

Análisis multivariado en especies del género *Datura*

L.s.l.

V.Fuentes y Xonia Xiqués

Estación Experimental de Plantas Medicinales "Dr. J.T.Roig"

J.Sánchez, Lidia Lera y María T.Cornide

Academia de Ciencias de Cuba

H.Lima

Estación Nacional de Frutales

Miriam Alvarez

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas

RESUMEN

El género *Datura* L. s.l. ha sido objeto de discutidos estudios por parte de los taxónomos desde su establecimiento en 1753 por Linneo. Los criterios empleados para su estudio por los diferentes autores, fundamentalmente basados en aspectos morfológicos, han llevado a la separación del género en secciones, subgéneros, y hasta en dos géneros diferentes pero muy afines. Mediante la aplicación de técnicas de análisis multivariado (análisis de "cluster" y de componentes principales), se estudia la posición taxonómica de 14 taxa del género *Datura* L. s.l., evaluando 30 variables morfológicas, reproductivas y bioquímicas.

Los resultados obtenidos permiten distinguir dos grandes grupos de especies: herbáceas y arbustivas, así como establecer relaciones entre los componentes de cada grupo.

Las tres primeras componentes principales comprenden el 82,95 % de la variabilidad, lo que facilita la selección de las variables adecuadas para la determinación taxonómica.

ABSTRACT

The genus *Datura* L. s.l., has been matter of discussed studies by taxonomists since Linnaeus established it in 1753. The criterious handled in every study by each author, based mainly in morphological aspects, have led to divide the genus into sections, subgenus, and even in two different but much similar genus.

By using multivariate analysis technics (cluster analysis and principal components), we have studied the taxonomic position of 14 taxa of genus *Datura* L. s.l., considering 30 morphological, reproductive and biochemical variables.

The results permitted to distinguish two big groups: herbaceous and shrubby, establishing relations between the members of each group. The first three principal components include the 82,95 % of variability, thus doing an easier selection of the appropriated variables for the taxonomical determination.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las técnicas del análisis multivariado han tomado un gran auge en el campo de las Ciencias Biológicas y Agrícolas (Alvarez y Hernández, 1982; Rhodes y Martin, 1972; Ortega y col., 1979). La posibilidad de evaluar simultáneamente un grupo de individuos, teniendo en cuenta muchas variables, constituye una de las ventajas de estos métodos.

En taxonomía, estas técnicas constituyen una valiosa herramienta de trabajo cuando se trata de establecer relaciones de parentesco entre un grupo de taxa. Dos de estas técnicas: "cluster analysis" (Anderberg, 1973) y análisis de los componentes principales, resultan de gran utilidad en estos estudios, así como para el estudio comparativo de grupos de variedades (Alvarez, 1977, 1981) y líneas (Cornide y col., 1977).

La aplicación de estas técnicas en los estudios taxonómicos complementan los métodos tradicionales y facilitan la interpretación cuando se cuenta con una gran cantidad de material y de variables a considerar. El análisis de componentes principales permite describir la varianza total en varias dimensiones con pérdidas mínimas. Las componentes principales no son otra cosa que combinaciones lineales de las variables originales que respon-

den sucesivamente por los principales patrones de variación independiente de la población.

El "cluster analysis" permite dividir una población única en clases; identificar estos grupos y localizar los individuos, por lo que ambos métodos resultan de utilidad en Taxonomía.

La clasificación infragenérica de las especies del género *Datura* L., constituye un viejo problema para los taxónomos desde que el mismo fue establecido por Linneo en 1753. Diversos han sido los criterios empleados y las clasificaciones propuestas, sin que hasta el momento la mayor parte de los taxónomos acepte un mismo status.

Bernhardi (1853) divide el género en cuatro secciones: I. *Brugmansia*, II. *Stramonium*, III. *Dutra*, y IV. *Ceratocaulis*. Safford (1921), sigue los criterios de Bernhardi aunque reordena las secciones: I. *Stramonium*, II. *Dutra*, III. *Ceratocaulis*, y *Brugmansia*. Este orden es posteriormente aceptado por Satina y Avery (1959). Person (1805), describe el género *Brugmansia* para las especies arbustivas de *Datura*. Este criterio fue seguido por Lagerheim (1895), Van Zyps (1920) y Van Steenis (1930-31). En 1973 Lockwood propone la revalidación del género *Brugmansia* para las especies arbustivas de *Datura*. En 1959, Barclay reconoce las especies

herbáceas de *Datura*, como perteneciente al subgénero *Datura* del género homónimo.

El presente trabajo pretende contribuir al estudio de la clasificación infragenérica de *Datura* L. mediante el uso de técnicas de análisis multivariado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron 14 taxa pertenecientes a las cuatro secciones del género *Datura* L., mediante los métodos de "cluster analysis" y componentes principales en una computadora EC-1022 del Instituto de Matemática

Aplicada y Computación de la Academia de Ciencias de Cuba.

Para la realización del análisis de componentes principales se calcularon los coeficientes de correlación de Spearman y se suprimieron aquellas variables que poseían iguales valores de r por lo que el análisis se efectuó empleando solamente las variables: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12, 13, 14, 16, 19, 20, 21, 23, 25, 28, y 30, utilizando como índice de similitud la matriz de correlaciones (Anderson, 1958). El análisis de "cluster" a partir de un par (Davies, 1973) se efectuó utilizando como índice de similitud el coeficiente de correlación.

Las especies consideradas fueron:

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* Bernhardi
7. *Datura inoxia* Miller
8. *Datura velutinoso* Fuentes

Sección *Ceratocaulis*

14. *Datura ceratocaula* Ortega

Sección *Brugmansia*

9. *Datura candida* (Pers.) Safford (flores blancas)
10. *Datura candida* (Pers.) Safford (flores naranjas)
11. *Datura* sp. (Cultivada en Gran Piedra, Santiago de Cuba)
12. *Datura cubensis* Fuentes
13. *Datura suaveolens* H.B. ex Wild.

La evaluación de los caracteres morfológicos se realizó a partir de plantas vivas de las especies citadas, cultivadas en idénticas condiciones en la Estación Experimental de Plantas Medicinales "Dr. Juan Tomás Roig" en San Antonio de los Baños, provincia La Habana.

Para los criterios de compatibilidad se tuvieron en cuenta los tra-

bajos realizados por Fuentes y Xiqués (1983).

Los caracteres referentes a la presencia de bandas de isoenzimas peroxidasa en extractos de hojas fueron tomados a partir de los trabajos desarrollados por Fuentes y Lima (1983a, b, y c).

Las variables consideradas para el "cluster" fueron:

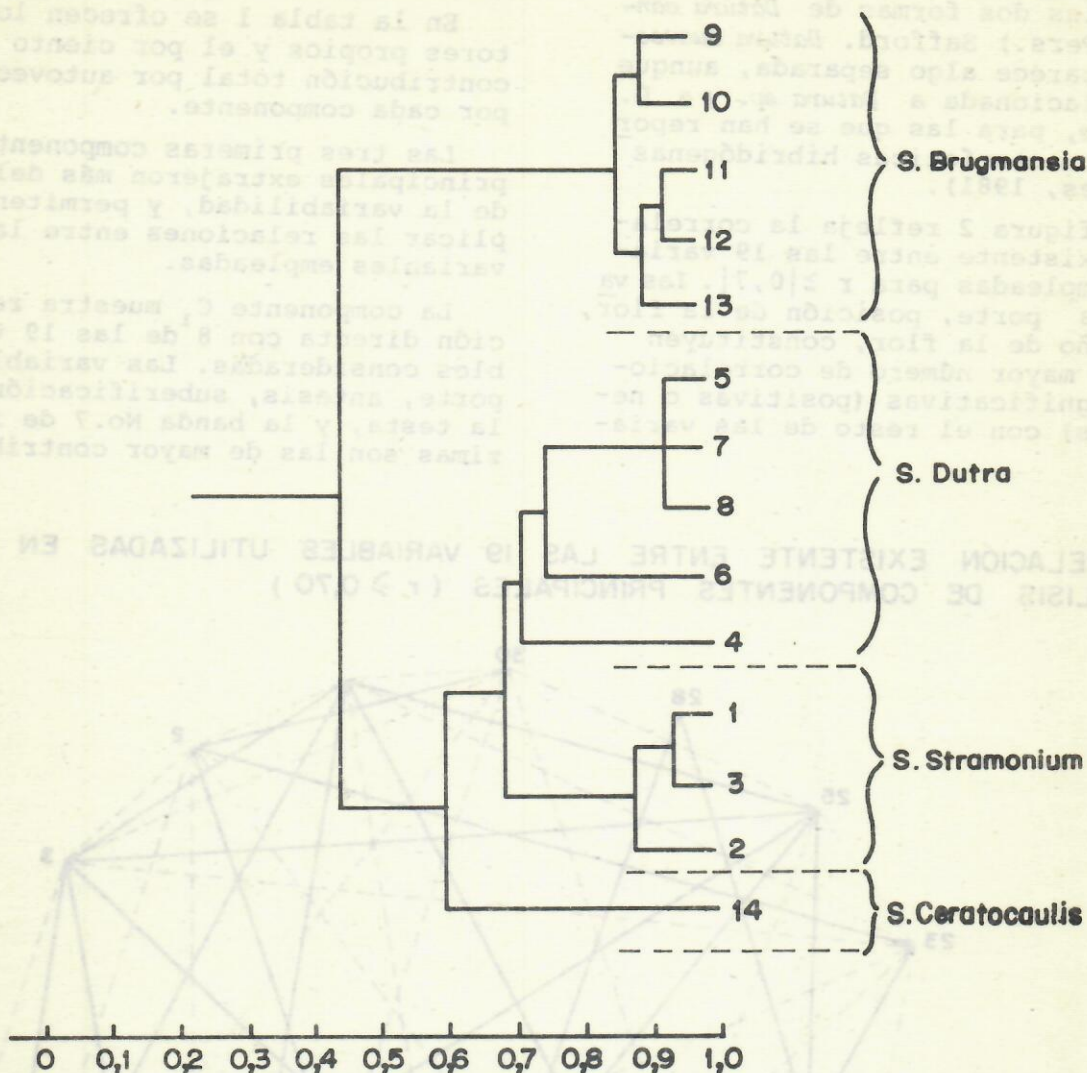
1. porte: - herbáceo - arbustivo
2. posición de la flor: - colgante - inclinada - erecta
3. tamaño de la flor: - pequeña - mediana - grande
4. color de la flor: - blanca - coloreada
5. forma del cáliz: costillado - no costillado
6. tipo de cáliz: - espatáceo - no espatáceo
7. base del cáliz: - persistente - no persistente
8. corola: - simple - doble o triple
9. antesis: - de un día - de más de un día
10. tipo y posición del fruto: - baya - cápsula erecta - cápsula inclinada
11. presencia de acúleo en el pericarpio: - inerme - aculeado
12. tipo de pericarpio: - tuberculado - no tuberculado
13. dehiscencia del fruto: - indehisciente - indehiscencia regular
dehiscencia irregular
14. carúnculo en la semilla: - con carúnculo - sin carúnculo
15. color de la semilla: - negro - carmelita
16. testa: - suberificada - no suberificada
17. flores: sin manchas en la corola - con manchas en la corola
18. compatibilidad reproductiva: autoincompatibles - autocompatibles
19. Banda No.1 de isoenzimas peroxidasa: - presencia - ausencia
20. banda No.2 de isoenzimas peroxidasa: - presencia - ausencia
21. banda No.3 de isoenzimas peroxidasa - presencia - ausencia
22. banda No.4 de isoenzimas peroxidasa - presencia - ausencia
23. banda No.5 de isoenzimas peroxidasa - presencia - ausencia
24. banda No.6 de isoenzimas peroxidasa - presencia - ausencia
25. banda No.7 de isoenzimas peroxidasa - presencia - ausencia
26. banda No.9 de isoenzimas peroxidasa - presencia - ausencia
27. banda No.8 de isoenzimas peroxidasa - presencia - ausencia
28. banda No.10 de isoenzimas peroxidasa - presencia - ausencia
29. banda No.11 de isoenzimas peroxidasa - presencia - ausencia
30. banda No.12 de isoenzimas peroxidasa - presencia - ausencia

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra el esquema del dendrograma obtenido mediante el análisis de "cluster". A nivel 0,51 pueden distinguirse dos grandes grupos: el inferior comprende las especies herbáceas (secciones *Stramonium*, *Dutra*, y *Ceratocaulis*) y el superior, las especies arbustivas (sección *Brugmansia*). Esto reafirma el establecimiento de dos subgéneros para *Datura* (Barclay, 1959) o de dos géneros diferentes aunque muy afines según lo planteado por

Persoon (1805), Lagerheim (1895), y Van Steenis (1930-31). Entre los niveles 0,67 y 0,78 pueden destacarse claramente las tres secciones que comprenden las especies herbáceas (Bernhardi, 1805; Safford, 1921). *Datura ceratocaulis* Ort., único miembro de la sección *Ceratocaulis*, y especie simiacuática, se separa del resto de las especies herbáceas, (que son de hábitos terrestres, y poseen fruto en cápsula), por su fruto en baya y su cáliz espatáceo, caracteres propios de las especies arbustivas.

DENDROGRAMA OBTENIDO MEDIANTE EL "CLUSTER ANALYSIS"



Las especies de la sección *Stramonium* aparecen muy unidas, ya que *Datura stramonium* var. *tatula* sólo difiere de las restantes en el color morado de sus flores y tallos. Las especies de esta sección se separan de las pertenecientes a la sección *Dutra* a un nivel de 0,76. Ambas secciones difieren fundamentalmente en la posición de las cápsulas y el tamaño de las flores.

Dentro de la sección *Dutra*, son destacables tres niveles. *Datura metel* var. *muricata* se separa del resto de las especies de la sección por su pericarpio tuberculado y su corola doble o triple. Esta separación sería menos conspicua si se hubiese empleado *Datura metel* var. *metel*, tipo,

del género, que posee corola simple, y no doble como la variedad empleada.

También *Datura discolor* se separa algo de las restantes especies de la sección *Dutra* debido a su dehiscencia regular, semillas negras y corola con manchas en la garganta, caracteres típicos de la sección *Stramonium* que también comparte en la sección *Dutra* la especie *Datura reburra* Barclay.

Datura wrightii, *D. innoxia*, y *D. velutinoso* aparecen a un mismo nivel. Las dos primeras son consideradas como subespecies por Barclay (1959). De la tercera, recientemente descrita (Fuentes 1980) no existen elementos que permitan establecer com-

paraciones. En la rama superior, que superior, que agrupa las especies arbustivas (sección *Drugmansia*) podemos determinar a un mismo nivel, y algo separadas del resto de los taxa, las dos formas de *Datura candida* (Pers.) Safford. *Datura suaveolens* aparece algo separada, aunque más relacionada a *Datura sp.* y a *D. cubensis*, para las que se han reportado características hibridógenas (Fuentes, 1981).

La figura 2 refleja la correlación existente entre las 19 variables empleadas para $r \geq |0,7|$. Las variables porte, posición de la flor, y tamaño de la flor, constituyen las de mayor número de correlaciones significativas (positivas o negativas) con el resto de las variables.

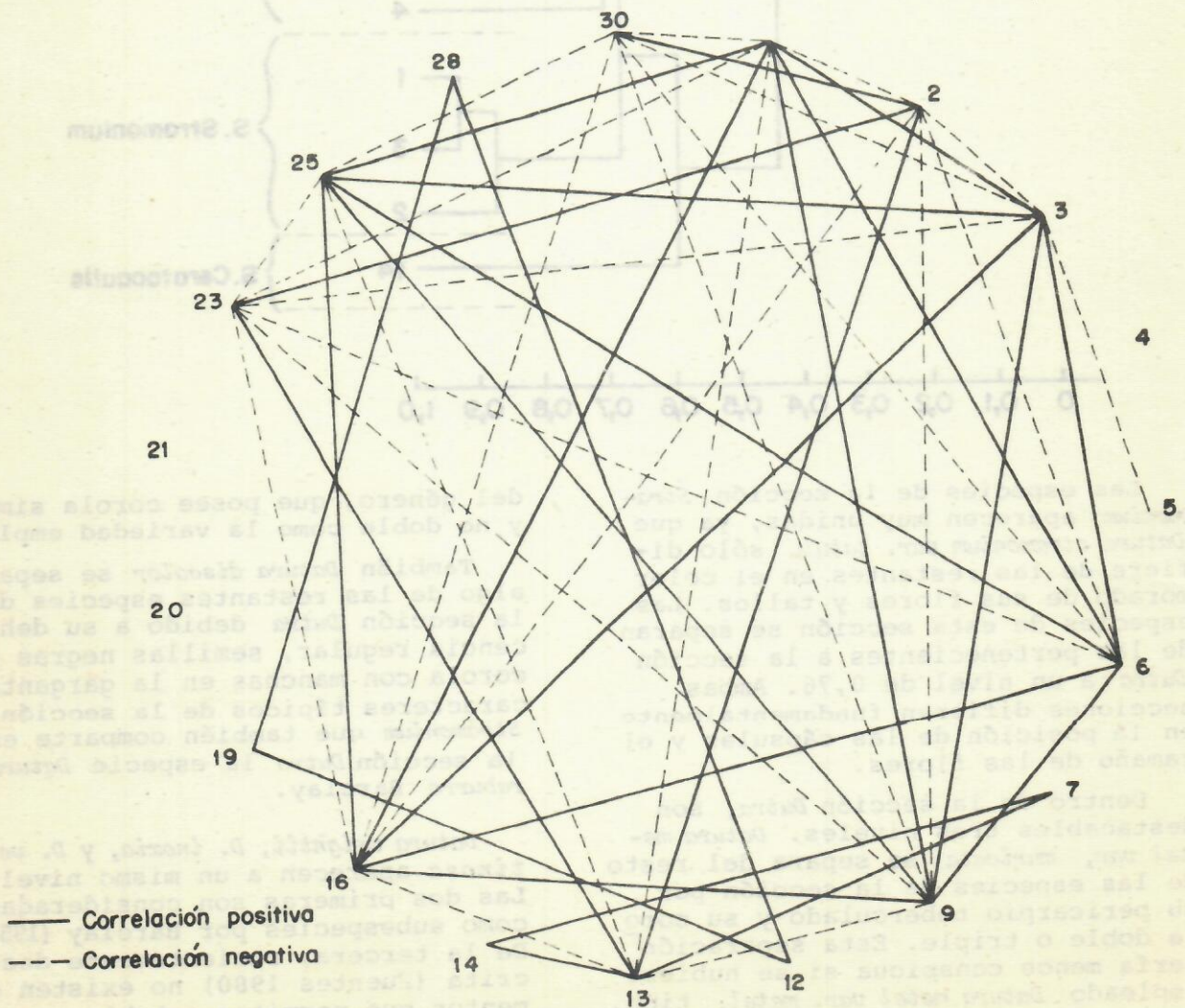
Las variables color de la flor, y bandas No.2 y No.3 de isoenzimas peroxidasa, no aparecen correlacionadas con el resto de las variables de forma significativa.

En la tabla 1 se ofrecen los vectores propios y el por ciento de contribución total por autovector por cada componente.

Las tres primeras componentes principales extrajeron más del 80% de la variabilidad, y permiten explicar las relaciones entre las variables empleadas.

La componente C_1 muestra relación directa con 8 de las 19 variables consideradas. Las variables porte, anthesis, suberificación de la testa, y la banda No.7 de isoenzimas son las de mayor contribución

CORRELACIÓN EXISTENTE ENTRE LAS 19 VARIABLES UTILIZADAS EN EL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES ($r \geq 0,70$)



con una relación directa. Todas esas variables constituyen elementos distintivos entre las especies herbáceas y las arbustivas, y la relación estrecha entre las mismas sugiere la posibilidad de emplear las isoenzimas peroxidasa como marcadores genéticos. Con altos valores, pero en relación inversa, están las variables posición de la flor, tipo de cáliz, banda No.12 de isoenzimas y presencia de carúnculo en la semilla.

La componente C_2 refleja una relación directa para seis de las 19 variables. Las variables tipo de pericarpio y bandas No.1 y No.10 de isoenzimas son las de mayor contribución en este componente (aunque en relación inversa). Todas ellas reflejan caracteres únicos de la especie *Datura metel*. var. *muricata*, lo que la coloca en una posición alejada del resto de las especies herbáceas en el gráfico 3.

La componente C_3 presenta relación directa con 12 de las 19 variables estudiadas. Aunque en relación inversa, aparecen como significativas las cuatro variables que se destacan en la componente C_2 , además de que se adicionan otras con valores significativos.

La figura 2 muestra la disposición gráfica de las componentes. Con valores positivos de C_1 y negativos de C_2 se separan las especies arbustivas de las herbáceas que aparecen con valores negativos de C_1 , y positivos y negativos de C_2 .

Dentro de las especies arbustivas resulta destacable que las dos formas de *Datura candida* (que sólo se distinguen por el color de las flores), aparecen separadas entre sí y del resto de los taxa que coinciden en un mismo punto (*Datura suaveolens*, *Datura* sp. y *Datura cubensis*.)

En las especies herbáceas, con valores positivos de C_2 y negativos de C_1 , aparecen muy relacionadas las especies de la sección *Stramonium*. La var. *tatula*. se aparta algo del resto debido a la coloración morada de sus flores.

El resto de las especies herbáceas se separa notablemente de los miembros de la sección *Stramonium*.

Datura discolor aparece algo más cercana a las especies de la sección *Stramonium*. Esto es de esperar si se

considera que esta especie posee fruto con dehiscencia regular y semillas negras como los miembros de dicha sección.

Datura ceratocaula, único miembro de la sección *Ceratocaulis*, presenta un mayor valor de C_1 , ya que es la única especie herbácea que posee fruto en baya, carácter propio de las especies de la sección *Brugmansia*.

Datura wrightii, *D. innoxia*, y *D. velutinosa*, aparecen muy relacionadas. Esto es justificable morfológica y reproductivamente. Las dos primeras son consideradas como subespecies por Barclay (1959). *Datura metel* se muestra algo alejada del resto de las especies herbáceas, debido a su pericarpio tuberculado y a la corola doble que posee esta variedad.

En líneas generales, los resultados del análisis de componentes principales coinciden con los del "cluster analysis".

CONCLUSIONES

- Tanto el "cluster analysis" como las componentes principales permiten distinguir dos grandes grupos de especies en el género: las herbáceas y las arbustivas.
- El "cluster analysis" separa dentro de las especies herbáceas a *Datura ceratocaula*, especie semiacuática y único miembro de la sección *Ceratocaulis*, de las especies que son terrestres, y que pertenecen a las secciones *Stramonium* y *Dutra*, y que aparecen bien delimitadas.
- Las variables porte, posición de la flor, y tamaño de la flor son las que poseen mayor número de correlación con el resto de las variables. Las mismas contribuyen a la separación de las especies del género en secciones. La estrecha relación entre algunas variables con la presencia de determinadas bandas de isoenzimas peroxidasa, sugiere la utilización de las mismas como marcadores genéticos.
- Las 19 variables analizadas permiten la selección de tres componentes principales que poseen el 82,95 % de la variabilidad.
- Los elementos considerados facilitan la interpretación de las categorías propuestas para el género *Datura*.

Fig.3
DISPOSICIÓN GRÁFICA DE LAS COMPONENTES PRINCIPALES.

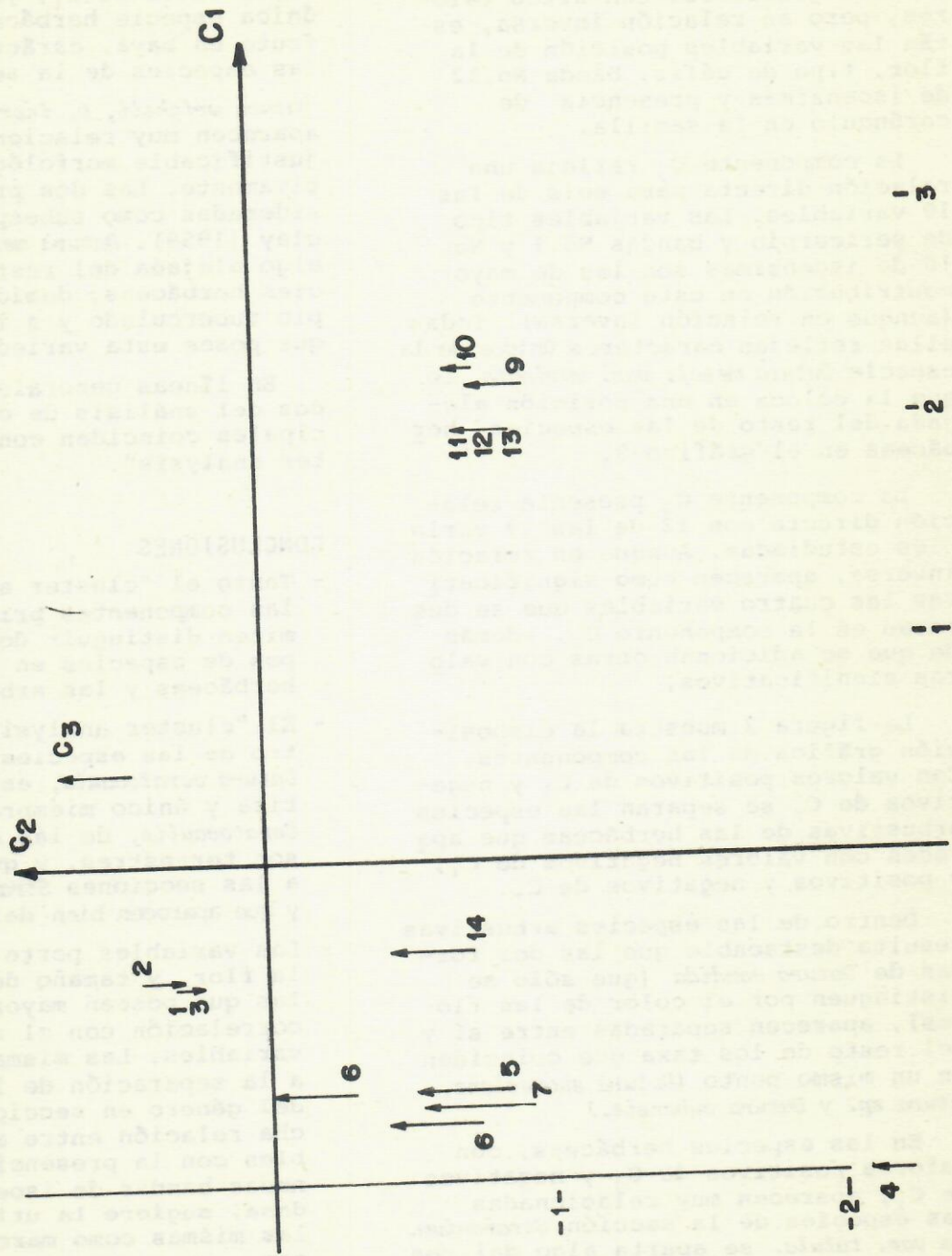


TABLA 1. VALORES Y VECTORES PROPIOS PARA LAS COMPONENTES SELECCIONADAS

	C_1	C_2	C_3
Autovalores	10,37	3,30	2,08
%	54,61	17,37	10,97
	-	71,98	82,95
No. Variable	Autovectores		
	C_1	C_2	C_3
1 porte	0,3047	-0,0696	0,0210
2 posición de la flor	-0,2846	0,0593	0,0055
3 tamaño de la flor	0,2491	-0,2293	0,2735
4 color de la flor	0,0556	0,1462	-0,3028
5 forma del cáliz	-0,1287	0,3489	-0,3457
6 tipo de cáliz	0,2819	-0,0639	0,0745
7 base del cáliz	-0,2100	-0,2196	0,3258
8 antesis	0,3047	-0,0696	0,0210
9 tipo de pericarpio	-0,0978	-0,4693	-0,2812
10 dehiscencia del fruto	-0,2767	-0,1057	0,1610
11 carúnculo de la semilla	-0,2164	-0,2091	0,3697
12 testa de la semilla	0,3047	-0,0696	0,0210
13 banda No.1 de isoenzimas	-0,4693	-0,2812	-0,2812
14 banda No.2 de isoenzimas	-0,0751	-0,0150	0,3197
15 banda No.3 de isoenzimas	-0,1107	0,0631	0,3041
16 banda No.5 de isoenzimas	-0,3047	0,0696	-0,0210
17 banda No.7 de isoenzimas	0,3047	-0,0696	0,0210
18 banda no.10 de isoenzimas	-0,0978	-0,4693	-0,2812
19 banda No.12 de isoenzimas	-0,2819	0,0639	-0,0745

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, Miriam
(1977). Una aplicación del análisis de componentes principales efectuado a un grupo de variedades de arroz (*Oriza Sativa* L.), atendiendo a variables de rendimiento agrícola e industrial. Resúmenes II Simposium de Investigaciones Agropecuarias de la Universidad Central de Las Villas, agosto 24-26, 1977.
-
- (1981). Aplicación del análisis de componentes principales efectuado a un grupo de variedades de arroz (*Oriza sativa* L.) atendiendo a variables de rendimiento agrícola e industrial. *Cultivos Tropicales* 3 (2):
-
- (1981). Aplicación del método de componentes principales a la clasificación de variedades de arroz, papa y plátano. Resúmenes III Seminario Científico X Aniversario del INCA, La Habana, 25-27 de mayo de 1981, p. 182.
- Alvarez, Miriam y María M. Hernández
(1982). Estudio de los componentes principales en un grupo de variedades de plátano. *Cultivos Tropicales* 4 (2): 227-240.
- Anderson, T.
(1958). *An Introduction to Multivariate Analysis*. John Winters and Sons, New York.
- Anderberg, M.R.
(1973). *Cluster Analysis for Applications*. Academy Press, New York.
- Barclay, A.S.
(1959). *Studies in the genus Datura (Solanaceae) I. Taxonomy of subgenus Datura*. Ph. D. Thesis. Harvard University, Massachusetts.
- Bernhardi, J.J.
(1833). Ueber die Arten der Gattung *Datura* Nees *Journal der Pharmazie* 26:118-159.
- Cornide, María T.; Miriam Alvarez y Silvia Montes
Clasificación de lignés de *Coffea arabica* L. maycr
l'analyse des composantes principales. Resúmenes 8 Colloque Scientifique International sur le café. Asic, Aبردjan, 28 nov-4 dec.
- Davies, J.C.
(1973). *Statistics and Data Analysis in Geology* J. Willey and Sons Inc. 536 p.
- Fuentes, V.
(1980). *Datura velutinosa: una nueva especie de Solanaceae para Cuba* *Rev. del Jard. Bot. Nac.* 1 (2/3):53-59.
- Fuentes, V.
(1980). *Solanáceas de Cuba I. Datura L.* *Revista del Jardín Botánico Nacional* 1(2/3): 61-81.
-
- (1981). *Datura cubensis: una nueva especie de Cuba Central* *Revista del Jardín Botánico Nacional* 2(1):3-6.
-
- (1981). Estudio biométrico y morfológico de taxa arbustivos de *Datura* representados en Cuba. *Revista Plantas Medicinales* 1(1):43-59.
- Fuentes, V. y H. Lima
(1983a). Isoenzimas peroxidasa en especies del género *Datura* L. I sect. *Brugmansia* (Pers.) Bernh. *Rev. del Jardín Botánico Nacional* 4(1):19-27.
-
- (1983b). Isoenzimas peroxidasa en especies del género *Datura* L. II. *Datura metel* L. y *Datura stramonium* L. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 4(2):37-48.
-
- (1983c). Isoenzimas peroxidasa en especies del género *Datura* L. III. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 4(2):49-63.
- Fuentes, V. y Xonia Xiqués
(1983). Cruzamientos inter e intra-específicos en taxa del género *Datura* L. Resúmenes IV Seminario Científico del Instituto de Ciencias Agrícolas.
- Lagerheim, G.
(1895). *Monographie der ecuadorianischen Arten der Gattung Brugmansia Pers.. Engler's*

- Bot. Jonrb. 20:655-668.
- Linneo, C.
(1753). Species Plantarum 1:179
- Lockwood, T.E.
(1973). A. Taxonomic revision of Brugmansia (Solanaceae)
Ph. D. Thesis Harvard University, Cambridge, Massachusetts.
-
- (1975). Generic recognition of Brugmansia. Botanical Musseum Leaflets Harvard Univ. 23(6):273-284.
- Ortega, F., J.Sánchez y J.M.Torres
(1979). Diferenciación de horizontes de suelos Pardos Húmicos Carbonáticos por medio del Análisis de Componentes Principales IV. Todos los horizontes por medio de datos morfológicos y químicos sencillos. Ciencias de la Agricultura 4:89-96.
- Persoon, C.M.
(1805). Synopsis Plantarum 1: 216-217.
- Rhodes, A.M. y F.M.Martin
(1972). Multivariate studies of variations in yams (Dioscorea alata L.) J.Amer. Soc. Hort. Sci. 97 (5):685-688.
- Safford, W.E.
(1921). Synopsis of the genus Datura Journal of the Washington Academy of Sciences 11(8):173-189,
- Satina, Sophie y G.Avery
(1959). A Review of the taxonomic history of Datura. En The Genus Datura, edited by Blakeslee. Ronald Press, New York.
- Van Steenis, C.G.
(1930-31). Brugmansia or Pseudodatura Bull. Jard. Bot. Butensong 3 (11):15-18.

Recibido: 27 de septiembre de 1984.