

Clasificación computarizada basada en la morfología foliar del género (*Davilla Dilleniaceae*) en Cuba*

Grisell ALMAGRO CALVIZO** y Jacqueline PÉREZ CAMACHO**

ABSTRACT. In this paper 18 characters of the foliar morphology of 76 Cuban samples of the genus *Davilla* Vand. 1788, (*Dilleniaceae*) are analyzed with the aim of making a classification by species and select the characters which influence most in such classification. According to León (1953), the genus *Davilla* had only one species in Cuba (*D. rugosa* Poir.) but recent studies Pérez & Cejas (1993), based on foliar morphology of herbarium specimens, have shown that *D. nitida* (Vahl) Kub. is also in Cuba. Techniques of Pattern Recognition were made from a logic combinatory standpoint in order to determine whether these two species are really distinct or simply two varieties of a species.

KEY WORDS. Computarization, foliar morphology, Cuba, *Davilla*, *Dilleniaceae*.

INTRODUCCIÓN

Aunque reconocer patrones es una actividad intrínseca de muchos seres vivos, no es sino hasta finales de los años 50 que la matemática comienza a desempeñar un importante papel en el campo de la Biología. Ruiz *et al* (1995).

El surgimiento de las computadoras, hizo que se desarrollaran herramientas matemáticas para reconocer patrones en las ciencias poco formalizadas, como la Medicina, las Ciencias Biológicas, las Geociencias, las Ciencias Sociales (Albin, 1975; López *et al*, 1997) que tienen que ver con objetos que deben ser clasificados o cuyos elementos constituyentes deben ser analizados, donde aparecen problemas de clasificación, diagnóstico, pronóstico y determinación de factores de influencia, que constituyen un extenso campo en investigaciones teóricas y prácticas.

Para introducir eficientemente los modelos matemáticos y las técnicas de computación en la solución de un gran número de problemas en las ciencias poco formalizadas, se debe tener en cuenta la metodología de la modelación matemática y la elaboración o explotación de sistemas automatizados que se empleen, dirigidos a la solución de problemas de reconocimiento de patrones; es decir relacionados con la clasificación de objetos y fenómenos y con la determinación de los factores que inciden en los mismos.

El término "clasificación" se refiere a la ubicación de objetos en grupos, sobre la base de atributos que poseen en común, de tal forma que los integrantes de un mismo grupo mantengan una relación cerrada entre ellos (Pankhurst, 1991).

Davilla Vand. 1788, (*Dilleniaceae*), cuenta con cerca de 20 especies, distribuidas en el Neotrópico.

Para Cuba se citaba hasta el momento la existencia de una especie *D. rugosa* Poir. (León, (1953), pero después de un estudio en la morfología foliar de sus ejemplares se observó la presencia de *D. nitida* (Vahl) Kub. Pérez y Cejas (1993).

En visita realizada al Herbario HAC por G. Aymard (1990), especialista de la familia *Dilleniaceae*, al revisar los ejemplares cubanos, determinó que las muestras 8 (HAC 15887), 37 (HAJB 33441) y 50 (HAJB 46360) eran más o menos *D. rugosa*, basándose en la pelosidad algo patentemente ferrugíneo piloso de los nervios.

Basado en la diferencia de criterios y clasificación de las especies en cuestión, se analizaron 18 caracteres de su morfología foliar, con el objetivo de aplicar técnicas de reconocimiento de patrones en el enfoque lógico combinatorio para determinar si realmente constituyen dos especies independientes o si es una con variedad infraespecífica. Además de seleccionar las variables que más influyeron en esta clasificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se observaron los materiales existentes en los herbarios de la Academia de Ciencias de Cuba (HAC), del Jardín Botánico Nacional (HAJB), del Instituto Superior de Pinar del Río (HPPR) (Tabla 1) y del Instituto Darwinion (SI) de Argentina (Tabla 4).

Formalización del problema. Como resultado de la observación de la morfología foliar de los ejemplares cubanos, se conformó una matriz básica de datos (Crisci, 1983), en la que cada fila representa un ejemplar de herbario caracterizado por un conjunto de propiedades (columnas). En el análisis realizado para el género por Pérez y Cejas (1993) no se incluyeron los ejemplares que parecen corresponder con *Davilla rugosa* mencionados anteriormente, los que sí fueron incluidos en este análisis.

Determinación del dominio de definición de cada variable. Se han propuesto diferentes denominaciones para definir tipos de variables (Walker, 1968; Bunge, 1969; Cohen y Nagen, 1971; Sneath y Sokal, 1973; Clifford y Stephenson, 1975).

*Manuscrito aprobado en Noviembre de 1999.

**Instituto de Ecología y Sistemática, A.P. 8029, C.P. 10800, La Habana, Cuba.

La matriz de datos creada contiene variables booleanas, k-valentes, enteras y reales. Por ello fue necesario utilizar diversos criterios de comparación entre dos valores de una variable. A continuación se muestran las variables utilizadas en el problema, así como el tipo de las mismas, el rango (o dominio) y el criterio de comparación utilizado.

Las variables numéricas que presentaron grandes rasgos de variabilidad se categorizaron y se convirtieron en k-valentes; las que presentaron un comportamiento contrario se dicotomizaron y se convirtieron en booleanas.

De cada ejemplar se revisaron cinco hojas completamente desarrolladas en las que se determinaron 18 variables (Tabla 2).

Para realizar el análisis de estos rasgos que describen al género *Davilla*, se utilizaron algoritmos y métodos clásicos para el reconocimiento de patrones y la selección de las variables más influyentes en la clasificación.

Se aplicó el Sistema Integrado de Reconocimiento de Patrones (SIRP) (De la Cruz, 1984).

La matriz básica de datos o matriz inicial contiene datos heterogéneos, por ello como medida de semejanza cuantitativa se eligió el coeficiente de similaridad de Gower (1971).

$D(X,Y) = \text{SQRT } 2(1-S_{xy})$ donde:
 X,Y - 2 ejemplares cualesquiera
 S_{xy} coeficiente de similitud de Gower entre X,Y

$S(X,Y) = S_{xy}$, tal que:
 1.- $S_{xy} \in [0,1]$
 2.- $S_{xy} = 1 \iff x = y$; $S_{xy} = 0 \iff x \neq y$
 3.- S_{xy} está linealmente ordenada en $[0,1]$.

A continuación se calculó la matriz de semejanza entre individuos y con todas las variables.

Selección de variables. Las variables brindadas por los especialistas eran numerosas y se desconocía en muchos casos si eran útiles o no, para discriminar especies dentro del género, por ello se hizo necesario el cálculo de sus pesos informativos con dos objetivos: conocer el grado de influencia de las mismas en la clasificación y, de ser posible, reducir el espacio de representación de los objetos, con vista a ganar en eficiencia en los demás pasos de solución del problema y en la captación de información por parte de los especialistas, así como reducir costos y tiempo de investigación (Pico R. y Almagro G., 1998).

Para calcular el peso informativo de las variables en este problema, se utilizó la teoría de Test como algoritmo fundamental, obteniéndose una colección óptima de k variables que son las más influyentes en el proceso de clasificación.

Definición 1. El conjunto $T = \{i_1, \dots, i_s\}$ de columnas de la tabla T (y sus respectivos rasgos) se denomina testor para $(T_0, T_1) = T$, si después de eliminar de T todas las columnas excepto las de T no existe fila alguna en T_0 igual

a una en T_1 . Un testor se llama irreductible o típico si al eliminar una cualquiera de dichas columnas deja de ser testor para (T_0, T_1) . A la longitud del testor lo denominaremos s (Ruiz *et al.*, 1995).

Para simplificar se supone que en T sólo existían objetos de clases diferentes que denotó T_0 y T_1 respectivamente, pero por supuesto todo esto es válido para más de dos clases.

Aunque el concepto de testor típico es muy matemático, desde el punto de vista práctico muestra que el grupo de variables, que es testor típico, por sí mismo es suficiente para diferenciar a objetos de diversas clases, o sea, es un mínimo de rasgos necesarios, mediante los cuales se pueden clasificar objetos con diversas propiedades.

Una idea intuitiva que da este concepto es que las variables que pertenecen a uno de estos testores típicos son más importantes que las que no están y además entre ellas serán más relevantes en la medida en que ellas pertenezcan a un mayor número de testores típicos.

El peso informacional de un rasgo es calculado, según propuso Zhuraliov (1972), como la frecuencia de la aparición del rasgo en todos los tests típicos encontrados.

Definición 2. Sea T el número de testores típicos que tiene una cierta matriz de aprendizaje de un problema de reconocimiento de patrones y sea $T(x_i)$ el número de aquellos testores típicos en los que aparece la columna correspondiente a la variable X_i . Diremos que el peso informacional de este rasgo es la magnitud:

$$P(x_i) = \frac{T(x_i)}{T}, \text{ para } i = 1, \dots, n.$$

El cálculo de todos los testores típicos se calcula con el algoritmo BT, (Ruiz *et al.*, 1982).

Algoritmo de clasificación con reconocimiento no supervisado de patrones. Para realizar un reconocimiento no supervisado de patrones se utilizó un método clásico de Centroides (De la Cruz, 1990), obteniéndose un esquema clasificatorio para estos individuos (Fig. 1). Con la aplicación de este algoritmo, se establecieron agrupamientos y se estudiaron sus niveles de parecido. Este método utiliza como base la matriz de semejanza calculada con el coeficiente de similaridad de Gower (1971), que fue el escogido por la naturaleza de los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la aplicación del algoritmo de Teoría de Test para la selección de variables pesadas con todos los caracteres (18) (Tabla 3) se obtuvo un conjunto de variables: longitud del limbo, pelosidad en el nervio central y en el peciolo, prominencia de los nervios en el haz y en el envés, margen de la hoja, que inciden en el problema de manera determinante y facilitan la

clasificación, las variables brindadas por los especialistas eran numerosas y se desconocía en algunos casos si eran útiles o no para discriminar especies.

Estos caracteres son considerados por taxónomos como Croat (1978), Kubitzki (1971), Pérez y Cejas (1993) como caracteres morfológicos distintivos en la separación de especies dentro del género.

Se conoció el grado de influencia de estas variables en la clasificación y se redujo notablemente el espacio de representación de los objetos de un total de 18 caracteres disminuyó a 6 caracteres de mayor peso, cuyos valores oscilan entre 0.69 y 1.00, ganando en eficiencia en los demás pasos de solución del problema.

La longitud del limbo es un carácter interesante a tener en cuenta, ya que al igual que en este análisis en otros estudios de taxonomía numérica (Pérez y Cejas, 1993) este rasgo constituyó una de las variables de mayor peso.

Una de las características determinantes en la segregación de las especies *Davilla nitida* y *D. rugosa* es la pubescencia, constituyendo en nuestro análisis la pelosidad en el nervio central y en el pecíolo, rasgos que el algoritmo les asignó un gran peso, no así en análisis anteriores de Pérez y Cejas (1993) en el que se excluyeron las muestras dudosas de *D. rugosa*.

A pesar del alto valor asignado por el algoritmo de selección de variables, la prominencia de los nervios en el haz y en el envés generalmente no se consideran rasgos determinantes en la sistemática del género, aunque según el método de reconocimiento de patrones, pueden ser considerados como criterios taxonómicos complementarios dentro de la variabilidad del grupo.

El margen de la hoja es otro de los rasgos variables dentro del grupo ya que pueden distinguirse hojas de margen entero, entero algo dentado hacia el ápice así como dentado.

Con el algoritmo utilizado del método de Centroide, con reconocimiento no supervisado de patrones en el enfoque lógico-combinatorio (Fig. 1) se observó una gran mezcla de individuos. Aunque existen muestras y pequeños grupos con características específicas, estos no llegan a constituir nuevos *taxa* infraespecíficos, al menos con los caracteres aquí estudiados, sino que se trata de una especie con una gran variabilidad intrínseca. Estos ejemplares coinciden morfológicamente con la descripción de Kubitzki (1971) y Croat (1978) para *D. nitida*: hojas subcoriáceas, que van desde elípticas a oblongas, redondeadas y lanceoladas, de ápice agudo a cortamente acuminado o redondeado con un corto apículo descendente, con envés glabro o laxamente pubescente, márgen generalmente entero, plano a subrevoluto, a veces aserradito, pubescente, sépalos exteriores 3 suborbiculares y 2 internos, elípticos. Carpelo 1, glabro. Fruto en cápsula. Semilla 1. Se observan valores mayores en la longitud de la hoja que los mencionados para la especie, que forma parte de su variabilidad, lo que no excluye la formación en el dendograma de una gran agrupación de individuos.

En base a los caracteres morfológicos foliares, podemos afirmar como válida la especie *D. nitida* con una

gran variabilidad, que evidencia la plasticidad de la especie. Aunque Aymard determinó que las muestras 8, 37 y 50 eran más o menos *Davilla rugosa* por la pelosidad y a pesar de que este carácter constituyó una de las variables de mayor peso, en nuestro análisis, estas muestras dudosas se mezclaron con el resto de los individuos sin llegar a constituir un *taxa* infraespecífico.

Se corroboró la existencia de *D. nitida* en Cuba, con la revisión de los materiales herborizados depositados en las colecciones del herbario del Instituto Darwinión (SI), Argentina (Tabla 4) que no fueron incluidos en el análisis. Muchos de los especímenes están determinados por K. Kubitzki, especialista en la familia.

Analizando la distribución de ambas especies por el Neotrópico (Fig. 2 y 3) observamos que la especie *D. nitida* es capaz de ocupar los más variados ambientes ecológicos y es muy agresiva en su migración como lo indica su amplia distribución. La especie proveniente del Amazonia pasó a través de Centroamérica después de formado el istmo de Panamá a las islas Caribeñas: Cuba y Jamaica, después del Plioceno tardío, de ahí la variabilidad aparecida propia de la especie, que conserva la potencialidad para ello (Pérez y Cejas, 1993). *D. rugosa* se estableció antes que *D. nitida* ya que se distribuye por las regiones geológicamente más antiguas de Sur América y sólo llega hasta el oeste de Venezuela (Pérez, 1998).

CONCLUSIONES

- ◆ *Davilla nitida* es la especie representativa para el género *Davilla* en Cuba.
- ◆ Con la aplicación de técnicas de reconocimiento de patrones y la distribución de *D. rugosa* por el Neotrópico, las muestras 8, 37 y 50 se incluyen dentro del grupo de *D. nitida*.
- ◆ De acuerdo a los caracteres morfológicos foliares y los resultados de los análisis, los especímenes cubanos coinciden con la descripción de *D. nitida*, aunque se observan valores mayores en la longitud de la hoja que los mencionados para la especie, que forma parte de su variabilidad, lo que no excluye la formación, en el dendograma, de una gran agrupación de individuos.
- ◆ La variabilidad encontrada es propia de la especie, con una gran potencialidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales.
- ◆ La distribución de la especie *D. nitida* en el Neotrópico indica la reciente juventud de la misma.

RECOMENDACIONES

- ◆ Se debe profundizar el estudio del género *Davilla* en Cuba, agregando caracteres florales, anatómicos, palinológicos, etc.
- ◆ Aplicar técnicas de reconocimiento supervisado de patrones tomando estos resultados, como base del conocimiento.

- ♦ Aplicar otros algoritmos de clasificación y de cálculo de la densidad para el reconocimiento no supervisado con óptica lógico-combinatoria, teniendo en cuenta el resultado obtenido en el cálculo del peso informativo de las variables.

REFERENCIAS

- Albin, M. 1975. *Fuzzy sets and their applications to medical diagnosis and pattern recognition*, Berkeley. Ph. D. Thesis, University of California.
- Bunge, M. 1969. *La investigación científica*. Ediciones Ariel Barcelona, 955 pp.
- Clifford, H. T. y W. Stepheson. 1975. *And introduction to Numerical Classification*. Academy Press. New York 229 pp.
- Cohen, M. y E. Nagel. 1971. *Introducción a la lógica y al método científico*. Amorrourtu Editores, Buenos Aires, Argentina, Tomo I, 268 pp., Tomo II 284 pp.
- Crisci, J. V. 1983. *Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica*. Secretaría general de la O.E.A. Washington, D.C.
- Croat, T. B. 1978. *Flora of Barro Colorado Island*. Stanford University Press. California. p. 597-599
- De la Cruz, A. V. 1990. Un sistema para reconocimiento de patrones supervisado. En: *INFORMÁTICA' 90*, Editorial Academia, La Habana 1990. p. 227-240.
- Gentry, A. H. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America. Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean Orogeny?. *Ann. Miss. Bot. Gard.* v. 69(3), 557pp.
- Gower, J. C. 1971. A general coeficient of similarity and some of its properties. *Biometrics* v. 27 (4), p. 857-874.
- Kubitzki, K. 1971. *Doliocarpus, Davilla* und verwandte Gattungen (Dilleniaceae). *Mitt. Bot. Staatsäml, München* v. 9, 194 pp.
- Kubitzki, K y P. R. Reitz. 1971. *Dileniáceas*. Herbario «Barbosa Rodrigues», Itajaí, Brasil, p. 3-19.
- Leon, Hno. y Alain Hno. 1953. *Flora de Cuba*. Tomo III. Contr. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio La Salle. p. 291-295.
- López, S, M. Lazo y H. M. Estrada. 1997. Electrodiagnóstico médico utilizando las herramientas de Reconocimiento de Patrones. En: *II Taller Iberoamericano de Reconocimiento de Patrones*. Memorias. La Habana, Cuba. p. 237- 244.
- Pérez, J. 1998. *Filogenia de Dilleniaceae y su Biogeografía en el Neotrópico*. Tesis en opción al grado de Master en Ciencias. La Habana, Cuba.
- Pérez, J. y F. Cejas. 1993. El género *Davilla* (Dilleniaceae) en Cuba. Morfología foliar. *Fontqueria*. v.36, p. 265-270.
- Pankhurst, R. 1991. *Practical Taxonomic Computing*. Crambrigde University Press. Crambrigde. New York. Port Chester. 202pp.
- Pico, R., G. Almagro y J. Mena. 1998. Aplicación de técnicas de reconocimiento de patrones con enfoque lógico- combinatorio en la clasificación de un complejo de géneros de hongos patógenos de la caña de azúcar. *Memorias III Taller Iberoamericano de Reconocimiento de Patrones*. Ciudad de México, 1998, p. 279- 289.
- Ruiz, J., A. Bravo y L. Águila. 1982. Algoritmos BT y TB para el cálculo de todos los test típicos. *Revista Ciencias Matemáticas*. Vol IV, No 2, p. 11- 18.
- Ruiz, J. 1992. Modelos de algoritmos de reconocimiento con aprendizaje parcial. En: *3 er Congreso Iberoamericano de Inteligencia Artificial, IBERAMIA- 92*, La Habana, 17 al 22 de enero de 1992, Memorias, México, LIMUSA. p. 541- 559.
- Ruiz, J., R. Pico, R. López, C. Alaminos, M. Lazo, M. Boggiano, E. Barreto, A. Santana, L. Álvarez y T. Chuy. 1992. PROGNOSIS y sus aplicaciones a las geociencias. En: *3er Congreso Iberoamericano de Inteligencia Artificial, IBERAMIA- 92*, La Habana, 17 al 22 de enero de 1992, Memorias, México, LIMUSA. p. 561- 586..
- Ruiz, J., E. Cabrera y M. Lazo. 1995. Introducción al Reconocimiento de Patrones. (Enfoque Lógico Combinatorio). *Serie Verde* No. 51, Dpto. de Ing. Eléctrica, CINVESTAV - IPN. México. 238pp.
- Ruiz, J., E. Cabrera y M. Lazo. 1995. Introducción a la Teoría de testores. (Enfoque Lógico Combinatorio). *Serie Verde* No. 50, Dpto. de Ing. Eléctrica, CINVESTAV - IPN. México.
- Sneath, P. H. A. y R. R. Sokal. 1973. *Numerical Taxonomic. The principles and practice of numerical classification*. Freeman, San Francisco, CA., XV, 573 pp.
- Walker, M. 1968. *El pensamiento científico*. Editorial Grijalvo,. México, 196 pp.
- Zhuraliov, Y. I. y Sh. E. Tuliaganov. 1972. Medidas de la importancia de los objetos de sistemas complejos. *Zh. Vichislitelnoi Matematiki y Matematichesk Fisiki*, Vol 12: 170- 184. Moscú (en Ruso).

Tabla 1. Ejemplares seleccionados. No. -Número, HAC - Herbario de la Academia de Ciencias, HAJB - Herbario del Jardín Botánico Nacional.

No.	Ejemplar	Localidad	No.	No Ejemplar	Localidad
1	HAC 26577	Isla de la Juventud	40	HAJB 41172	Guane
2	HAC 498	6 Km de Viñales	41	HAJB 55449	San Cristóbal
3	HAC 6779	El Retiro	42	HAC 1841	Cuba Occidental
4	HAC 1968	San Vicente	43	HAJB 41979	Las Delicias
5	HABJ 59953	Banao	44	HABJ 36194	Buena Vista
6	HABJ 41087	Fomento	45	HABJ 10739	Viñales
7	HAC 17051	Sierra del Abra	46	HABJ 17251	Soroa
8	HAC 15887	Sierra de Banao	47	HAC 18878	Cañada de la Ceiba
9	HABJ 1158	Aguada de Pasajeros	48	HAC 4072	Punta Brava
10	HABJ 4072	Punta Brava	49	HABJ 32487	Sagua
11	HAC 29158	El Burén	50	HABJ 46360	Mantua
12	HAC A2041	Rangel	51	HAC42783	San Francisco de Piedras
13	HABJ 38558	Loma Cayo Malo	52	HPPR 42	El Moncada
14	HABJ 46654	Minas de Matahambre	53	HABJ 24957	SW La Fe
15	HPPR Bouza s/n	San Cayetano	54	HABJ 16215	Pino Verde
16	HAC 43640	Santa Fe	55	HAC 42591	Santa Bárbara
17	HPPR Rankin s/n	Cajálbana	56	HAC 13038	Los Hoyos
18	HABJ 26391	Aguada de Pasajeros	57	HABJ 40229	Soroa
19	HABJ 28838	Banao	58	HABJ 26245	Nueva Gerona
20	HABJ 22899	La Rosita	59	HAC 4168	Herradura
21	HAC 6800	El Retiro	60	HAC 848	Cajálbana
22	HAC 54349	Loma Cantadora	61	HPPR s/n	El Moncada
23	HABJ 18507	S. Diego de los Baños	62	HAC 18582	Laguna de Piedras
24	HAC 3251	Sumidero	63	HAC 41682	Nueva Gerona
25	HAC6779	El Retiro	64	HAC 41306	Nueva Gerona
26	HABJ 41085	Fomento	65	HAC 9706	Amarillas
27	HABJ 37802	Morrillo	66	HPPR s/n	El Burén
28	HABJ 4168	Herradura	67	HABJ 43521	Las Pozas
29	HPPR 62	San Marcos	68	HABJ 9552	San Diego de los Baños
30	HAC 18832	Sabana de la Cañada	69	HAC 28558	Las Merceditas
31	HPPR 22	San Diego de los Baños	70	HAC 45457	San Francisco de Piedras
32	HAC 4346	Anafe	71	HABJ 17242	Viñales
33	HAC 45267	Río Mal País	72	HAC 18877	Cañada de la Ceiba
34	HABJ 41413	Cayo Bonito	73	HAC 3974	Lomas de Banao
35	HAC 315	Cayuco	74	HABJ 45796	Sierra de la Cañada
36	HAC 339	Nueva Gerona	75	HAC A427	Rangel
37	HABJ 33441	San Diego de los Baños	76	HAC 28556	Sierra de Güira
38	HABJ 41769	Aguada de Pasajeros			
39	HABJ 23425	Cayajabos			

Tabla 2. Definición de las variables. No. - número.

No.	Nombre	Tipo	Rango	Criterio de comparación
1	longitud del limbo (A)	cuantitativa	3.62- 15	intervalos
2	anchura (B) del limbo	cuantitativa	2.56- 8.5	intervalos
3	relación entre largo y anchura del limbo (A/B)	cuantitativa	1.05- 3.04	intervalos
4	largo del peciolo (D)	cuantitativa	0.5- 1.8	intervalos
5	diámetro del peciolo (E)	cuantitativa	0.1- 0.21	error admisible
6	número de nervios secundarios en un cent. (F)	k- valente	1-3	igualdad
7	ángulo de inserción de los nervios secundarios con relación al nervio principal (G)	cuantitativa	22.2- 44.7	error admisible
8	ángulo del ápice (H)	cuantitativa	36.5- 167.2	error admisible
9	ángulo de la base (I)	cuantitativa	44- 156	error admisible
10	pelosidad en el nervio central (J)	k- valente	1- 6	igualdad
11	pelosidad en el peciolo (K)	k- valente	1- 4	igualdad
12	prominencia de los nervios en el haz (L)	k- valente	1- 3	igualdad
13	prominencia de los nervios en el envés (M)	booleana	0- 1	igualdad
14	márgen de la hoja (N).	k- valente	1-4	igualdad
15	dist. de base al pto. anchura máx. del limbo (C)	cuantitativa	2.14- 9.20	intervalos
16	relación entre A y C (A/C)	cuantitativa	1.67- 1.99	error admisible
17	relación entre A y D (A/D)	cuantitativa	3.50- 17	intervalos
18	relación entre D y E (D/E)	cuantitativa	2.94- 15	intervalos

Tabla 3. Selección de variables. No.- número. No. de variables: 18, No. de individuos: 76, No. de grupos: 1, Modo de cálculo: informacional. Tipo de comparación: estricta. Cantidad de Test Típicos: 233

No.	Identificación	Pesos	No. test
1	A long. limbo	1.00	233
2	B ancho limbo	0.21	50
3	A/B relación entre A y B	0.45	106
4	D long. del peciolo	0.51	120
5	E diámetro del peciolo	0.29	69
6	F número de nervios secundarios en un centímetro	0.56	132
7	G ángulo de inserción de nervios secundarios con relac. al principal	0.59	138
8	H ángulo del ápice	0.51	121
9	I ángulo de la base	0.56	131
10	C distancia de la base al punto de anchura máx. del limbo	0.50	117
11	A/C relación entre A y C	0.57	135
12	A/D relación entre A y D	0.42	99
13	D/E relación entre D y E	0.50	118
14	J pelosidad en el nervio central	0.73	172
15	L prominencia de los nervios en el haz	0.69	163
16	M prominencia de los nervios en el envés	1.00	233
17	N márgen de la hoja	0.70	164
18	K pelosidad en el peciolo	0.83	195

Tabla 4. Materiales herborizados revisados en el Herbario del Instituto Darwinion (SI). No. - número.

No.	Ejemplar	Localidad
1	SI 2638	Del Lara, Bolivia
2	SI 11026	Estado do Espírito Santo, Brasil
3	SI S/N	Vía del Tren, Panamá
4	SI 97	Sao Paulo, Brasil
5	SI 36889	Goiás, Brasil
6	SI 36993	Goiás, Brasil
7	SI 31810	Santa Cruz, Bolivia
8	SI 37636	Mato Grosso, Brasil
9	SI 37678	Gaiaponia, Brasil
10	SI 37606	Río de Casca, Brasil
11	SI 873	Departamento de Amazonas, Perú
12	SI 121	Quebrada Aintami, Perú
13	SI 1872	San Carlos, Bolivia

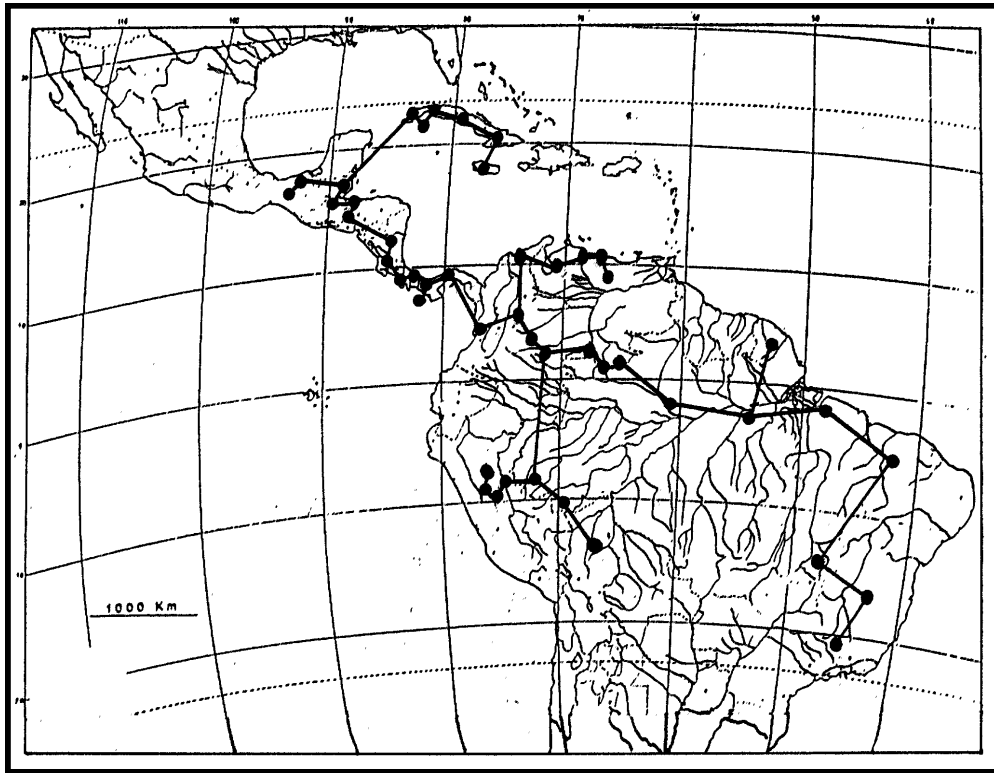


Fig. 1. Distribución geográfica *D. nitida*.

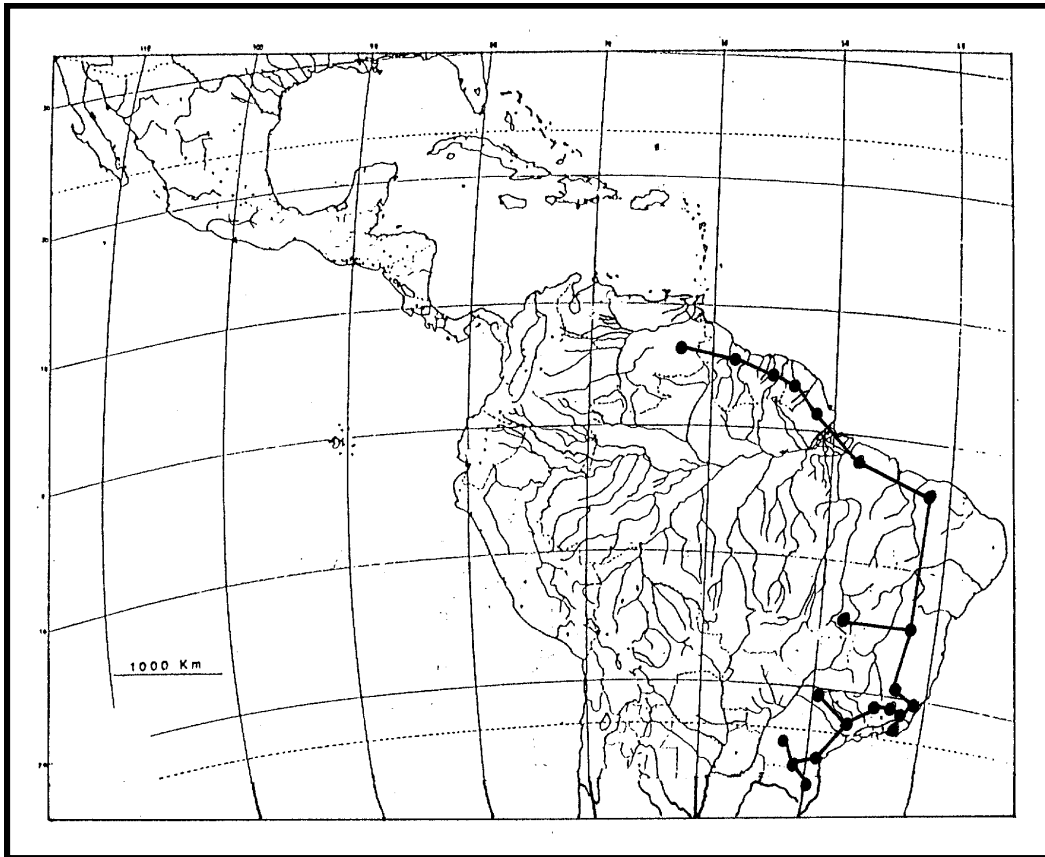


Fig. 2. Distribución geográfica *D. rugosa*

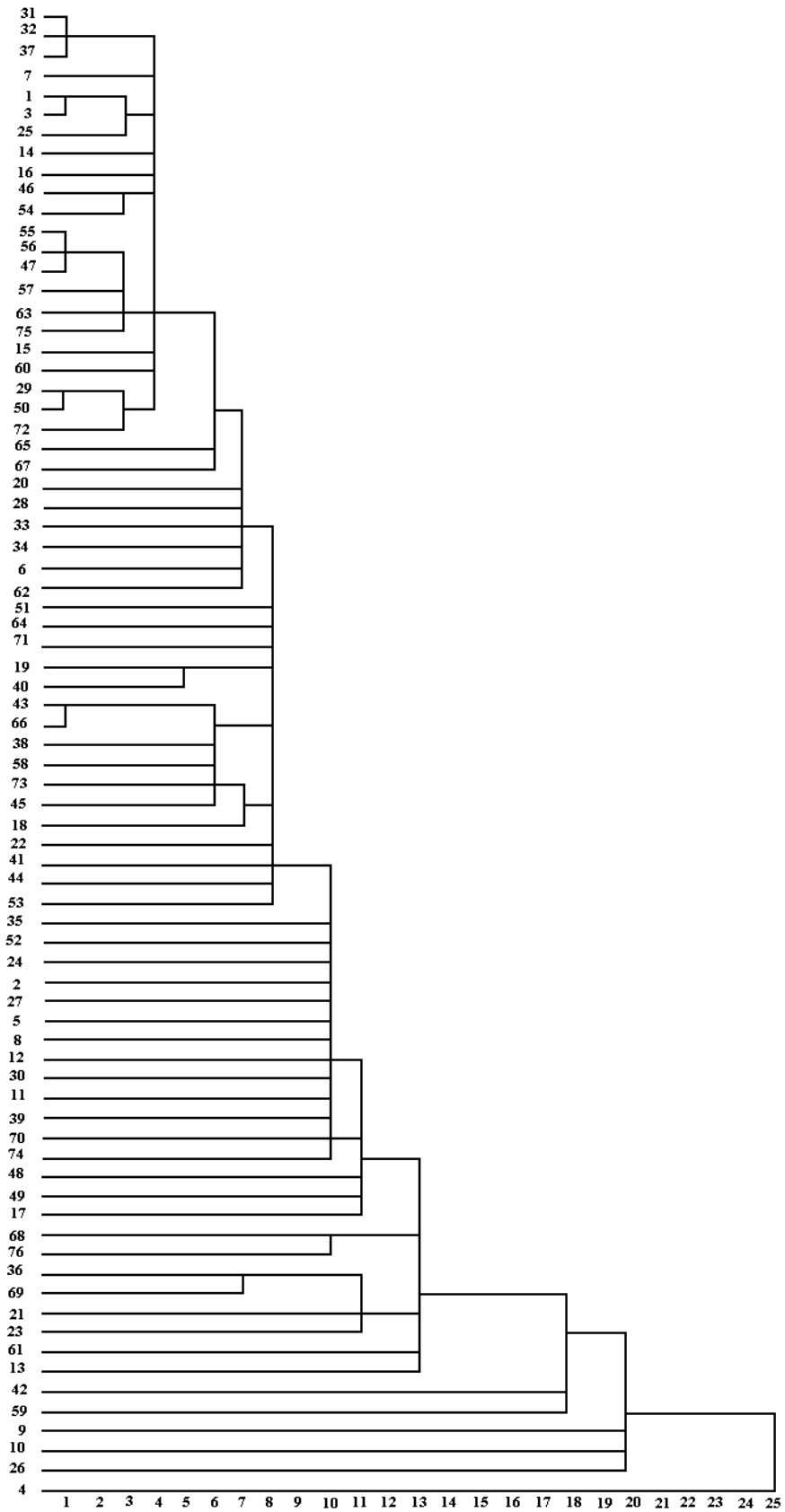


Fig. 3. Dendrograma obtenido aplicando método Centroide.