

ESTUDIO TAXONÓMICO DE DOS SUBESPECIES DE
APIS MELLIFERA (*A. M. MELLIFERA* L. Y *A.M. LIGUSTICA* SPINOLA)
EN PROCESO DE HIBRIDACIÓN, MEDIANTE EL EMPLEO DE
TÉCNICAS NUMÉRICAS

Por

LUIS DE SANTIS ⁽¹⁾, ALDO BOLOGNESE ⁽²⁾,
LUIS G. CORNEJO ⁽³⁾, JORGE V. CRISCI ⁽⁴⁾
NORMA B. DIAZ ⁽⁵⁾, ANALIA A. LANTERI ⁽⁶⁾
y JULIA V. S. de REGALIA ⁽⁷⁾

SUMMARY: A taxonomic study of two subspecies of *Apis mellifera* (*A. m. mellifera* L. and *A. m. ligustica* Spinola) in a process of hybridation using numerical techniques.

A numerical taxonomic study was conducted on sixteen samples of workers from bee-likes of the southeast of Buenos Aires province; all of them were composed by a mixture of two subspecific taxa: *A. m. mellifera* and *A. m. ligustica*. Each of the sixteen samples was compared with one pure sample of each taxa employing 9 characters (8 quantitative and 1 qualitative), and using cluster analysis and ordination by principal component analysis (PCA). The results of both analyses are in general agreement and suggest: a) individuals clearly belonging to one or the other subspecies are rare, b) 75% of the samples are composed by individuals that are closer to *A. m. mellifera*, c) the most important characters to distinguish both subspecies are: index of abdominal thinness, breadth of the gastral sternites VI, V and III, cubital index, and colour of the three first tergites, d) a lower degree of aggressive behavior is correlated with a higher value of cubital index and width of wings and a lower value of the breadth of the sternites, the length of the tergites and hind leg.

En la mayoría de las zonas apícolas de la provincia de Buenos Aires, se realiza año tras año el reemplazo de las abejas reinas de *A. m. mellifera* L. por otras de *A. m. ligustica* Spinola con alto grado de pureza, para favorecer la adquisición de aquellos caracteres que se

- 1.- Profesor emérito. Director del Museo de La Plata.
- 2.- Técnico de la Subsecretaría de Asuntos Agrarios.
- 3.- Miembro de la Comisión Internacional de Patología Apícola.
- 4.- Carrera del Investigador del CONICET.
- 5.- Carrera del Investigador del CONICET.
- 6.- Carrera del Investigador del CONICET.
- 7.- Profesor Asociado. Cátedra de Zoología Invertebrados II.

traducen en una mayor productividad y mansedumbre (Kerr W.E. in Chaud Netto J., 1977). Esta práctica trae como consecuencia, la aparición de ejemplares cuya determinación taxonómica resulta dificultosa.

El presente trabajo tiene por finalidad, resolver el problema de la determinación de abejas procedentes de dos partidos de dicha provincia (Gral. Pueyrredón y Gral. Alvarado) donde se está realizando la práctica mencionada.

Los objetivos a cumplir son los siguientes:

- 1.- Realizar el análisis cuali y cuantitativo de las muestras procedentes del área en cuestión.
- 2.- Establecer cuáles son los caracteres más importantes para separar las dos subespecies en estudio.
- 3.- Analizar la correlación entre los caracteres morfológicos y el comportamiento de las abejas durante el manejo de las colmenas.
- 4.- Describir los cambios que se producen en los individuos afectados por el proceso de hibridación.
- 5.- Explicar de qué manera se producirían estos cambios.

Para llevar a cabo este estudio, se empleó la metodología que propone la taxonomía numérica (Sneath P. y Sokal R., 1973), ya que permite analizar en forma conjunta una gran cantidad de datos y expresar los resultados a través de gráficos. La misma ha sido utilizada por otros especialistas en el grupo (Du Praw E.J., 1962, 1964, 1965a, 1965b; Cornuet J.M. et al., 1975; Dally H.V., 1978; Tomassone R. et al., 1971; Kerr W.E. et al., 1970) para facilitar la correcta determinación de diferentes subespecies de *Apis mellifera*.

MATERIALES Y METODOS

El material estudiado procede de los apiarios señalados en el mapa de la lámina 1, la mayoría de los mismos se hallan localizados en la zona costera, donde la actividad apícola es más intensa debido a que se ve favorecida por las características del clima marítimo y la flora melífera predominante. El mismo nos fue proporcionado por integrantes del Centro de Experimentación y Promoción Apícola de Mar del Plata (C.E.P.A.) y corresponde al 27% de las colmenas de su área de influencia.

Las muestras estudiadas fueron 16 y constaban de 120 abejas obreras cada una; por otra parte se analizaron 2 muestras de 90 abejas, una de *A. m. mellifera* y otra de *A. m. ligustica* con alto grado de pureza, que fueron utilizadas como patrones de comparación. Para poder aplicar las técnicas de taxonomía numérica, se eligieron 20 ejemplares de cada una de las muestras en estudio y 10 de cada muestra patrón.

El trabajo de computación se realizó en una IBM 360/50 del Centro de Estudios Superiores para el Procesamiento de la Información (C.E.S.P.I.) de la Universidad Nacional de La Plata. Los programas utilizados son los del NT-SYS (*Numerical Taxonomic System of Multivariate Statistical Programs*) diseñados por Rohlf F.J., Kishpaugh J. y Kirk D., en 1971.

Acumulación de datos:

Este paso se llevó a cabo en tres etapas: elección de las OTU (*Operational Taxonomic Units*), elección de los caracteres y construcción de las matrices básicas de datos.

Las unidades de trabajo elegidas fueron los individuos de cada una de las muestras analizadas. Para cada OTU se registraron 9 caracteres, 8 cuantitativos y 1 cualitativo; los mismos fueron seleccionados sobre la base de los trabajos de Ruttner F., 1968 y 1975; Stort A.C., 1977; V.S. de Regalía J., De Santis L. y Cornejo L., 1974.

Lista de caracteres:

- 1.- Largo del tercer par de patas (en milímetros)
- 2.- Ancho del ala anterior (en milímetros)

- 3.- Largo de los urotergitos III + IV (en milímetros)
- 4.- Ancho del uroesternito III (en milímetros)
- 5.- Ancho del uroesternito V (en milímetros)
- 6.- Ancho del uroesternito VI (en milímetros)
- 7.- Índice de la delgadez abdominal
- 8.- Índice cubital
- 9.- Color de los tres primeros urotergitos:
 - (1) con predominio de amarillo
 - (2) con predominio de castaño oscuro

Sobre la base de la información recogida se construyeron 16 matrices básicas de datos de 20 OTU por 9 caracteres (láminas 2 y 3) y 2 matrices de 10 OTU por 9 caracteres (lámina 4). Los ejemplares puros de *A. m. mellifera* se hallan numerados del 21 al 30 y los de *A. m. ligustica* del 31 al 40; esto se debe a que cada una de las 16 matrices procesadas por técnicas numéricas constaba de 40 OTU, los 20 primeros correspondían a la muestra en estudio, los 10 siguientes a la muestra patrón de *A. m. mellifera* y los 10 restantes a la de *A. m. ligustica*.

Procesamiento de datos:

Cada matriz básica de datos de 40 OTU por 9 caracteres fue analizada por 4 técnicas numéricas diferentes, el objetivo que se persigue al utilizar más de una técnica es el de minimizar los defectos de las mismas.

La *técnica 1* incluye los siguientes pasos:

a) Construcción de una matriz de similitud, sobre la base de los valores obtenidos al aplicar el "coeficiente (r) de correlación del momento-producto de Pearson" (Michener C.D. y Sokal R.R., 1957; Sneath P.H. y Sokal R.R., 1973) para cada par posible de OTU. Los valores de este coeficiente oscilan entre -1 y +1, siendo +1 el que expresa la máxima similitud entre dos OTU.

b) Agrupación de las 40 OTU en un gráfico bidimensional (fenograma de correlación) sobre la base de la matriz de similitud obtenida en el paso anterior. El fenograma es una representación gráfica cuyas ramas horizontales señalan las OTU y cuyos puntos de bifurcación indican el valor de similitud entre las mismas, que se puede leer en la escala situada encima del gráfico. El sistema de agrupamiento empleado para realizar el fenograma se denomina UPGMA (Sokal R.R. y Michener C.D., 1958).

c) Cálculo del "coeficiente de correlación cofenética (r)" (Sokal R.R. y Rohlf F.J., 1962), para medir la distorsión que se produce al realizar el fenograma a partir de la correspondiente matriz de similitud. Los valores para este coeficiente, oscilan generalmente entre 0,6 y 0,9 siendo aquéllos cercanos o superiores a 0,8, indicadores de escasa distorsión. En el presente trabajo los valores obtenidos se hallan indicados al pie de cada gráfico.

La *técnica 2* sigue los mismos pasos que la anterior, pero en este caso el coeficiente de similitud empleado fue el "coeficiente de distancia taxonómica" (Sneath P.H. y Sokal R.R., 1973). Los valores para este coeficiente oscilan entre 0 e ∞ , siendo 0 el valor de máxima similitud.

La *técnica 3* se denomina "análisis de los componentes principales" y fue explicada por Moss W.W., 1967; Harman H.H., 1967; Boyce A.J., 1969; Prance G.T., Roger D.J. y White F., 1969; Sneath P. y Sokal R.R., 1973; Jensen R.J. y Eshbaugh W.H., 1976. Los resultados de esta técnica pueden ser expresados en términos de un modelo geométrico bi o tridimensional. En este trabajo se utilizó un sistema de coordenadas cartesianas donde cada uno de los ejes representa un factor, el factor I corresponde al eje de la ordenadas y el factor II al eje de las abscisas. En cada factor están representados los 9 caracteres, pe-

ro su contribución a la variabilidad total es diferente; el análisis de la misma permitirá determinar cuáles son los caracteres más importantes para diferenciar las subespecies.

Las OTU se distribuyen como puntos en el espacio delimitado por los factores, de manera que una mayor proximidad entre dos puntos, indica una mayor similitud entre las mismas.

Para examinar la eficiencia de la representación gráfica resultante de esta técnica, se calcularon las distancias euclidianas (Sneath P.H. y Sokal R.R., 1973) entre los pares de OTU situadas en el espacio de los factores y la matriz resultante se comparó con la matriz de distancia original, mediante el "coeficiente de correlación cofenética (r)". Los valores para este coeficiente se hallan indicados al pie de cada gráfico.

La técnica 4 sigue los mismos pasos que la técnica 1, con la sola diferencia que los caracteres fueron considerados como unidades.

RESULTADOS

Como resultado de la aplicación de las técnicas 1 y 2 a cada una de las 16 muestras se obtuvieron fenogramas y de la técnica 3, los gráficos correspondientes al "análisis de los componentes principales" (lám. 5-8 a y b). En ambos tipos de gráficos las OTU están numeradas en el orden que figura en las matrices básicas de datos (lámina 2, 3 y 4); los ejemplares de las muestras en estudio se indicaron con un círculo lleno, los individuos patrón de *A. m. mellifera* con una cruz y los de *A. m. ligustica* con dos triángulos unidos por las bases.

Para cada muestra se ilustró un solo fenograma entre OTU, el de correlación o el de distancia, eligiéndose en cada caso aquél cuyos resultados fueron más semejantes a los obtenidos mediante el "análisis de los componentes principales".

Como resultado de la aplicación de la técnica 4, se obtuvieron 16 fenogramas de correlación entre caracteres, de los cuales se eligieron los 4 que de alguna manera representan al total (lámina 9).

Análisis de los fenogramas entre OTU

En los fenogramas entre OTU se puede apreciar una neta separación de los ejemplares pertenecientes a cada una de las muestras patrón, que forman dos grupos netamente definidos. En las muestras 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 13 (lám. 5-6 a y b; 7-8 a), la mayoría de los ejemplares en estudio aparecen vinculados al grupo de *A. m. mellifera*; en las números 12, 15 y 16 (lám. 7-8 b) parte de las OTU se aproximan a *A. m. mellifera* y el resto a *A. m. ligustica*; en las muestras 4, 11 y 14 (lám. 5 y 7 b; 8 a) se relacionan más estrechamente a *A. m. ligustica*. Estos resultados demuestran que la mayoría de las OTU en estudio, se aproximan a *A. m. mellifera*.

Por otra parte cabe señalar, que los ejemplares de las muestras 3, 4 y 11 (lámina 5 y 7 b) tienden a formar un grupo independiente de las muestras patrón.

Análisis de los componentes principales

Como resultado de la aplicación de esta técnica, se obtuvieron 2 factores o componentes principales. El porcentaje de variación acumulado en el factor I, osciló entre 56-65% en el factor II, entre 11-24% y el total entre 69-81%.

En el factor I los caracteres que más contribuyen a la diferenciación de las subespecies son el ancho de los uroesternitos V y VI y el índice de la delgadez abdominal. En las muestras 3, 5, 7, 11, 12 y 16, los caracteres de mayor peso en el factor II son el ancho del ala, el ancho del uroesternito III y el color de los tres primeros urotergitos; en las muestras restantes este último carácter es reemplazado por el índice cubital.

En las representaciones gráficas (lám. 5-8 a y b), los ejemplares patrón de *A. m. mellifera* ocupan generalmente el cuadrante superior derecho y los de *A. m. ligustica* el inferior

izquierdo; esto indica que los ejemplares puros de una u otra subespecie se hallan bien diferenciados tanto por los caracteres de mayor peso en el factor I como por los del factor II.

En la mayoría de las muestras analizadas, la mayor parte de las OTU se ubica en el centro de los gráficos, entre los ejemplares patrón de ambas subespecies. No obstante en alguna de ellas, tales como la número 1 (lámina 5 a), los ejemplares en estudio se hallan desplazados hacia el cuadrante que ocupa *A. m. mellifera*; en la 14 (lámina 8 a), se aproximan al que ocupa *A. m. ligustica* y en la muestra 10 (lámina 7 a), la mayoría de los ejemplares se ubica en el cuadrante superior izquierdo. Estos resultados señalan que la mayor parte de los ejemplares en estudio serían híbridos, que presentan caracteres intermedios entre los de las subespecies puras.

Análisis de los fenogramas de correlación entre caracteres

En los fenogramas de correlación entre caracteres (lámina 9), estos aparecen agrupados en dos núcleos principales, el primero integrado por el largo del tercer par de patas (1) largo del uroesternito III+IV (3), ancho del uroesternito III (4), ancho del uroesternito V (5), ancho del uroesternito VI (6), índice de la delgadez abdominal (8) y color de los tres primeros urotergitos (9), y el segundo por el ancho del ala anterior (2) y el índice cubital (7).

En el primer núcleo los caracteres del gaster (3, 4, 5, 6 y 8) se hallan estrechamente correlacionados entre sí, pero su vinculación con el largo del tercer par de patas y el color es variable. Con respecto a este último cabe señalar que en la muestra 10 (lámina 9, fig. 1) aparece estrechamente correlacionado con los caracteres del gaster; en las muestras 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12 y 16 (lámina 9, fig. 2), se halla lejanamente vinculado a los mismos y en las muestras restantes (lámina 9, figs. 3 y 4), su relación es intermedia entre las anteriores. Por lo tanto, no parece conveniente que en las determinaciones taxonómicas este carácter sea considerado aisladamente de los restantes, pues será fácil incurrir en errores.

CONCLUSIONES

A continuación se dan las conclusiones con respecto a los objetivos que se plantearon al comienzo de este trabajo:

- 1.- En el 75% de las muestras estudiadas predominan los ejemplares híbridos próximos a *A. m. mellifera* y en el 25% restante los cercanos a *A. m. ligustica*; los individuos puros de una u otra subespecie son muy escasos.
- 2.- Los caracteres más importantes para diferenciar las subespecies tratadas son en orden decreciente: el índice de la delgadez abdominal, el ancho de los uroesternitos VI, V y III, el índice cubital y el color de los tres primeros urotergitos.
- 3.- Los caracteres considerados en el presente trabajo, se correlacionan con el comportamiento más o menos agresivo de las abejas durante el manejo de las colmenas (Stort A.C., 1972, 1976; V.S. de Regalía, De Santis L. y Cornejo L.G., 1974). Aquellos ejemplares que de acuerdo a la apreciación de los apicultores manifestaron comportamiento "agresivo", pertenecían a muestras cuyas abejas se determinaron como híbridos próximos a *A. m. mellifera* y las "levemente agresivas" o "mansas", a híbridos cercanos a *A. m. ligustica*.
- 4.- El reemplazo de las abejas reinas de *A. m. mellifera* por otras de *A. m. ligustica* trae como consecuencia un cambio progresivo en los caracteres de los híbridos; los más evidentes son el aumento de los valores registrados para el índice cubital y el ancho del ala y la disminución en los correspondientes al gaster y pata III.
- 5.- La adquisición progresiva de los caracteres propios de *A. m. ligustica* por parte de los híbridos resultantes del manejo realizado por los apicultores, se puede explicar a través de la observación de los gráficos correspondientes al "análisis de los componentes

principales". Si los ejemplares puros de *A. m. mellifera* ocupan en general el cuadrante superior derecho, los de *A. m. ligustica* el inferior izquierdo y los híbridos una posición intermedia, preferentemente el cuadrante superior izquierdo,; se podría inferir que primero se modifican los caracteres que más contribuyen en el factor II (ancho del ala anterior, ancho del urosternito III y color o índice cubital) y posteriormente los de mayor peso en el factor I (ancho de los urosternitos V y VI e índice de la delgadez abdominal).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los Sres. L. Cutinella, M. Betnaza, E. García, O. Melgar, R. Vignolo, J. Girardi, R. Echarren, L. Amadeo, M. de Dentis e hijos y J. Palavecino el habernos permitido muestrear en sus apiarios y por las informaciones que nos han proporcionado; a la Lic. Griselda Armesto, su colaboración en las tareas de laboratorio y a la Lic. M. F. López Armengol por la lectura crítica de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BOYCE, A.J. 1969. Mapping diversity: a comparative study of some numerical methods. In A.J. Cole (ed.), Numerical taxonomy. Proceedings of the Colloquium in Numerical Taxonomy held in the University of St. Andrews, September 1968, p. 1-31. Academic Press, London.
- CHAUD NETTO, H. 1977. Principios de seleção em abelhas (*A. Mellifera*) en An. IV Congr. brasil. Apic. págs. 81-96.
- CORNUET, J.M., FRESNAYE, J. and TASSENCOURT, L. 1975. Discrimination et classification de populations d'abeilles a partir de caracteres biometriques. *Apidologie*, 4: 341-370.
- DALY, H. et al. 1979 Identification of africanized honeybees in the western hemisphere by discriminant analysis. *Jour. Kansas Ent. Soc.*, 51 (4): 857-869.
- DU PRAW, E.J. 1962. Phenetic taxonomy and the non-taxonomist. *Ann. Sool.* 20: 405.
1964. Non-Linnean taxonomy, *Nature*, London 202: 849-852.
- 1965 a. Non-Linnean Taxonomy and the systematics of honey-bees. *Syst. Zool.* 14: 1-24.
- 1965 b. The recognition and handling of honey-bee specimens in non-Linnean taxonomy. *J. Apicult. Res.* 4: 71-84.
- HARMAN, H.H. 1967. Modern Factor Analysis, 2nd. ed. University of Chicago Press, Chicago.
- JENSEN, R.J. and W.H. ESHBAUGH, 1976. Numerical taxonomic studies of hybridization in *Quercus* I. Populations of restricted areal distribution and low taxonomic diversity. *Syst. Bot.* 1: 1-10.
- KERR, W.E., GONCALVEZ, L.S., BLOTTA, L.F. y H.B. MACIEL 1970. Biología Comparada entre as abelhas italianas, (*A. m. ligustica*) africanas (*A. m. adansonii*) e suas híbridas. An. 1er. Congreso Brasileiro de Apicultura, Florianopolis, págs. 151-157.
- MICHENER, C.D. and SOKAL, R.R. 1957. A quantitative approach to a problem in classification. *Evolution* 11: 130-162.
- MOSS, W.W. 1967. Some new analytic and graphic approaches to numerical taxonomy, with an example from the Dermanyssidae (Acari) *Syst. Zool.* 16: 177-207.
- PRANCE, G.T., ROGERS, D.J. and F. WHITE. 1969. A taximetric study of an agiosperm

- family: generic delimitation in the Chrysobalanaceae. *New Phytol.* 68: 1203-1234.
- ROHLF, F.J., KISHPAUGH, J. and D. KIRK. 1971. NT-SYS Numerical taxonomy system of multivariate statistical programs. *Tech. Rep. State University of New York at Stony Brook*, New York.
- RUTTNER, F. 1968. Les races d'abeilles, in *Traité de biologie de l'abeille*, R. Chauvin (ed.), vol. pp. 27-44.
1975. Las razas de abejas de Africa. *XXV Congreso Internacional de Apicultura*, Grenoble, págs. 347-367.
- SNEATH, P.H. and R.R. SOKAL. 1973. Numerical Taxonomy the principles and practice of numerical classification San Francisco, Freeman and Co., 573 p.
- SOKAL, R.R. and C.D. MICHENER. 1958. A statistical method for evaluating systematic relationships. *Univ. Kansas Sc. Bull.* 38: 1409 - 1438.
- SOKAL, R.R. and F.J. ROHLF. 1962. The comparison of dendrograms by objective methods. *Taxon*, 11: 33-40.
- STORT, A.C. 1972. Relações entre caracteres do comportamento agressivo e caracteres morfológicos de abelhas do gênero *Apis*. *Vol. de Homenagem W. E. Kerr*, págs. 275-283.
1976. A agressividade das abelhas. *An. 4to. Congr. Brasil. Apicultura*, Curitiba, págs. 73-79.
1977. Análise da coloração abdominal em três linhagens puras e em híbridos de *A. mellifera* *Anais IV Congresso Brasileiro de Apicultura*, 1976. págs. 155-165.
- TOMASSONE, R. and J. FRESNAYE. 1971. Etude d'une méthode biométrique et statistique permettant la discrimination et la classification de populations d'abeilles (*A. mellifera* L.). *Apidologie*, 2: 49-65.
- VIDAL SARMIENTO, J.A., DE SANTIS, L. y L.G. CORNEJO, 1974. La identificación de *A. m. adansonii*, segunda contribución, *Ciencia y Abejas*, 7: 37-45.

INDICE DE LAS LAMINAS

Lámina 1: Mapa del área en estudio, indicando las localidades correspondientes a los apiarios muestreados.

Lámina 2: Matrices básicas de datos correspondientes a las muestras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8.

Lámina 3: Matrices básicas de datos correspondientes a las muestras 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16.

Lámina 4: Matrices básicas de datos correspondientes a las muestras patrones: A, *Apis mellifera mellifera*; B, *Apis mellifera ligustica*.

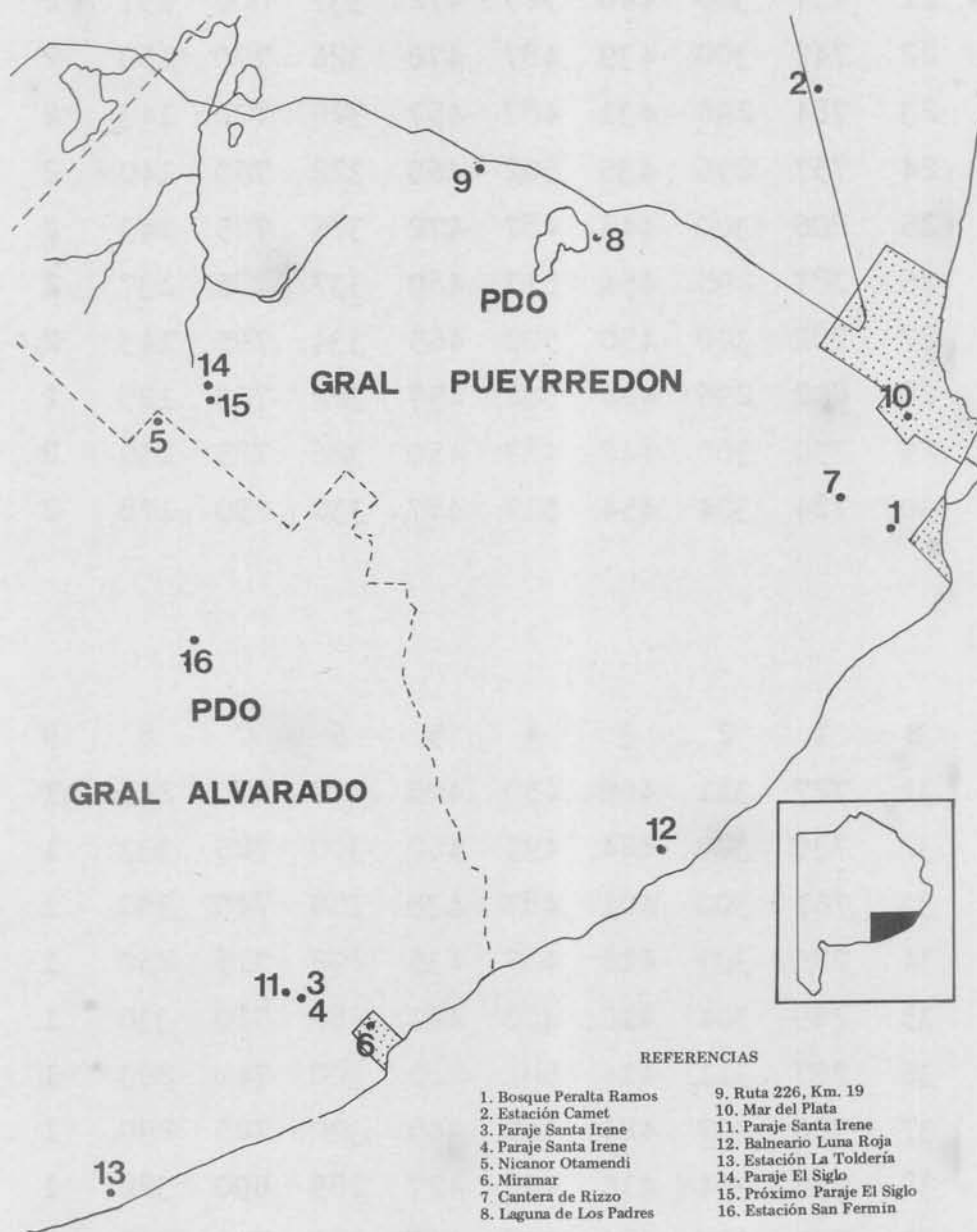
Lám. 5 a-b: Muestra 1: A, fenograma de distancia; B, análisis del componente principal: Factor I 59,83 o/o, Factor II 12,29 o/o. Muestra 2: C, fenograma de distancia; D, análisis del componente principal: Factor I 60,93 o/o, Factor II 12,18 o/o. Muestra 3: E, fenograma de distancia; F, análisis del componente principal: Factor I 57,23 o/o, Factor II 12,45 o/o. Muestra 4: G, fenograma de correlación; H, análisis del componente principal: Factor I 56,49 o/o, Factor II 24,65 o/o. Los fenogramas son de 40 OTUS, en este caso individuos, resultado del sistema de agrupamiento UPGMA.

Lám. 6 a-b: Muestra 5: A, fenograma de correlación; b, análisis del componente principal: Factor I 63,54 o/o, Factor II 14,65 o/o. Muestra 6: C, fenograma de distancia; D, análisis del componente principal: Factor I 60,53 o/o, Factor II 12,90 o/o. Muestra 7: E, fenograma de correlación; F, análisis del componente principal: Factor I 57,08 o/o, Factor II 14,32 o/o. Muestra 8: G, fenograma de distancia; H, análisis del componente principal: Factor I 57,08 o/o, Factor II 14,32 o/o. Los fenogramas son de 40 OTUS, en este caso individuos, resultado del sistema de agrupamiento UPGMA.

Lám. 7 a-b: Muestra 9: A, fenograma de distancia; B, análisis del componente principal: Factor I 60,58 o/o, Factor II 15,54 o/o. Muestra 10: C, fenograma de correlación; D, análisis del componente principal: Factor I 65,06 o/o, Factor II 12,03 o/o. Muestra 11: E, fenograma de distancia; F, análisis del componente principal: Factor I 57,26 o/o, Factor II 13,68 o/o. Muestra 12: G, fenograma de distancia; H, análisis del componente principal: 58,87 o/o, Factor II 14,80 o/o. Los fenogramas son de 40 OTUS, en este caso individuos, resultado del sistema de agrupamiento UPGMA.

Lám. 8 a-b: Muestra 13: A, fenograma de correlación; B, análisis del componente principal: Factor I 63,53 o/o, Factor II 11,48 o/o. Muestra 14: C, fenograma de distancia; D, análisis del componente principal: Factor I 58,21 o/o, Factor II 15,26 o/o. Muestra 15: E, fenograma de correlación; F, análisis del componente principal: Factor I 58,83 o/o, Factor II 12,10 o/o. Muestra 16: G, fenograma de distancia; H, análisis del componente principal: Factor I 56,24 o/o, Factor II 19,00 o/o. Los fenogramas son de 40 OTUS, en este caso individuos, resultado del sistema de agrupamiento UPGMA.

Lámina 9: Figuras 1, 2, 3 y 4: Fenogramas de correlación de 9 OTUS, en este caso caracteres, resultado del sistema de agrupamiento UPGMA.



LAMINA 1

M.1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M.2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M.3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M.4	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	769	300	450	495	457	318	755	125	1	1	750	296	435	502	457	315	775	200	2	1	806	304	435	487	450	311	765	250	1	442	311	442	540	525	352	830	225	1	
2	817	300	472	502	454	315	750	183	2	2	754	296	446	487	442	318	765	207	2	2	761	300	424	495	442	307	755	236	1	465	311	465	487	472	311	765	192	1	
3	742	300	446	502	472	334	785	157	2	3	769	285	446	495	457	315	780	200	2	3	802	304	435	480	442	304	730	227	2	446	315	446	510	454	322	775	207	1	
4	701	322	457	521	476	345	805	192	2	4	799	296	450	461	442	311	765	143	2	4	780	307	439	517	465	318	770	169	1	424	307	424	510	472	326	785	178	2	
5	825	300	450	514	461	334	785	142	2	5	769	300	442	487	450	318	755	225	1	5	795	296	424	495	450	315	755	275	2	442	307	442	525	487	337	800	238	1	
6	787	307	461	502	450	322	755	168	2	6	795	289	457	510	457	315	765	207	1	6	799	292	435	457	454	315	770	207	1	427	315	427	499	465	315	770	300	1	
7	795	315	454	510	450	318	755	157	2	7	750	296	439	487	446	307	740	184	2	7	810	300	454	514	461	322	775	191	1	427	311	427	487	450	304	730	225	1	
8	825	304	457	517	472	341	795	200	2	8	784	304	439	502	457	326	765	164	2	8	754	307	439	525	484	326	775	216	1	435	315	435	510	465	319	770	241	1	
9	799	307	457	502	469	334	785	185	1	9	757	304	442	502	469	315	755	207	2	9	754	296	439	495	435	304	735	191	1	442	311	442	525	461	326	785	225	1	
10	817	315	450	499	454	304	745	150	2	10	757	296	446	487	446	318	765	192	2	10	776	307	450	525	472	330	790	191	1	435	315	435	540	514	352	835	200	1	
11	817	300	457	499	465	322	770	171	2	11	761	300	457	480	427	296	720	200	2	11	799	296	446	525	465	318	765	250	1	442	319	442	525	517	322	775	208	1	
12	780	292	450	517	469	322	770	157	1	12	772	304	439	495	450	307	735	216	2	12	742	307	427	499	457	318	770	241	1	450	300	450	525	487	337	805	218	1	
13	776	307	457	472	424	300	730	150	1	13	761	300	431	510	457	311	740	200	1	13	754	300	446	502	457	318	755	208	1	454	322	454	510	465	326	785	290	1	
14	784	311	435	502	465	318	750	221	2	14	754	300	431	487	450	304	730	178	2	14	780	311	435	472	442	304	735	196	1	442	322	442	517	457	311	760	230	1	
15	795	311	457	540	495	345	815	162	2	15	802	300	446	525	502	352	820	193	2	15	784	292	439	502	465	322	780	300	1	450	304	450	525	495	352	835	225	2	
16	791	304	472	514	465	322	765	200	2	16	791	300	454	510	480	330	770	230	2	16	780	292	442	487	446	311	745	225	1	435	304	435	517	502	322	765	171	2	
17	795	304	446	499	457	322	760	183	2	17	814	304	442	510	465	326	785	183	2	17	761	304	439	502	461	315	770	238	1	446	322	446	517	480	334	785	250	1	
18	799	300	454	506	465	322	775	171	2	18	787	296	457	480	457	334	785	125	1	18	754	281	439	510	457	315	765	185	1	431	311	431	510	465	337	800	280	1	
19	772	300	484	502	469	330	790	171	1	19	761	300	450	487	450	311	715	192	2	19	802	300	450	502	450	315	770	245	1	487	319	487	525	502	352	845	216	1	
20	784	311	454	514	472	341	815	150	2	20	784	300	420	487	442	311	765	185	2	20	806	300	439	502	480	330	785	200	1	442	304	442	525	487	334	795	216	1	

M.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M.6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M.7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M.8	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	795	311	439	510	476	337	785	192	2	1	769	311	450	502	472	315	770	280	2	1	757	304	442	495	465	315	770	233	1	1	769	307	450	487	465	319	775	233	2
2	787	304	461	521	480	334	805	184	2	2	776	322	450	510	465	322	780	130	1	2	787	319	439	502	465	322	770	146	1	2	780	307	450	525	480	337	800	200	1
3	791	311	457	525	469	330	790	178	2	3	784	300	450	502	450	315	770	170	2	3	772	296	431	510	454	319	760	200	1	3	769	296	450	487	465	319	760	200	2
4	795	311	469	525	495	341	810	164	1	4	787	300	442	510	472	330	790	150	2	4	769	300	450	502	465	326	785	157	2	4	724	296	450	487	450	322	780	233	2
5	776	307	450	514	472	326	785	184	2	5	791	315	446	517	465	319	775	170	2	5	810	307	427	502	472	330	790	184	1	5	787	311	457	487	450	296	700	260	2
6	769	307	446	502	450	319	770	208	1	6	836	292	442	517	472	330	790	200	1	6	810	304	454	495	465	322	780	164	1	6	750	307	442	487	435	307	750	200	1
7	765	300	450	514	469	334	795	208	2	7	742	304	439	502	465	319	760	200	2	7	769	304	450	510	465	330	790	137	1	7	780	307	465	525	472	330	790	200	1
8	791	304	427	517	480	337	790	185	1	8	769	300	442	502	450	319	760	150	1	8	795	307	454	517	465	334	795	185	1	8	784	319	457	510	465	322	790	166	2
9	795	311	442	525	487	334	795	225	2	9	791	311	431	510	472	304	745	180	1	9	787	307	454	495	472	315	770	185	1	9	769	307	457	517	472	319	765	171	2
10	791	307	446	517	457	330	775	185	2	10	787	292	431	487	450	322	770	170	1	10	754	296	427	472	457	304	730	138	1	10	787	304	457	525	457	315	755	216	2
11	765	296	461	502	472	322	760	200	2	11	769	315	435	517	472	319	750	300	2	11	769	300	427	510	480	334	795	160	2	11	750	304	446	487	450	307	725	150	2
12	806	304	431	525	472	326	785	171	2	12	787	307	446	525	480	315	760	280	1	12	769	300	450	510	465	322	780	171	2	12	769	311	457	517	457	-	-	157	2
13	789	315	472	532	506	349	815	171	2	13	769	315	439	525	487	337	815	200	2	13	769	319	435	517	457	319	760	125	1	13	769	304	442	495	465	304	745	216	2
14	750	315	446	517	457	334	775	233	1	14	769	300	430	525	465	319	750	160	1	14	787	300	442	517	480	337	800	171	2	14	795	311	442	502	457	304	755	157	1
15	789	304	409	517	472	319	765	191	2	15	787	300	450	487	465	315	770	208	2	15	787	300	450	487	450	311	730	171	2	15	750	304	465	487	465	311	765	233	2
16	791	304	427	525	465	326	770	216	2	16	776	300	454	547	487	337	800	142	2	16	825	300	450	487	450	319	715	142	1	16	769	307	450	487	450	315	760	183	2
17	799	311	450	517	472	330	790	185	2	17	784	307	439	517	480	326	790	150	2	17	754	304	450	465	435	300	750	125	2	17	769	300	450	487	457	315	725	216	2
18	791	300	435	510	457	322	775	142	1	18	799	307	424	487	450	311	740	266	2	18	754	307	454	472	442	300	750	125	2	18	769	300	442	502	472	322	780	216	2
19	795	307	409	510	469	319	770	200	2	19	769	304	442	495	465	315	755	160	2	19	754	307	450	487	450	315	770	245	1	19	750	307	450	487	450	322	770	216	2
20	787	307	446	517	480	330	790	218	2	20	787	304	461	517	480	334	795	164	2	20	769	311	450	495	450	315	770	185	2	20	769	311	450	495	450	315	770	185	2

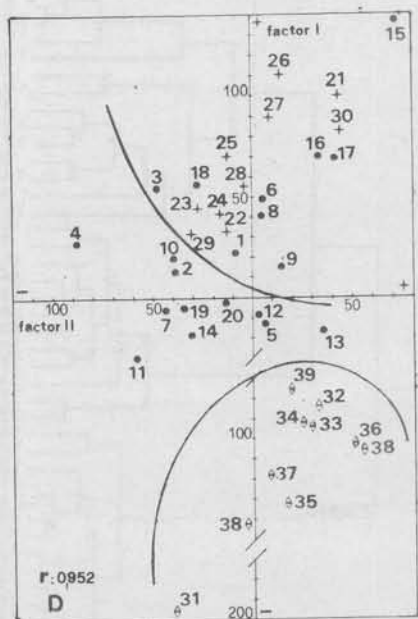
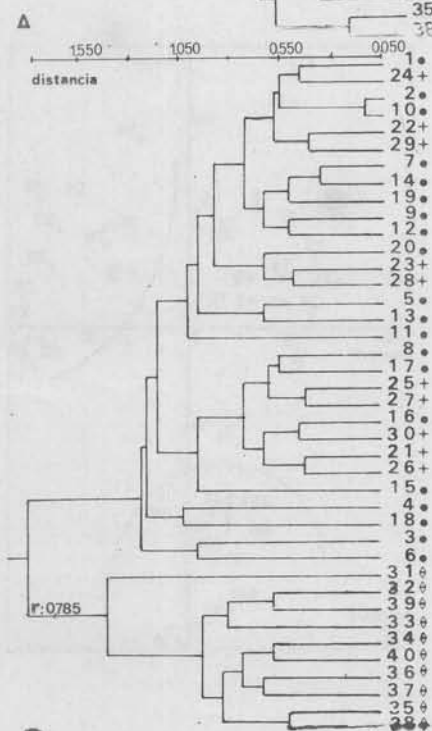
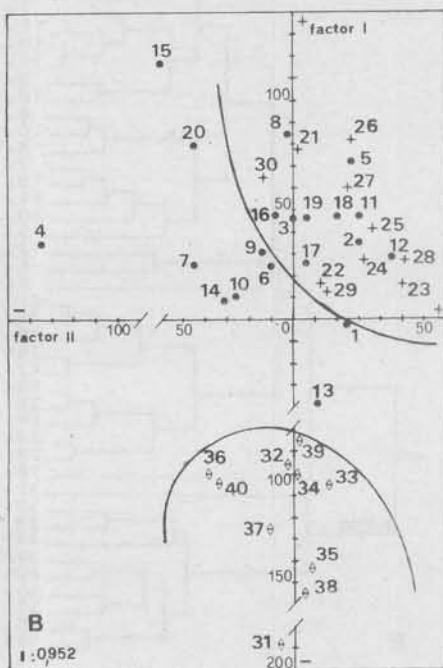
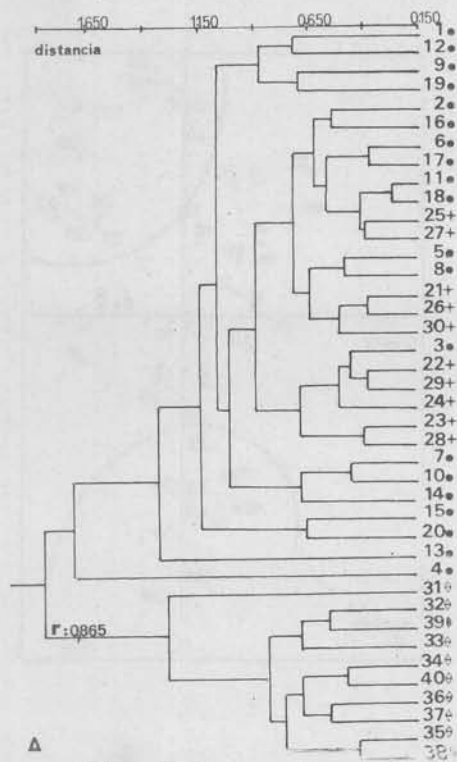
M9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	806	315	446	532	487	337	800	216	2	1	787	307	450	525	457	319	775	200	2	1	795	304	465	517	472	472	326	770	283	1	784	296	431	502	465	322	755	171	1
2	769	311	454	525	487	330	790	233	2	2	769	300	439	502	450	319	775	150	2	2	742	300	431	517	450	311	745	250	1	2	780	319	454	525	457	322	780	142	1
3	776	307	442	525	427	326	785	200	2	3	795	315	439	510	465	326	785	200	2	3	746	292	431	495	442	304	745	255	1	3	739	292	450	525	465	322	755	250	2
4	776	307	446	517	465	334	785	216	2	4	750	311	454	502	457	319	775	216	2	4	761	300	435	517	457	319	760	200	1	4	772	307	450	517	465	322	755	233	2
5	776	300	442	510	480	307	735	230	2	5	750	304	427	487	450	307	745	233	2	5	739	304	442	487	457	307	745	311	1	5	757	296	427	487	427	296	725	211	2
6	776	319	454	525	472	319	775	200	2	6	829	307	457	517	465	330	790	216	2	6	765	304	420	495	442	304	735	254	1	6	776	289	436	472	457	319	755	215	1
7	802	319	450	525	465	319	765	240	2	7	769	304	450	502	457	319	775	171	2	7	735	307	435	487	450	296	740	208	1	7	784	319	446	502	450	307	750	184	2
8	772	319	461	540	465	315	770	260	2	8	787	300	446	487	442	319	765	214	2	8	750	289	446	502	442	304	715	280	1	8	739	304	427	487	450	307	725	246	1
9	757	307	446	510	465	319	775	216	2	9	806	-	442	487	457	311	765	216	2	9	757	300	454	502	465	315	755	258	1	9	795	319	457	502	472	330	790	233	1
10	795	304	446	510	472	330	815	166	2	10	787	319	442	502	450	307	755	200	2	10	757	319	435	502	457	322	780	200	1	10	727	304	431	495	442	304	730	241	1
11	787	300	454	525	472	326	785	240	2	11	787	311	442	502	465	322	770	183	2	11	727	304	446	502	442	-	-	200	1	11	757	292	450	521	472	322	755	280	1
12	769	311	450	502	450	307	760	185	1	12	757	311	442	502	457	319	765	183	2	12	731	289	424	480	427	292	715	280	1	12	761	319	439	495	457	311	740	200	1
13	799	307	450	525	472	326	785	183	1	13	769	311	439	495	457	315	755	216	2	13	739	285	435	495	442	304	740	310	1	13	795	311	461	517	472	334	790	260	1
14	795	300	442	510	465	319	765	218	1	14	769	304	439	502	457	319	760	164	2	14	746	300	446	502	465	315	760	225	1	14	795	311	457	502	472	326	785	200	2
15	791	300	424	525	465	319	775	216	1	15	787	315	431	487	450	319	760	156	2	15	746	296	431	502	472	300	725	311	1	15	731	289	435	480	427	296	700	254	1
16	776	307	420	517	472	334	795	244	1	16	787	300	442	502	450	311	750	266	2	16	754	292	446	495	442	315	765	215	1	16	746	300	416	502	435	300	710	216	1
17	769	307	442	495	450	315	755	220	1	17	769	319	446	495	450	326	785	191	2	17	746	300	450	502	450	307	735	241	1	17	750	300	427	502	442	300	735	215	1
18	769	307	450	502	472	319	760	200	1	18	769	300	450	517	457	319	765	200	2	18	750	307	435	487	450	311	725	215	1	18	761	307	427	495	427	292	715	216	1
19	754	300	427	495	450	300	725	280	1	19	825	307	450	510	457	319	770	216	2	19	746	304	439	495	427	304	730	260	2	19	784	304	465	510	480	326	785	157	1
20	769	304	424	487	457	304	730	260	1	20	781	308	443	501	455	318	767	199	2	20	746	281	439	487	465	307	730	160	1	20	769	322	436	510	457	311	740	310	1

M13	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M16	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	795	300	431	517	472	337	785	208	2	1	787	311	427	510	457	315	765	320	1	1	772	311	435	480	435	292	705	245	1	1	787	300	442	502	450	326	770	300	1
2	765	300	450	510	480	322	755	183	2	2	765	326	450	487	439	300	755	333	1	2	754	292	427	487	442	304	720	185	2	2	806	300	446	525	472	334	800	233	1
3	757	307	450	487	450	319	760	225	2	3	754	307	427	487	450	304	735	241	1	3	791	307	446	495	450	311	735	171	2	3	787	300	450	525	472	-	200	1	1
4	772	304	442	495	450	319	775	164	2	4	761	292	431	487	439	307	745	225	1	4	772	292	442	487	457	311	735	185	2	4	787	300	446	510	465	315	750	216	1
5	761	300	442	487	450	315	745	192	2	5	750	319	442	487	450	307	730	260	1	5	757	300	446	495	450	307	735	221	2	5	795	-	446	-	450	322	760	-	2
6	769	289	450	502	454	322	765	200	2	6	791	319	427	502	472	319	760	280	1	6	780	304	442	487	450	319	750	215	1	6	795	300	450	502	450	307	750	215	1
7	754	296	442	480	442	311	755	208	2	7	776	300	424	487	442	311	745	241	1	7	769	300	431	502	457	319	750	164	2	7	787	300	450	487	457	311	750	250	1
8	761	307	424	487	450	319	750	169	2	8	772	289	435	472	457	307	740	300	1	8	780	296	435	495	465	307	745	150	2	8	772	300	427	525	487	319	775	233	1
9	761	300	439	487	442	300	715	208	2	9	765	304	435	487	450	307	740	233	1	9	780	292	427	480	442	307	725	125	2	9	787	315	439	510	450	326	785	200	1
10	761	300	435	487	454	319	775	185	2	10	784	315	435	495	457	319	760	250	1	10	746	292	424	495	435	315	745	178	1	10	780	300	446	487	450	315	765	192	2
11	776	289	461	491	461	319	775	184	2	11	772	300	427	487	450	315	760	178	1	11	787	301	420	487	450	307	720	225	1	11	780	300	442	487	465	311	760	192	1
12	787	292	442	502	465	311	745	142	2	12	765	300	427	502	450	307	750	270	1	12	742	301	427	502	450	307	735	270	1	12	772	300	450	502	450	311	740	250	1
13	765	296	435	487	450	311	745	183	2	13	784	300	427	487	454	311	755	225	1	13	772	301	435	472	442	322	755	207	1	13	746	281	439	472	427	300	725	121	2
14	769	304	450	487	450	322	760	192	2	14	780	304	412	487	450	307	740	225	1	14	731	285	416	472	446	304	730	207	1	14	787	-	431	525	472	319	775	-	1
15	746	300	435	495	450	315	750	208	1	15	780	311	442	502	484	319	755	241	1	15	784	292	450	487	442	300	725	216	1	15	795	292	424	495	465	311	740	209	2
16	791	311	412	487	442	300	725	169	2	16	742	304	450	487	450	315	750	233	1	16	776	300	435	487	450	311	740	272	1	16	787	285	442	487	442	304	750	135	2
17	772	296	420	495	442	-	-	169	2	17	765	307	424	487	439	304	730	258	1	17	750	292	424	499	472	311	735	203	1	17	787	304	450	502	450	315	770	241	1
18	784	307	457	517	457	326	775	143	2	18	761	311	427	502	465	337	780	272	1	18	742	289	431	480	427	292	720	192	1	18	787	300	450	502	465	319	760	192	1
19	780	300	450	532	480	337	775	191	2	19	750	304	431	472	435	300	730	254	1	19	754	311	424	487	435	292	710	166	1	19	787	300	450	525	480	315	770	225	2
20	742	281	416	487	442	307	720	169	2	20	761	319	450	495	450	319	775	225	1	20	799	296	450	487	450	319	755	241	1	20	765	300	427	487	442	322	770	233	2

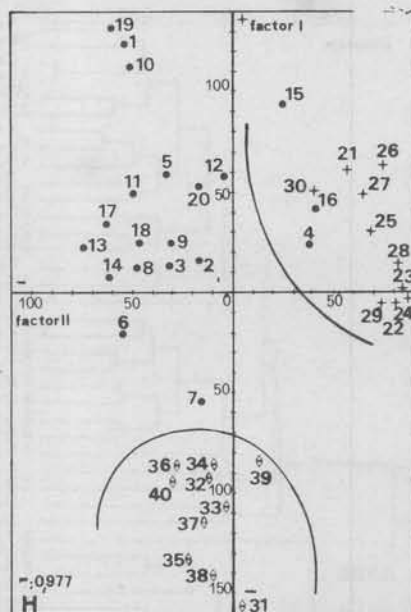
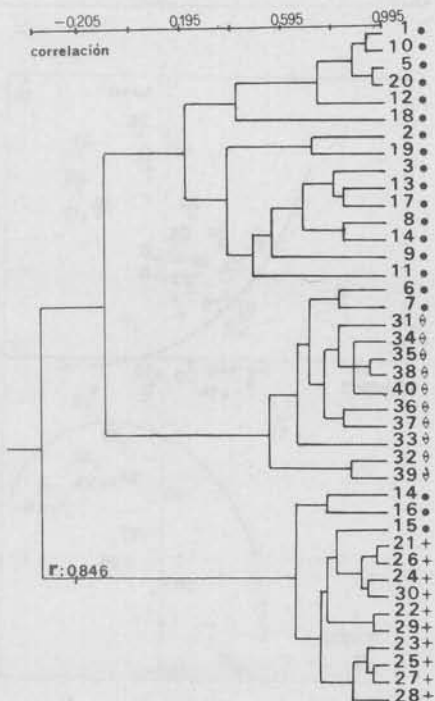
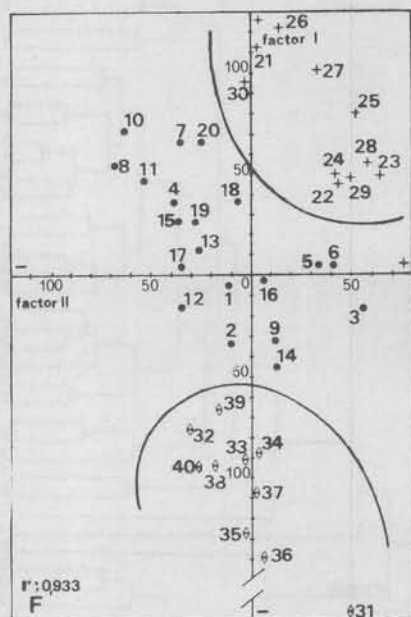
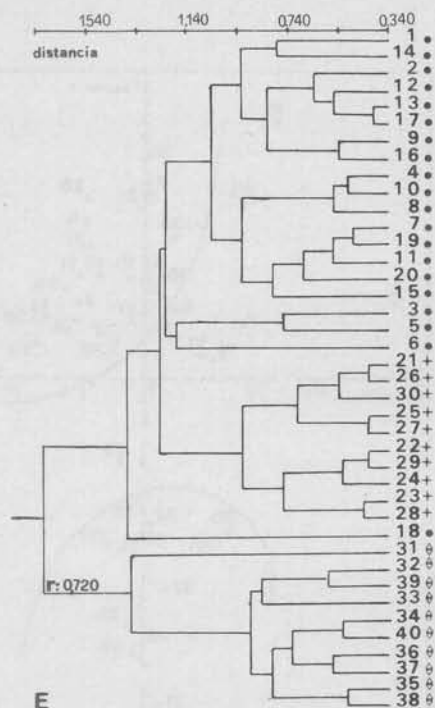
A	1	2	3	4	5	6	7	8	9
21	787	300	446	525	472	337	800	157	2
22	742	300	439	487	472	326	770	150	2
23	784	296	431	487	457	326	770	143	2
24	757	296	435	502	465	322	760	140	2
25	806	300	446	487	472	326	775	143	2
26	787	296	454	517	480	337	785	137	2
27	802	300	450	500	465	334	795	143	2
28	802	296	424	502	457	322	765	125	2
29	750	300	442	487	450	326	785	150	2
30	784	304	454	517	487	330	750	178	2

B	1	2	3	4	5	6	7	8	9
31	727	311	405	450	405	277	670	245	1
32	739	300	424	495	450	300	725	333	1
33	761	300	401	487	435	300	740	300	1
34	776	307	416	487	435	292	715	250	1
35	769	304	416	480	420	280	710	330	1
36	757	311	416	502	405	300	740	263	1
37	750	307	424	480	405	300	725	290	1
38	742	304	416	472	427	285	690	322	1
39	731	300	424	502	442	304	710	245	1
40	750	311	420	245	442	292	720	290	1

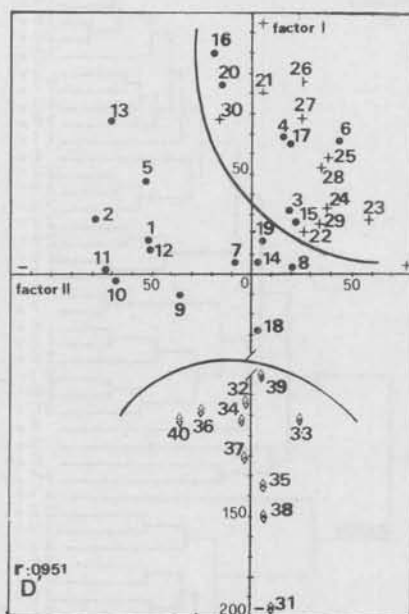
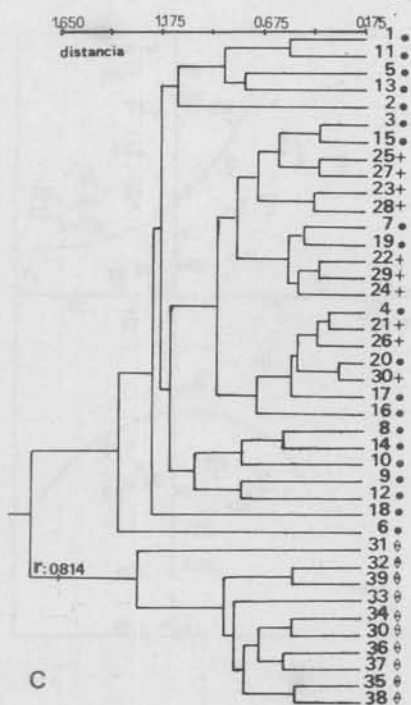
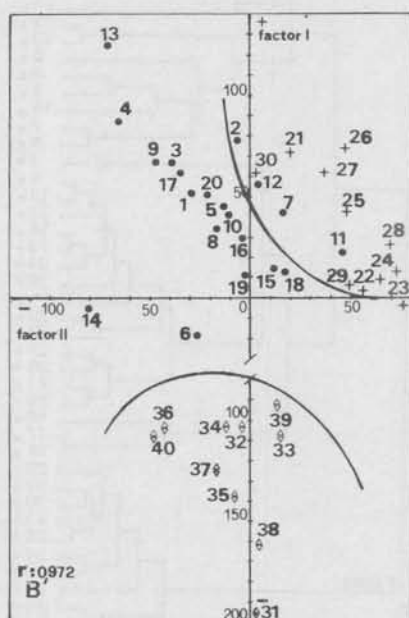
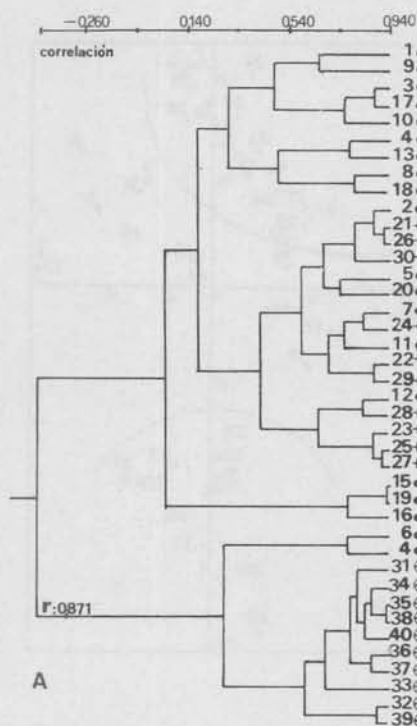
LAMINA 4



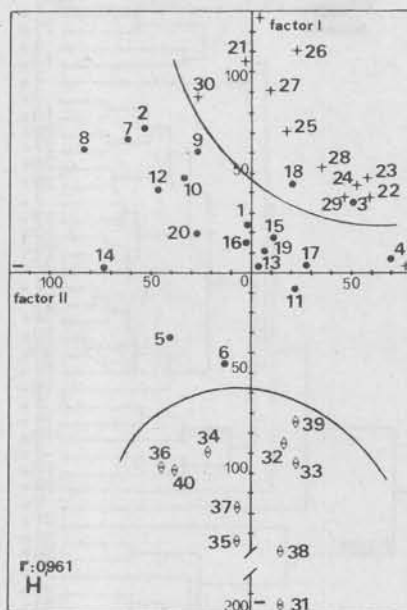
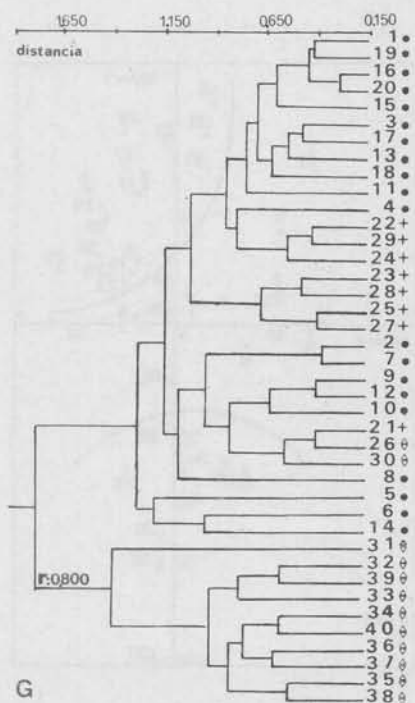
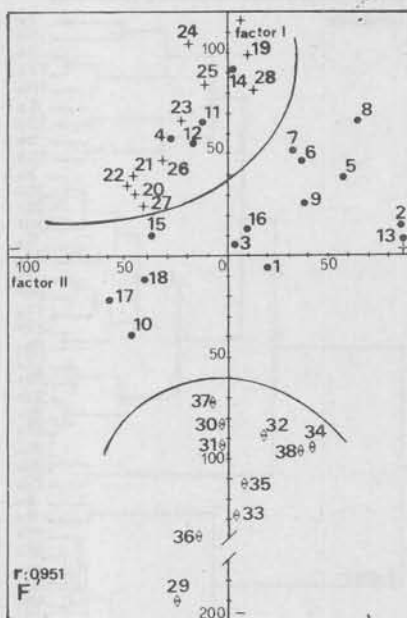
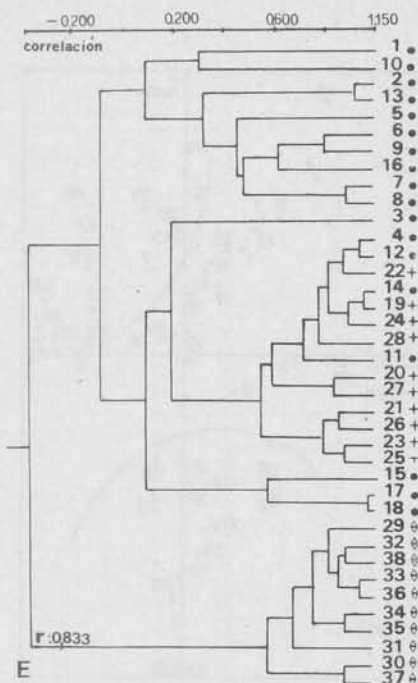
LAMINA 5 a



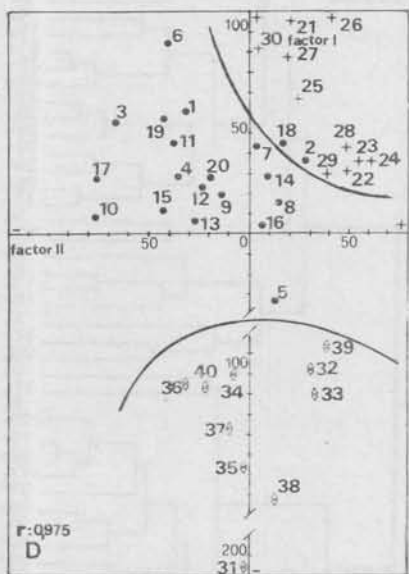
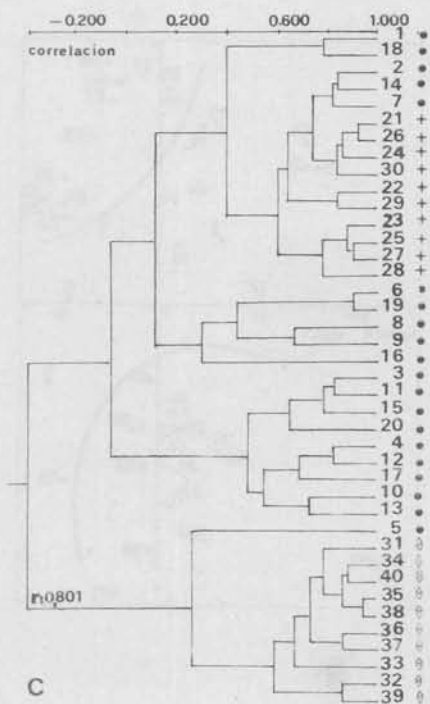
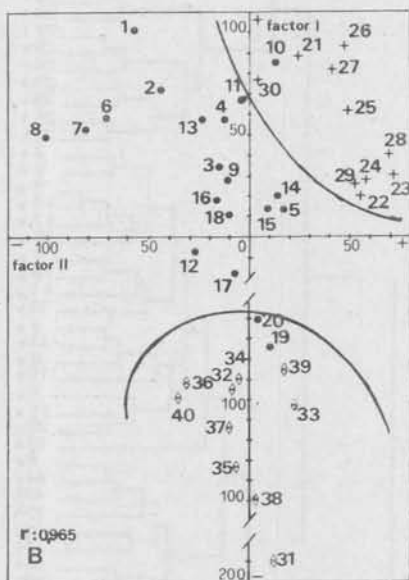
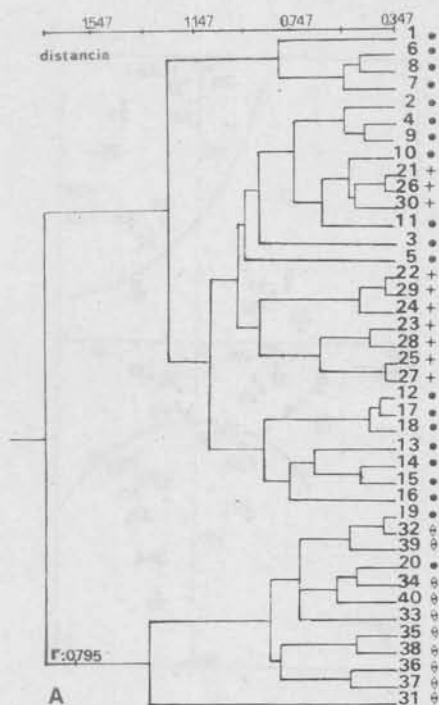
LAMINA 5 b



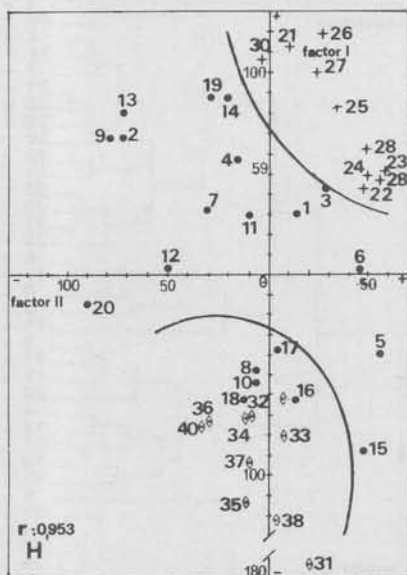
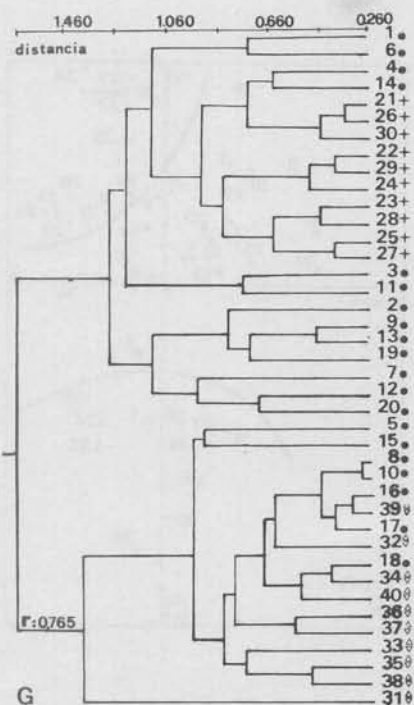
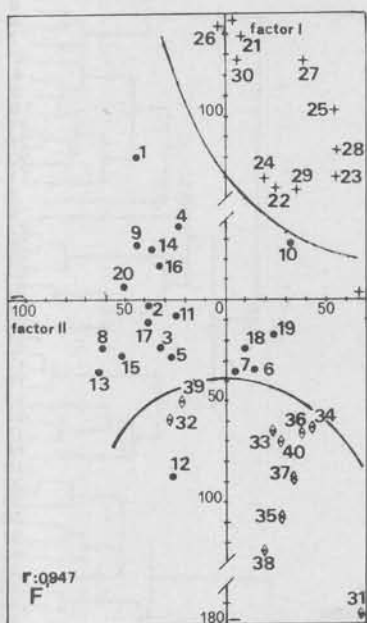
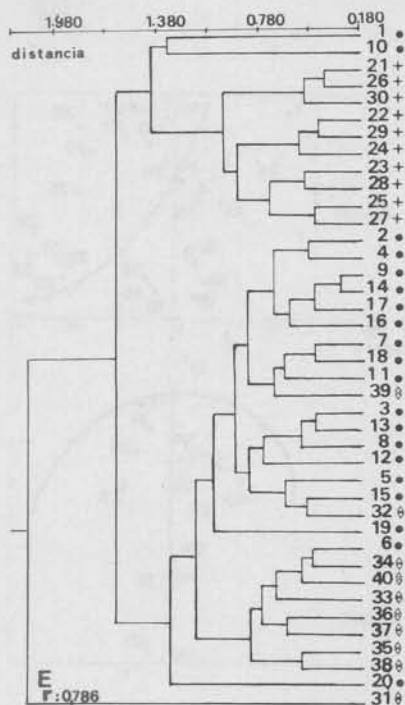
LAMINA 6 a



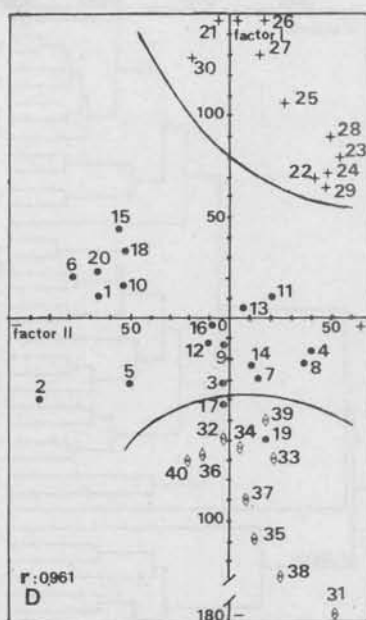
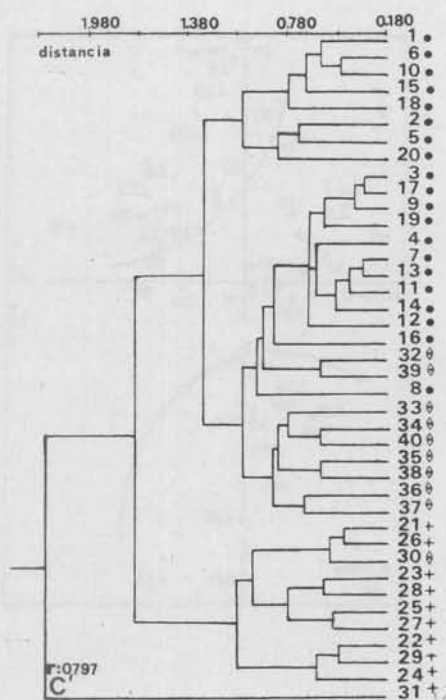
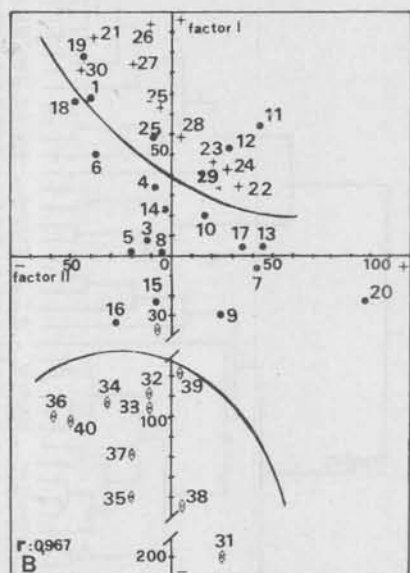
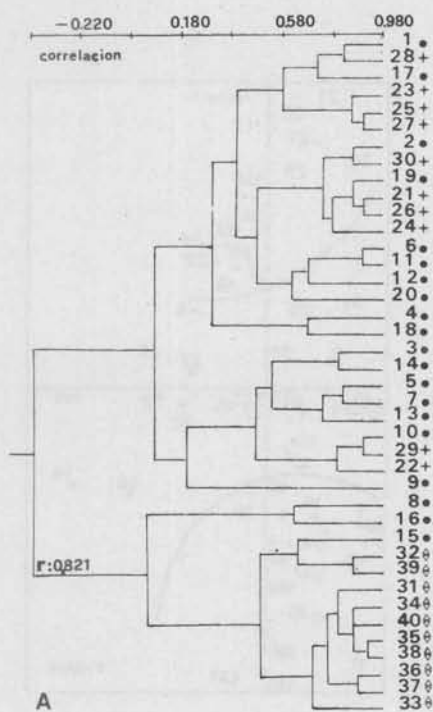
LAMINA 6 b



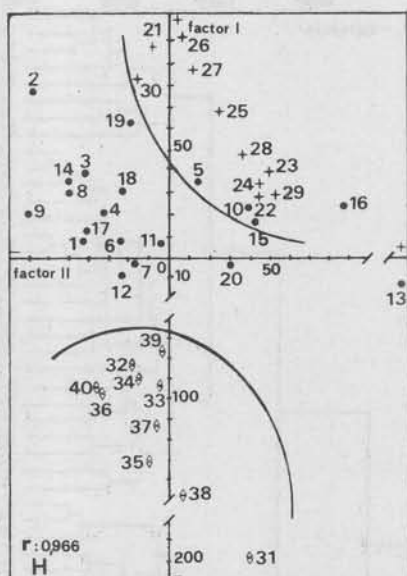
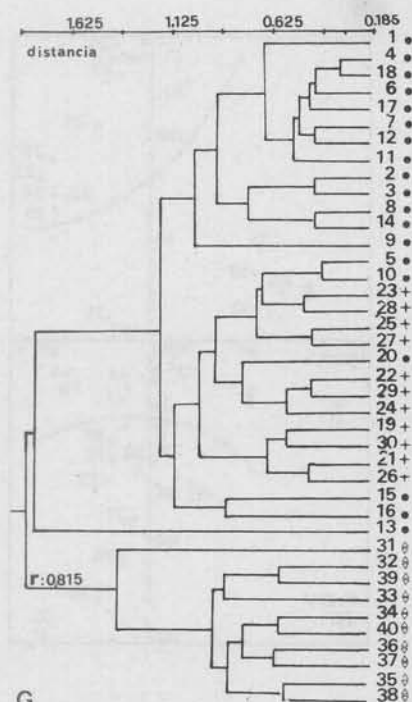
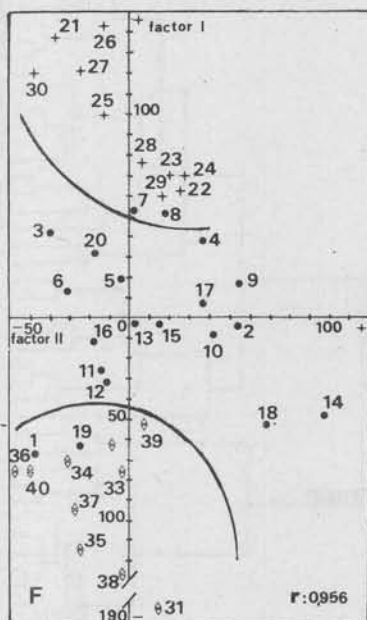
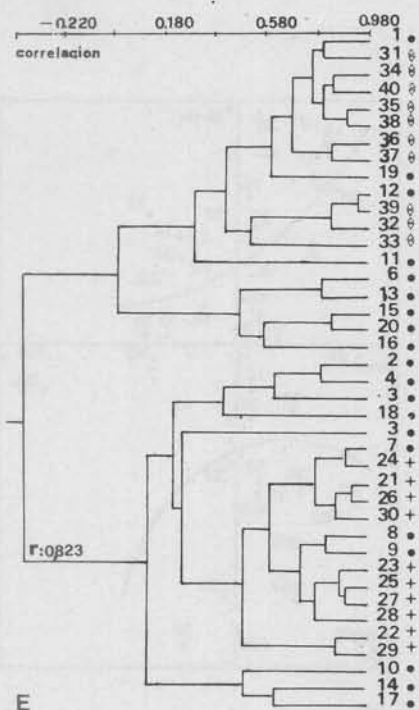
LAMINA 7 a



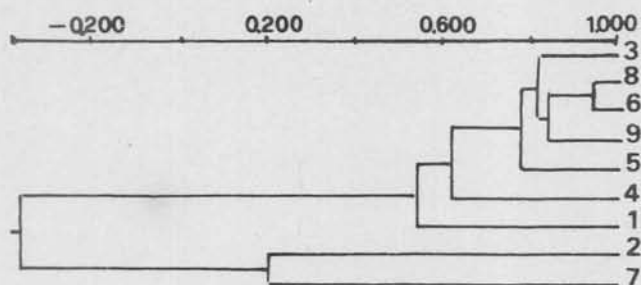
LAMINA 7 b



LAMINA 8 a



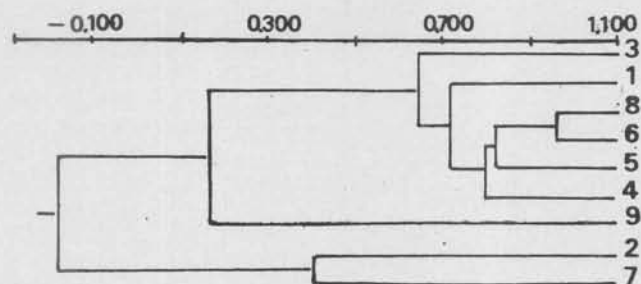
LAMINA 8 b



MUESTRA 10

r: 0.940

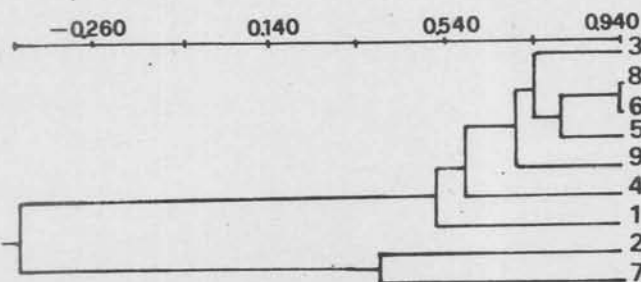
1



MUESTRA 4

r: 0.881

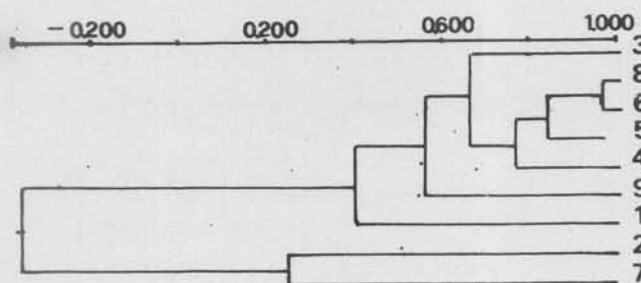
2



MUESTRA 13

r: 0.966

3



MUESTRA 1

r: 0.937

4

LAMINA 9