

RELACIONES FENÉTICAS EN ESPECIES DE *Sterculia* L. (STERCULIACEAE) EN VENEZUELA

Sterculia L. species (Sterculiaceae) phenetic relationships in Venezuela

Mondragón Alcides¹, Elsouki Máyida² y Anibal Castillo³

¹Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Decanato de Agronomía, Departamento de Ciencias Biológicas, Barquisimeto-Venezuela. E-mail: alcidesmondragon@ucla.edu.ve

²Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Instituto de Biología Experimental. E-mail: mayidae@yahoo.es. ³Instituto de Zoología Tropical, Caracas-Venezuela

RESUMEN

Se evalúan las relaciones fenéticas entre las especies del género *Sterculia* L. Para establecer dichas relaciones se aplicó el Análisis de Componentes Principales (ACP), se utilizó matriz de correlación centrada, para ello se consideraron valores de los caracteres morfológicos vegetativos y reproductivos. Los análisis se realizaron con el programa CANOCO 4.0. Las relaciones fenéticas entre las especies de *Sterculia* se aprecian en cinco grupos conformado por las siguientes especies: 1. *S. apetala* var. *apetala*. 2. *S. rugosa*. 3. *S. peruviana*. 4. *S. excelsa*. 5. El resto de las especies.

Palabras clave: *Sterculia*, relaciones fenéticas, análisis de componentes principales, Venezuela.

ABSTRACT

Phenetic relationships in species of the genus *Sterculia* L. were evaluated. In order to establish the relationships, a Principal Component Analysis was performed using a centered correlation matrix considering vegetative and reproductive morphological values. Analyses were made using CANOCO 4.0. Software. Phenetic relationships in *Sterculia* species showed five groups formed by the following species: 1. *S. apetala* var. *apetala*. 2. *S. rugosa*. 3. *S. peruviana*. 4. *S. excelsa*. 5. other species.

Key words: *Sterculia*, phenetic relationships, principal component analysis, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

Sterculia L. toma el nombre de “Stercus”, en latín estiércol, debido al mal olor de sus flores y hojas de algunas de sus especies (Font Quer, 1982; Fernández-Galiano y Domínguez, 1985). Es un género de distribución pantropical con aproximadamente 200 especies (William y Barton, 1926; Standley y Steyermark, 1931). En Venezuela están presentes 11 especies y tres variedades de este género (Mondragón, 2005), distribuyéndose en las regiones central, occidental, sur y oriental del país (Pittier *et al.*, 1947; Schnee, 1984; Hoyos, 1985), en altitudes entre 30 – 1400 msnm, encontrándose en selvas no inundadas, selvas tropófilas (Pittier *et al.*, 1947), bosques ombrófilos siempreverdes y sabanas abiertas inundables o con médanos, según el mapa de vegetación de Huber y Alarcón (1988). Se trabajó con muestras herborizadas de siete herbarios del país, seleccionándolas de diferentes localidades a nivel nacional, se describieron e hicieron mediciones de las hojas y pecíolos, así como de estructuras reproductivas. Para el análisis de la epidermis foliar,

el material fue tratado según Johansen (1940). Esto con el objetivo de conocer afinidades morfológicas entre las especies venezolanas del género *Sterculia*, en este trabajo se discuten las relaciones fenéticas mediante un análisis de agrupamiento, en vista de la complejidad desde el punto de vista reproductivo y vegetativo entre sus especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión de las muestras depositadas en siete herbarios del país: Herbario “Víctor Manuel Badillo” (MY), Facultad de Agronomía UCV, Maracay; Herbario Nacional de Venezuela (VEN), Caracas; Herbario de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora (PORT); Herbario Julián Steyermark del Ministerio del Ambiente del Estado Amazonas (TFAV); Herbario de Ciudad Bolívar (GUYN); Herbario “Carlos Liscano” (MER), Facultad de Ciencias Forestales ULA, Mérida y Herbario del Decanato de Agronomía, de la Universidad Centroccidental

Lisandro Alvarado de Barquisimeto (UCOB). Las observaciones detalladas y medidas de las estructuras vegetativas y reproductivas de las plantas, se realizaron sobre exsiccatas de herbarios; las estructuras florales se hidrataron previamente. Para los estudios epidérmicos se trabajó según Johansen (1940), las hojas herborizadas se rehidrataron en agua hirviendo hasta retomar su textura natural y luego se preservaron en etanol al 70%. Se tomaron pequeñas porciones de la parte media de la lámina foliar. Las mismas fueron aclaradas utilizando una solución de hipoclorito de sodio al 5,25% de forma de resaltar los atributos epidérmicos. Posteriormente, se colorearon con safranina (1%) o azul de toluidina (0,5%) y se prepararon láminas semi permanentes, montando las epidermis coloreadas en glicerina al

50% fenolada. Se utilizó un microscopio estereoscópico marca Nikon Optiphot para la descripción detallada de las especies.

Con el fin de conocer las afinidades morfológicas y determinar el número de grupos a construir, para establecer relaciones entre grupos de especies del género *Sterculia* L. se aplicó el Análisis de Componentes Principales (ACP), donde se reemplazó las “n” variables originales por un menor número de variables, no correlacionadas (Bulla, 1995). Se utilizó matriz de correlaciones centrada, para ello los valores de los caracteres morfológicos vegetativos y reproductivos fueron tomados de las Cuadros 1 y 2. Los análisis se realizaron con el programa CANOCO 4.0 (TerBraak, 1998). La importancia de cada componente dependió de su varianza

Cuadro 1. Caracteres y estados de caracteres vegetativos para el análisis de relaciones fenéticas entre las especies del género *Sterculia* L. y como grupo externo *Theobroma cacao*

- | | |
|-----|--|
| 1- | Forma de las estípulas: Ovada (EstipOva), lanceolada (EstipLanc), obovada (EstipObov). |
| 2- | Persistencia de las estípulas: Caducas (EstipCaduc), persistentes (EstipPersis). |
| 3- | Número de pulvínulos (N° pulvin): 1, 2 |
| 4- | Pubescencia del pecíolo: glabro (PeciGlabro); glabrescente (PeciGlabres); pubescente (PeciPubesc) |
| 5- | Tipo de hoja: Entera (HojaEnt); lobulada (HojaLob) |
| 6- | Disposición de las hojas: Dísticas (HojaDistic); espiraladas (HojaEspiral) |
| 7- | Forma de la hoja: Ovada (HojaOvad); elíptica (HojaElip); elíptica a ovada (HojaElip-obov); obovada (HojaObov); oblonga (HojaOblon) |
| 8- | Ápice da la hoja: Largo acuminado (ApLarAcu); corto acuminado (ApCorAc); corto ancho acuminado (ApCorAnAcu); redondo a corto acuminado (ApRed-CorAc); redondeado mucronado (ApRedMucr); redondeado a truncado (ApRed-Trun) |
| 9- | Base de la hoja: Redondeada (BasRed); Levemente cordada (BasLevCor); profundamente cordada (BasProfCor); subcordada (BasSubCor); redondeada a subcordada (BasRedSuCor); cordada (BasCor); cordada a truncada (BasCor-Trun) |
| 10- | Consistencia de la hoja: Coriácea (HojCoriac); cartácea (HojCartac) |
| 15- | 11- Pulvínulo apical desarrollado (DesPulvApic): Presente (1); ausente (0) |
| 12- | Tipo de venación: Palminervada (VenPalman); pinnada (VenPinnad) |
| 13- | Tipo tricoma de acuerdo a la base: Pedicelado (TricPedic); sésiles (TricSesil) |
| 14- | Número de brazos en los tricomas: Cuatro (0); entre 5 – 8 (1); ≥ nueve (2) |
| 16- | Tricoma de acuerdo al ángulo de sus brazos y superficie foliar: Adpreso (TricAdpr); no adpreso (TricNoAdpr) |
| 17- | Distribución de tricomas: Areolas y venas (TricAreol); Sólo venas (TricNoAreol) |
| 18- | Longitud del pecíolo (LongPec) cm: Entre 0,3-1,0 (0); entre 10,1-3,0 (1); entre 3,1-6,0 (2); entre 6,1-9,0 (3); entre 9,1-12,0 (4); entre 12,1-15,0 (5); entre 15,1-30 (6) |
| 19- | Ancho del pecíolo (AnchPec) cm: Entre 0,01-0,10 (0); entre 0,11-0,20 (1); entre 0,21-0,30 (2); entre 0,31-0,40 (3); entre 0,41-0,50 (4); entre 0,51-1,0 (5) |

Cuadro 2. Caracteres y estados de caracteres reproductivos para el análisis de relaciones fenéticas entre las especies del género *Sterculia* L. y como grupo externo *Theobroma cacao*.

1-	Ubicación de la inflorescencia: Cauliflora (InfCaulif); no cauliflora (InfNoCaulif)
2-	Longitud de la inflorescencia (LongInfl) cm: Entre 1,0-5,0 (0); entre 5,1-10,0 (1); entre 10,1-15,0 (2); entre 15,1-20,0 (3); entre 20,1-25,0 (4); entre 25,1-30,0 (5); entre 30,1-35,0 (6)
3-	Ápice de lóbulos del cáliz en flor hermafrodita: Triangulares (ApLobTrHer); triangulares a lineares (ApLoTr-LinHer); lanceolados (ApLobLanc)
4-	Venas en los lóbulos del cáliz en flor hermafrodita (VenLobHer): Presente (1); ausente (0)
5-	Longitud del tubo del cáliz en flor hermafrodita (LongCalizHer) mm: Entre 1,0-1,5 (0); entre 0,51-2,0 (1); entre 2,1-3,0 (2); entre 3,1-4,0 (3); entre 4,1-6,0 (4); entre 6,1-11,0 (5)
6-	Ancho del tubo del cáliz en flor hermafrodita (AnchCalizHer) mm: Entre 1,5-2,0 (0); entre 2,1-3,0 (1); entre 3,1-4,0 (2); entre 4,1-5,0 (3); entre 5,1-6,0 (4); entre 6,1-7,0 (5); entre 7,1-8,0 (6); entre 8,1-10,0 (7); mayor o igual a 10,1 (8)
7-	Longitud de los lóbulos del cáliz en flor hermafrodita (LgLobHer) mm: Entre 4,5-5,0 (0); entre 5,1-6,0 (1); entre 6,1-7,0 (2); entre 7,1-8,0 (3); entre 8,1-9,0 (4); entre 9,1-10,0 (5); entre 10,1-11,0 (6); mayor o igual a 11,1 (7)
8-	Ancho de los lóbulos del cáliz en flor hermafrodita (AncLobHer) mm: Entre 1,0-1,5 (0); entre 1,51-2,0 (1); entre 2,1-2,5 (2); entre 2,6-3,0 (3); entre 3,1-3,5 (4); entre 3,6-4,0 (5); entre 4,1-5,0 (6); entre 5,1-7,0 (7); entre 7,1-9,0 (8)
9-	N° estambres en flores hermafroditas (N°EstFlHer): 8-9; 10-14; mayor o igual a 15
10-	Longitud del gineceo (LongGinec) mm: Entre 0,5-1,0 (0); entre 1,1-1,5 (1); entre 1,6-2,0 (2); entre 2,1-2,5 (3); entre 2,6-3,0 (4); entre 3,1-3,5 (5); entre 3,6-4,0 (6); entre 4,1-4,5 (7)
11-	Ápice de lóbulos del cáliz en flor masculina: Triangulares (ApLobTriM); triangulares a lineares (ApLoTr-LinM); lineares (ApLobLinM)
12-	Venas en los lóbulos del cáliz en flor masculina (VenLobM): Presente (1); ausente (0)
13-	Andróforo: Recto (AndrofRec); curvo (AndrfCur).
14-	Excrecencias en la base del andróforo: Glandulosa (BasAndrfGla); papilosa (BasAndrPap).
15-	Longitud del andróforo (LongAndrf): Entre 2,0-4,0 (0); entre 4,1-6,0 (1); entre 6,1-8,0 (2); entre 8,1-10,0 (3); entre 10,1-12,0 (4); entre 12,1-14,0 (5)
16-	Longitud de los lóbulos del cáliz en flor masculina (LongLobM) mm: Entre 4,0-6,0 (0); entre 6,1-8,0 (1); entre 8,1-10,0 (2); entre 10,1-12,0 (3); mayor o igual a 12,1 (4)
17-	Ancho de los lóbulos del cáliz en flor masculina (AnchLobM) mm: Entre 1,0-3,0 (0); entre 3,1-5,0 (1); entre 5,1-7,0 (2); entre 7,1-9,0 (3); entre 9,1-11,0 (4)
18-	Longitud del cáliz en flor masculina (LongCaM): Entre 1,-3,0 (0); entre 3,1-5,0 (1); entre 5,1-7,0 (2); entre 7,1-9,0 (3); entre 9,1-11,0 (4)
19-	Longitud del androginóforo (LongAndrgi) mm: Entre 3,0-5,0 (0); entre 5,1-7,0 (1); entre 7,1-9,0 (2); entre 9,1-11,0 (3).

(Cuadros 3, 4). El primer componente fue aquel que tuvo mayor varianza, el segundo componente fue el segundo de mayor varianza, y así sucesivamente. Asimismo, el primer componente principal fue aquella combinación lineal de las variables que tuvo

máxima varianza y por lo tanto mayor contenido de información, de acuerdo a lo establecido por Bulla (1995). Se tomó el menor número de componentes principales cuyas varianzas sumadas tuvieron un porcentaje significativo de la varianza total obser-

Cuadro 3. Coeficientes de Correlación (r) y Determinación (r^2) de los cuatro primeros componentes principales de los caracteres vegetativos obtenidos con matriz de varianza covarianza.

	CP1		CP2		CP3		CP4	
	r	r^2	r	r^2	r	r^2	r	r^2
Lpec	0,837	0,701	0,136	0,019	-0,363	0,132	0,219	0,048
Apec	0,821	0,675	0,207	0,043	0,441	0,195	-0,095	0,009
THEn	-0,794	0,630	0,223	0,050	-0,261	0,068	-0,239	0,057
THLo	0,794	0,630	-0,223	0,050	0,261	0,068	0,239	0,057
BHPC	0,794	0,630	-0,223	0,050	0,261	0,068	0,239	0,057
TVPa	0,794	0,630	-0,223	0,050	0,261	0,068	0,239	0,057
TVPi	-0,794	0,630	0,223	0,050	-0,261	0,068	-0,239	0,057
NBT	0,794	0,630	-0,256	0,065	-0,010	0,000	0,173	0,030
FHEL-Ov	-0,124	0,015	0,728	0,530	0,184	0,034	0,013	0,000
FEOva	-0,263	0,069	0,677	0,458	0,044	0,002	-0,453	0,205
Npul	0,333	0,111	0,676	0,458	-0,051	0,003	-0,217	0,047
DHDi	-0,333	0,111	-0,676	0,458	0,051	0,003	0,217	0,047
DHEs	0,333	0,111	0,676	0,458	-0,051	0,003	-0,217	0,047
FHObl	-0,333	0,111	-0,676	0,458	0,051	0,003	0,217	0,047
AHCA	0,334	0,111	-0,663	0,439	0,289	0,083	0,299	0,089
AHLA	-0,280	0,079	0,653	0,427	0,239	0,057	-0,065	0,004
FELan	0,231	0,053	-0,653	0,427	0,333	0,111	0,558	0,311
FHObo	0,016	0,000	-0,188	0,035	-0,793	0,629	-0,313	0,098
FELan	0,071	0,005	-0,102	0,010	-0,651	0,424	-0,141	0,020
AHRM	0,071	0,005	-0,102	0,010	-0,651	0,424	-0,141	0,020
BHCT	0,071	0,005	-0,102	0,010	-0,651	0,424	-0,141	0,020
DTAre	-0,527	0,278	0,097	0,009	0,097	0,009	0,613	0,376
DTVVen	0,527	0,278	-0,097	0,009	-0,097	0,009	-0,613	0,376
BHRSC	-0,021	0,000	0,000	0,000	0,237	0,056	-0,527	0,278
TABA	-0,334	0,112	0,609	0,371	0,170	0,029	0,526	0,277
TABNoA	0,334	0,112	-0,609	0,371	-0,170	0,029	-0,526	0,277
PECa	0,336	0,113	0,561	0,315	-0,126	0,016	-0,520	0,270
PEPe	-0,336	0,113	-0,561	0,315	0,126	0,016	0,520	0,270
FHEL	-0,120	0,014	-0,076	0,006	0,118	0,014	0,488	0,238
FHOv	-0,179	0,032	0,013	0,000	0,258	0,066	-0,474	0,225
TTPed	0,470	0,221	-0,584	0,341	-0,174	0,030	-0,460	0,212
TTSes	-0,470	0,221	0,584	0,341	0,174	0,030	0,460	0,212
AHRT	0,248	0,061	0,129	0,017	0,142	0,020	-0,394	0,155
CHCo	-0,248	0,061	-0,129	0,017	-0,142	0,020	0,394	0,155
CHCa	0,248	0,061	0,129	0,017	0,142	0,020	-0,394	0,155
AHRCA	-0,272	0,074	-0,123	0,015	0,271	0,073	0,305	0,093
PPGla	-0,416	0,173	-0,264	0,070	0,366	0,134	-0,282	0,080
BHLC	-0,339	0,115	0,620	0,384	0,158	0,025	0,234	0,055
PPGlab	-0,136	0,019	0,526	0,277	-0,492	0,242	0,234	0,055
BHC	-0,231	0,053	-0,360	0,129	-0,155	0,024	0,230	0,053
BHR	-0,285	0,081	-0,099	0,010	0,285	0,081	-0,170	0,029
AHCAA	-0,026	0,001	0,030	0,001	-0,503	0,253	-0,139	0,019
BHSC	0,045	0,002	-0,065	0,004	-0,100	0,010	-0,120	0,014
PAD	0,321	0,103	0,433	0,188	-0,602	0,362	-0,071	0,005
PPPub	0,511	0,261	-0,259	0,067	0,134	0,018	0,038	0,001

Cuadro 4. Coeficientes de Correlación (r) y Determinación (r^2) de los cuatro primeros componentes principales de los caracteres reproductivos obtenidos con matriz de varianza covarianza.

	CP1		CP2		CP3		CP4	
	r	r^2	r	r^2	r	r^2	r	r^2
ATub	0,906	0,821	-0,063	0,004	-0,193	0,037	-0,261	0,068
ALob	0,870	0,757	0,232	0,054	-0,082	0,007	0,111	0,012
ALobM	0,751	0,563	-0,262	0,068	0,046	0,002	-0,297	0,088
NEst	0,750	0,562	0,114	0,013	0,014	0,000	-0,102	0,011
VeLob	0,749	0,562	-0,445	0,198	-0,048	0,002	-0,046	0,002
LTub	0,733	0,538	-0,448	0,201	0,083	0,007	-0,138	0,019
LGin	0,732	0,535	-0,537	0,288	0,284	0,081	0,180	0,032
Landr	0,692	0,479	0,116	0,013	-0,096	0,009	0,584	0,341
LCaM	0,683	0,466	-0,461	0,212	-0,178	0,032	0,001	0,000
Landrgi	0,674	0,454	0,348	0,121	0,306	0,094	0,239	0,057
LLobM	0,658	0,433	0,136	0,019	-0,288	0,083	0,403	0,162
LLob	0,556	0,309	0,724	0,524	0,384	0,148	-0,076	0,006
VLCHer	0,061	0,004	0,660	0,436	-0,168	0,028	0,105	0,011
UICa	-0,200	0,040	-0,633	0,401	0,440	0,193	-0,081	0,007
ALHLan	-0,200	0,040	-0,633	0,401	0,440	0,193	-0,081	0,007
LongInfl	0,389	0,152	0,466	0,217	-0,733	0,537	-0,004	0,000
AndroC	0,399	0,159	0,560	0,313	-0,493	0,243	0,013	0,000
ALCTri	-0,182	0,033	0,403	0,162	0,125	0,016	-0,472	0,222
ALCTr-Li	0,445	0,198	-0,065	0,004	-0,233	0,054	0,393	0,155
ALHTri	0,343	0,117	-0,017	0,000	0,149	0,022	-0,371	0,137
ALHLin	-0,080	0,006	0,355	0,126	-0,257	0,066	0,293	0,086
ALCLin	-0,400	0,160	-0,138	0,019	-0,193	0,037	0,259	0,067
BAGla	0,139	0,019	-0,238	0,057	-0,064	0,004	0,156	0,024
BAPil	-0,052	0,003	0,523	0,274	-0,130	0,017	-0,126	0,016
AndroR	-0,350	0,122	-0,138	0,019	0,240	0,058	0,058	0,003

vada, los componentes se expresaron por medio de una matriz de correlación centrada; en este caso las variables se estandarizaron previamente, para que todas tuviesen el mismo peso en el análisis. Se utilizó *Theobroma cacao* como grupo externo.

RESULTADOS

El Biplot de las especies (Figuras 1, 2), permiten interpretar el valor de los caracteres (vectores); a mayor ángulo entre los vectores, mayor la correlación entre esos caracteres. Cuando dos o más vectores se superponen, significa que esos caracteres están redundando. El tamaño de cada vector (carácter)

tiene su significado, mientras mayor la longitud del mismo, mayor el valor del carácter para distinguir determinada especie.

Los resultados del Análisis de Componentes Principales (ACP) para los caracteres vegetativos se pueden apreciar en la Figura 1. Los ACP1 y ACP2 alcanzaron un 38,5% y 14,5% de los datos totales, de las varianzas respectivamente (Cuadro 3).

Las características asociadas al eje de las X positivo en el cuadrante I son: Base levemente cordada (BHPC), número de brazos del tricoma (NBT), hoja lobada (THLo) y venación palmada (TVPa), presentaron mayor correlación para la especie *S. apetala* var. *apetala* (Figura 1), por lo que su mayor variación está reflejada en ese eje; de igual forma se

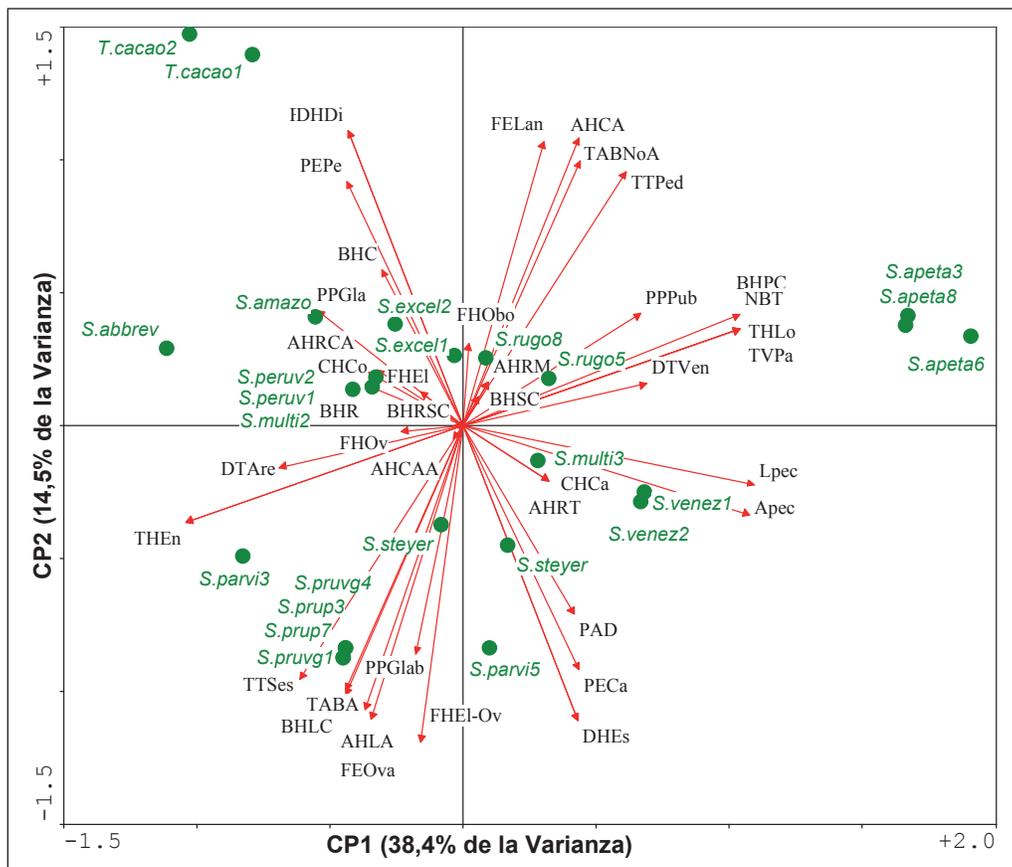


Figura 1. Análisis de Componentes Principales (ACP) para los caracteres vegetativos

observa en este mismo cuadrante a *S. rugosa* cuya variable que la distinguen es forma de la hoja obovada (FHObo), cuyas variaciones están reflejadas en el eje X positivo y tuvieron un valor de correlación de -0,793 donde su varianza fue 0,629 (Cuadro 3).

En el cuadrante II (Figura 1), la característica que está más asociada al eje Y positivo es hoja dística (DHDi) para la especie *S. excelsa*, donde la varianza fue de 0,458 y el vector presenta una mayor longitud, lo que indica que ese carácter está más representado para ese eje. *T. cacao* como grupo externo se observa muy aislada del resto de las especies, posiblemente por no presentar mayor número de variables vegetativas presentes en el resto de las especies del género *Sterculia*, por lo que automáticamente queda alejada.

Los caracteres (Cuadro 1): tricomas en areolas (DTAre), hoja de borde entero (THEEn), base de la hoja levemente cordada (BHLC), ápice largo acumulado (AHLA), estípulas ovadas (FEOva), hoja elíptica a ovada (FHEI-ov), hoja espiralada (DHES), largo del pecíolo (LPec) y ancho del pecíolo (APec) están

asociados a los cuadrantes III y IV (Figura 1) e involucrando especies en ambos cuadrantes como son: *S. multiovula*, *S. steyermarkii*, *S. parviflora*, *S. venezuelensis*, *S. pruriens* var. *glabrescens* y *S. pruriens* var. *pruriens*, lo que podría indicar que las variaciones para cada especie no son lo suficientemente compactas para poder producir una separación evidente entre ellas, ó, que las características las agrupa de manera tal que logra separarlas y a su vez diferenciarlas de las demás especies que se encuentran en el cuadrante I y II.

Los resultados del Análisis de Componentes Principales (ACP) para los caracteres reproductivos se pueden apreciar en la Figura 2, los ACP1 y ACP2 alcanzaron de los datos totales un 50,8% y 17,9% de varianza respectivamente (Cuadro 4). Al comparar con los resultados para los caracteres vegetativos, donde los ACP1 y ACP2 alcanzaron un 38,5% y 14,5% de los datos totales, de las varianzas respectivamente, pueden ser varias las razones por las cuales estos valores son más bajos con respecto a los valores reproductivos, entre ellos el que no

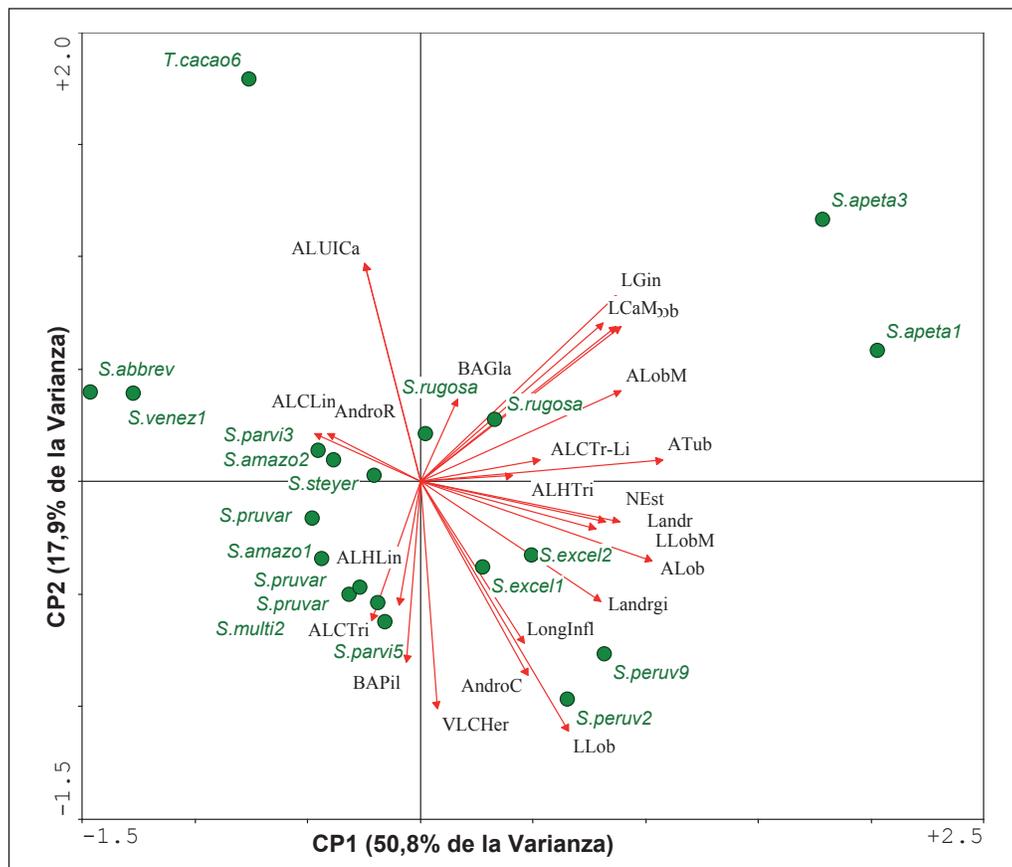


Figura 2. Análisis de Componentes Principales (ACP) para los caracteres reproductivos

haya tanta correlación sino mucha diferencia entre las variables vegetativas, ó que están muy correlacionadas y se presenta redundancia de la información. Lo que se podría inferir es que los valores vegetativos están más dispersos que los valores reproductivos.

En el cuadrante I se aprecia a *S. apetal* var. *apetal* conformando un grupo (Figura 2), probablemente por presentar los caracteres asociados a ese cuadrante como son: Longitud del gineceo (LGin), longitud del cáliz en flores masculinas (LCAM) y ancho de lóbulos en flores masculinas (ALobM), que la distinguen entre el resto de las especies (Cuadro 2). *S. rugosa* se ubica en el mismo cuadrante con el carácter Base del Andróforo Glandular (BAGla) el cual está más asociado al eje Y positivo y distingue más a esta especie.

En el cuadrante II (Figura 2), *T. cacao* presenta mayores diferencias (sucediendo lo mismo de los caracteres vegetativos), no posee una cantidad de variables reproductivas que se encuentran presentes entre las especies del género *Sterculia*, por lo

cual automáticamente queda separada del resto de las especies.

Los caracteres asociados al eje X negativo del II y III cuadrante agrupan varias especies que se distinguen con esos caracteres (Figura 2), lo que indica que estas especies no presentan grandes diferencias entre ellas, las variaciones dentro de cada especie pueden no ser lo suficientemente compactas para poder separar de manera precisa estas especies como son: *S. multiovula*, *S. steyermarkii*, *S. parviflora*, *S. venezuelensis*, *S. pruriens* var. *glabrescens*, *S. pruriens* var. *pruriens* y *S. amazonica*.

El cuadrante IV presenta los caracteres: Longitud del andrúforo (Landr), ancho de lóbulos en flores hermafroditas (ALob), longitud del andrúgino (Landrgi), asociados al eje X positivo y distinguiendo a la especie *S. excelsa*, de igual forma, en el mismo cuadrante están los caracteres: Venas en lóbulos de flores hermafroditas (VLCHer), longitud de lóbulos en flores hermafroditas (LLob) y andrúforo curvo (AndroC), asociados al eje Y negativo, con

las varianzas mayores en ese componente principal, identificando en su mayor proporción a la especie *S. peruviana*.

En la Figura 3 se puede observar de manera global las relaciones fenéticas entre las especies del género *Sterculia* considerando los caracteres vegetativos y reproductivos, donde se puede apreciar de manera clara quienes forman grupos por carecer de caracteres que le permitan diferenciarse de manera compacta y quienes si pueden separarse del resto.

DISCUSIÓN

Existen cinco grupos bien diferenciados entre las especies de *Sterculia* presentes en Venezuela, pudiéndose observar a *Sterculia apetala* var. *ape-*

tala formando un grupo individual y bien marcado; esto es factible al conocer las características morfológicas vegetativas y reproductivas, las cuales están asociadas únicamente a esta especie; por ello la posibilidad de diferenciarse y separarse fácilmente del resto de las especies.

Las especies que lograron mantenerse independientes del resto fueron: *S. apetala* con base la hoja levemente cordada, número de brazos del tricoma (más de nueve), hoja lobada, venación palmada, longitud del gineceo, longitud del cáliz en flores masculinas y ancho de lóbulos en flores masculinas, *S. rugosa* con estípulas obovadas y ápice corto acuminado, *S. peruviana* con venas en los lóbulos de las flores hermafroditas y longitud del androginóforo y *S. excelsa* con hojas dísticas, longitud del andróforo, número de estambres, ancho de lóbulos y longi-

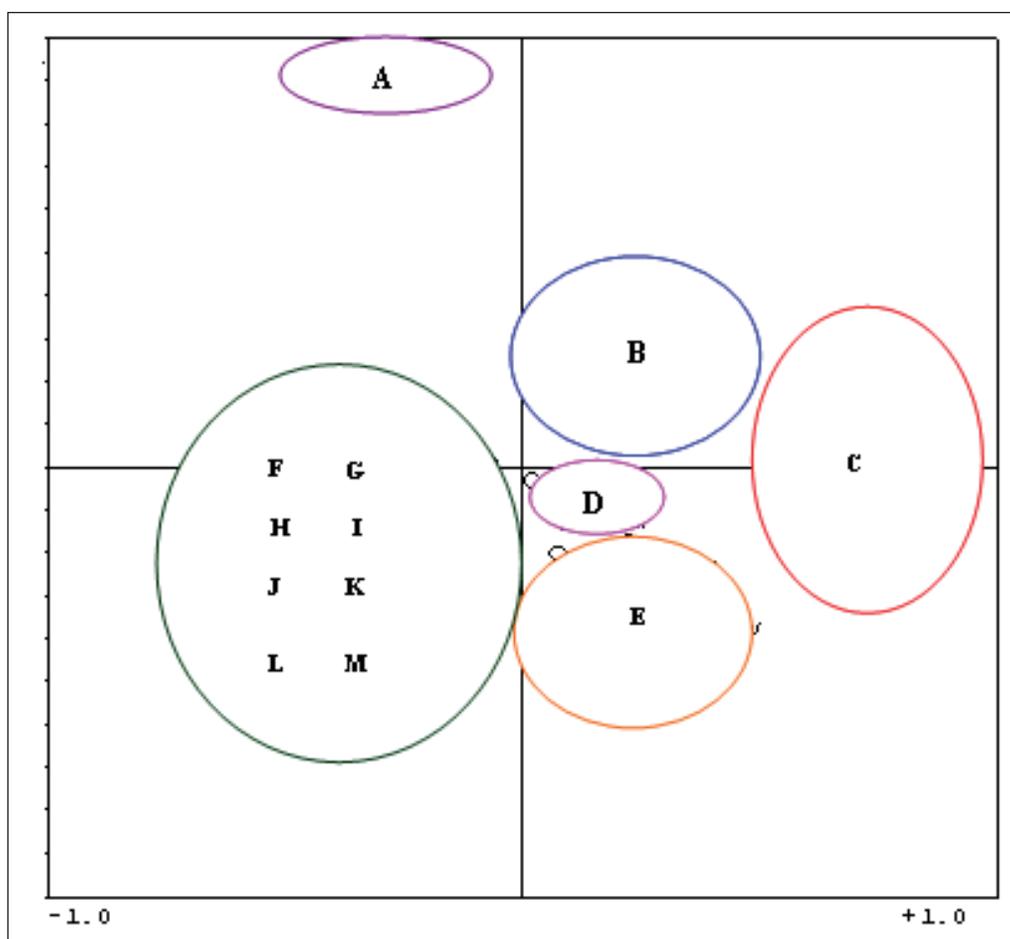


Figura 3. Relaciones fenéticas entre las especies del género *Sterculia* L. A. *Theobroma cacao*; B. *S. rugosa*; C. *S. apetala* var. *apetala*; D. *S. excelsa*; E. *S. peruviana*; F. *S. abbreviata*; G. *S. amazonica*; H. *S. multiovula*; I. *S. parviflora*; J. *S. pruriens* var. *glabrescens*; K. *S. pruriens* var. *pruriens*; L. *S. steryermarkii*; M. *S. venezuelensis*.

tud del androginóforo en flores hermafroditas, son características que estaban asociadas a cada una de ellas, conociendo a través de la tabla de correlación cuáles fueron las que permitieron tal distinción en mayor o menor proporción; en estos casos hay que profundizar un poco más para saber si el tipo y número de variables, y si el número de muestras estudiadas tuvieron un papel determinante al momento de agruparlas. Sin embargo, cabe destacar que estas especies presentan variaciones asociadas que les permite caracterizarlas y agruparlas de manera concreta.

El grupo de mayor tamaño, constituido por *S. multiovula*, *S. steyermarkii*, *S. parviflora*, *S. venezuelensis*, *S. pruriens* var. *glabrescens*, *S. pruriens* var. *pruriens* y *S. amazonica*, resultaron estar muy afines, esto podría ser por la falta de variaciones determinantes asociadas para cada una de ellas que les permita diferenciarse de manera individual, no existiendo mucha correlación, por ello no lográndose una separación evidente a nivel específico entre ellas.

CONCLUSIONES

- Las relaciones fenéticas entre las especies de *Sterculia* se aprecian en cinco grupos conformados por las siguientes especies: 1.- *S. apetala* var. *apetala*. 2.- *S. rugosa*. 3.- *S. peruviana*. 4.- *S. excelsa*. 5.- El resto de las especies.
- La especie *S. apetala* var. *apetala* presentó caracteres morfológicos vegetativos y reproductivos, así como los caracteres anatómicos (epidermis foliar) asociados a ella, determinando su poca afinidad con el resto de las especies. Las especies *S. rugosa*, *S. peruviana* y *S. excelsa* están independientes con menor número de variables pero suficientes para poder separarlas.
- Las especies *S. amazonica*, *S. multiovula*, *S. parviflora*, *S. pruriens* var. *glabrescens*, *S. pruriens* var. *pruriens*, *S. steyermarkii* y *S. venezuelensis* presentaron mucha afinidad morfológica entre ellas, no logrando poder separarlas de manera precisa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BULLA, L. A. 1995. *El Análisis de Componentes Principales en Ecología*. Trabajo de Ascenso a Prof. Titular. Instituto de Zoología Tropical, Fac. de Ciencias. Universidad Central de Venezuela, 272 p.
- FERNÁNDEZ-GALIANO, E. y E. DOMÍNGUEZ. 1985. *Las plantas con flores*. Editorial REVERSE, Oxford University Press, España. 332 pp.
- FONT QUER, P. 1982. *Botánica Pintoresca*. Editorial Ramón Sopena, Barcelona, España. 467 pp.
- HOYOS, J. 1985. *Flora de la Isla de Margarita*. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Caracas, Venezuela. 927 pp.
- HUBER, O. y C. ALARCÓN. 1988. Mapa de vegetación de Venezuela. 1:2.000.000. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
- JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant Microtechnique*. Mc Graw-Hill Book Company. New York-London.
- MONDRAGÓN, A. 2005. *Taxonomía, Anatomía foliar y Morfología del Polen en Sterculia L. (Sterculiaceae) en Venezuela*. Trabajo de grado de Maestría en Botánica, Facultad de Ciencias. UCV. Caracas, Venezuela. 172 p.
- PITTIER, H., T. LASSER, L. SCHNEE, Z. LUCES DE FEBRES y V. BADILLO. 1947. *Catálogo de la Flora Venezolana*. Tomo III. Vargas, Caracas. 577 pp.
- SCHNEE, L. 1984. *Plantas Comunes de Venezuela*. Ediciones de la Biblioteca de la Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 822 pp.
- STANDLEY, P. y J. STEYERMARK. 1931. Flora of the Lancetilla Valley. Honduras. *Field Mus. Nat. Hist.* 10:1-420.
- TERBRAAK, C. J. F. 1998. *CANOCO For Windows. 4.0*. Computer Program. Centrefor Biometry Wageningen. The Netherlands.
- WILLIAM, F. y A. BARTON. 1926. *Flora de Jamaica*. 5. Crowell. The Oxford University Press. Lomdon. 453 pp.