

## ESTUDIO DE LAS RELACIONES ENTRE DISTINTAS VARIABLES CLIMATICAS, EN EL MES DE AGOSTO, PARA UNA ESTACION METEOROLOGICA DE LA COSTA MEDITERRANEA (CADIZ)

por J. M. Recio Espejo\*  
J. L. Tirado Coello\*\*

### INTRODUCCION

En el presente trabajo se han llevado a cabo la aplicación de varios métodos de análisis multivariante al estudio de la agrupación e interdependencia entre algunos datos meteorológicos registrados para el mes de agosto, durante el período 1970-80 en una estación situada en la costa mediterránea de la provincia de Cádiz ( $36^{\circ} 17', 05'' 18'$ ).

Es muy extensa la bibliografía existente sobre análisis factorial aplicado a variables climatológicas (González Bernáldez, 1970; Escudero, 1979), aunque su aplicación suele realizarse para series anuales completas. El contemplar este análisis desde el punto de vista de su aplicación a los datos obtenidos para un mes aislado, durante un cierto período de años, puede permitirnos aumentar la resolución del estudio en dicho intervalo.

Un método de gran desarrollo en la actualidad en las ciencias que pretenden una clasificación sistematizada, es el de las clasificaciones numéricas, realizadas principalmente mediante el análisis de "clusters" (Grujter, 1977). En el trabajo que nos ocupa, la clasificación numérica se ha realizado entre los días del mes de agosto en el período citado; los resultados se han comparado con los del análisis factorial y completado mediante el cálculo de una función discriminante.

### Material y métodos

Se ha dispuesto de los datos diarios suministrados por la estación meteorológica y mes del año, antes citados, correspondientes a siete variables (temperatura máxima, temp. mínima, temp. media, oscilación térmica, horas de sol, humedad relativa y evaporación) durante el período 1970-80. En la tabla 1 se recoge la media mensual, para cada variable, en el intervalo de años estudiado.

Tabla 1: Medias de las variables climatológicas empleadas para el mes de agosto (1970-80)

Número	Variable	Media
1	Temp. máxima media	29,98 °C
2	Temp. mínima media	17,21 °C
3	Temp. media	24,25 °C
4	Oscilación térmica	11,00 °C
5	Horas de sol	9,65 h
6	Humedad relativa	74,27 %
7	Evaporación	5,11 mm

Para el análisis factorial se siguió el método de los factores principales (Harman, 1980), haciendo uso de una subrutina Jacobi para la diagonalización de la matriz de correlaciones y puntuando los factores siguiendo los criterios de Kaiser (1962).

En el análisis de clusters, se partió de la matriz de distancias entre los 31 días, obteniéndose el dendograma completo. Entre dos grupos de días significativamente diferenciados por el análisis anterior, se obtuvo la función polinomial que establece la discriminación entre ambos.

\* Cátedra de Geología-Edafología.

\*\* Dpto. de Química Agrícola.

Facultad de Ciencias. Universidad de Córdoba.

## Resultados y discusión

En la matriz de correlaciones obtenida, se recogieron once coeficientes  $r$  de Pearson significativos al 99,9 %, cuyas ecuaciones lineales de regresión se presentan en la tabla 2, las  $r$  no significativas (cinco en total) representan principalmente las correlaciones en que intervienen las variables 2 y 5.

Tabla 2: Ecuaciones lineales de regresión, significativas al 99,9 %, entre las variables estudiadas

Variabes	$r$	$a$	$b$
1 y 3	0,925	6,06	0,62
1 y 4	0,834	-12,05	0,77
1 y 6	-0,810	161,33	-2,91
1 y 7	0,663	-15,60	0,69
2 y 3	0,731	7,95	0,87
3 y 6	-0,744	172,51	-4,01
3 y 7	0,598	-17,82	0,94
4 y 6	-0,682	103,27	-2,66
4 y 7	0,574	-2,00	0,65
5 y 6	-0,590	106,09	-3,32
7 y 6	-0,627	85,16	-2,15
$x$ $y$		$y = a + bx$	

De la diagonalización de esta matriz se obtuvieron los resultados de la tabla 3. En ella puede apreciarse que el primer factor resume el 61,42 % de la varianza, que los factores II y III explican más del 10 %, y que los demás poseen autovalores muy por debajo de éstos, representando sólo el 7,95 % de la varianza total. El estudio se centró por tanto en los tres primeros factores, cuyas componentes se presentan en la tabla 4. A la vista de esta tabla puede apreciarse la pertenencia de todas las variables salvo 2 y 5, casi exclusivamente al factor I; frente a esto, el factor II parece estar compuesto por la variable 2, y el factor III por la 5. Este hecho está de acuerdo con los valores de 4 encontrados para estas dos variables.

Cabe resaltar que en el factor I la sexta componente es negativa, lo cual indica que la humedad mantiene unas correlaciones de signo opuesto a las de las restantes variables características del factor.

Tabla 3: Autovalores y porcentajes de varianza explicada por los cinco primeros factores obtenidos

Factor	Autovalor	% Var. explicada	% acum.
I	4,299	61,42	61,42
II	1,275	18,21	79,63
III	0,869	12,41	92,05
IV	0,357	5,11	97,15
V	0,199	2,84	99,99

Tabla 4: Componentes de los tres factores estudiados

Factor:		I	II	III
Componente	1	.971	-.041	-.055
	2	.456	.884	.032
	3	.923	.340	-.028
	4	.773	-.581	-.079
	5	.597	-.142	.744
	6	.898	.096	-.087
	7	.727	-.090	-.545

Los resultados hasta ahora comentados permiten independizar el estudio de las variables 2 y 5, mientras que la información contenida en las restantes puede quedar perfectamente explicada mediante el factor T.

En la figura I, se representan las puntuaciones según Kaiser de dicho primer factor para las medias de cada una de las variables para los treinta y un días del mes de agosto. Pueden apreciarse grandes fluctuaciones en dicha representación, con numerosos máximos y mínimos, entre los que destacan los máximos correspondientes a los días 1, 3, 7, 9, 15, 16 y 26; junto a éstos tienen también una puntuación mayor que cero, los días 5, 6, 8, 17, 21, 22, 23 y 25.

En las figuras II y III, se representan las temperaturas mínimas y horas de sol medias para cada día del mes. En estas variables se observan grandes fluctuaciones, si bien con una lógica tendencia a disminuir a lo largo del mes, y con un máximo para los días 15 y 16, comparable al que presentaban en la figura I.

Para el análisis de clusters se utilizaron las medias correspondientes a las siete variables para cada día del mes. A partir de estos últimos se fue

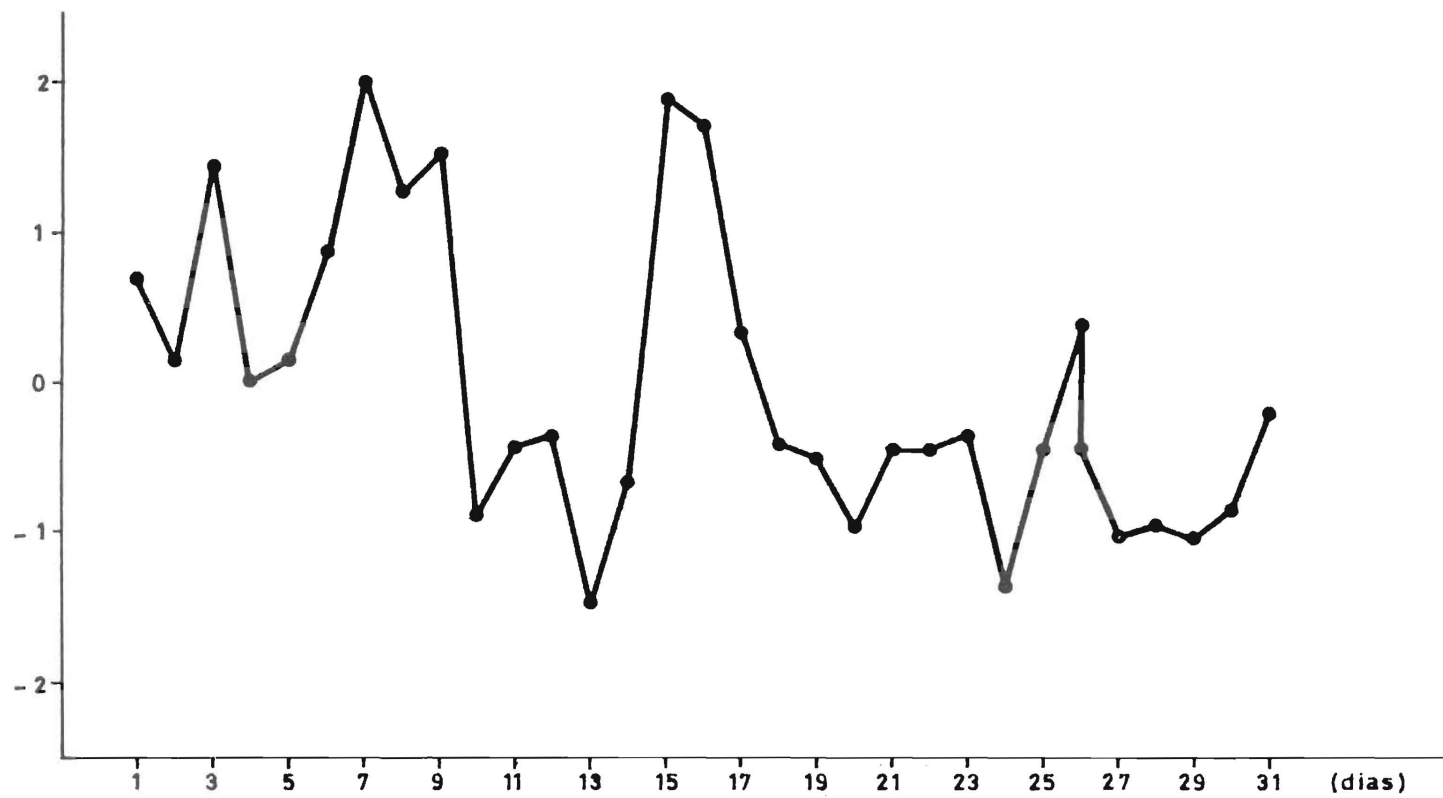


Figura I.—Puntuaciones del factor I.

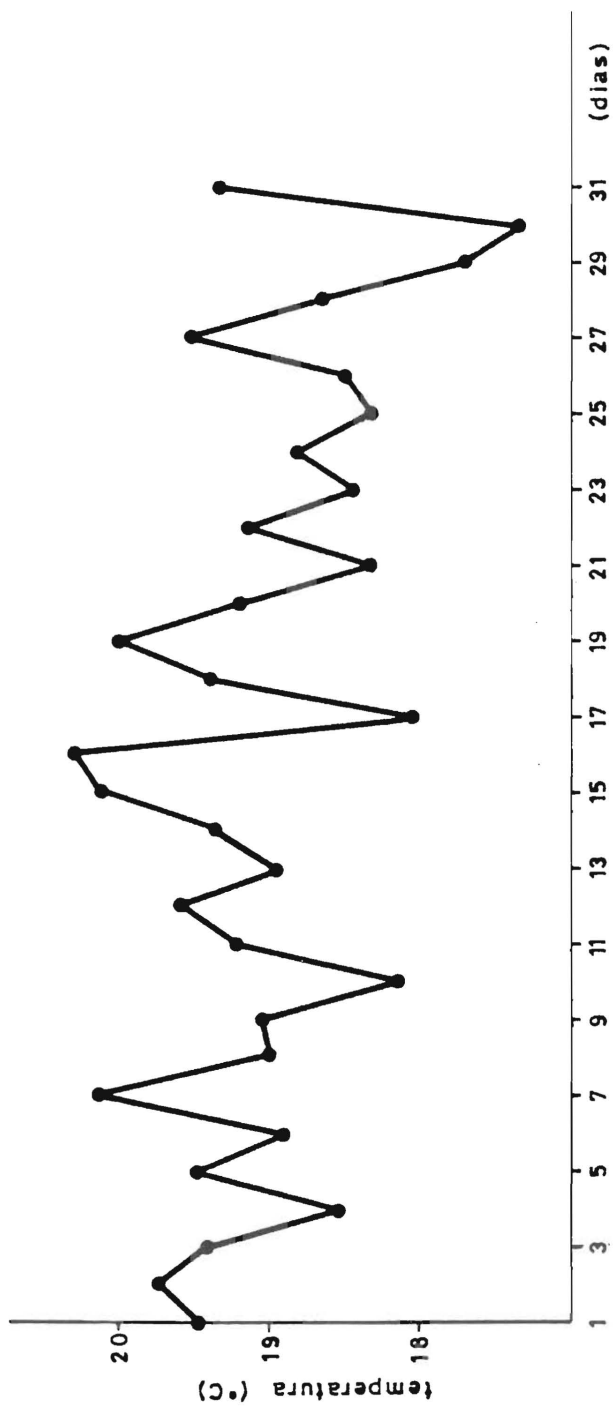


Figura II.—Variación de la temperatura mínima.

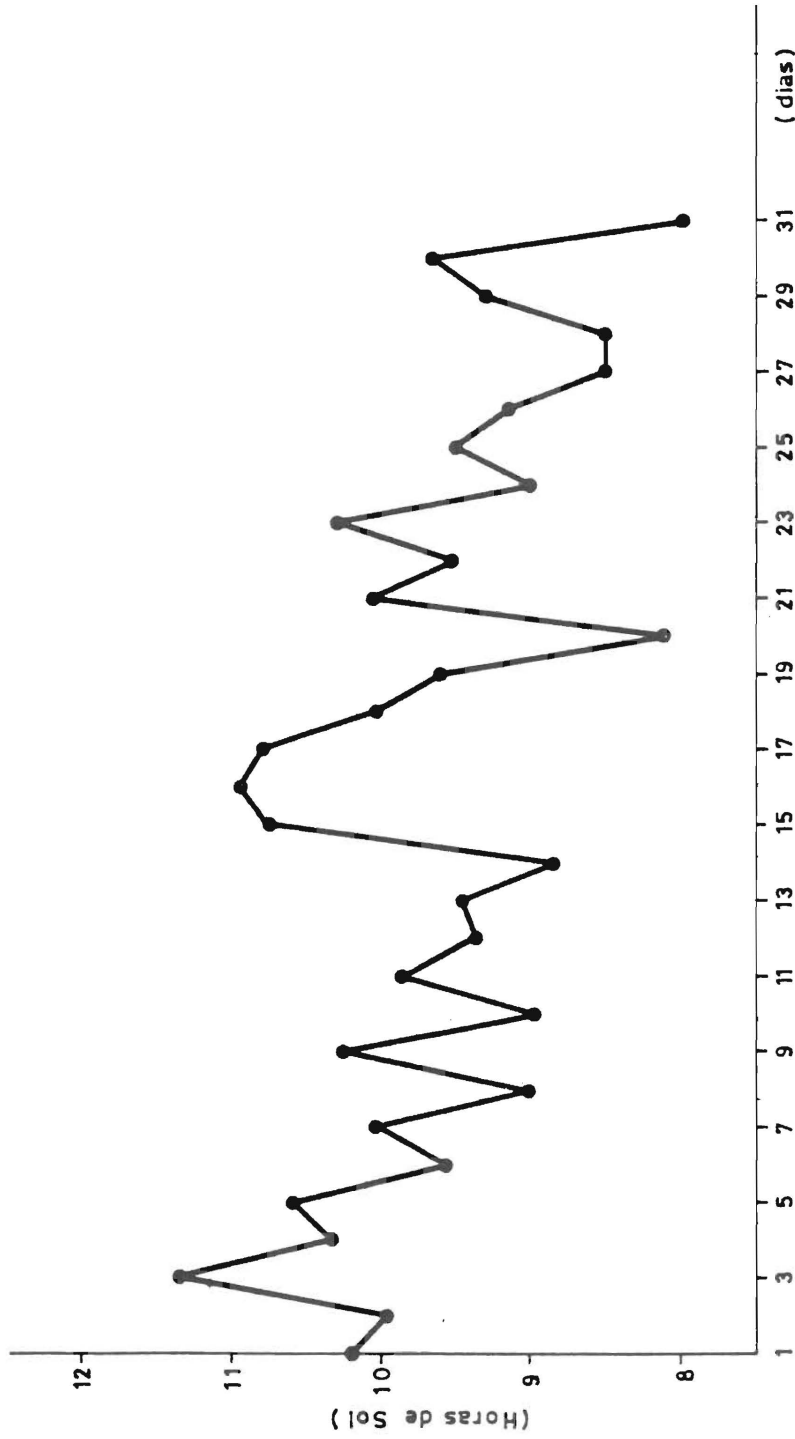


Figura III.—Variación de las horas de Sol.

construyendo el dendograma que presenta la figura IV.

En dicha figura se aprecia la proximidad existente entre los días pertenecientes a los dos clusters mayores (el primero de ellos contiene los días 1, 3, 6, 7, 8, 9, 15, 16 y 26 y el segundo los restantes). Sin embargo, puede señalarse que el día 31 se une al segundo con una distancia superior a las de los restantes del cluster (1,15). Este hecho causa una menor diferenciación de los dos grupos.

La comparación de estos datos con los del análisis factorial confirman la separación entre los dos grupos. Así, los del primero poseen una puntuación del factor I superior a 0,4; el día 31, aunque tiende a ser un máximo en el factor I, tiene una puntuación menor que cero; todo esto está de acuerdo con lo anteriormente señalado.

Por último, la separación se completó con el cálculo de una función discriminante; dicha función queda expresada por:

$$y = 153,8x_1 + 0,61x_2 - 149,3x_3 - 73,47x_4 - 2,7x_5 - 1,26x_6 - 0,38x_7$$

El punto medio entre grupos corresponde a un valor de la función  $y = 37$ , y la distancia de Mahalanobis  $D^2 = 21,74$ . Puede señalarse que para cualquier día del mes, al sustituir los valores de las variables en la ecuación anterior, si el valor de  $y$  es menor de 37, este día corresponde al segundo grupo. De los datos de las distintas variables observadas y de la ecuación calculada se deduce que es la variable  $X_1$  (temp. máxima), junto con  $X_3$  y  $X_4$  las que más contribuyen en la separación de los grupos. La tabla 5 muestra las medias de cada variable para ambos grupos, así como el valor de la función discriminante para dichas medias.

### Conclusiones

Se han podido establecer interrelaciones cuantitativas entre las distintas variables climatológicas para el mes de agosto en una estación de la costa mediterránea (Cádiz).

Tabla 5: Media de cada variable y valor de la función discriminante para los dos grupos estudiados

Variable	Grupo 1	Grupo 2
1	31,75 °C	29,33 °C
2	19,43 °C	18,88 °C
3	25,60 °C	24,11 °C
4	12,33 °C	10,46 °C
5	10,13 h	9,46 h
6	68,42 %	76,37 %
7	6,51 mm	4,60 mm
Valor de la función discriminante:	52,54	30,84

Ha sido posible agrupar mediante el análisis factorial cinco de las siete variables estudiadas, señalándose la independencia de temperatura mínima y horas de sol, en la estación y período estudiados.

Se ha llevado a cabo la clasificación de los días del mes, en dos grupos principales de días, atendiendo a las variables usadas. Por último se señala la importancia de cada variable en dicha separación, a través de los coeficientes de la función discriminante.

### Bibliografía

- ESCUADERO, J. C., y GARCÍA-NOVO, F. (1979): Aplicación del análisis de componentes principales al estudio climatológico del embalse Conde de Guadalhorce. *Boletín de la Estación Central de Ecología*.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F., ROMÁN ALBA, R. y GEMPERE, M. C. (1970): Analyse factorielle de donnés climatologiques. *An. Edaf. Agrobiol.*, 29:23-44.
- GRUIJTER DE, J. J. (1977): Numerical Classification of soils and its application in survey. *Agricultural Research Reports*.
- HARMAN, H. H. (1980): «Análisis factorial moderno». Ed. Saltés, Madrid.
- KAISER, H. F. (1962): Formulas for component scores. *Psych.* 27:83-87.

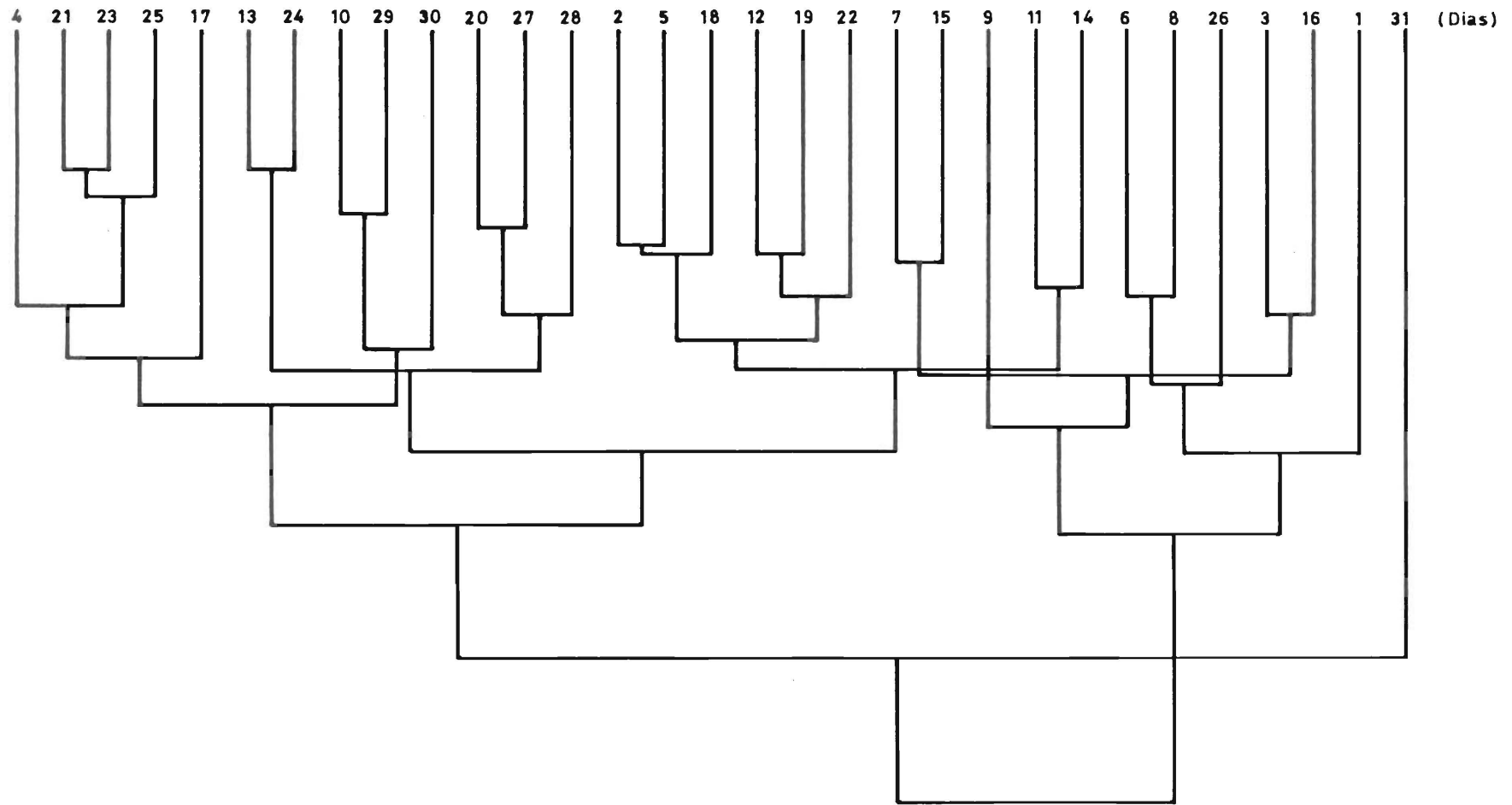


Figura IV.—Dendograma.