

ESTUDIO TAXONOMETRICO DE 6 CULTIVARES
DE OLIVO (*OLEA EUROPAEA* L.)
DE CORIA DEL RIO (SEVILLA)

L. RAMÍREZ-DÍAZ

Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Sevilla.

(Recibido el 15 de septiembre de 1972)

Resumen. Se han estudiado taxonómicamente 29 árboles de olivo de verdeo, pertenecientes a 6 variedades, utilizando 15 caracteres (7 vegetativos y 8 florales). Los datos se han sometido al análisis de componentes principales y al análisis discriminante. Se ha realizado una clave dicotómica para los 6 cultivares utilizando los caracteres discriminantes de grupos, obtenidos por el análisis de componentes principales.

Summary. Twenty nine olive trees (*Olea europaea* L.) belonging to 6 cultivars, have been studied taxonomically, using 15 characters (8 floristic and 7 vegetative). The data have been subjected to principal component analysis and discriminant analysis. A key for the cultivars has been compiled using the more discriminant characters obtained in the principal component analysis.

INTRODUCCION

El estudio taxonómico de formas cultivadas y espontáneas de *Olea europaea* L., tiene gran interés y ha dado lugar a numerosas publicaciones. En este trabajo se estudia la aplicación de algunas técnicas taxonómicas a variedades existentes en la localidad de Coria del Río (*). Los caracteres del fruto de las formas de «verdeo» son muy característicos y conocidos, siendo generalmente muy buenos discriminantes de cultivares; la selección se ha hecho fundamentalmente basándose en este tipo de caracteres. Sin embargo, para estudios de tipo filogenético, evolutivo y de relaciones con formas primitivas es importante dirigir la atención a los caracteres vegetativos y flora-

(*) Finca experimental del Centro de Edafología y Biología Aplicada de Cuarto del C.S.I.C. (Sevilla).

les que han desempeñado papel menos importante en el proceso de selección artificial.

El objeto del presente trabajo es explorar el interés y la utilización de los métodos modernos de taxonomía automática, en el estudio de la variabilidad de las formas de verdeo del olivo. De acuerdo con los conceptos y experiencias locales, se han distribuido, previamente, las muestras (árboles) en 6 grupos que corresponden a los cultivares siguientes:

1. *zorzaleño*; 2. *manzanillo*; 3. *del toro*; 4. *picual*; 5. *rapazallo*; 6. *gordal*.

Las técnicas numéricas disponibles para describir y comparar la variabilidad de taxa muy relacionados pueden dividirse en dos grandes grupos: topología discriminante (RAO, 1952), cuando los grupos que se comparan están previamente establecidos, y clasificación o agrupación automática, cuando no existe tal designación previa en grupos (LANCE & WILLIAMS, 1967).

Aquí hemos utilizado un análisis discriminante para la separación de los cultivares y también hemos hecho una exploración previa de los datos por medio de análisis de componentes principales que permite, a su vez, por medio de la rotación obtener conclusiones importantes acerca de los caracteres discriminantes que mejor coinciden con las tendencias generales de variación (GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ & AL., 1969).

MATERIAL Y METODOS

Las medidas se realizaron, en muestras tomadas en la primavera de 1970, en los vástagos vegetativos del año anterior. De los 6 cultivares citados se estudiaron 5 árboles por cultivar (4 para el cultivar gordal, por escasez de flores ese año), tomándose diez ramas orientadas al norte por árbol, y se estudiaron los 15 caracteres (los 7 primeros vegetativos y los demás florales) siguientes:

1. Longitud del limbo foliar (media de 20 hojas).
2. Anchura máxima del limbo foliar (media de 20 hojas).
3. Anchura de la hoja a 1/3 de la longitud del nervio principal (media de 20 hojas).
4. Distancia a que se encuentra la anchura máxima del limbo, medida a lo largo del nervio principal y a partir del pecíolo (media de 20 hojas).
5. Longitud del pecíolo (media de 20 hojas).
6. Distancia entre 2 pares de hojas consecutivas (3.º y 4.º), contando desde el par del ápice del año anterior (media de 10 medidas).

7. Número de pares de hojas presentes en 10 cm. de rama (media de 10 medidas).
8. Longitud de la inflorescencia (media de 10 medidas).
9. Número de flores por inflorescencia (contando inserciones de flores caídas, media de 10 medidas).
10. Distancia entre la 1.^a y 2.^a flor de la inflorescencia contando a partir de la base (media de 10 medidas).
11. Distancia entre la 3.^a y 4.^a flor de la inflorescencia (media de 10 medidas).
12. Longitud del pedicelo de la 1.^a flor (media de 5 medidas).
13. Anchura de la flor, de ápice a ápice de 2 pétalos opuestos (media de 5 medidas).
14. Anchura máxima de los pétalos (media de 5 medidas).
15. Distancia desde el extremo del estigma a la base de los carpelos (media de 5 medidas).

Las medias y las desviaciones típicas de estos caracteres se muestran en el siguiente cuadro:

Caracteres	Cultivares											
	1		2		3		4		5		6	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
1	4.99	2.22	4.78	0.32	5.01	0.23	4.77	0.10	4.93	1.73	5.74	0.24
2	0.95	0.05	1.03	0.05	1.07	0.05	1.05	0.09	0.98	0.08	0.92	0.05
3	0.76	0.01	0.81	0.02	0.81	0.04	0.82	0.04	0.77	0.10	0.74	0.03
4	2.93	0.12	2.82	0.21	2.92	0.16	2.43	0.12	3.06	0.08	3.32	0.07
5	0.42	0.04	0.46	0.05	0.49	0.03	0.49	0.02	0.49	0.01	0.50	0.02
6	1.29	0.12	1.20	0.31	1.53	0.15	1.40	0.09	0.98	0.09	1.46	0.14
7	8.16	0.57	8.42	0.43	7.64	0.55	7.48	0.23	9.88	0.89	8.47	0.13
8	3.20	0.13	3.48	0.37	3.62	0.23	3.67	0.16	2.15	0.33	1.93	0.25
9	7.12	0.18	7.46	0.34	7.28	0.41	7.04	0.09	6.96	0.09	7.00	0.01
10	0.62	0.02	0.81	0.07	0.79	0.06	0.89	0.05	0.59	0.07	0.50	0.02
11	0.28	0.01	0.29	0.09	0.44	0.04	0.39	0.04	0.18	0.04	0.19	0.02
12	0.10	0.01	0.13	0.03	0.08	0.01	0.08	0.02	0.07	0.01	0.08	0.01
13	0.74	0.06	0.75	0.04	0.77	0.03	0.79	0.01	0.75	0.03	0.78	0.01
14	0.21	0.01	0.19	0.01	0.21	0.01	0.21	0.01	0.17	0.02	0.19	0.01
15	0.22	0.02	0.28	0.02	0.32	0.02	0.37	0.02	0.30	0.01	0.35	0.01

CUADRO I.—Medias (\bar{x}) y desviaciones típicas (s), en centímetros, de los caracteres citados en el texto para los 6 cultivares de olivo de verdeo estudiados.

Los datos se sometieron a los siguientes tratamientos:

1. Cálculo de la matriz de correlación (coeficiente de correlación lineal de PEARSON).
2. Cálculo de los vectores propios de la matriz.
3. Cálculo de los coeficientes de carga (loading factors), sin y con rotación varimax.
4. Cálculo de las coordenadas para las muestras o indicaciones de la posición de éstas en el subespacio definido por las 5 componentes de mayor importancia numérica.
5. Cálculo de funciones discriminantes para los 4 cultivares de discriminación más difícil, comprendiendo:
 - a. Matriz de dispersión común (pooled).
 - b. Medias comunes.
 - c. Distancia generalizada D^2 de MAHALANOBIS.
 - d. Coeficientes de la función discriminante para cada cultivar.
 - e. Probabilidad asociada a la mayor función discriminante (FISHER, 1936; RAO, 1948; 1952).

A partir de los caracteres con mayores coeficientes de carga rotados para cada componente, se elaboró una clave dicotómica para los 6 cultivares.

RESULTADOS

A. *Análisis de componentes principales.*

El análisis de componentes principales, después de la rotación varimax, se detuvo al obtener un porcentaje de absorción de las varianzas del 75 %, proporcionando los resultados siguientes:

<i>Vectores</i>	<i>Valores propios</i>	<i>% acumulativo de varianza</i>
I	5,461	36
II	2,592	54
III	1,598	64
IV	1,351	73
V	1,104	80

Los coeficientes de carga rotados se representan en el cuadro II.

Hemos representado en la figura 1 las proyecciones de los puntos que representan los árboles (estereograma) en los planos definidos por los compo-

Variables (caracteres)	Coeficientes de carga rotados				
	I	II	III	IV	V
1	0.88742	0.26604	0.12107	-0.00706	0.00702
2	-0.14657	0.14337	0.13010	0.90882	0.13315
3	-0.11120	0.03042	0.19679	0.91151	0.03528
4	0.89967	-0.04901	-0.21587	-0.08005	0.07158
5	0.22030	0.80314	-0.18488	0.21745	0.33306
6	0.17834	0.27601	0.75023	-0.05683	0.41817
7	0.20143	-0.06691	-0.83641	-0.26708	-0.19878
8	-0.64604	-0.07522	0.47802	0.36794	0.36562
9	-0.10487	-0.15244	0.12235	0.10957	0.87259
10	-0.76416	0.23724	0.23147	0.33360	0.35775
11	-0.43942	0.19338	0.52349	0.30522	0.42336
12	-0.29183	-0.51118	0.06275	0.25726	0.10174
13	-0.18119	0.57156	0.32843	0.05766	-0.07799
14	-0.16695	-0.09418	0.85133	0.16346	-0.15964
15	-0.09180	0.86489	0.11305	0.15556	-0.15290

CUADRO II.—Coeficientes de carga rotados para 5 componentes, de las 15 variables o caracteres del análisis morfométrico de 6 cultivares de olivo de verdeo.

mentos I, II y III tomados dos a dos, y en la figura 2 por los componentes I, IV y V. La figura 3 es la fotografía de una maqueta en la que las muestras se representan por esferas situadas en el espacio tridimensional de los tres primeros componentes. En estas tres representaciones se ha dado la máxima importancia numérica a los componentes, transformando en porcentajes los valores absolutos.

La representación de las cinco muestras por cultivar (4 en el caso de *gordal*) da idea de la dispersión interna de cada cultivar y en algunos casos de la presencia de ciertas dificultades de discriminación para algunos componentes. No obstante, siempre fue posible obtener algún componente o dirección de variación suficientemente discriminante de cada una de las 15 combinaciones de parejas de los 6 cultivares. Fijándose en los caracteres con mayores coeficientes de carga rotados, fue posible construir la siguiente clave dicotómica para los 6 cultivares estudiados:

Clave para la determinación de los 6 cultivares estudiados.

Vástagos vegetativos del año anterior. Orden en que se numeran las hojas: a partir del ápice. Orden en que se numeran las flores: a partir de la base de la inflorescencia.

- | | | |
|----|---|-------------------|
| 1a | Longitud de la inflorescencia inferior a 30 mm. | 2 |
| 1b | Longitud de la inflorescencia superior a 30 mm. | 3 |
| 2a | Limbo foliar generalmente inferior a 52 mm. Anchura de los pétalos inferior a 1,9 mm. Menos de 10 pares de hojas por 10 cm. de rama. Distancia entre 3. ^a y 4. ^a hoja superior a 12 mm. | Gordal |
| 2b | Limbo foliar generalmente superior a 52 mm. Anchura de los pétalos superior a 1,9 mm. Más de 10 pares de hojas por 10 cm. de rama. Distancia entre 3. ^a y 4. ^a hoja inferior a 12 mm. | Rapazallo |
| 3a | Anchura máxima del limbo situada a menos de 26,5 mm. de la inserción del pecíolo | Picual |
| 3b | Anchura máxima del limbo situada a más de 26,5 mm. de la inserción del pecíolo | 4 |
| 4a | Distancia entre la 1. ^a y 2. ^a flor de la inflorescencia inferior a 7 mm. | Zorzaleño |
| 4b | Distancia entre la 1. ^a y 2. ^a flor de la inflorescencia superior a 7 mm. | 5 |
| 5a | Distancia entre la 3. ^a y 4. ^a flor de la inflorescencia inferior a 4 mm. | Manzanillo |
| 5b | Distancia entre la 3. ^a y 4. ^a flor de la inflorescencia superior a 4 mm. | Del toro |

Los caracteres de la clave dicotómica tienen la ventaja de corresponder a las direcciones de variación detectadas en el análisis de componentes principales, teniendo por lo tanto carácter de indicadores de unas tendencias de diversificación morfológica lo más generales posible. En la figura 3, se observa la falta de discontinuidades marcadas de las muestras o ausencia de enjambres discretos. Sin embargo, es apreciable la tendencia de los distintos árboles u observaciones individuales de cada cultivar a presentarse juntos. Desgraciadamente, no se posee información de la variabilidad de esos caracteres fuera de la zona y el año en que se efectuó este estudio. La figura 4 resume también los caracteres discriminantes más importantes.

La interpretación de los componentes obtenidos, permite distinguir dos tipos de redundancia basada en la correlación entre caracteres. El componente I (rotado) viene caracterizado por los valores positivos elevados de los coeficientes de carga de las variables 1 y 4, las dos relativas a un factor de longitud foliar, y cuya redundancia es forzada y trivial, y por los valores negativos elevados de las variables 8 y 10, también forzadamente redundantes, que se refieren a la influencia negativa de la longitud de las inflorescencias. Es claro que la asociación entre los caracteres de longitud de hojas y corteza de inflorescencias es un tipo de redundancia muy diferente al anterior, ya que no existe mecanismo fisiológico o morfogenético que exija una covarianza forzosa de esas dimensiones. En esta asociación de caracteres puede verse un indicio de parentesco o pertenencia a un fondo genético.

Igualmente, en los caracteres con coeficientes de carga elevados para el

componente II se observa una asociación semejante entre caracteres vegetativos y florales (variables 5 y 15).

En el componente III tenemos un tipo de redundancia trivial en las variables de altos coeficientes de carga, 6 y 7, relativas a distintos aspectos de la proximidad de las hojas; mientras que la interpretación de la asociación estadística de la variable 14 (anchura de los pétalos) con las anteriores exige también la consideración de factores genéticos. Los componentes IV y V están indicados fundamentalmente por una sola variable cada uno.

B. Análisis discriminante.

Los cultivares *gordal* y *rapazallo* que son fácilmente discriminables en el análisis de componentes principales por sus caracteres vegetativos y florales, no han sido incluidos en el análisis discriminante que se refiere sólo al complejo formado por los cultivares *zorzaleño* (1), *manzanillo* (2), *del toro* (3) y *picual* (4).

La experiencia anterior y la inspección del carácter discriminante de los datos aconsejó para simplificar retener las variables 4, 8, 10, 11 y 15, anteriormente citadas.

Variable n.º (Carácter)	Función discriminante n.º			
	1	2	3	4
4	117.55	114.19	114.08	98.04
8	89.86	66.02	61.20	60.33
10	-187.58	-31.53	-98.80	-29.36
11	-331.09	-334.65	-241.22	-289.06
15	567.24	567.86	664.49	710.67
Constante	-274.89	-296.37	-289.91	-297.52
Cultivar con mayor función discriminante	1	2	3	4

CUADRO III.—Coeficientes y funciones discriminantes para 4 cultivares de *Olea europaea*.

En el cuadro III se representan las funciones discriminantes para los cuatro cultivares analizados. La probabilidad asociada a la mayor función discriminante es mayor de 0,99 en todos los casos excepto en una muestra del cultivar *del toro* ($p = 0,83$) y una muestra del cultivar *picual* ($p = 0,85$).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las muestras obtenidas en las variedades de mayor difusión en un área determinada, no son un material ideal para establecer relaciones de semejanza. Habría que incluir en los análisis las formas primitivas, de difusión escasa, semidomésticas, de procedencias variadas, para obtener las líneas generales de variabilidad en el material cultivado.

La discriminación y descripción cuantitativa a base de caracteres vegetativos y florales de los cultivares más importantes en la región de Coria del Río no ofrece dificultades a pesar de su aparente monotonía. Tanto el análisis de componentes principales, como el análisis discriminante, indican la posibilidad de un fácil tratamiento taxonométrico de las formas del olivo de verdeo. Algunos de los caracteres útiles para la discriminación o descripción de las tendencias generales de variación, se presentan asociados o correlacionados, pudiéndose distinguir dos tipos muy diferentes de correlación o de carácter reiterativo de la información. En unos casos la correlación estadística de caracteres se debe a la existencia de un mecanismo morfogenético patente: relaciones entre anchura y longitud de órganos que conservan su forma o entre índices que miden distintos aspectos de un mismo tipo de variación, densidad de hojas, distancia entre dos pares consecutivos de éstas, etc.; podemos llamar a este tipo de redundancia trivial o forzada. Aunque en muchos casos sea difícil de prever este resultado a priori, pueden interpretarse a posteriori muchos fenómenos de esta clase.

La correlación de caracteres para la que no existe explicación por mecanismos morfogenéticos patentes (por ejemplo: asociación entre caracteres vegetativos y florales examinados), es indicio de relaciones de semejanza morfométricas, basadas en razones geográficas, evolutivas, genéticas y en la existencia de complejos fenéticos cuya exploración puede tener gran interés.

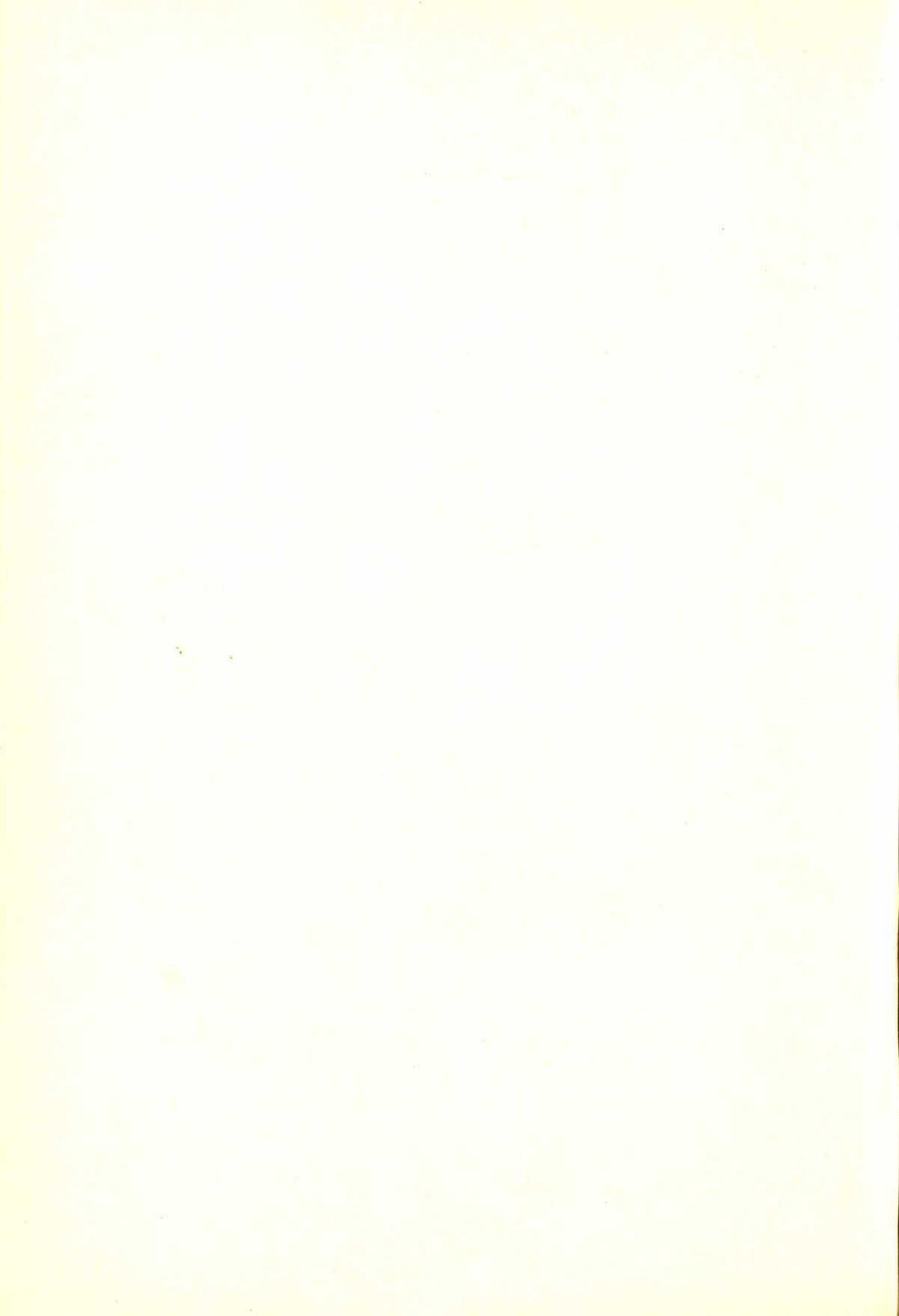
En el caso concreto del olivo y de las formas espontáneas próximas podrían explorarse las relaciones de afinidad y las tendencias evolutivas, empleando métodos taxonométricos de esta clase y dirigiendo atención preferente a los caracteres que no han sido objeto de selección consciente.

Agradecimientos. Este trabajo ha podido realizarse gracias a una beca concedida por el Centro de Edafología y Biología Aplicada de Cuarto (Sevilla). Agradezco al Dr. J. MORO su ayuda en el tratamiento de los datos con el análisis discriminante. Asimismo, agradezco especialmente al Prof. F. GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ su ayuda en el planteamiento y realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- FISCHER, R. A. (1936) The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Ann. Eugen.* **7**: 179-188.
- GONZÁLEZ-BERNÁLDEZ, F., M. BORRILL & R. LINDNER (1969) Variability of hexaploid *Festuca arundinacea*. *Bol. Real Soc. Españ. Hist. Nat. (Biol.)* **67**: 257-263.
- LANCE, G. N. & W. T. WILLIAMS (1967) A general theory of classificatory sorting strategies. *Computer Jour.* **9**: 373-380.
- RAO, C. R. (1948) The utilization of multiple measurements in problems of biological classification. *Jour. Royal Statist. Soc.* **10**: 159-193.
- (1952) *Advanced Statistical Methods in Biometric Research*. New York.





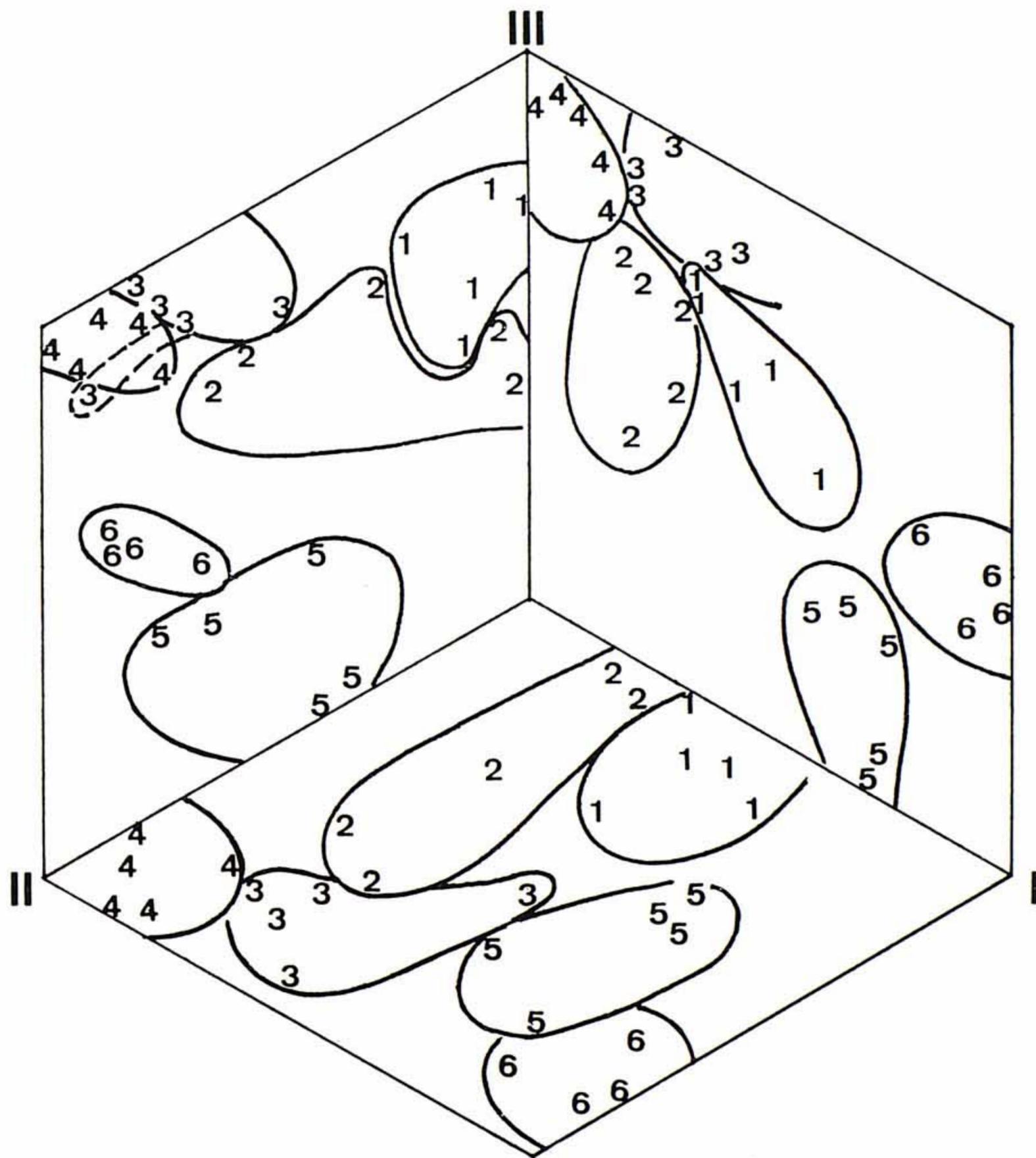


Fig. 1.—Representación de las proyecciones de los puntos (árboles) en los planos definidos por los componentes I, II y III tomados dos a dos.

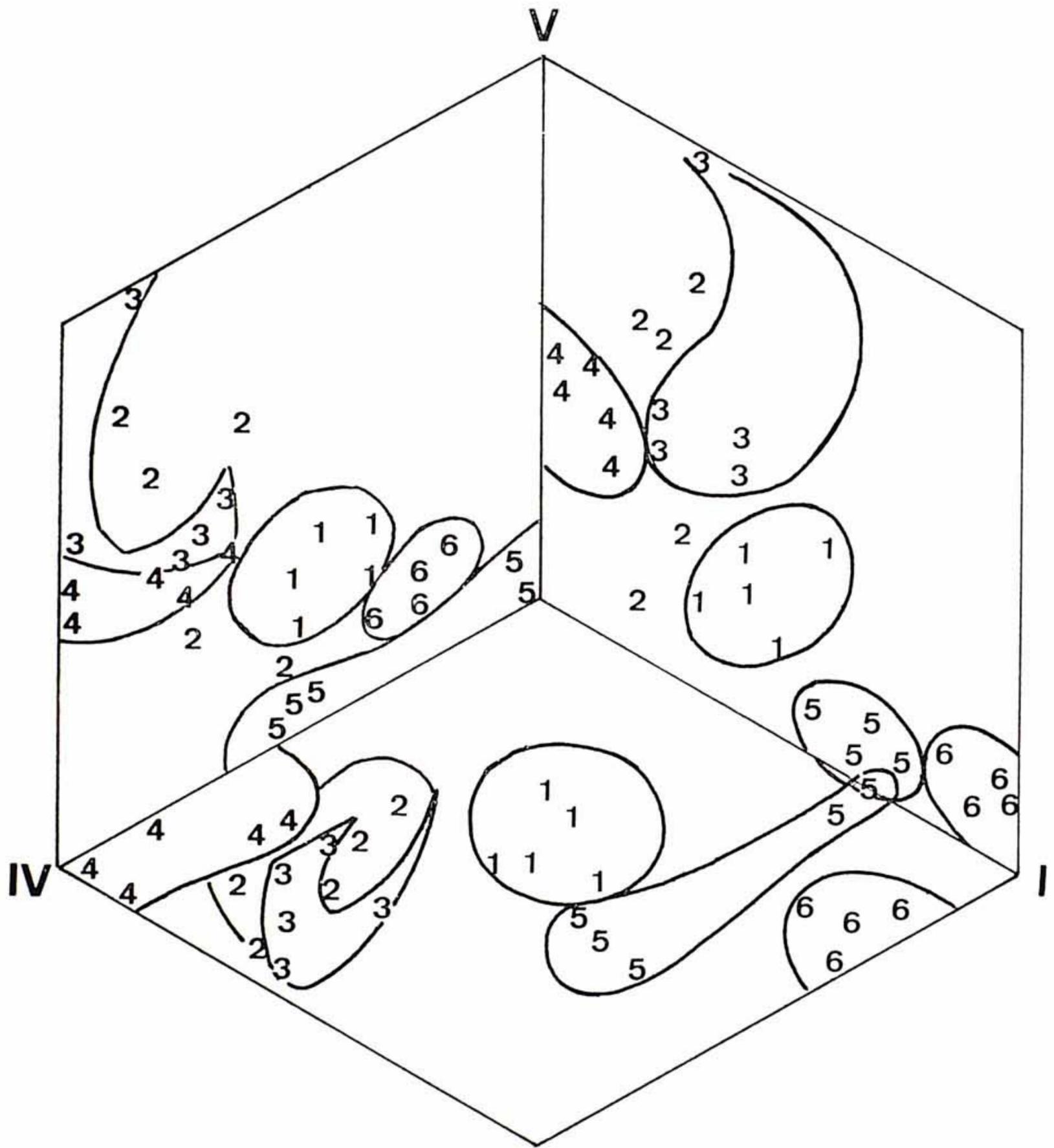


Fig. 2.—Representación de las proyecciones de los puntos (árboles) en los planos definidos por los componentes I, IV y V tomados dos a dos.

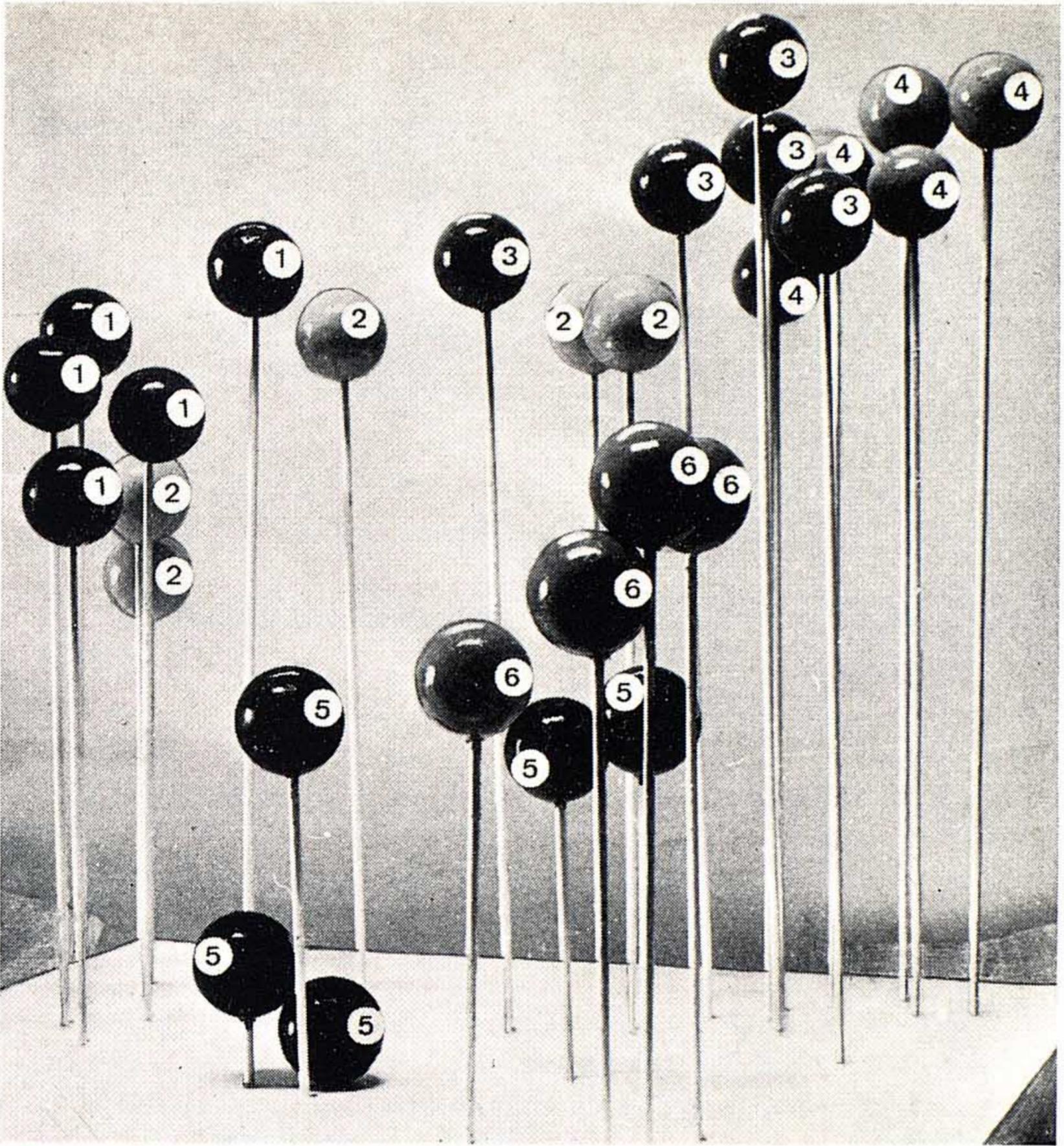


Fig. 3.—Maqueta de esferas que representa los árboles en el espacio tridimensional definido por las tres primeras componentes.

Fig. 4.—Componentes que mejor discriminan los cultivares (de dos en dos) en el espacio (I, II, III, IV, V), con igual importancia para los 5 componentes. Se ha considerado que existe discriminación, cuando no hay solapamiento de los enjambres, y que la discriminación es tanto mayor cuanto más alejados en el eje están sus centroides. El orden en que se han escrito los componentes en la intersección de dos cultivares es indicación de su poder de discriminación deducido de la inspección del modelo de esferas (Fig. 3).

		CULTIVARES				
		2	3	4	5	6
CULTIVARES	1	I	II, IV, V	II, IV, I	III, II, V	II, I
	2		III	II, III	III, V	I, IV
	3			I	III, V, IV	III, V, IV I
	4				III, I, V II, IV	I, III, IV V
	5					III, I