

Diseño en Parcela Dividida (Split plot)

El diseño consiste en dividir las parcelas en subparcelas y aplicar un grupo de tratamientos en las parcelas y otro grupo de tratamientos en las subparcelas. La asignación de los tratamientos en las parcelas (unidades experimentales) se realiza de acuerdo al criterio del diseño aplicado (DCA, DBCA, DCL) y en las subparcelas los tratamientos se aplican al azar completamente.

Por ejemplo: Un diseño completamente al azar en parcelas divididas con un factor A de 3 variedades de un cultivo en parcelas y un factor B de 2 niveles de fertilización en subparcelas, con 4 repeticiones:

Para este ensayo se requiere 12 parcelas grandes y dividirla cada una en dos subparcelas.

El croquis en campo podría ser:

a1	a2	a1
b1 b2	b2 b1	b2 b1

a3	a1	a2
b2 b1	b2 b1	b1 b2

a2	a3	a2
b1 b2	b1 b2	b2 b1

a3	a3	a1
b2 b1	b2 b1	b1 b2

Observe que los tratamientos a_1 , a_2 y a_3 están distribuidos en las parcelas (unidades experimentales) según el diseño, en este caso aleatoriamente, cada tratamiento A_i repetidas cuatro veces. El factor B con los niveles b_1 y b_2 son aplicados aleatoriamente en las subparcelas de cada parcela.

Este diseño tiene dos tipos de errores no controlables, un error generado por las diferencias entre las parcelas en el cual se aplicó el mismo tratamiento A_i , y un error de las diferencias de las subparcelas en el cuál figura una combinación de A y de B, por ejemplo las parcelas en las que se aplicaron el nivel A_2 y de estas, las subparcelas que recibieron el nivel b_3 .

También se observa que las parcelas son como pequeños bloques, porque en cada subparcela se aplica una combinación de A y B que son los tratamientos de la combinación A y B, estos bloques no son completos, porque no están todos los tratamientos, sin embargo se afirma que hay un efecto de estos bloques incompletos que está mezclado con el efecto de los tratamientos de A, esto significa que los efectos principales de A se han confundido con el efecto de los bloques incompletos.

Error(a) y Error(b)

El error en parcelas es el Error(a) y el error en subparcelas es el Error(b). El CM(error(a)) se representa por E_a y el CM(error(b)) por E_b .

Por lo general E_a es superior a E_b , esto se debe a que las observaciones en las subparcelas de la misma parcela tienden a correlacionarse positivamente. E_a no puede ser menor que E_b , excepto por el azar y si esto sucede, se puede considerar como estimadores de σ^2 una combinación de los dos errores, así:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SC(error(a)) + SC(error(b))}{Gl(error(a)) + Gl(error(b))}$$

El CM(error(a)) representado por E_a , se utiliza para relacionar los Cuadrados Medios de las fuentes que están a nivel de parcelas y el CM(error(b)) representado por E_b , para relacionar los cuadrados medios de las fuentes que están a nivel de subparcelas, sólo para el caso de factores fijo. Si los factores son fijos y al azar, mezcla de ambos, la relación de los cuadrados medios estarán sujeta a las reglas de los factoriales cuando los factores son fijos y al azar.

Como se tiene 2 errores, también se tiene dos coeficientes de variación, dado por:

$$CV(a) = \frac{\sqrt{E_a/b}}{\bar{Y}} \times 100\%, \quad CV(b) = \frac{\sqrt{E_b}}{\bar{Y}} \times 100\%$$

Si el error(b) es más grande que el error(a), el coeficiente de variación debe ser expresado por:

$$CV = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}^2}}{\bar{Y}} \times 100\%$$

Algunos criterios para asignar los factores A y B.

El factor A siempre se aplica a parcelas grandes o en gran escala como en ensayos industriales y de laboratorio, y el factor B el que se suministra a pequeña escala.

En el caso de poder elegir, el factor más importante debe ser el que se aplique en subparcelas, es decir factor B.

Debe tener en cuenta que el efecto del factor A esta confundido con las diferencias de los bloques incompletos formado por el factor B.

Características:

El control local se realiza en las parcelas, estas deben ser tratadas de acuerdo al tipo de diseño (Completo al azar, Bloques, Latino, etc.), Estas deben ser divididas en subparcelas, un numero igual a los niveles de B.

La aleatorización debe realizarse en dos fases, en las parcelas grandes con el factor A de acuerdo al diseño utilizado, y en las subparcelas el factor B se aplica completamente al azar.

Respecto a las repeticiones, las parcelas grandes constituyen las repeticiones del experimento, y deben ser un numero tal que los grados de libertad del error(a) tengan un valor considerable, por ejemplo no menor de 10.

Las fuentes de variación generadas dependerán del diseño aplicado (DCA, Bloque, DCL u otro)

Así por ejemplo DCA.

Fuentes	G.L.
A	a-1
Error(a)	a(r-1)
B	b-1
AB	(a-1)(b-1)
Error(b)	a(b-1)(r-1)
Total	abr-1

En el caso de Bloques

Fuentes	G.L.
Bloques	r-1
A	a-1
Error(a)	(a-1)(r-1)
B	b-1
AB	(a-1)(b-1)
Error(b)	a(b-1)(r-1)
Total	abr-1

En el programa R, los modelos podrian ser escritos como:

```
> Modelo.DCA <- aov( y ~ A + Error(rep/A) + B + A:B )
> Modelo.DBCA <- aov( y ~ bloques + A + Error(bloques:A) + B + A:B )
```

Como se puede observar, los cambios en las fuentes de variación solo se da a nivel de parcelas, no a nivel de subparcela.

Análisis del Diseño de parcelas divididas.

Diseño SPLIT PLOT en Bloques

Diseño y datos del campo, Split plot , 6 parcelas grandes distribuidas en 3 bloques, los niveles de A (2) en las parcelas grandes. Cada parcela dividida en 3 subparcelas al cual se aplicó el factor B (3 niveles).

Diseño:

I	a2			a1		
	b2	b1	b3	b1	b3	b2
II	a1			a2		
	b2	b3	b1	b2	b1	b3
II	a1			a2		
	b1	b3	b2	b1	b2	b3

Numeracion de las parcelas:

I ->	P1	P2
II ->	P3	P4
III ->	P5	P6

Datos ordenados en el archivo: parcela.txt

bloque	parcela	A	B	rdto
1	p1	a1	b1	4
1	p1	a1	b2	1
1	p1	a1	b3	9
1	p2	a2	b1	6
1	p2	a2	b2	10
1	p2	a2	b3	2
2	p3	a1	b1	5
2	p3	a1	b2	3
2	p3	a1	b3	10
2	p4	a2	b1	4
2	p4	a2	b2	14
2	p4	a2	b3	1
3	p5	a1	b1	2
3	p5	a1	b2	2
3	p5	a1	b3	15
3	p6	a2	b1	3
3	p6	a2	b2	12
3	p6	a2	b3	1

Programa R para el análisis estadístico.

```
# cargar las bibliotecas requeridas
```

```
library(agricolae)
```

```
#
```

```
# Leer los datos del archivo maderable.txt
```

```
# factores : bloque parcela A B
```

```
# variable : rdto
```

```
# Diseño en parcelas divididas
```

```
# borrar todos los objetos del espacio de trabajo
```

```
rm(list=ls())
```

```
datos <-read.table("parcelas.txt",header=TRUE)
```

```
datos[,1] <- as.factor(datos[,1])
```

```
modelo <-aov(rdto~bloque+A*B>Error(parcela),data=datos)
```

```
summary(modelo)
```

```
# Interprete el analisis de variancia obtenido con la
funcion summary()
```

```

# extraiga informacion del modelo

gl.error.a<-modelo$parcela$df.residual
gl.error.b<-modelo$Within$df.residual
x<-modelo$parcela$residuals
y<-modelo$Within$residuals
sc.error.a<-sum(x^2)
sc.error.b<-sum(y^2)
cm.a<-sc.error.a/gl.error.a
cm.b<-sc.error.b/gl.error.b

# Determina el promedio general del experimento

attach(datos)

promedio <- mean(rdto)

# Determina el numero de niveles de los factores
a<-length(levels(A))
b<-length(levels(B))

# Halla los coeficientes de variacion
cv.a <- sqrt(cm.a/b)*100/promedio
cv.b <- sqrt(cm.b)*100/promedio

# Realiza las comparaciones de promedios.

compara.a<-LSD.test(rdto,A,gl.error.a,cm.a)
compara.b<-LSD.test(rdto,B,gl.error.b,cm.b)

> summary(modelo)

Error: parcela
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
bloque  2  2.1111   1.0556   0.5135 0.6607
A        1  0.2222   0.2222   0.1081 0.7735
Residuals  2  4.1111   2.0556

Error: Within
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
B        2  29.778   14.889   3.4581 0.0827438 .
A:B       2 300.444  150.222  34.8903 0.0001119 ***
Residuals  8   34.444    4.306
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '
' 1

```

```
> compara.a<-LSD.test(rdto,A,gl.error.a,cm.a)
```

Study:

LSD t Test for rdto

```

          .....
Alpha                0.050000
Error Degrees of Freedom 2.000000
Error Mean Square      2.055556
Critical Value of t     4.302653

```

Treatment Means

	A	rdto	std.err	replication
1	a1	5.666667	1.563472	9
2	a2	5.888889	1.645233	9

Least Significant Difference 2.908002

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	a2	5.888889
a	a1	5.666667

```
> compara.b<-LSD.test(rdto,B,gl.error.b,cm.b)
```

Study:

LSD t Test for rdto

```

          .....
Alpha                0.050000
Error Degrees of Freedom 8.000000
Error Mean Square      4.305556
Critical Value of t     2.306004

```

Treatment Means

	B	rdto	std.err	replication
1	b1	4.000000	0.5773503	6
2	b2	7.000000	2.3094011	6
3	b3	6.333333	2.3897931	6

Least Significant Difference 2.762575

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	b2	7
ab	b3	6.333333
b	b1	4