

DISEÑO EXPERIMENTAL EN FRUTALES

Apuntes de las classes dictadas por el Dr. F. Pimentel Gomes durante el Primer Curso de Formación para Investigadores - 1961 -, recopilados por D. A. Bergna y W. J. Castelló (1)

CONSIDERACIONES GENERALES

Cuando se trabaja con plantas anuales o bienales se toman parcelas que incluyan muchas plantas, cuyo número no interesa porque es muy grande, y la variación genética influye poco en el error experimental.

No sucede lo mismo con plantas perennes, de grandes dimensiones, como son los frutales, en los cuales la variación genética o clonal es importante como asimismo el factor individual: cada árbol es diferente a los demás.

Cuando se hace el plan de un ensayo, p. ej. en bloques al azar, en un monte ya existente, hay que elegir árboles homogéneos para formar cada bloque. No interesa su posición dentro del campo; las parcelas pueden tener cualquier forma, lo importante es que dentro de ellas, y del bloque, los árboles sean homogéneos encuancto a variedad o clon (es preferible que provengan del mismo árbol madre), pié, edad, tamaño, (altura y diámetro del tronco) y producción.

A diferencia de las plantas anuales o bienales que producen una sola vez en su vida, los frutales lo hacen todos los años durante un lapso mas o menos largo, por lo tanto se debe trabajar durante varios años para obtener resultados valederos (p. ej., al comparar distintos sistemas de poda, abonos, etc. y su influencia sobre la producción). En plantas de producción continua, como el bananero, para el dato de la cosecha se puede sumar lo que produce en un periodo de 12 meses, por ejemplo.

Cuando se ensaya con fungicidas para comparar su efi-

(1) Se agradece a las Est. Mat. Srtas. Norma C. Pizarro y Elza Servy el haber corregido los originales.

cacia relativa, con un solo año sería suficiente, si es que las condiciones de trabajo, meteorológicas y de infestación han sido normales.

Los frutales tienden a dar cosechas alternadas, es decir, que el volúmen de la misma varía de un año al otro. Para eliminar este factor de variación es aconsejable agrupar los datos en bienios (totales de dos años consecutivos). P. ej.: si tenemos totales de 6 años, se consideran 3 bienios. Si son totales de 3 años, es preferible tomar un solo bienio, o hacer un año más de experiencia para completar dos.

NÚMERO DE PLANTAS POR PARCELA

En general, el número de plantas por parcela varía de 2 a 10; aunque pueden existir parcelas de un solo árbol.

La pérdida de árboles en estos ensayos es muy probable dado que ellos duran bastante tiempo y por lo mismo están más expuestos a accidentes, percances o enfermedades.

La proporción de los árboles perdidos no puede calcularse proporcionalmente, y debe darse toda la parcela por perdida. En caso contrario el análisis debe realizarse por covariancia, teniendo cuidado de que esas pérdidas no hayan sido provocadas por el mismo tratamiento.

Por esa razón a veces es conveniente hacer parcelas de una sola planta, pues en caso de pérdidas se desperdicia menos material. No se pueden hacer parcelas de 1 ó 2 árboles donde hay efecto de bordura.

NORMAS DE SELECCIÓN

Se recomienda hacer para cada árbol estas determinaciones adicionales: producción, calidad de la misma, diámetro del tronco, altura, vigor, crecimiento anual, pues tienen importancia para hacer los planes.

a) En general aunque se toma un número chico de plantas por parcela, éstas son grandes por el área que ocupan. Por ej., dos cocoteros ocupan 200m² de superficie; en cafetero cada uno ocupa de 8 a 15m². Son, como se ve, superficies relativamente grandes.

b) Como los ensayos son de larga duración, casi siempre

se pierde algún individuo, por lo que debe tenerse en cuenta, al elegir el planeo, la casi seguridad de pérdidas.

Deben evitarse ensayos complicados; el planeo se puede hacer completamente aleatorizado (si el material es homogéneo), en bloques al azar o en cuadrado latino.

c) Es preferible el uso del cuadrado latino, porque existe la posibilidad de hacer un ensayo distinto sobre el mismo diseño, sin que por ello se pierda ortogonalidad (p. ej.: sobre un diseño para un ensayo de sistemas de poda, hacer uno de fungicidas).

d) Para colecciones de variedades, se podría hacer la plantación para poder utilizarla en ensayos comparativos. En las colecciones usuales el número de plantas por variedad es pequeño para poder hacer esto, pero haciendo la colección con dos repeticiones como mínimo para cada variedad y distribuyéndolas al azar, luego se puede utilizar este material para ensayos de poda, fungicidas, insecticidas, etc.

Es indispensable hacer intervenir el azar para valorar el error experimental.

e) Grados de libertad del residual (error). Se trabaja con un material poco abundante por eso para aprovecharlo bien se debe hacer un plan previo del análisis antes de planear el ensayo, observando cuántos grados de libertad quedan para el residual (error) y el número total de parcelas.

Ejemplo : 3 tratamientos con 8 repeticiones en bloques al azar :

Fuentes de variación	Grados de libertad
Entre tratamientos	2
Entre repeticiones	7
Residual (error)	14
Total	23

En este caso quedan 14 grados de libertad para el residual, y el número de parcelas es 24 (3 tratamientos x 8 repeticiones).

Como regla general tiene que haber 20 parcelas y 10 grados de libertad para el residual (error) como mínimo. Debajo de estos valores la precisión del ensayo es generalmente insuficiente.

REPLICACIÓN DE LA EXPERIENCIA EN DISTINTOS LUGARES O AÑOS

Las repeticiones se pueden hacer en distintas localidades, pero entonces el ensayo es para la región comprendida por las mismas. Puede ser que un mismo frutal tratado 3 años seguidos con un mismo fungicida o insecticida, a la misma dosis, se considere como 3 repeticiones del ensayo.

ENSAYOS CON PRODUCTOS TERAPÉUTICOS

Para ensayos con insecticidas y fungicidas es importante asegurar la infestación del parásito (sobre todo en los primeros), por eso es conveniente dejar testigo para apreciar el grado de infestación, y tratar de que no queden aislados entre parcelas pulverizadas, pues estas últimas pueden actuar como barreras disminuyendo la intensidad del ataque.

DISEÑO

a) Completamente aleatorizado

Solamente se lo puede hacer cuando se dispone de material homogéneo para los factores citados anteriormente (variedad o clon, pié, edad, tamaño, producción, suelo, riego, etc.).

Con este tipo de ensayo se ganan grados de libertad para el residual (error) y por lo tanto, precisión. Ejemplo: Ensayo completamente aleatorizado del rendimiento de 5 variedades (cada una con 5 repeticiones; total: 25 parcelas).

Fuentes de variación	Grados de libertad
Entre variedades	4
Residual (error)	20
Total	24

b) En bloques al azar

Se eligen las plantas teniendo en cuenta las características antes apuntadas, guiándose por los datos de la cosecha anterior, de tal modo que resulten uniformes y homogéneas dentro del bloque.

Ejemplo: Ensayo comparativo de 3 tipos de poda (A, B y C), con 7 repeticiones (bloques).

Esquema del análisis de la variancia :

Fuentes de variación	Grados de libertad
Entre tipos de poda	2
Entre bloques	6
Residual (error)	12
Total	20

Para distribuir las parcelas dentro de los bloques se hace por sorteo (aleatorización). Por ejemplo, asignando a cada letra un número (A = 1; B = 2; C = 3), recorriendo la tabla de los números casuales o aleatorizados y anotándolos a medida que aparezcan.

Supongamos que hayan salido para el

Bloque	1 :	A	C	B
Bloque	2 :	B	C	A
Bloque	3 :	A	C	B
Bloque	4 :	B	A	C
Bloque	5 :	C	A	B
Bloque	6 :	B	A	C
Bloque	7 :	A	C	B

Ésta es la distribución de las parcelas dentro de los bloques.

Casos en que el material es escaso : Si el material disponible alcanzara solamente para hacer 6 repeticiones, tendríamos

Fuentes de variación	Grados de libertad
Entre tipos de poda	2
Entre bloques	5
Residual (error)	10
Total	17

Son pocas parcelas y grados de libertad para el error. Como no es posible hacer más repeticiones, una manera de aumentar los grados de libertad del residual (y por lo tanto la precisión), es poner dos parcelas de cada tratamiento en el mismo bloque (reunir dos bloques en uno solo).

Entonces el esquema quedaría así :

Fuentes de variación	Grados de libertad
Entre tipos de poda	2
Entre bloques	2
Residual (error)	13
Total	17

Se han ganado 3 grados de libertad para el error.

La distribución de parcelas dentro de cada bloque se hace también por sorteo :

Bloque 1: A B A C C B
 Bloque 2: B C B A C A
 Bloque 3: A A B C C B

Borduras : Cuando se presenta una hilera de frutales a lo largo de un bosque, carretera, etc.

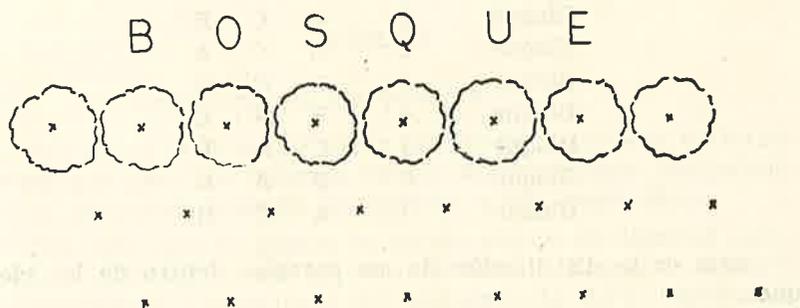


Fig. 1

en vez de eliminarlo, si hay material suficiente se puede hacer con ella un bloque completo, así se la aprovecha. Eso, siempre que el bosque, carretera, etc. sean uniformes, porque, si por ejemplo, la hilera estuviese a lo largo de un bosque y un potrero, esto no se puede hacer :

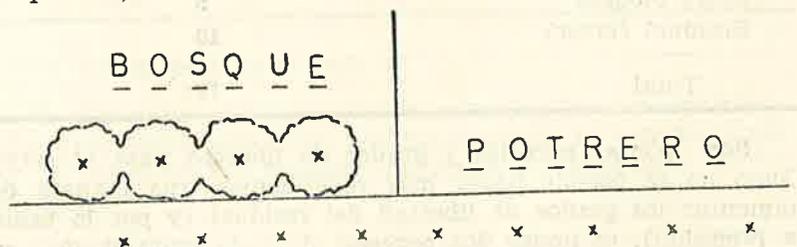


Fig. 2

c) En cuadrado latino

Es recomendable usar este diseño cuando hay que contrarrestar dos clases de variaciones (o una variación en dos sentidos).

El número de repeticiones es igual al de tratamientos. Cada fila y columna representa una repetición completa de todos los tratamientos, y en cada una de ellas, por consiguiente, no puede haber un mismo tratamiento dos veces, ni el mismo en dos parcelas seguidas.

Al llevarlo al campo deben recordarse las recomendaciones hechas para la selección de árboles homogéneos en el bloque y en la parcela, al igual que la forma de la misma. Por lo tanto en el campo, el ensayo no tiene, necesariamente, que representar en forma exacta un cuadrado o rectángulo.

Si se pierde alguna fila, columna o parcela, igual se puede hacer el análisis (si bien es más complicado) (ver PIMENTEL GOMES).

En las Tablas Estadísticas para Investigadores Científicos de FISHER & YATES, encontramos una colección de cuadrados latinos ortogonales de 3 x 3, 4 x 4, 5 x 5, etc.

El primero, es generalmente muy chico y conviene tomar dos cuadrados latinos si se lo elige. El de 4 x 4 también es un poco chico. Los cuadrados latinos que más se usan son los de 5 x 5, 6 x 6, 7 x 7 y 8 x 8.

Una vez elegido, hay que aleatorizarlo. Para ello se sortean primero las filas y luego las columnas, a fin de cambiar el orden de las mismas. Ejemplo: Supongamos que se haya elegido el siguiente (de 4 x 4) :

N.os de sorteo

3	1	2	3	4
1	2	1	4	3
4	3	4	1	2
2	4	3	2	1

Sorteamos las filas (con la tabla de los números casuales, por ejemplo) y supongamos que hayan salido estos números : 3, 1, 4, 2.

Se colocan al lado de cada fila, y ése va a ser el orden de las mismas :

	2	1	4	3
	4	3	2	1
	1	2	3	4
	3	4	1	2
N.os de sorteo	1	4	3	2

Ahora, en la misma forma, se sortean las columnas: salieron estos números : 1, 4, 2, 3.

Ordenándolas con estos números tenemos :

2	3	4	1
4	1	2	3
1	4	3	2
3	2	1	4

Este último es el cuadrado latino aleatorizado que se usa para el ensayo. Cuando se trabaja con este diseño siempre hay que mencionar el cuadrado latino original y el procedimiento de aleatorización, anotando los números de sorteo de filas y columnas.

Supongamos que se hace un ensayo con 4 variedades (representadas por los números) y 4 tipos de poda (representadas por figuras geométricas). Una variedad y un tipo de poda se toman como testigo.

Tipos de poda : figuras geométricas (representados por las columnas) :

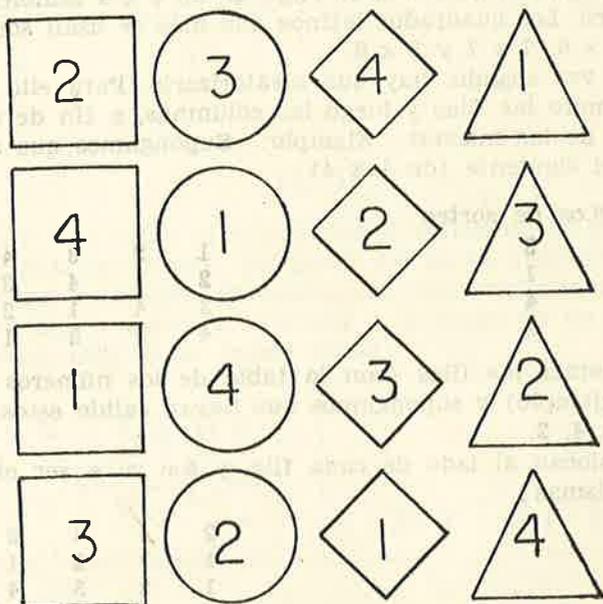


Fig. 3

Análisis de la variancia

Fuentes de variación	Grados de libertad
Entre filas (bloques)	3
Entre columnas (tipos de poda)	3
Entre variedades	3
Residual (error)	6
Total	15

Si hubiéramos elegido un cuadrado latino de 5 x 5 tendríamos el esquema siguiente :

Fuentes de variación	Grados de libertad
Entre filas (bloques)	4
Entre columnas (tipos de poda)	4
Entre variedades	4
Residual (error)	12
Total	24

La precisión es mayor. Satisface el mínimo exigido, por regla general, para número de parcelas y grado de libertad del residual.

d) En cuadrado greco-latino

Supongamos que sobre el diseño anterior de 4 x 4, al año siguiente se agregue un ensayo de abonos :

- 1 : Testigo (1)
- 2 : Nitrógeno (N)
- 3 : Fósforo (P)
- 4 : Nitrógeno más Fósforo (N P)

Hay que elegir un nuevo cuadrado latino ortogonal al anterior, es decir, que cumpla con la condición de que cada tipo de abono aparezca una vez en cada fila, en cada columna, y una vez con cada una de las variedades.

Se vá a las tablas de FISHER & YATES y se busca uno que cumpla con esta condición (Tabla XVI). Supongamos éste:

1	2	3	4
3	4	1	2
4	3	2	1
2	1	4	3

Lo aleatorizamos igual que el anterior (usando los mismos números de sorteo para filas y columnas):

Cambio de filas :

3	4	1	2
2	1	4	3
1	2	3	4
4	3	2	1

Cambio de columnas :

3	2	1	4
2	3	4	1
1	4	3	2
4	1	2	3

Cada número representa un tratamiento de abono según lo especificado más arriba. Este diseño, en cuadrado latino ortogonal y aleatorizado en la misma forma que el primero, se aplica (o superpone) sobre éste, obteniéndose un cuadrado greco-latino :

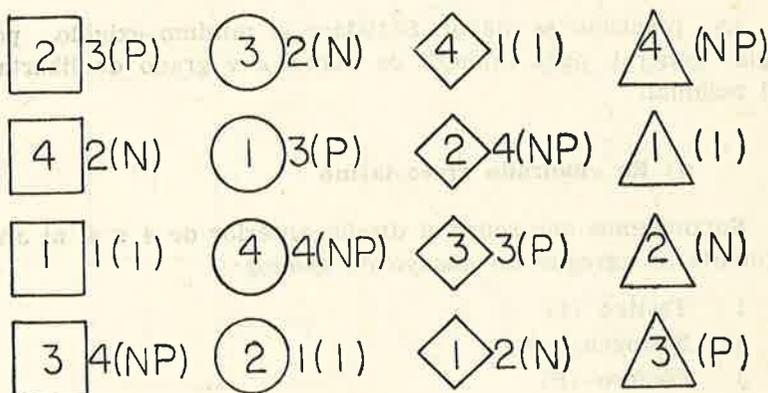


Fig. 4

Como se puede apreciar, cada tratamiento de abono (p. ej. N) aparece una sola vez con cada fila, con cada columna (tipo de poda) y también con cada una de las variedades o sea

que los distintos tipos de abono están en equilibrio con los demás factores.

Análisis de la variancia :

Fuentes de variación	Grados de libertad
Entre filas (bloques)	3
Entre columnas (tipos de poda)	3
Entre variedades	3
Entre tipos de abono	3
Residual (error)	3
Total	15

Los grados de libertad para el error y el número de parcelas son muy bajos. Si hubiéramos elegido un cuadrado latino de 5 x 5 el cuadro de análisis de la variancia sería :

Fuentes de variación	Grados de libertad
Entre filas (bloques)	4
Entre columnas (tipos de poda)	4
Entre variedades	4
Entre tipos de abono	4
Residual (error)	8
Total	24

El ensayo es más preciso, pues se aumenta el número de grados de libertad para el residual (error).

De los cuadrados latinos más comunes, esto es, de 3 x 3 hasta 9 x 9, sólo para el 6 x 6 no hay ortogonalidad.

EJEMPLO DE UN ENSAYO DE RENDIMIENTO

Rendimiento en kg./ parcela de 4 variedades de cafetero: Nacional, Amarillo, Botucatu, Bourbon y Maragogipe.

Se poseen datos de 6 cosechas, lo que equivale a 3 bienios. Se ha diseñado en bloques al azar, haciéndose 5 repeticiones (bloques).

(Coeficientes para el cálculo del efecto lineal)

	— 1	0	1		
Bienios	1935 - 36	1937-38	1939 - 40	Totales de los 3 bienios	Efecto lineal
Variedades					
Nacional	71,2	148,5	154,7	374,4	83,5
	75,6	159,3	157,3	392,2	81,7
	82,7	209,8	163,0	455,5	80,3
	77,6	252,7	218,1	548,4	140,5
	90,3	233,4	192,0	515,7	101,7
Amarillo Botucatu	81,2	164,9	157,3	403,4	76,1
	80,6	169,6	154,8	405,0	74,2
	75,3	209,8	172,5	457,6	97,2
	69,4	233,4	167,1	469,9	97,7
	81,0	249,3	189,9	520,2	108,9
Bourbon	96,3	206,1	219,1	521,5	122,8
	102,8	244,2	260,2	607,2	157,4
	98,8	294,7	314,7	708,2	215,9
	92,0	312,7	280,0	684,7	188,0
	90,1	350,3	290,7	731,1	200,6
Maragogipe	24,2	112,2	175,5	310,0	151,3
	25,5	134,7	185,2	345,4	159,7
	24,0	172,9	220,5	417,4	196,5
	22,5	168,6	210,4	401,5	187,9
	21,8	170,0	211,9	403,7	190,1

Hacemos el análisis de la variancia con los totales de los 3 bienios :

Totales de los 3 bienios (en kg./ parcela)

Variedades	Nacional	Amarillo Botucatu	Bourbon	Maragogipe	Totales de bloques
	374,4	403,4	521,5	310,9	1610,2
	392,2	405,0	607,2	345,4	1749,8
	455,5	457,6	708,2	417,4	2038,7
	548,4	469,6	684,7	401,5	2104,5
	515,7	520,2	731,1	403,7	2170,7
Totales de variedades	2,286,2	2,256,1	3252,7	1878,9	9673,9
Médias de variedades	475,2	451,2	650,5	375,8	

Análisis de la variancia

Fuentes de variacion	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Entre bloques	4	57.879,46	14,469,86	14,42 **
Entre varied.	3	206.851,47	68.950,49	68,73 **
Res. (error)	12	12.038,08	1.003,17	
Total	19	276.769,01		

F (3,12) 5% = 3,49 F (4,12) 5% = 3,26
 1% = 5,95 1% = 5,41

La F entre variedades es muy significativa, lo que quiere decir que hay por lo menos una variedad que difiere notablemente de las demás.

Cuando se obtiene una diferencia significativa o muy significativa (como en este caso) conviene hacer la prueba de Tukey, de comparación entre medias :

Δ 5% = diferencia mínima significativa al nivel del 5%
 q 5% = valor que se busca en tables con :

- número de variedades (o tratamientos) (4)
- grados de libertad del residual (12)

$s = \sqrt{\text{Cuadrado medio del residual}}$

r = número de repeticiones

$$\Delta 5\% = q 5\% \frac{s}{\sqrt{r}} = 4,20 \frac{\sqrt{1.003,17}}{\sqrt{5}} = 59,7$$

Se escriben las medias de las variedades en orden, de mayor a menor :

Bourbon	650,5 kg./parcela
Nacional	457,2 kg./parcela
Amarillo Botucatu	449,2 kg./parcela
Maragogipe	375,8 kg./parcela

De la media mayor se resta la que sigue :

$$\begin{array}{r} 650,5 \\ - 457,2 \\ \hline 193,3 \end{array}$$

Este valor es mayor que 59,7 (diferencia mínima significativa indicada por Tukey). Luego la media de la variedad Bourbon difiere significativamente, al nivel del 5%, de todas las demás pues las otras tres tienen con respecto a Bourbon una diferencia mayor que la indicada por la prueba de Tukey.

Procedemos igual con las demás medias :

$$\begin{array}{r} 457,2 \\ - 449,2 \\ \hline 8,0 \end{array}$$

Es menor que 59,7, por lo tanto las medias de las variedades Nacional y Amarillo Botucatu no difieren significativamente.

$$\begin{array}{r} 457,2 \\ - 375,8 \\ \hline 81,4 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 449,2 \\ - 375,8 \\ \hline 73,4 \end{array}$$

Ambos valores son mayores que la diferencia mínima significativa al 5%, por lo tanto las medias de las variedades Nacional y Amarillo Botucatu difieren significativamente de Maragogipe, a ese nivel. Se acostumbra a unir con una línea a las variedades cuya diferencia entre medias es menor que la diferencia mínima significativa.

Se distribuyen, pues, en 3 grupos de producción :

- 1) de gran producción : Bourbon
- 2) de producción media : Nacional y Amarillo Botucatu
- 3) de poca producción : Maragogipe.

Cálculo del efecto lineal

En este caso la variedad Maragogipe en el primer bienio produjo poco, y luego fué aumentando la producción hasta emparejar a las demás. Esto es una característica que se debe tener en cuenta, pues suele ser importante en el comportamiento de los frutales.

Para medir este factor, se recurre al cálculo del efecto lineal. Se puede aplicar sólo en casos como el presente, en que los espaciamentos entre bienios son iguales.

En las Tablas Estadísticas de FISHER & YATES (pág. 88). Tabla XXIII, Polinomios Ortogonales, se buscan los coeficientes para efecto lineal ξ_1^1 ; en este caso, para 3 bienios son :
— 1, 0 y 1.

Se escriben sobre las columnas de los tres bienios (ver primer cuadro). Luego se multiplican los valores de los respectivos bienios por el coeficiente correspondiente, y se suman algebraicamente, obteniéndose el efecto lineal para cada repetición de cada una de las variedades:

71,2. (-1) + 148,5. (0) + 154,7. (1) = - 71,2 + 154,7 = 83,5
 75,6. (-1) + 159,3. (0) + 157,3. (1) = - 75,6 + 157,3 = 81,7
 y así sucesivamente.

Luego se analizan estos valores en la misma forma que antes:

Efecto lineal

Variedades	Nacional	Amarillo Botucatu	Bourbon	Maragogipe	Totales de bloques
	83,5	76,1	122,8	151,3	433,7
	81,7	74,2	157,4	159,7	473,0
	80,3	97,2	215,9	196,5	589,9
	140,5	97,7	188,0	187,9	614,1
	101,7	108,9	200,6	190,1	601,3
Totales de variedades	487,7	454,1	884,7	885,5	2712,0
Medias de variedades	97,5	90,8	176,9	177,1	

Análisis de la variancia

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Entre bloques	4	6.874,6		
Entre variedades	3	34.425,03	11.475,01	36,38**
Residual (error)	12	3.785,28	315,44	
Total	19	45.084,63		

F (3,12) 5% = 3,49

F (4,12) 5% = 3,26

1% = 5,95

1% = 5,41

La diferencia entre variedades es altamente significativa, luego hacemosla:

Prueba de Tukey:

$$\Delta 5\% = q5\% \frac{s}{\sqrt{r}} \quad \begin{array}{l} 4 \text{ variedades} \\ 12 \text{ tratamientos} \end{array} = 4,20$$

$$\Delta 5\% = 4,20 \frac{\sqrt{315,44}}{\sqrt{5}} = 33,35$$

Ordenando las medias del efecto lineal tenemos:

Maragogipe	177,1			
Bourbon	176,9			
Nacional	97,5			
Amarillo Botucatu	90,8			
	177,1	176,9	97,5	90,8
	— 176,9	— 97,5	— 97,5	— 90,8
	0,2 < 33,35	79,6 > 33,35	79,4 > 33,35	6,7 < 33,35

Los dos primeros (Maragogipe y Bourbon) aumentaron mucho su rendimiento a través de los 3 bienios, y los otros dos aumentaron poco a través de los mismos. Como conclusión final podemos decir que la variedad Bourbon es la mejor pues además de haber dado el mayor rendimiento medio (650,5 kg/parcela) fué aumentando el mismo, a través de los bienios, en buena forma.

La variedad Maragogipe tuvo un rendimiento medio bastante bajo, pero lo fué incrementando mucho a través de los bienios.

Nacional y Amarillo Botucatu tuvieron un rendimiento mediano, y aumentaron poco su producción a través de los bienios.

Como se vé, con el cálculo del efecto lineal se puede apreciar en qué forma varía el rendimiento a través de los bienios.

ENSAYOS DE DISTANCIAMIENTO ENTRE PLANTAS

Debemos planear parcelas de superficie uniforme, o que lo sean lo más posible. Ejemplo:

Distancia	Parcelas de	Superficie de la parcela
1) 6m. x 5m. = 30m ²	6 árboles	180m ²
2) 6m. x 6m. = 36m ²	5 árboles	180m ²
3) 6m. x 8m. = 48m ²	4 árboles	192m ²
4) 8m. x 8m. = 64m ²	3 árboles	192m ²

A medida que la distancia es mayor, hay que tomar un número menor de árboles por parcela (en 8 m. x 8 m. se tomaron 3 árboles en lugar de 4, 5 ó 6; la superficie no es igual que para las demás distancias, pero la diferencia es pequeña). Para hacer este cálculo es conveniente tomar la superficie mayor y luego calcular las otras variando el número de árboles.

En estos ensayos es mejor dar los resultados en renta por área y nó por frutal, pues el valor de la tierra, sobre todo en zonas de regadío, es mas digno de tener en consideración que el de estos últimos, aunque podrian darse casos en que sucediera a la inversa.

Con cada uno de los distintos distanciamientos se obtuvieron estos resultados de cosecha :

(en kgs./parcelas)	Parcelas de	Superficie	Cosecha
1) 6m. x 5m. = 30m ²	6 árboles	180m ²	250 kg.
2) 6m. x 6m. = 36m ²	5 árboles	180m ²	300 kg.
3) 6m. x 8m. = 48m ²	4 árboles	192m ²	200 kg.
4) 8m. x 8m. = 64m ²	3 árboles	192m ²	180 kg.

Llevando estos valores a kg./hectárea (para reducirlos a la misma área), tenemos :

Producción por hectárea

1) 6m. x 5m.	13.889 kg.
2) 6m. x 6m.	16.667 kg.
3) 6m. x 8m.	10.417 kg.
4) 8m. x 8m.	9.375 kg.

Luego, se analizan estos valores.

Efecto de vecindad

En ensayos de este tipo vamos a encontrar problemas de esta índole; en esos casos las plantas en cuestión se desechan como bordura.

Ejemplo: Probar los siguientes espaciamentos :

	4m.
6m. x	6m.
	8m.

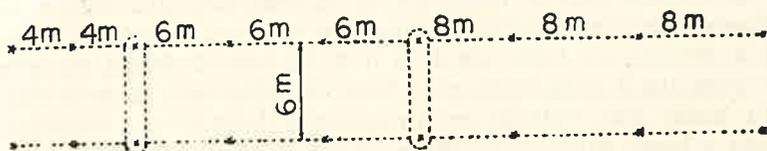


Fig. 5

Se eliminan estos árboles pues están influenciados por dos distancias diferentes (bordura simple).

También se puede hacer el diseño eliminando 2 plantas entre parcelas (bordura completa):

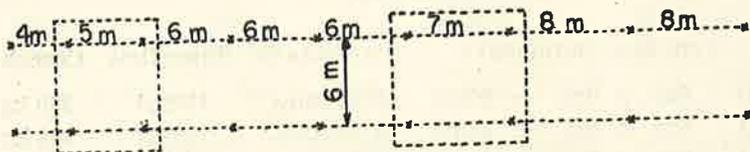


Fig. 6

BIBLIOGRAFIA

- FISHER, R. A. & F. YATES, 1943 — Statistical tables for biological, agricultural and medical research, Oliver and Boyd, Londres.
- PEARCE, S. C., 1953 — Field Experimentation with fruit trees and other perennial plants, Commonwealth Agricultural Bureaux, Inglaterra.
- PIMENTEL GOMES, F., 1960 — Curso de Estatística Experimental, Piracicaba.