojas del muestreo "n"
- RAD=? Radiación solar promedio diario ( $\text{cal cm}^{-2}$  día) que influye sobre el cultivo en el período estudiado

Luego de presentar diferentes resultados que se discutirán posteriormente, la calculadora solicita un juego nuevo de datos:

- T2=? Tiempo final del nuevo período en estudio (intervalo de tiempo transcurrido desde el muestreo anterior). El programa automáticamente procesa el tiempo final del anterior muestreo como (T1) para el nuevo muestreo, por lo que no se solicita nuevamente.
- P2=? Peso seco final del nuevo "n" período en estudio (nuevo muestreo). El programa procesa el peso seco del muestreo anterior como inicial (P1) para los nuevos cálculos, por lo que no se solicita nuevamente.
- A2=? Area foliar que corresponde al nuevo "n" muestreo (nuevo muestreo), al igual que los anteriores, el área foliar del muestreo anterior es colocado como inicial (A1) para los cálculos matemáticos.
- PS/HOJAS=? Peso seco de hojas que corresponde al nuevo "n" muestreo.
- RAD=? Radiación promedio que incidió sobre el cultivo en el "n" período.

Este proceso se repite iterativamente, presentándose en cada caso la respuesta de los diferentes índices por muestreo.

Cuando se está procesando el último muestreo, solicita además de los anteriores datos, lo siguientes:

PS/PROD-COM=? Peso seco de producto comercial.

PS/PL-COSECHA=? Peso seco de plantas a la cosecha.

#### PRESENTACION DE RESULTADOS:

Para cada muestreo se presentan los siguientes resultados:

ICR Índice de crecimiento relativo

ICRF= Índice de crecimiento relativo del área foliar

IAN= Índice de asimilación neta

IAF= Índice de área foliar

RPF= Razón de peso foliar

RAF= Razón de área foliar

AFE= Area foliar específica

TPMS= Tasa de producción de materia seca

EF= Eficiencia fotosintética

Este proceso se repite iterativamente según sea el número de muestreo, en cuyo caso además de los resultados anteriores, se presenta:

K = Índice de cosecha

EJEMPLO:

En un experimento sembrado con maíz, se tomaron los datos de crecimiento que aparecen en el Cuadro 13.

CUADRO 13. Datos de crecimiento para el cultivo de maíz (40.000 plantas/ha).

Período (Días)	Peso (g)	Area Foliar	Peso seco foliar	Radiación	Peso seco grano	Peso seco planta
0-24	6.5	19.9	5.1	416.2		
25-45	49.2	62.3	28.2	420.0		
46-66	158.9	78.6	46.9	397.2		
67-87	291.5	71.8	54.1	459.6		
88-108	408.6	58.0		454.0	137.1	408.7
109-129				473.7		

Paso	Entrada de Datos	Lectura	Paso	Entrada de Datos	Lectura
1	F1 PØ	IND.FISIOLOGIA? (S/N)?	19	CONT	RPF1=0.78461
2	S EXE	IND.MORF? (S/N)?	20	CONT	RAF1=3.06153
3	S EXE	IND.AGON? (S/N)?	21	CONT	AFE1=3.90196
4	S EXE	#MUESTREOS?	22	CONT	TPMS1=0.91666
5	S EXE	IMPRESORA? (S/N)?	23	CONT	EF1=0.18109
6	N EXE	T1=?	24	CONT	T2=?
7	O EXE	T2=?	25	45 EXE	P2=?
8	24 EXE	P1=?	26	49.2 EXE	A2=?
9	1 EXE	P2=?	27	62.3 EXE	PS/HOJAS?
10	6.5 EXE	A1=?	28	28.2 EXE	RAD=?
11	1 EXE	A2=?	29	420 EXE	ICR2=0.67469
12	19.9 EXE	#PL/HA=?	30	CONT	ICRF2=0.38041
13	40000 EXE	PS/HOJAS?	31	CONT	IAN2=0.38310
14	5.1 EXE	RAD=?	32	CONT	IAF2=2.492
15	416.2 EXE	ICR1=0.54594	33	CONT	RPF2=0.57317
16	CONT	ICRF1=0.87229	34	CONT	RAF2=1.2662
17	CONT	IAN1=0.25384	35	CONT	AFE2=2.2092
18	CONT	IAF1=0.796	36	CONT	TPMS2=8.1333

Paso	Entrada de Datos	Lectura	Paso	Entrada de Datos	Lectura
37	CONT	EF2=1.5922	63	CONT	AFE4=1.4475
38	CONT	T2=?	64	CONT	TPMS4=25.2571
39	66 EXE	P2=?	65	CONT	EF4=4.51849
40	158.9EXE	A2=?	66	CONT	T2=?
41	78.6 EXE	PS/Hojas?	67	108 EXE	P2=?
42	46.9 EXE	RAD=?	68	408.6EXE	A2=?
43	397.2EXE	ICR3=0.3907	69	58.0 EXE	PS/Hojas?
44	CONT	ICRF3=0.0774	70	54.1 EXE	RAD=?
45	CONT	IAN3=0.52137	71	454.0EXE	PS/PROD-COM=?
46	CONT	IAF3=3.144	72	137.1EXE	PS/PL-COSECHA=?
47	CONT	RPF3=0.29515	73	408.7EXE	ICR5=0.11256
48	CONT	RAF3=0.49465	74	CONT	ICRF5=-0.07114
49	CONT	AFE3=1.67590	75	CONT	IAN5=0.60371
50	CONT	TPMS3=20.895	76	CONT	IAF5=2.32
51	CONT	EF3=4.3254	77	CONT	IAF5=0.13240
52	CONT	T2=?	78	CONT	RAF5=0.14194
53	87 EXE	P2=?	79	CONT	AFE5=1.0720
54	291.5EXE	A2=?	80	CONT	TPMS5=22.3047
55	71.8 EXE	PS/Hojas=?	81	CONT	EF5= 4.0395
56	49.6 EXE	RAD=?	82	CONT	K 5= 0.3354
57	459.6EXE	ICR4=0.2022	83	CONT	FIN
58	CONT	ICRF4=-0.030			
59	CONT	IAN4= 0.5881			
60	CONT	IAF4= 2.872			
61	CONT	RPF4= 0.17015			
62	CONT	RAF4= 0.2463			

```

*****
P0: 1190 STEPS
10 $="INDICES CREC
    INIENTO"
20 VAC
30 PRT "IND.FISIOI
    ?(S/N)";:INP Z$
40 PRT "IND.MORF?(
    S/N)";:INP Y$
50 PRT "IND.AGOM?(
    S/N)";:INP X$
60 INP "MUESTREOS
    ",L
65 PRT "IMPRESORA?
    (S/N)";:INP I$
70 N=N+1
80 IF Z$="S" THEN
    100
90 GSB 300+J
100 IF Y$="S" THEN
    120
110 GSB 400+J
120 IF X$="S" THEN
    140
130 GSB 500+J
140 J=J+300
144 IF I$="S" THEN
    150
146 MODE 7
150 IF J>300 THEN 1
    64
160 GOTO 80
164 IF I$="S" THEN
    170
166 MODE 8
170 J=0
180 IF M=L THEN 195
190 GOTO 70
195 PRT "FIN";:END
300 IF N>1 THEN 330
310 INP "T1=",P,"T2
    =",Q,"P1=",A,"P
    2=",B
315 INP "A1=",C,"A2
    =",D
320 GOTO 345
330 A=B:C=D:P=Q
340 INP "T2=",Q,"P2
    =",B,"A2=",D
345 E=Q-P
350 G=(LN B-LN A)/(
    E/7)
360 H=(LN D-LN C)/(
    E/7)
370 M=((B-A)/(D-C))
    *H
380 RET
400 IF Z$="S" THEN
    415
410 INP "PS/PL(FIN)
    =",B,"AF/PL(FIN
    )=",D
*****

```

```

*****
415 IF N>1 THEN 430
420 INP "PL/HA=",W
    :F=10E3/W
430 INP "PS/HOJAS="
    ,R
440 RET
500 IF Z$="S" THEN
    528
504 IF N>1 THEN 512
510 INP "T1=",P,"T2
    =",Q:GOTO 515
512 P=Q:INP "T2=",Q
515 E=Q-P
520 IF Y$="S" THEN
    547
524 IF N>1 THEN 532
526 INP "P1=",A,"P2
    =",B:GOTO 545
528 IF Y$="S" THEN
    555
530 GOTO 535
532 A=B:INP "P2=",B
    :GOTO 555
535 IF N>1 THEN 555
545 INP "PL/HA=",W
    :F=(10E3)/W:GOT
    O 555
547 IF N>1 THEN 553
549 C=B
550 INP "PS/PL(INIC
    )=",A:GOTO 555
553 A=C
554 C=B
555 INP "RAD=",S
560 IF N=L THEN 570
565 INP "PS/PROD-CO
    M=","T,"PS/PL-CO
    SECHA=","U
568 K=T/U
570 O=(B-A)/(F+E)
575 V=(O*3700)/(S*4
    5)
590 RET
600 PRT "ICR";N;"="
    ;G
610 PRT "ICRF";N;"="
    ;H
620 PRT "IAN";N;"="
    ;M
630 RET
700 PRT "IAF";N;"="
    ;D/(F*100)
710 PRT "RPF";N;"="
    ;R/B
720 PRT "RAF";N;"="
    ;D/B
730 PRT "AFE";N;"="
    ;D/R
740 RET
800 PRT "TPMS";N;"="
    ;O
810 PRT "EF";N;"=";
    Y
815 IF N=L THEN 830
820 PRT "K";N;"=";K
830 RET
*****

```



## BIBLIOGRAFIA

1. ARZE, J.A. Condiciones de radiación solar y otros factores microclimáticos dentro de un cultivo de maíz (Zea mays) a diferentes densidades y orientaciones de surco. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1975. 111 p.
2. CALZADA, J. Métodos estadísticos para la investigación. 3a. ed. Lima, Perú, Jurídica, 1970. 643 p.
3. GOMEZ, K.A. y GOMEZ, A.A. Statistical procedures for agricultural research. 2a. ed. Manila, Philippines, IRRI, 1976. 294 p.
4. LITTLE, M. y JACKSON, HILLS, F. Agricultural experimentation. New York, Wiley, 1978. 350 p.
5. OSTLE, B. Statistical in research 2a. ed. Iowa State University, 1964. 585 p.
6. PERRIN, R. et al. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Folleto de Información No. 27. 1979. 54 p.
7. PIMENTEL GOMEZ, F. Curso de estadística experimental. Argentina, Hemisferio Sur, 1978. 323 p.
8. QUIROGA, V. Manual de estadística descriptiva. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas-OEA. Serie Publicaciones Misceláneas no. 147. 1977. 82 p.
9. RADFORD, P.J. Growth analysis formulas-their use and abuse. Crop Science 7(3): 171-175. 1967.