DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR : DBCA

Conocido como diseño de doble vía, se aplica cuando el material es heterogéneo. las unidades experimentales homogéneas se agrupan formando grupos homogéneos llamados bloques.

Tratamientos A, B, C, D, E

Bloque I : B A E C D

Bloque II : C B D E A

Bloque III: B E A D C

Bloque IV: D C A E B

Las fuente de variación para el análisis estadístico son:

Fuentes Grados de libertad

Tratamiento	(t-1) = 4
Bloques	(r-1) = 3
Error	(t-1)(r-1)=12

Características:

1. Las unidades experimentales son heterogéneas.
2. Las unidades homogéneas están agrupadas formando los bloques.
3. En cada bloque se tiene un numero de unidades igual al numero de tratamientos (bloques completos)
4. Los tratamientos están distribuidos al azar en cada bloque.
5. El numero de repeticiones es igual al numero de bloques.

MODELO

Cada observación del experimento es expresada mediante una ecuación lineal en los parámetros, el conjunto conforma el modelo para el diseño de bloques completos al azar :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \qquad i=1,2,...,t$$
$$j=1,2,...,r$$

μ = Parámetro, efecto medio

τ_i = Parámetro, efecto del tratamiento I

β_j = Parámetro, efecto del bloque j

ε_{ij} = valor aleatorio, error experimental de la u.e. i,j

Yij = Observación en la unidad experimental

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS por Minimos cuadrados del error

$\Sigma \hat{\tau}_i = 0$; $\Sigma \hat{\beta}_j = 0$

$$\hat{\mu} = \overline{Y}_{..}$$
$$\hat{\tau}_i = \overline{Y}_{i.} - \overline{Y}_{..}$$
$$\hat{\beta}_j = \overline{Y}_{.j} - \overline{Y}_{..}$$

El error en cada unidad experimental puede ser encontrado por diferencia:

$$\varepsilon_{ij} = Y_{ij} - \overline{Y}_{i.} - \overline{Y}_{.j} + \overline{Y}_{..}$$

SUMAS DE CUADRADOS

$$\text{SC total} = \Sigma\Sigma(Y_{ij} - \overline{Y}_{..})^2 = \Sigma\Sigma Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{rt}$$

$$\text{SC trat.} = \Sigma\Sigma(\overline{Y}_{i.} - \overline{Y}_{..})^2 = \Sigma \frac{Y_{i.}^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$$

$$\text{SC bloque} = \sum\sum(\overline{Y}_{.j} - \overline{Y}_{..})^2 = \sum \frac{Y_{.j}^2}{t} - \frac{Y_{..}^2}{rt}$$

$$\text{SC error} = \sum\sum\varepsilon_{ij}^2 = \sum\sum Y_{ij}^2 - \sum_i \frac{Y_{i.}^2}{r} - \sum_j \frac{Y_{.j}^2}{t} + \frac{Y_{..}^2}{rt}$$

$\frac{Y_{..}^2}{rt}$ es el termino de corrección (TC) de las sumas de cuadrados, en las expresiones de sumas de cuadrados se acostumbra colocar sólo TC, por ejemplo:

$$\text{SC TOTAL} = \sum\sum Y_{ij}^2 - TC$$

APLICACIÓN: Estudio de Variedades forrajeras en Camote.

Se realizo un ensayo de 4 nuevas variedades forrajeras (V1, V2, V3 y V4) frente a una variedad ya conocida. Se dispuso realizar el ensayo en la epoca de verano en Selva. Cada parcela de 10 m2 con un total de 15 parcelas. Se formaron bloques de 5 parcelas homogeneas.

Se midio el peso fresco y seco y se registro el peso en kilos.

Follaje Fresco						
	V1	Testigo	V2	V3	V4	Y.j
I	17.9	7.0	19.8	15.2	12.7	72.6
II	20.8	5.9	16.7	21.0	14.2	78.6
III	21.4	4.2	16.7	8.8	11.5	62.6
Yi.	60.1	17.1	53.2	45.0	38.4	213.8

El objetivo es comparar las nuevas variedades entre ellas y con el testigo.

CALCULO DE SUMAS DE CUADRADOS

Termino de corrección = TC = $(213.8)^2/15$

$$SC\_Variedades = \frac{(17.1)^2 + ... + (38.4)^2}{3} - TC$$

$$SC\_Bloques = \frac{(72.6)^2 + ... + (62.6)^2}{5} - TC$$

$$SC\_Total = (17.9)^2 + ... + (38.4)^2 - TC$$

SC_error Exp. = SC_total - (SC_Variedades + SC_Bloques)
Resultados del ANVA:

Variable: Follaje

Fuente	Gl	SC	CM	Fc	Pr > F
bloque	2	26.1333	13.0666	1.51	0.2785
variedad	4	364.0440	91.0110	10.49	0.0029
Error	8	69.4000	8.6750		
Corrected Total	14	459.5773			

CV = 20.6 %
Promedio = 14.25

$F_{0.05}(4,8) = 3.84$
$F_{0.01}(4,8) = 7.01$

Comparación de grupos mediantes contrastes.

Contrastes ortogonales

Contraste 1 : Testigo vs V1, V2, V3, V4

Contraste 2 : V1, V2 vs V3, V4

Contrate 3 : V1 vs V2

Contrate 4 : V3 vs V4

	V1	Testigo	V2	V3	V4	$(\sum_i c_{ki} Y_{i.})^2$	$r\sum_i c_{ki}^2$	SC
C1	-1	4	-1	-1	-1	16460.89	60	274.3
C2	-1	0	-1	1	1	894.01	12	74.5
C3	-1	0	1	0	0	47.61	6	7.9
C4	0	0	0	-1	1	43.56	6	7.2
Yi.	60.1	17.1	53.2	45.0	38.4			364.0

Mediante estos contrastes, se hace las comparaciones, por ejemplo C1 significa probar el testigo vs los demás, C2 significa comparar las variedades "1" y “2” frente a "3" y "4",. El análisis se realizara mediante el ANVA.

Fuentes	Gl	SC	CM	Fc	F0.05	F0.01
C1	1	274.34	274.3	31.6 **	5.32	11.26
C2	1	74.5	74.5	8.6 *		
C3	1	7.94	7.94	0.9 ns		
C4	1	7.26	7.26	0.8 ns		
Error	8	69.4	8.675			

Prueba de Friedman's para dos vias de clasificacion

Friedman (1937) propuso una prueba para datos sin distribución conocida, cuadno estos corresponden a un diseño de bloques completos al azar.

1. Asignar un valor de jerarquía (Rango) a la respuesta de los tratamientos dentro de cada bloque de menor a mayor.
2. Obtener la suma de los rangos para cada tratamiento.
3. Probar la hipótesis nula de que las poblaciones dentro de un bloque son idénticas contra la opción que al menos un tratamiento viene de una población que tiene una diferente ubicación. El criterio es:

Sin empates:

$$\chi^2 cal = \frac{12}{bt(t+1)} \sum_i r_{i.}^2 - 3b(t+1)$$

los valore 12 y 3 no dependen del tamaño del experimento.

con empates:

Hallar previamente los valores para el ajuste:

$$A_1 = \sum_{i=1}^{b} \sum_{j=1}^{t} r_{ij}^2 \qquad C_1 = bt(k+1)^2/4$$

Valor de Chi-cuadrada para la prueba

$$\chi^2 cal = \frac{(t-1)}{A_1 - C_1} \left[\sum_{i=1}^{t} r_{i.}^2 - bC_1 \right]$$

con t-1 grados de libertad.

t = numero de tratamientos
b = numero de bloques
Se acepta la hipotesis planteada si el valor de Chi-cuadrada calculada es menor que el valor tabular con (t-1) grados de libertad.

Comparaciones multiples.

Las comparaciones se realizan con la suma de los rangos de cada tratamiento.

Si "Ri " representa la suma de los rangos del tratamiento "i" que es $r_{i.}$

Entonce la diferencia es significativa si:

$$\left|R_i - R_j\right| > LSD = t_{\alpha(b-1)(t-1)}\sqrt{\frac{2(bA_1 - \sum R_i^2)}{(b-1)(t-1)}}$$

con t-1 grados de libertad.

Ejemplo:

Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	4.4	3.3	4.4	6.8	6.3	6.4
2	5.9	1.9	4	6.6	4.9	7.3
3	6	4.9	4.5	7	5.9	7.7
4	4.1	7.1	3.1	6.4	7.1	6.7

Valores de los rangos

Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	2.5	1	2.5	6	4	5
2	4	1	2	5	3	6
3	4	2	1	5	3	6
4	2	5.5	1	3	5.5	4
	12.5	9.5	6.5	19	15.5	21

Chi-Cuadrado = (12/(4*6*7))*(12.5^2 + ... + 15.5^2) – 3(4)7 = 11.07
Chi Tabular (5 gl) 0.05 = 11.1

Aplicación por computadora, programa R

```
Prueba de Friedman's

..............
Chi Cuadrado:    8.8
P-valor     :    0.06629764
..............
Alpha      :     0.05
t-Student  :     2.306004
LSD        :     5.648533

Comparación de tratamientos

Grupos, Tratamientos y Suma de rangos
a         V1          13
ab        V2          12
ab        V3          10
 bc       V4          7
  c       Testigo     3
```

Se observa una similitud rerspecto a la prueba parametrica.

Manualmente con el excel seria:

Datos experimentales:

bloque	V1	Testigo	V2	V3	V4
1	17.9	7	19.8	15.2	12.7
2	20.8	5.9	16.7	21	14.2
3	21.4	4.2	16.7	8.8	11.5

Rangos por bloque:

	V1	Testigo	V2	V3	V4
bloque1	4	1	5	3	2
bloque2	4	1	3	5	2
bloque3	5	1	4	2	3
Ri	13	3	12	10	7

Resultados estadisticos:

A	SUMSQ(B19:F21)	165
Sum(R²i)	SUMSQ(B22:F22)	471
t0.05(8)	TINV(0.05,8)	2.306
LSD	C26*SQRT(2*(3*C24-C25)/8)	5.649

Ejercicio: Realice la prueba de Friedman para los siguientes datos:

Utilice metodo sin empates.

Datos observados

Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	4.4	3.3	4.4	6.8	6.3	6.4
2	5.9	1.9	4	6.6	4.9	7.3
3	6	4.9	4.5	7	5.9	7.7
4	4.1	7.1	3.1	6.4	7.1	6.7

Valores de los rangos

Bloques	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	2.5	1	2.5	6	4	5
2	4	1	2	5	3	6
3	4	2	1	5	3	6
4	2	5.5	1	3	5.5	4
	12.5	9.5	6.5	19	15.5	21

Chi-Cuadrado = $(12/(4*6*7))*(12.5^2 + ... + 15.5^2) - 3(4)7 = 11.07$
Chi Tabular (5 gl) 0.05 = 11.1

A	363
Sum(R²i)	1331
t0.05(15)	2.131451
LSD	8.561254