IV. DISEÑO BLOQUES COMPLETOS AL AZAR

INTRODUCCION.

En investigación agropecuaria con frecuencia se conoce de antemano que algunas unidades experimentales (aún tratadas igualmente) son o bien se comportan diferentemente. Por ejemplo, en experimentos de campo, las parcelas adyacentes responden similarmente a la aplicación de un insumo, mientras que entre las distantes la respuesta a la aplicación del mismo insumo puede diferir en cantidades apreciables. De igual forma los animales mas pesados en un grupo de la misma edad pueden presentar un crecimiento mayor o bien menor con relación a animales menos pesados; también observaciones hechas en un día y hora específica o el uso de determinado equipo puede producir diferencias en magnitud con relación a medidas tomadas en otro día y hora con un equipo igual o no.

En tales circunstancias, donde el comportamiento de las unidades experimentales se conoce en parte de antemano y las unidades experimentales pueden ser así clasificadas, diseños apropiados han sido desarrollados de tal forma que la variabilidad atribuíble a la condición experimental señalada, se excluye del error experimental.

DESCRIPCION.

El diseño denominado bloques completos al azar o simplemente bloques al azar, presenta las siguientes características:

- En este diseño un conjunto de unidades experimentales se agrupan en lo que se denomina un "bloque" o replicación. El objeto de la agrupación es tener en cada bloque unidades experimentales tan homogéneas como sea posible, de tal forma que las diferencias que se observen se deban al efecto de los tratamientos y no a la variabilidad de las unidades experimentales como tales. En experimentos con animales cada individuo se agrupa con otro formando bloques, sobre la base de características tales como: pesos iniciales, condición del animal, (por ejemplo sanitaria), raza, sexo, edad, estado de lactación, producción de leche, etc.

- Cada bloque o replicación debe tener tantas unidades experimentales como tratamientos y cada tratamiento aparece una vez y solo una vez en cada bloque o replicación.

- La variabilidad de las unidades experimentales entre bloques será mayor en promedio, que la variabilidad de las unidades experimentales dentro del mismo bloque. Claramente, la variabilidad entre bloques no afecta la diferencia entre promedios de tratamientos puesto que cada tratamiento aparece una vez por bloque.

- Steel y Torrie (1960) señalan que durante la ejecución del experimento, todas las unidades de un mismo bloque deben ser tratadas tan uniformemente como sea posible; cualquier cambio en una técnica u otra condición que pueda afectar los resultados debe hacerse en todo el bloque. Por ejemplo, si se va a aplicar un garrapaticida, etc. se debe procurar hacerlo el mismo día para todas las unidades de un bloque. Si se necesita de la intervención (lo más probable) de ayudantes de técnico u obreros debe hacerse que cada persona se encargue de todas las unidades de un bloque y no de medios bloques; menos aún debe permitirse que cada persona realice su labor únicamente en las unidades de un solo tratamiento, pues si así se hiciera, las diferencias de habilidad entre las personas interferirían en la diferencia de los efectos de tratamientos, y en el caso precedente de habilidad de las personas modificaría la homogeneidad necesaria dentro de las unidades que conforman el bloque o replicación.

Cochran y Cox (1971), Steel y Torrie (1960), Calzada (1970) señalan las siguientes ventajas y desventajas.

VENTAJAS:

1. Al existir una fuente de variabilidad más, constituída por el bloque, el diseño es más eficiente que el diseño completamente al azar, aunque ésto no es cierto si no existen diferencias reales entre bloques.

2. Si por algún motivo los datos de algunas de las unidades experimentales se pierden, se pueden hallar valores que los sustituyan mediante la técnica desarrollada por Yates ó por medio de la covariancia.

3. Se aprecia que existe un "balance" en el diseño, ésto es, cada tratamiento aparece una vez en cada bloque y cada bloque contiene todos los tratamientos; esta propiedad conduce a que bloques y tratamientos sean ortogonales uno al otro. Por lo anterior el análisis de varianza es sencillo; aún si se pierden unidades experimentales.

DESVENTAJAS:

1. La principal desventaja del diseño radica en que no es apropiado para un elevado número de tratamientos, debido a que se aumenta el tamaño del bloque y en consecuencia aumenta la variabilidad dentro del bloque y por ende el error.

2. Tampoco es aconsejable cuando hay alta variabilidad en el material experimental. En estos casos y si además el número de tratamientos es elevado, se recurre a otros diseños como por ejemplo los bloques incompletos.

3. En caso de que no exista variabilidad entre bloques, no se obtiene ganancia mediante el uso de los mismos y por el contrario puede conducir a una disminución en la eficiencia del diseño.

ALEATORIZACION

Una vez agrupadas las unidades experimentales en bloques, los tratamientos se asignan al azar a las unidades, en cada bloque es necesario hacer una asignación diferente.

MODELO ESTADISTICO

El modelo estadístico corresponde a un modelo de dos criterios de clasificación, sin interacción, así:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij} \qquad \begin{array}{l} i = 1,\ldots,r \\ j = 1,\ldots,t \end{array}$$

donde:

Y_{ij} = Variable aleatoria observable

μ = Media total

β_i = Efecto del i-ésimo bloque

τ_j = Efecto del j-ésimo tratamiento

ε_{ij} = Variable aleatoria, donde $\varepsilon_{ij} \sim N(0,\sigma^2)$, no correlacionada

r = Número de replicaciones

t = Número de tratamientos

Existen r x t unidades experimentales

Los problemas de este modelo son:

1. Estimar los efectos de bloques β_i y de tratamientos τ_j; lo cual se logra mediante la metodología de mínimos cuadrados.

2. Ejecutar las pruebas de hipótesis sobre el efecto de los

tratamientos, que se logra mediante el análisis de variancia. La tabla del análisis de variación se expresa a continuación.

TABLA DE ANALISIS DE VARIANCIA Y CALCULO DE SUMAS DE CUADRADOS

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc
BLOQUES	r - 1	$\Sigma R_i^2/t - FC$	SCR/(r-1)	CMR/CME
TRATAMIENTOS	t - 1	$\Sigma T_j^2/r - FC$	SCT/(t-1)	CMT/CME
ERROR	(r-1)(t-1)	Diferencia	SCE/(r-1)(t-1)	
TOTAL	rt-1	$\Sigma\Sigma Y_{ij}^2 - FC$		

donde:

R_i = Total de la i-ésima replicación

T_j = Total del j-ésimo tratamiento

Y_{ij} = Valor de la variable aleatoria

FC = Factor de corrección

ILUSTRACION NUMERICA

Los valores que se expresan a continuación corresponden a una evaluación de seis genotipos de fríjol para las condiciones de Nariño. El ensayo se realizó en la vereda Obraje del Municipio de Tangua. Las cifras corresponden a rendimiento en toneladas por hectárea de fríjol. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y seis genotipos. Los datos son cortesía del Dr. Carlos Pantoja.

Genotipo	I	II	III	IV	TOTAL
1. LINEA ICA-22	1,31	1.65	1,32	1,43	5,71
2. LINEA ICA-23	1,24	1,22	1,06	1,17	4,69
3. LINEA ICA-24	1,13	1,13	1,60	1,29	5,15
4. DIACOL CALIMA	0.98	1,04	1,02	1,01	4,05
5. DIACOL ANDINO	1,25	1,64	1,25	1,38	5,52
6. Reg. ARGENTINO	1,31	1,37	1,25	1,31	5,24
R_i	7,22	8,05	7,50	7,59	30,36

$$FC = \frac{30{,}36^2}{24} = 38{,}4054$$

$$SC\ TOTAL = 1{,}31^2 + 1{,}24^2 + \ldots + 1{,}31^2 - FC$$

$$SC\ TOTAL = 0{,}8100$$

$$SC\ REP = \frac{7{,}22^2 + \ldots + 7{,}59^2}{6} - FC.$$

$$SC\ REP = 0{,}0594$$

$$SC\ TRAT = \frac{5{,}71^2 + \ldots + 5{,}24^2}{4} - FC$$

$$SC\ TRAT = 0{,}4579$$

$$SC\ ERROR = SC\ TOTAL - (SC\ REP + SC\ TRAT)$$

$$SC\ ERROR = 0{,}8100 - (0{,}0594 + 0{,}4579)$$

$$SC\ ERROR = 0{,}2927$$

Con los cálculos anteriores, se produce la tabla del análisis de variancia como sigue:

TABLA DEL ANALISIS DE VARIANCIA

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F
Replicaciones	3	0,0594	0,0198	1,01
Tratamientos	5	0,4579	0,0916	4,69**
Error	15	0,2927	0,0195	
Total	23	0,8100		

La prueba de hipótesis que se plantea es:

Ho: $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_6$

Ha: Al menos uno es diferente

La regla de decisión es con base en Fc y a valor de F de las tablas así:

$F(5;15;0,05) = 2,90$; $F(3;15;0,05) = 3,29$

$F(5;15;0,01) = 4,56$; $F(3;15;0,01) = 5,42$

Por lo tanto, existen diferencias altamente significativas entre los genotipos en consideración. No hubo diferencias entre bloques. Sobre éste particular Steel y Torrie (1960) señalan:

Si el efecto de los bloques fue significativo, indica que la precisión del experimento se ha aumentado con el uso del diseño bloques al azar en relación al completamente al azar; también que el alcance (inferencia) del experimento se ha aumentado, puesto que los tratamientos se han probado en una amplia gama de condiciones experimentales. Si no hubo diferencias entre bloques, indica que el investigador no tuvo éxito en reducir el error experimental al hacer la agrupación en bloques de las unidades experimentales o bien, que la totalidad de las unidades fueron homogéneas.

Existe como en el caso de completamente al azar, el criterio estadístico denominado coeficiente de variación, C.V. (variancia estandarizada) que nos permite calificar la precisión o bondad con que se ejecutó el experimento, se espera siempre coeficientes de variación bajos. El valor del coeficiente de variación está dado por:

$$C.V. = \sqrt{\frac{C.M.ERROR}{PROMEDIO}} \times 100$$

Para el caso particular, se tiene:

$$C.V. = \frac{0,1396}{1,2650} \times 100 = 11,04\%$$

PARCELAS PERDIDAS

En ocasiones los datos de ciertas unidades se pierden o no son confiables, por ejemplo un animal se enferma o bien muere pero no como resultado del tratamiento, los roedores destruyen la unidad experimental, un platillo, frasco, maceta de laboratorio o invernadero se rompe, se cometió un error en la medición, etc. Yates (1933) desarrolló un método para estimar datos perdidos.

Es de anotar que el cálculo de la observación perdida no suple la información original, solo es para facilitar el análisis estadístico de los datos restantes.

Si una sola unidad experimental se pierde, el cálculo de la misma está dado por:

$$PP = \frac{rR + tT - G}{(r-1)\ (t-1)}$$

donde r y t es el número de bloques y tratamientos, respectivamente y R y T son los totales para el bloque y el tratamiento donde la unidad falta y G es gran total.

Una vez calculado el valor perdido se procede a realizar el análisis de variancia en la forma usual, solo que los grados de libertad del error experimental se reducen en una unidad.
El valor estimado se logra haciendo mínima la suma de cuadrados del error.

Cuando existen dos unidades perdidas, se sigue el procedimiento que a continuación se expresa. En el análisis de variancia se disminuyen 2 grados de libertad al error experimental. Considérense dos unidades perdidas, así:

	B L O Q U E S				
RACIONES	I	II	III	IV	TOTAL
A	2,05	1,56	1,68	a	5,29
B	b	1,73	1,82	1,31	4,86
C	1,95	2,00	1,83	1,81	
D	1,75	1,93	1,70	1,59	
TOTAL	5,75			4,71	24,71

a y b son valores perdidos.

1. Estime: $a_1 = \frac{2,05 + 1,56 + 1,68}{3} = \frac{5,29}{3} = 1,76$

2. Estime b primer ciclo:

$$b_1 = \frac{rR + tT - G}{(r-1)\ (t-1)} = \frac{(4 \times 5,75)+(4 \times 4,86) - 26,47}{9} = 1,78$$

note G = 24,71 + 1,76 = 26,47

3. Estime a segundo ciclo:

$$a_2 = \frac{rR + tT - G}{(r-1)\ (t-1)} = \frac{(4 \times 4,7)+(4 \times 5,29) - 26,49}{9} = 1,50$$

note G = 24,71 + 1,78 = 26,49

4. Estime b segundo ciclo:

$$b_2 = \frac{rR + tT - G}{(r-1)\ (t-1)} = \frac{(4 \times 5,75)+(4 \times 4,86) - 26,21}{9} = 1,80$$

note G = 24,71 + 1,50 = 26,21

5. Estime a tercer ciglo:

$$a_3 = \frac{(4 \times 4{,}71) + (4 \times 5{,}29) - 26{,}51}{9} = 1{,}50$$

note $R = 24{,}71 + 1{,}80 = 26{,}51$

Finalmente: $a = 1{,}50$

$b = 1{,}80$

EFICIENCIA DEL DISEÑO BLOQUES AL AZAR.

Steel y Torrie (1960), indican que en el diseño bloques al azar es posible calcular la eficiencia de este diseño con respecto al completamente al azar por medio de la ecuación:

$$\text{Efic.} = \frac{E_e(CA)}{E_e(BA)}$$

$$\text{y} \quad E_e(CA) = \frac{\eta_b E_b + (\eta_t + \eta_e) E_e}{\eta_b + \eta_t + \eta_e}$$

donde E_b y E_e cuadrados medios para bloques y error, η_b, η_t y η_e grados de libertad de bloques, tratamientos y error respectivamente. Cuando los grados de libertad del error, son menores a 20, es necesario hacer una corrección a la ecuación anterior, ésto se logra mediante la fracción $(\eta_1 + 1)(\eta_2 + 3)/(\eta_2 + 1)(\eta_1 + 3)$, donde η_1 y η_2 son los grados de libertad del error asociados a los diseños bloques al azar y al completamente al azar.

En nuestro ejemplo se tiene:

$$E_e(CA) = \frac{3 \times 0{,}0198 + 20 \times 0{,}0195}{3 + 5 + 15} = 0{,}0195$$

Usando la fracción, la eficiencia es:

$$\text{Efic.} = \frac{E_e(CA)}{E_e(BA)} \times \frac{(n_1 + 1)\ (n_2 + 3)}{(n_2 + 1)\ (n_1 + 3)}$$

$$= \frac{0{,}0195}{0{,}0195} \times \frac{(15 + 1)\ (18 + 3)}{(18 + 1)\ (15 + 3)} \times 100 = 98{,}25$$

En este caso, el diseño de bloques al azar es menos eficiente que en el completamente al azar. Es decir, aproximadamente 9 repeticiones en el diseño completamente al azar, son tan eficientes como 10 bloques en el diseño bloques al azar.

BLOQUES AL AZAR CON SUBMUESTREO

En ciertas condiciones de investigación agropecuaria, más de una observación por unidad experimental se considera en el ensayo; con frecuencia ocurre en especies menores: conejos, pollos, lechones donde por cada bloque y tratamiento se tengan 10 conejos o 20 pollos o 5 lechones. Igualmente ocurre en maíz, que el tamaño de parcela sea 3 x 10 y tomemos datos por replicación y tratamiento de 30 plantas. En estos casos es necesario distinguir entre el error experimental y el error de muestreo.

El modelo estadístico con igual número de observaciones por unidad experimental es:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} + \delta_{ijk} \qquad \begin{array}{l} i = 1,2,\ldots,t \\ j = 1,2,\ldots,r \\ k = 1,2,\ldots,s \end{array}$$

Los cómputos para el cálculo de las sumas de cuadrados, se expresan en la tabla siugiente:

Tabla del Análisis de Varianza

F. de V.	G.L.	S.C.
Bloques	r-1	$\sum_j Y^2_{.j.}/ts - Y^2_{...}/trs$
Tratamiento	t-1	$\sum$ ^{2} ^{2}
Error	(r-1)(t-1)	$\sum_{ij} Y^2_{ij.}/s - Y^2_{...}/rts - SCB - SCT$
Error de muestreo	rt(s-1)	DIFERENCIA
TOTAL	rts-1	$\sum_{ijk} Y^2_{ijk} - Y^2_{...}/rts$

En general, se espera que el error experimental sea mayor que el error de muestreo; es decir, la variación entre unidades experimentales se espera que sea mayor que la variación entre submuestras de la misma unidad (dentro de la unidad experimental).

ILUSTRACION NUMERICA DEL DISEÑO BLOQUES COMPLETOS AL AZAR CON SUBMUESTREO

Se usó el kutzú tropical en combinación con diferentes niveles de concentrado para la alimentación de cerdos en levante. El tratamiento uno recibió 100 de concentrado y los siguientes tres se les restringió el concentrado en 15%, 30% y 45% respectivamente. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones y tres animales por repetición. Los datos corresponden a incrementos de peso y son cortesía de la Dra. Sony Reza del Programa de Porcinos del ICA.

	Ración	I	II	III
1.	100% concentrado + kudzú	11.5 19.0 15.5	14.0 18.0 15.0	24.5 16.5 5.5
2.	85% concentrado + kudzú	21.5 22.5 17.5	23.0 11.8 22.5	17.0 17.5 21.5
3.	70% concentrado + kudzú	17.0 22.5 22.0	23.5 16.5 18.5	16.5 23.0
4.	55% concentrado + kudzú	27.6 19.0 14.0	34.5 22.5 9.5	22.5 26.5 18.5

Para el cálculo de las sumas de cuadrados se requiere de la siguiente tabla de totales:

Ración	I	II	III	TOTAL
1.	46.0	47.0	46.5	139.5
2.	61.5	57.3	56.0	174.8
3.	61.5	58.5	61.0	181.0
4.	60.6	66.5	67.5	194.6
TOTAL:	229.6	229.3	231.0	689.9

$$F.C. = \frac{689.9^2}{36} = 13221.17$$

$$S.C.TOTAL = 11.5^2 + \ldots + 18.5^2 - FC = 1032.58$$

$$S.C.REP. = \frac{229.6^2 + \ldots\ 231.0^2}{12} - F.C. = 0.14$$

$$S.C.RACION = \frac{139.5^2 + \ldots + 194.6^2}{9} - F.C. = 183.88$$

$$S.C.ERROR = \frac{46.0^2 + \ldots + 67.5^2}{3} - FC - SC.REP - S.C.TRAT. = 16.53$$

$$S.C.ERROR\ MUESTREO = S.C.TOT. - (S.C.REP.-S.C.RACION-S.C.ERROR) = 832.03$$

Con los cálculos anteriores se produce la tabla del análisis de varianza como sigue:

Tabla de Análisis de Varianza

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Repetición	2	0.14	0.07	0.02
Ración	3	183.88	61.29	22.20**
Error	6	16.53	2.76	
Error de muestreo	24	832.03	34.67	
TOTAL	35	1032.58		

$$C.V. = \frac{\sqrt{\text{CM Error}}}{\text{Promedio}} \times 100$$

$$= \frac{\sqrt{2.76}}{19.16} \times 100 = 8.66\%$$

Los promedios de cada ración son:

$\overline{X}_1 = 15.50$; $\overline{X}_2 = 19.42$

$\overline{X}_3 = 20.11$; $\overline{X}_4 = 21.62$

EJERCICIOS:

1. Los resultados corresponden a altura de planta en 7 materiales de sorgo, a los 10 días de plantado el experimento. El diseño correspondió a bloques completos al azar, el número de repeticiones fue de 4. Los datos son cortesía del Dr. Rafael Osorio, de su tesis de M.S.

No.	MATERIAL	I	II	III	IV
1.	ICA NATAIMA	8,4	9,1	7,6	8,7
2.	D-61	7,3	8,7	6,9	7,4
3.	MBS-10	9,6	8,8	8,3	9,1
4.	MBS-5	8,2	7,6	6,8	8,5
5.	ES-317	7,9	6,8	<u>7,7</u>	8,1
6.	SORGHICA	9,2	<u>8,9</u>	9,6	8,7
7.	TROPICAL-10	9,3	9,8	9,1	8,8

a. Ejecute la tabla del análisis de varianza.

b. Estime los promedios de cada material experimental

c. Calcule la eficiencia del diseño

d. Suponga que las parcelas subrayadas, se perdieron. Calculelas.

2. Los datos que se expresan corresponden a porcentaje de azucar en el tallo de los materiales anteriores y corresponden a la octava semana de sembrado el sorgo. El propósito es el conocer si los sorgos dulces son mas susceptibles al Diatrea sp.

No.	MATERIAL	I	II	III	IV
1.	ICA-NATAIMA	7,1	5,9	7,2	7,6
2.	D-61	7,0	5,8	6,4	5,7
3.	MBS-10	4,9	4,4	4,5	4,1
4.	MBS-5	9,0	8,8	9,0	8,7
5.	ES-317	4,5	4,3	4,0	4,6
6.	SORGHICA	6,2	6,6	6,0	5,3
7.	TROPICAL-10	5,1	3,5	4,8	3,4

a. Efectúe la tabla de análisis de variancia y obtenga conclusiones.

b. Estime los promedios para cada variedad ó híbrido.

c. Obtenga la eficiencia del diseño

d. Cada estudiante considere una parcela perdida y calculela.

3. Considere un experimento de 10 tratamientos y 5 replicaciones en el diseño experimental bloques completos al azar. Muestre un plan de la aleatorización de los tratamientos en las replicaciones.

4. La evaluación de siete variedades de fríjol, en el municipio de Taminango (Nariño) dió los siguientes resultados:

No.	VARIEDAD	I	II	III
1.	Línea ICA-22	1,9	3,5	1,9
2.	Línea ICA-23	1,7	3,5	1,8
3.	Línea ICA-24	2,5	2,7	1,8
4.	Diacol-Nima	1,1	2,1	1,3
5.	Diacol-Calima	2,7	2,1	1,7
6.	Diacol-Andino	1,4	1,7	1,5
7.	Regional-Lima	1,3	2,5	2,4

a. Efectúe la tabla del análisis de varianza

b. Estime el promedio de cada variedad o línea

c. Estime la eficiencia del diseño

5. Los datos que se expresan a continuación, corresponden a toneladas por hectárea de trigo (Bonza). El propósito fue de evaluar nueve métodos de control de malezas, el número de replicaciones fue de tres. El ensayo se realizó en Tangua-Nariño. Los datos son cortesía del Dr. Carlos Pantoja, al igual que los del problema anterior.

No.	METODO	I	II	III
1.	Afalón - Pree	5,5	4,5	2,3
2.	Afalón - Emer.	4,8	3,9	4,2
3.	Igram - 50	4,7	4,2	3,5
4.	Aretit - Pos.- 21	4,5	3,6	2,9
5.	Aretit - Emer.	4,6	4,9	4,1
6.	Aretit - Pos.-41	4,9	4,7	2,2
7.	Banvel + Afalón	4,9	4,9	3,8
8.	Banvel + Igram	4,7	4,1	3,3
9.	Testigo	3,6	4,0	3,0

a. Ejecute tabla del análisis de variancia.

b. Estime el efecto promedio de cada matamaleza.

c. Calcule la eficiencia del diseño.

d. Obtenga conclusiones de acuerdo a los resultados de los numerales anteriores.

6. Los datos que se expresan a continuación, corresponden a gramos por planta de la variedad de ajonjolí ICA-Ambalá. El propósito fue de evaluar el efecto del nitrógeno sobre la producción.

No.	NITROGENO	I	II	III	IV
1.	0	5,06	5,78	2,76	4,18
2.	28	6,96	6,49	5,50	6,35
3.	40	7,68	6,01	6,12	3,31
4.	52	5,22	5,14	4,22	5,40
5.	76	7,98	7,29	5,86	4,96
6.	40-Nitron 26	7,63	5,90	5,16	3,71
7.	40-Sulfato	9,56	7,08	6,65	7,03

a. Realice tabla del análisis de variancia

b. Estime los promedios de cada nivel de nitrógeno.

c. Calcule el porcentaje de cada tratamiento sobre el testigo.

d. Estime la eficiencia del diseño y el C.V.

7. En un estudio sobre crecimiento, desarrollo y adaptación de seis materiales de sorgo a las condiciones de los Llanos Orientales, se usó en diseño de bloques completos al azar con seis genotipos, 3 replicaciones y cinco plantas por replicación. Los datos que se expresan a continuación corresponden a longitud de la segunda hoja en la séptima semana de crecimiento y son cortesía de la Dra. Cecira Ramírez.

Genotipo	Replicaciones I		II		III	
1. IS8577	5.0	5.8	7.4	5.2	2.5	6.4
	4.7	4.1	5.6	5.0	4.9	5.9
	4.7		5.0		3.4	
2. ICA-Nataima	4.7	4.3	4.9	5.4	7.3	3.3
	4.0	3.6	4.4	5.6	5.4	3.7
	5.0		4.4		5.4	
3. 156-P5-SERERE 1	3.5	5.0	7.4	7.3	6.4	6.5
	5.1	4.2	6.1	5.9	6.1	5.9
	4.5		5.9		5.4	
4. MARTIN A	4.0	3.7	3.6	3.8	4.5	4.6
	3.0	3.5	4.0	3.8	2.9	3.6
	2.5		3.2		3.5	
5. SORGHICA NH301	3.7	4.2	3.2	4.5	4.4	5.2
	3.7	4.0	4.2	5.6	3.8	4.7
	4.1		5.5		4.8	
6. MN 4508	5.7	5.1	5.1	4.4	6.3	5.7
	6.1	4.5	6.1	5.6	4.6	5.6
	5.2		6.5		3.9	

a. Realice tabla del análisis de variancia
b. Estime los promedios de cada variedad
c. Estime la eficiencia del diseño y el C.V.

BIBLIOGRAFIA

1. CALZADA, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Jurídica. Lima, Perú.

2. COCHRAN, W. G. y G.M. COX. 1971. Diseños experimentales. Traducción Edit. Trillas. Mex. D.F.

3. STEEL, R.G.D y J.R. TORRIE. 1960. Principles and procedures of Statisticas. McHill. Company N.Y.

4. YATES, F. 1933. The analysis of replicated experiments when the field results incomplete. Empire J. Exp. Agr. 1:129-142.