

Análisis multivariado en híbridos y progenitores del género *Datura* L.s.l.

Xonia Xioués, Víctor Fuentes, Estación Experimental de Plantas Medicinales
Lidia Lera, Jesús Sánchez, Instituto de Matemática de la Academia de
Ciencias de Cuba

María Teresa Cornide, Academia de Ciencias de Cuba

Hiraldó Lima, Estación Nacional de Frutales y

Miriam Álvarez, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas

RESUMEN

Se utilizaron dos métodos de análisis multivariado: análisis de "cluster" y componentes principales, para el estudio poblacional de 13 progenitores y 55 híbridos del género *Datura* L. s. l., mediante la evaluación de 18 caracteres cualitativos. El cluster permitió observar dos ramas, una formada por los taxa herbáceos y la otra por los arbustivos. Dentro de cada rama se presentan diferentes particularidades. Dos de las componentes, que representan el 81.48 % de la variabilidad fueron seleccionadas como las de mayor utilidad. El análisis multivariado permitió agrupar morfológicamente las poblaciones de híbridos F_1 , con respecto a sus progenitores.

ABSTRACT

Two methods of multivariate analysis: cluster analysis and principal components for the poblational study of 13 parents and 55 hybrids of the genus *Datura* L. s. l. were used, through the evaluation of 18 qualitative characters. The cluster analysis showed two branches, one formed by the herbaceous taxa and the other by the shrubby; different particularities inside of the branches could be observed. Two of the components represented

the 81.48 %, of the variability which were selected by the more useful. The multivariate analysis permitted to group morphologically, the population of F_1 , hybrid in relation to the parents.

INTRODUCCIÓN _____

Las técnicas del análisis multivariado han sido utilizadas en las Ciencias Biológicas para el estudio de diferentes poblaciones y grupos de plantas y animales (Anderberg, 1973). Dos métodos de análisis multivariado de interés para la clasificación de especies, variedades, líneas, etcétera, son el cluster y las componentes principales, los que ordenan los datos en formas diferentes pero complementarias (Rhodes y Martin, 1972).

La utilización de estos métodos se ha extendido en los últimos años, por cuanto constituyen un instrumento de estudio de los fenómenos y procesos complejos, trabajando en cuatro direcciones fundamentales: estudio de colecciones (Hussaini y col., 1977, Álvarez y Estévez, 1979, Álvarez, 1981), selección de progenitores (Bhalt, 1970, 1973), regionalización de variedad y caracterización de localidades (Perkins, 1972, Bhalt, 1976), y estudios epidemiológicos de la resistencia genética a las enfermedades (Cornide, 1982, Cornide y Álvarez, 1983).

Las especies del género *Datura* L. s. l., cultivadas en Cuba, son importantes por su contenido de principios activos (atropina y escopolamina), por lo que se realizaron cruzamientos interespecíficos para lograr el mejoramiento genético de las mismas (Fuentes y Xioués, 1983); por esta vía se obtuvieron 55 combinaciones híbridas las que se evalúan actualmente para conocer sus características.

El presente trabajo tiene el objetivo de clasificar desde el punto de vista morfológico las poblaciones F_1 , de los híbridos obtenidos en el género, de forma comparativa con respecto a sus progenitores.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló con 13 progenitores y 55 híbridos obtenidos por cruzamientos interespecíficos en la Estación Experimental de Plantas Medicinales Dr. "Juan Tomás Roig", de San Antonio de los Baños, durante el año 1980. Las semillas de la primera generación filial fueron sembradas en iguales condiciones en la citada Estación, en el año 1981, las plántulas obtenidas fueron trasplantadas según un Diseño de Bloque al azar con tres repeticiones, evaluándose al menos 10 plantas de cada combinación.

A continuación ofrecemos el material evaluado para el presente estudio.

PROGENITORES:

Sección *Stramonium*

1. *Datura stramonium* L. var. *stramonium*
2. *Datura stramonium* L. var. *tatula* (L.) Torr.
3. *Datura ferox* L.

Sección *Dutra*

4. *Datura metel* L. var. *muricata* (Bernh.) Danert
5. *Datura wrightii* Regel
6. *Datura discolor* Bernh.
7. *Datura inoxia* es Mill.
8. *Datura velutinea* Fuentes

Sección *Brugmansia*

9. *Datura candida* (Pers.) Safford- (de flores blancas).
10. *Datura candida* (Pers.) Safford- (de flores naranjas).
11. *Datura* sp. (procedente de Gran Piedra)
12. *Datura cubensis* Fuentes.
13. *Datura suaveolens* H.B. ex Wild.

Híbridos

1 x 2	4 x 2	6 x 2	8 x 7	11 x 9
1 x 3	4 x 3	6 x 3	9 x 1	11 x 10
1 x 7	4 x 5	6 x 7	9 x 3	11 x 12
1 x 8	4 x 7	6 x 8	9 x 4	12 x 4
2 x 1	4 x 8	7 x 1	9 x 7	12 x 7
2 x 3	5 x 1	7 x 3	9 x 11	12 x 11
2 x 5	5 x 2	7 x 5	10 x 7	13 x 14
2 x 7	5 x 3	7 x 8	10 x 11	13 x 7
3 x 1	5 x 7	8 x 1	11 x 1	13 x 9
3 x 2	5 x 8	8 x 2	11 x 4	13 x 10
3 x 7	6 x 1	8 x 3	11 x 8	13 x 11

Los híbridos se representan mediante el cruzamiento de las especies que le dieron origen las que se identifican mediante un número, colocando en primer lugar al progenitor masculino.

A cada híbrido y progenitor se les evaluaron los siguientes caracteres, con diferentes variantes:

- I - *Porte*
 - 1 - Plantas herbáceas
 - 2 - Plantas arbustivas
- II - *Posición de las flores*
 - 1 - Colgantes
 - 2 - Inclinaadas
 - 3 - Erectas
- III - *Tamaño de la flor*

- 1 - Pequeñas
- 2 - Medianas
- 3 - Grandes
- IV - *Color de la flor*
 - 1 - Blancas
 - 2 - Coloreadas
- V - *Forma del cáliz*
 - 0 - No costillado
 - 1 - Costillado
- VI - *Tipo del cáliz*
 - 0 - No espatáceo
 - 1 - Espatáceo
- VII - *Persistencia de cáliz*
 - 0 - Base no persistente
 - 0 - Base persistente
- VIII - *Corola*
 - 1 - Simple
 - 2 - Doble o triple
- IX - *Antesis*
 - 1 - De un día
 - 2 - De más de un día
- X - *Tipo de fruto*
 - 0 - En baya
 - 1 - En cápsula erecta
 - 2 - En cápsula inclinada
- XI - *Tipo de pericarpio*
 - 0 - Inerme
 - 1 - Aculeado
- XII - *Tubérculos del pericarpio*
 - 0 - No tuberculado
 - 1 - Tuberculado
- XIII - *Dehiscencia del fruto*
 - 0 - Indehiscente
 - 1 - Dehiscencia regular
 - 2 - Dehiscencia irregular
- XIV - *Carúnculo de las semillas*
 - 0 - Sin carúnculo
 - 1 - Con carúnculo
- XV - *Color de las semillas*
 - 1 - Negras
 - 2 - Carmelitas
- XVI - *Suberificación de la semilla*
 - 0 - Con testa no suberificada
 - 1 - Con testa suberificada

XVII - *Manchas de la flor*

0 - Sin manchas en la corola

1 - Con manchas en la corola

XVIII - *Compatibilidad*

0 - Plantas auto-incompatibles

1 - Plantas autocompatibles.

Estos datos se estudiaron mediante el análisis de cluster a partir de un par (Davies, 1973), y un análisis de componentes principales (Anderson, 1958). En el primer método se utilizó como índice de similitud el coeficiente de correlación y en el segundo la matriz de correlaciones. Este trabajo se realizó en el Instituto de Matemática de la Academia de Ciencias de Cuba.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se presentan los resultados obtenidos en el cluster, pueden observarse dos ramas al nivel 0.433, la de la izquierda comprende las especies herbáceas del género y sus híbridos, y la de la derecha las arbustivas; ambas se diferencian fundamentalmente en su porte, tamaño y posición de sus flores, forma y tamaño de su fruto, modo de reproducción, mecanismo de compatibilidad y contenido de principios activos. Para las especies herbáceas se presentan varias subramas muy relacionadas con las secciones que presenta el género, las que han sido discutidas por Fuentes (1980, 1981). Al nivel 0,75, se unen las subramas formadas, por las especies de las secciones *Dutra* y *Stramonium* y los híbridos, en que estas actúan como progenitores femeninos.

A su vez se presentan alejadas de las demás especies *D. metel* var. *muri-cata* y *D. discolor*, debido a sus características morfológicas que las separan de las demás, la primera especie por su corola doble o triple y los tubérculos de sus frutos, y la segunda por las manchas en la garganta de sus flores, dehiscencia regular de sus frutos y semillas negras que la acercan a la sección *Stramonium*.

Con excepción de los híbridos formados con *D. discolor*, todos los híbridos herbáceos obtenidos se asemejan morfológicamente al progenitor femenino estando reunidos en el mismo grupo, lo que indica que puede existir un efecto materno.

Los progenitores e híbridos obtenidos en la sección *Stramonium*, se separan en dos grupos motivado principalmente por el color de sus flores. En el caso de *D. stramonium* var. *stramonium*, *D. ferox* y combinaciones formadas con ellas como progenitor femenino poseen flores blancas, mientras que las formadas con *D. stramonium* var., *tatula* presenta flores coloreadas.

Para las especies arbustivas la más alejada es *D. suaveolens*, por sus flores blancas inclinadas, anteras coherentes y cáliz 5 dentado, siguién-

dole *D. candida*, de flores naranjas, precisamente por el color de sus flores, aunque en general todas las especies e híbridos son muy similares.

Se separan en dos grupos los híbridos formados con las dos formas de *D. candida* y las formadas con *D. cubensis* y *D. sp.*, cultivada en Gran Piedra, basado en la posición de sus flores, las primeras colgantes y las segundas inclinadas. A diferencia de los híbridos de especies herbáceas no pueden decirse que los híbridos de las especies arbustiva sean iguales a sus progenitores femeninos pues presentan en muchos casos características intermedias entre ambos progenitores, en cuanto al porte, posición de sus flores, forma del cáliz, etcétera, debido a que estas especies son autoincompatibles y su forma de multiplicación es por estacas, no pudiendo plantearse que se partió de un material homogéneo para realizar los cruzamientos, como en el caso de las herbáceas que son especies de autofecundación.

Este análisis sirvió para separar a los híbridos y progenitores en dos grandes grupos: herbáceos y arbustivos, además agrupó a los híbridos con los progenitores afines, quedando incluidas de acuerdo con su morfología en las secciones *Stramonium*, *Dutra* y *Brugmansia*. Además pueden inferirse los caracteres que resultaron dominantes en las combinaciones de ambos progenitores de acuerdo con la localización del híbrido en el análisis, si está más cercano al progenitor femenino o al masculino.

La figura 2 muestra las asociaciones entre las variables evaluadas, sobre la base de un coeficiente de correlación mayor o igual a 0.70. Los caracteres porte de la planta posición, de la flor, tamaño de la flor, cáliz espatáceo, persistencia de la base del cáliz, tiempo para la antesis, tipo de fruto, característica del pericarpo, dehiscencia del fruto y suberificación de la semilla, se correlacionan positiva o negativamente con 8 ó 10, caracteres de los 13 analizados, estando muy relacionados entre sí, ya que en dependencia de si una planta es herbácea o arbustiva, presentará flores erectas, inclinadas o colgantes, flores pequeñas, medianas o grandes, cáliz no espatáceo o espatáceo, etcétera, además, las flores erectas son pequeñas o medianas, con cáliz no espatáceo, generalmente persistente, antesis de un día, mientras que las flores inclinadas o colgantes son grandes, generalmente con cáliz espatáceo, antesis de dos o más días, lo que se refleja en la alta correlación, entre la posición de la flor y el tamaño, tipo de cáliz, persistencia del mismo y así sucesivamente, como puede observarse en la figura.

A partir de la matriz de correlación se calcularon los valores y vectores propios para realizar el análisis de los componentes principales.

Se seleccionaron dos componentes que representan el 81.48 %, de la variabilidad, lo que se muestra en la tabla I.

En la componente I los caracteres de mayor peso son: el porte, la persistencia del cáliz, tiempo para la antesis, característica del pericarpio, subertificación de la semilla y la compatibilidad, o sea las principales variables que implican que una serie sea herbácea o arbustiva, que es una de las principales características para separar el género en dos grandes grupos, como se observó en el cluster.

Por otra parte en la componente dos, los caracteres de mayor peso son: cáliz costillado y color de las semillas, importantes para diferenciar las secciones *Stramonium* y *Dutra*, ya que las especies que pertenecen a la primera tienen el cáliz costillado y las semillas negras, y a la segunda, cáliz no costillado y semillas carmelitas, exceptuando *D. discolor*, que presenta semillas negras y cáliz costillado y es causa de que se separe de las especies de su sección, como reflejó el "cluster".

La figura 3 muestra la agrupación de los taxa; pueden observarse tres grupos, uno en el cuadrante de la derecha, formado por los taxa arbustivos incluidos en la sección *Brugmansia*, presentando una contribución positiva de la componente uno, lo que indica que fueron agrupados según el porte arbustivo. El resto de los grupos se encuentran en el cuadrante de la izquierda, con contribuciones negativas de ambos componentes, son los formados por los taxa herbáceos. En la parte superior se encuentran los taxa con características afines a la sección *Stramonium*, los que tienen una mayor contribución del componente dos debido a sus semillas negras y cáliz costillado; en la parte inferior se agrupan los afines a la sección *Dutra*. Se alejan de su agrupación *D. discolor* y *D. metel*, motivado por las razones expuestas en la discusión del cluster.

En el análisis de los componentes se determinaron las características principales que motivan que los híbridos y progenitores se agrupan según su morfología en una u otra sección del género, presentando caracteres bien definidos cada combinación.

CONCLUSIONES

- En el análisis de "cluster", se observaron dos ramas, una formada por los híbridos y progenitores herbáceos y la otra por los arbustivos. Cada rama presenta sus particularidades. Exceptuando los híbridos formados con *D. discolor*, todos los herbáceos se agrupan en relación con su progenitor femenino, no así los híbridos arbustivos que presentan características intermedias entre ambos progenitores.

- Se seleccionaron dos componentes que representan el 81.48 %, de la variabilidad, la componente uno que incluye las principales variables que implican que una especie sea herbácea o arbustiva, y la dos que incluye el cáliz costillado y el color de la semilla, los que sirvieron para caracterizar a los híbridos y progenitores en tres grandes grupos, que coinciden con tres de las secciones del género *Datura* L.s.l.

Tabla I: Valores y vectores propios para los componentes seleccionados

		C ₁	C ₂
	Autovalores	10.42	4.25
	%	57.88	23.59
	%	-	81.48
No.	Variable	C ₁	Autovectores C ₂
1	Porte	0.3089	0.0060
2	Posición de la flor	0.2921	0.0085
3	Tamaño de la flor	0.2488	0.2673
4	Color de la flor	0.0541	0.3186
5	Forma del cáliz	0.1275	0.4195
6	Tipo de cáliz	0.2982	0.0064
7	Persistencia del cáliz	0.3089	0.0060
8	Corola	0.0467	0.2156
9	Antesis	0.3089	0.0060
10	Tipo de fruto	0.2436	0.2548
11	Tipo de pericarpio	0.3089	0.0060
12	Tubérculos del pericarpio	0.0516	0.2308
13	Dehiscencia del fruto	0.2477	0.2752
14	Carúnculo de la semilla	0.1498	0.3517
15	Color de las semillas	0.1275	0.4195
16	Suberificación de la semilla	0.3089	0.0060
17	Manchas de la flor	0.0890	0.3327
18	Compatibilidad	0.3089	0.0060

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, Mirian y Ana Estévez, 1979.
 Clasificación de un grupo de variedades de papa (*Solanum tuberosum*),
 con respecto al rendimiento y sus componentes (en prensa).
- Álvarez, Mirian, 1981.
 Aplicación del análisis de componentes principales efectuado a un
 grupo de variedades de arroz (*Oryza sativa* L.). Atendiendo a variables
 de rendimiento agrícola e industrial. Cultivo Tropical 3(2).

- Anderson, T. 1958
An Introduction to multivariate Statistical Analysis. John Winters and Sons, New York.
- Anderberg, M.R. 1973
Cluster Analysis for Applications. Academia Press, New York, 359, pag.
- Bhatl, G.M. 1970
Multivariate analysis approach to selection on parents for hybridization aiming at yield improvement in self pollinated crop. Aust. J. agric. 21, 1-7.
- Bhatl, G.M. 1973
Comparison of various methods of selecting parents for hybridization in common bread wheat (*Triticum aestivum*, L.). Aust. J. Agric. Res, 24, 457-64.
- Bhatl, G.N. 1976
An application of multivariate analysis to selection for quality characters in wheat. Aust. J. Agric., Res. 27, 11-8.
- Cornide, M.T.; F. Izquierdo and M. Álvarez, 1982
Tomato resistance to early blight: methodology for cultivar evaluation on field conditions and epidemic analysis. Halle 1-6; Nov. abstract.
- Cornide, M.T. and M. Álvarez, 1983
Cluster analysis in evaluation of epidemiological models for studying tomato cultivar resistance to *Alternaria Solani* (Ell. & Mart.) Jones Gr. VV International Congress of Genetics N. Delhi, december.
- Davies, J.C. 1973
Statistics and data analysis in Geology. J. Wiley Sons Inc. 536 pp.
- Fuentes, V. 1980
Solanaceas de Cuba, I. *Datura L.* Revista del Jardín Botánico Nacional, Vol. I. No.2-3: 61-81.
- Fuentes, V. 1981.
Solanaceas de Cuba II: *Datura L.* Sec. Brugmansia (Pers.) Safford. Revista del Jardín Botánico Nacional, Vol. 11 No.I: 7-15.
- Fuentes, V. y Xonia Xiqués, 1983
Cruzamiento inter e intra específicos en taxa del género *Datura L.* Resúmenes IV, Seminario Científico del Instituto Nacional de Ciencia Agrícola.
- Hussaini, S.H.; M.M. Goodnoman and D.H. Timothy, 1977
Multivariate analysis and the geographical distribution of the world collection of finger Millet. Crop Science Vol.17, March, April.
- Perkins, J.B. 1972
The principal component analysis of genotype-environmental interactions

and physical measures of the environment. Heredity, 29, 51-70.

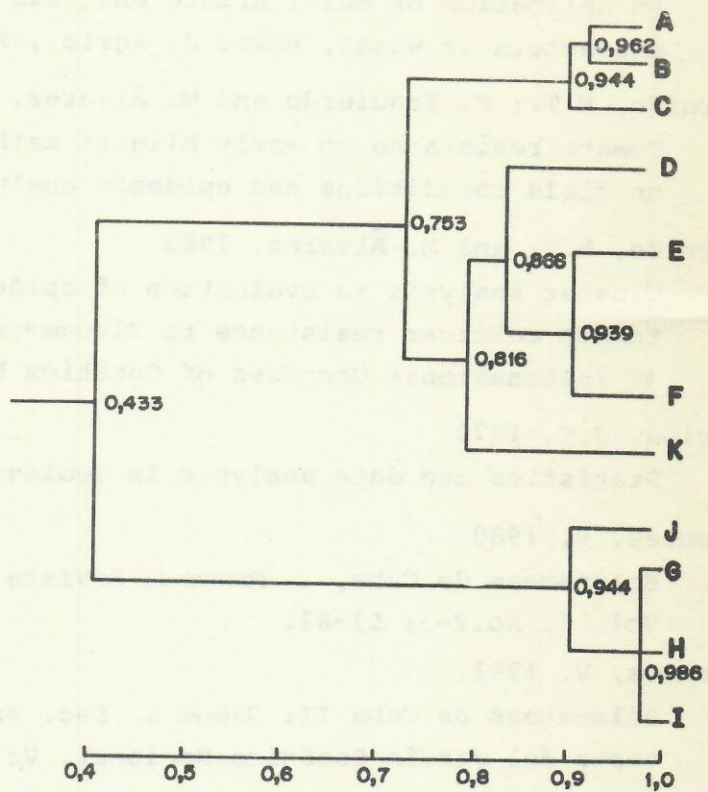
Rhodes, A.M. and F.W., Martín, 1972

Multivariate studies of Variations in Yams (*Dioscorea alata* L.) J. Amer, Soc. Hort. Sci, 97 (5); 685-688.

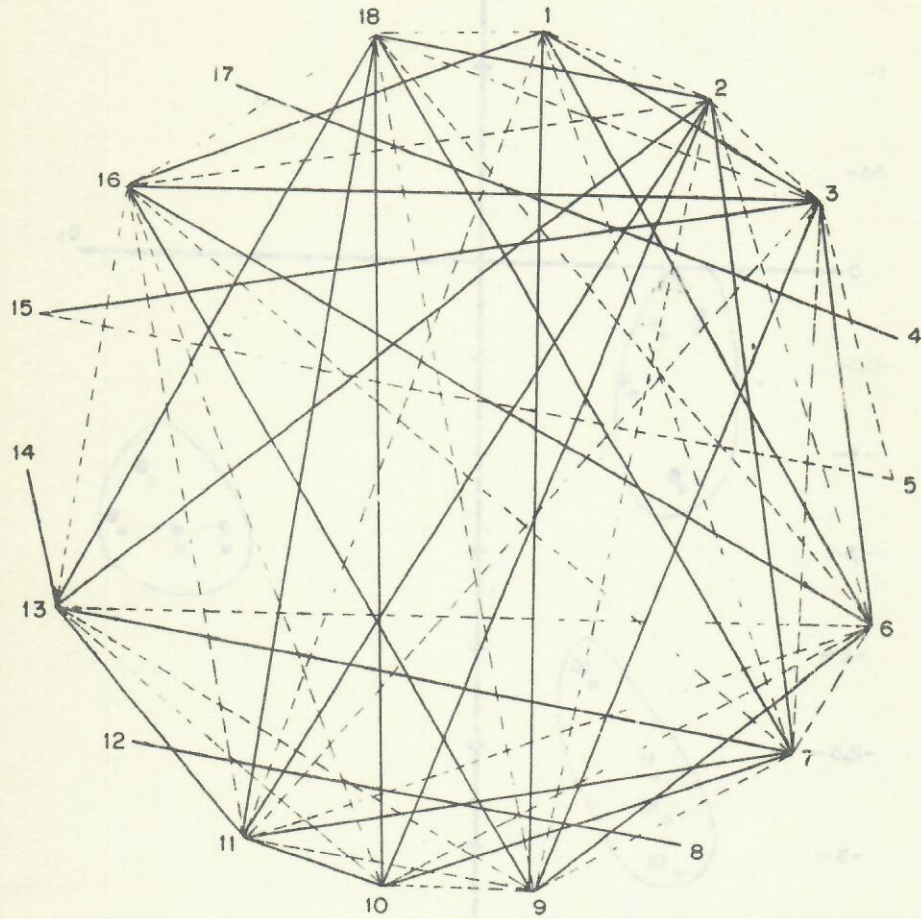
Recibido: 24 de octubre de 1984.

DENDROGRAMA OBTENIDO MEDIANTE EL "CLUSTER ANALYSIS"

- | | | |
|--|--|--|
| A: 4 x 4 | C: 2 x 5
1 x 8 | F: 6 x 3
6 x 2
6 x 1 |
| B: 13 x 4
12 x 4
11 x 4
9 x 4 | D: 11 x 1
9 x 3
9 x 1
8 x 3 | G: 13 x 10
13 x 9
11 x 10
11 x 9
9 x 9 |
| C: 13 x 7
12 x 7
11 x 8
10 x 7
9 x 7
8 x 8
8 x 7
7 x 8
7 x 7
7 x 5
6 x 8
6 x 7
5 x 8
5 x 7
5 x 5
4 x 8
4 x 7
4 x 5
3 x 7
2 x 7 | E: 8 x 2
5 x 2
4 x 2
3 x 2
2 x 3
2 x 2
2 x 1
1 x 2 | H: 13 x 11
12 x 12
12 x 11
11 x 12
11 x 11
10 x 11
9 x 11 |
| | | I: 10 x 10 |
| | | J: 13 x 13 |
| | | K: 6 x 6 |



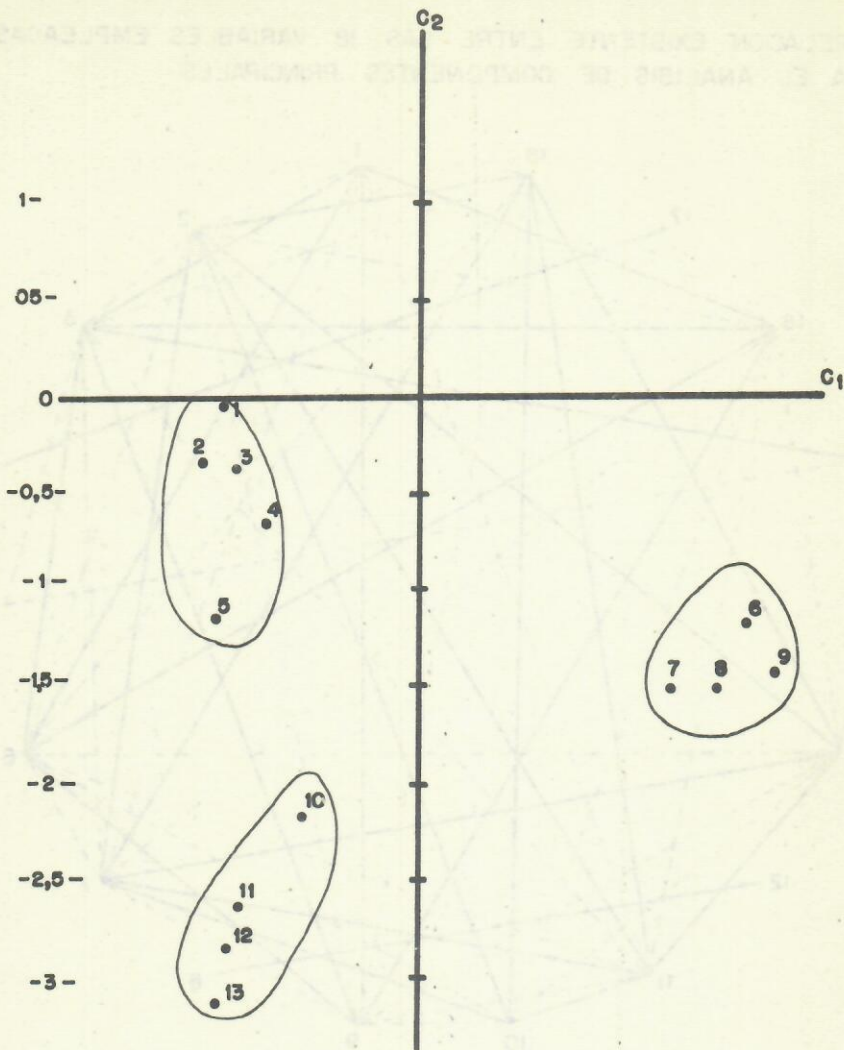
CORRELACION EXISTENTE ENTRE LAS 18 VARIABLES EMPLEADAS PARA EL ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES



— Correlación positiva
 -- Correlación negativa

- | | |
|----------------------------|-----------------------------------|
| 1.- Porte | 10.- Tipo de fruto |
| 2.- Posición de las flores | 11.- Tipo de pericarpio |
| 3.- Tamaño de la flor | 12.- Presencia de tubérculos |
| 4.- Color de la flor | 13.- Dehiscencia del fruto |
| 5.- Forma del cáliz | 14.- Carúnculo en la semilla |
| 6.- Tipo de cáliz | 15.- Color de la semilla |
| 7.- Persistencia del cáliz | 16.- Suberificación de la semilla |
| 8.- Tipo de corola | 17.- Manchas en la corola |
| 9.- Duración de la antesis | 18.- Compatibilidad reproductiva |

DISPOSICION DE LAS COMPONENTES PRINCIPALES.



① 1x2	④ 1x3	⑥ 10x10	⑩ 1x8	
2x1	3x1	⑦ 13x13	⑪ 1x7	8x8
2x2	3x3	⑧ 9x11	2x8	9x7
2x3	4x3	⑨ 10x11	2x7	10x7
3x2	5x1	11x11	3x7	11x8
4x2	5x3	11x12	4x8	12x7
5x2	7x1	12x11	4x7	13x7
6x2	8x3	12x12	5x8	⑫ 4x4
	9x1	13x11	5x7	⑬ 9x4
② 6x1	9x3	③ 9x9	6x8	11x4
6x2	11x1	11x9	6x7	12x4
6x3		11x10	6x6	13x4
③ 7x3	⑤ 6x6	13x9	7x8	
④		13x10	7x7	
			7x6	
			8x7	