

12.— Se está estudiando la influencia del nivel de riego y del tipo de fertilizante sobre el crecimiento de cierto tipo de arbustos al finalizar su primer año de vida. Se anota la altura alcanzada por 4 arbustos sometidos a un nivel bajo de riego, de otros 4 arbustos sometidos a un nivel moderado de riego, y de otros 4 con un alto nivel de riego. La mitad de los arbustos de cada grupo han sido fertilizados con una mezcla de guano de pollo y cascarilla de arroz, mientras que la otra mitad han sido fertilizados con una mezcla de guano de vacuno y serrín de pino. Se muestra a continuación una parte de los resultados obtenidos al analizar los datos con la ayuda de SPSS:

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Altura alcanzada

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	300,500 ^a	3	100,167	111,814	,000
Intersección	3008,333	1	3008,333	3358,140	,000
Riego	300,167	2	150,083	167,535	,000
Fertilizante	,333	1	,333	,372	,559
Error	7,167	8	,896		
Total	3316,000	12			
Total corregida	307,667	11			

Comparaciones múltiples

Altura alcanzada
Bonferroni

(I) Nivel de riego	(J) Nivel de riego	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Nivel bajo de riego	Nivel moderado de riego	-6,00*	,669	,000	-8,02	-3,98
	Nivel alto de riego	-12,25*	,669	,000	-14,27	-10,23
Nivel moderado de riego	Nivel bajo de riego	6,00*	,669	,000	3,98	8,02
	Nivel alto de riego	-6,25*	,669	,000	-8,27	-4,23
Nivel alto de riego	Nivel bajo de riego	12,25*	,669	,000	10,23	14,27
	Nivel moderado de riego	6,25*	,669	,000	4,23	8,27

Basadas en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática(Error) = ,896.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

a.— Plantear con detalle todos los elementos e hipótesis del modelo de diseño de experimentos que se ha empleado.

RESPUESTA:

Análisis de la varianza de dos factores sin interacción. En cada posible combinación de niveles se han realizado *dos* réplicas.

Modelo: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + U_{ijk}$ (linealidad)

$$\sum_i \alpha_i = 0 \quad \sum_j \beta_j = 0$$

Normalidad y homocedasticidad: $U_{ijk} \sim N(0, \sigma)$.

Independencia de las variables Y_{ijk} .

b.— La mezcla que se ha utilizado como fertilizante, ¿influye sobre el crecimiento de los arbustos al nivel de significación del 5 %? En caso afirmativo, ¿entre qué mezclas de fertilizante encontramos diferencias significativas? Contestar razonadamente a partir de los resultados mostrados, al nivel de significación conjunto del 5 %.

RESPUESTA:

Se observa que el p -valor del estadístico F correspondiente al fertilizante es 0,559 y por tanto no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias.

c.— El nivel de riego, ¿influye sobre el crecimiento de los arbustos al nivel de significación del 5 %? En caso afirmativo, ¿entre qué niveles de riego encontramos diferencias significativas? Contestar razonadamente a partir de los resultados mostrados, al nivel de significación conjunto del 5 %.

RESPUESTA:

El p -valor del estadístico F correspondiente al nivel de riego es menor que 0,0005 (en la tabla se lee ,000) por tanto al nivel de significación $\alpha = 0,05$ se rechaza la igualdad de medias de crecimiento para distintos niveles de riego. Conclusión: al menos dos de los niveles de riego dan medias de crecimiento distintas.

La tabla de comparaciones de medias por el método de Bonferroni muestra que las tres medias de medias de crecimiento son, comparadas dos a dos, significativamente distintas, con nivel de significación conjunto $\alpha = 0,05$.

d.— A partir de lo obtenido en los apartados anteriores, simplificar el modelo si se considera adecuado (explicando la razón) y obtener la nueva tabla ANOVA. Sacar las conclusiones pertinentes a partir de esta nueva tabla (al 5 %).

RESPUESTA:

Si se sabe a priori que el fertilizante no influye en la media, se pueden analizar los datos con un análisis de la varianza de un factor («nivel de riego»). La tabla ANOVA correspondiente se obtendría a partir de la tabla ANOVA dada pasando al error la suma de cuadrados explicada por el factor «fertilizante» (así como sus grados de libertad). Resulta entonces:

Origen	SC	gl	MC	F	$F_{2,9;0,05}$
Riego	300,167	2	150,083	180,1	4,256
Error	7,500	9	0,833		
Total	307,667	11			

Dado que $180,1 \gg 4,256$ se rechaza (no podía ser de otra forma) la hipótesis nula de igualdad de medias.