



## VARIABILIDAD GENÉTICA DE GENOTIPOS ÉLITES DE HEVEA BRASILIENSIS MEDIANTE EL USO DE DESCRIPTORES MORFOLÓGICOS

Armando Sterling Cuéllar<sup>1</sup>, Olga Lucía Rodríguez Acuña<sup>2</sup>, Carlos Hernando Rodríguez León<sup>1</sup>, Orlando Martínez<sup>3</sup>, Norma Constanza Bonilla Ríos<sup>4</sup>, Ismael Dussán Huaca<sup>5</sup>

### RESUMEN

Se estudió la variabilidad genética de 99 genotipos élitos de *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.D. De Juss.) Muell. Arg de origen franco, en relación con los clones comerciales IAN 710, IAN 873, FX 3864 y FX 4098 incluidos en la colección clonal del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (Caquetá, Colombia), a través del uso de descriptores morfológicos vegetativos en etapa inmadura. En jardín clonal se capturaron 19 descriptores (variables categóricas) y se analizaron 15 variables a través de un análisis jerárquico con el algoritmo UPGMA (distancia de Jaccard) y un análisis de componentes principales. Los 99 genotipos élitos de *H. brasiliensis* divergen de los clones comerciales tradicionales establecidos en Caquetá. No se observó ningún agrupamiento fenotípico asociado estrictamente con la procedencia del genotipo. El mayor agrupamiento se observó entre el 70% de los genotipos élitos y los clones comerciales mejor adaptados

a las condiciones de la región: IAN 873 y FX 4098. Existen más de 50 materiales cuya variabilidad genética no sólo difiere de los clones tradicionales de la región, sino que, por sus características agronómicas y fitosanitarias sobresalientes y su origen policlonal histórico, deben remontarse posiblemente a parentales americanos resistentes al Mal Suramericano de las Hojas (MSH), especialmente asociado a los clones FX 25 y FX 2261 (linaje F: Ford, F 351 y F 1619 respectivamente) y a los parentales asiáticos vigorosos de la serie AVROS (AVROS 49, AVROS 183 y AVROS 308).

### Palabras clave

*Hevea brasiliensis*, genotipos élitos, variabilidad genética, descriptores morfológicos, Amazonia colombiana.

<sup>1</sup> Investigadores Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI Sede Florencia. Calle 17 No. 11-67, 2° Piso, Florencia, Caquetá (Colombia). E-mails: asterling@sinchi.org.co (Autor para correspondencia), crodriguez@sinchi.org.co

<sup>2</sup> Investigadora Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI Sede de Enlace. Calle 20 No. 5-44, Bogotá D.C. (Colombia). E-mails: olrodriguez@sinchi.org.co

<sup>3</sup> Asesor estadístico Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI Sede de Enlace. Calle 20 No. 5-44, Bogotá D.C. (Colombia). E-mail: ormawi@hotmail.com

<sup>4</sup> Docente Universidad de la Amazonia, Sede Principal. Avd. Circunvalación, Barrio El Porvenir. Florencia, Caquetá (Colombia). E-mail: nocobori@hotmail.com

<sup>5</sup> Coordinador de proyectos Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá ASOHECA. Carrera 4A No. 15 – 08, Barrio El Porvenir. Florencia, Caquetá (Colombia). E-mail: ismaduss@yahoo.es

## ABSTRACT

The genetic variability of 99 elite genotypes of *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.D. Juss.) Muell. Arg of sexual origin, in relation to commercial rubber tree clones IAN 710, IAN 873, FX 3864 and FX 4098 included in the Amazonian Institute of Scientific Researches SINCHI clonal collection (Caquetá, Colombia) was studied. Vegetative morphological immature descriptors were used. Nineteen descriptors (categorical variables) were captured in clonal garden and 15 variables were analyzed by hierarchical analysis with the UPGMA algorithm (Jaccard distance) and a principal component analysis. The 99 elite genotypes of *H. brasiliensis* diverge from traditional rubber tree clones established in Caquetá. There was no phenotypic cluster associated strictly with the origin of the genotype. The largest grouping was observed among 70% of elite genotypes and the better commercial rubber tree clones adapted to the conditions of the region: IAN 873 and FX 4098. There are over 50 materials whose genetic variability not only differs from traditional rubber tree clones, but also for their excellent agronomic and phytosanitary features and their historical polyclonal origin, it must go back possibly to American parents with resistance to South American Leaf Blight (SALB) especially associated with the Clones FX 25 and FX 2261 (lineage F: Ford F 351 and F 1619 respectively) and vigorous Asian parents of the AVROS series (AVROS 49, AVROS AVROS 183 and 308).

## Key words

*Hevea brasiliensis*, elite genotypes, genetic variability, morphological descriptors, Colombian Amazonia.

## INTRODUCCIÓN

El caucho natural [*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.D. Juss.) Muell. Arg] es una especie de amplio interés para la región amazónica, cuyo origen se remonta a las planicies de la Amazonia y la Orinoquía en América del Sur, con amplia distribución en países como Bolivia, Brasil, Colombia, Guyana Francesa, Perú, Surinam y Venezuela (Gonçalves *et al.*, 1997). Su importancia se debe a la producción de látex, destinado principalmente a la industria llantera (Compagnon, 1998).

A nivel mundial diferentes centros de investigación, como el Instituto de Investigación de Caucho de Malasia [Rubber Research Institute of Malasia (RRIM)], el Instituto de Investigación de la India Rubber Research Institute India (RRII), el Instituto de Investigación del Caucho de Sri Lanka [Rubber Research Institute of Sri Lanka (RRISL)] y el Centro para la Cooperación Internacional en la Investigación Agrícola para el Desarrollo CIRAD de Francia, han realizado programas de mejoramiento genético para la selección de clones con alta producción, resistencia a enfermedades y buena adaptación edafoclimática (Priyadarsham y Gonçalves, 2003).

En América países como Brasil han promovido diversos programas de mejoramiento genético, orientados principalmente a la obtención de cultivos productivos y vigorosos (Gonçalves *et al.*, 1997), así como la búsqueda de genotipos con tolerancia a problemas fitosanitarios (Vinod, 2003), principalmente en la resistencia parcial al hongo *Microcyclus ulei* (P. Henn v. Arx.) (Mattos *et al.*, 2007), causante del mal suramericano de la hoja SALB, por sus siglas en inglés (South American Leaf Blight), el principal limitante fitosanitario del cultivo en América (Gasparotto *et al.*, 1997).

En Colombia todas las plantaciones comerciales se han establecido principalmente con clones introducidos de origen asiático, africano y americano (Castellanos *et al.*, 2009). Esta situación ha impulsado a nivel nacional la ampliación de la base genética de caucho natural a partir de la evaluación de clones promisorios con características agronómicas y fitosanitarias sobresalientes.

En la Amazonia colombiana el SALB constituye la principal amenaza para el establecimiento de nuevas plantaciones de *H. brasiliensis* a escala comercial, por lo que en los últimos años se ha intensificado la evaluación de materiales de alto desempeño en fase de establecimiento (crecimiento circunferencial mayor a 1,5 cm/mes) (Sterling y Correa, 2010) y se ha priorizado la búsqueda de nuevas fuentes de resistencia genética a *M. ulei*, a través de la introducción y evaluación de nuevos materiales de origen americano con potencial para la región (Sterling *et al.*, 2009).



Árbol de caucho

En el Departamento de Caquetá, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, la Universidad de la Amazonia y la Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá ASOHECA, iniciaron en el año 2008 el primer programa de mejoramiento genético de la especie *H. brasiliensis* a partir del rescate del germoplasma local procedente de 99 árboles francos élités, obtenidos por polinización cruzada natural (origen sexual) en fincas de productores.

Según Torres (1984) y Penot y Jobbé-Duval (1998), la base genética de origen policlonal a partir de la cual se originaron los genotipos francos élités se remonta a las primeras fases del programa de fomento cauchero, impulsado desde el año 1964 por el Instituto Colombiano de Reforma Agraria (INCORA) y el Instituto de Investigaciones Tecnológicas (ITC), con el apoyo del Instituto de Investigación del Caucho (IRCA) y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Estas instituciones promovieron la importación de 48 clones de origen asiático, africano y americano, de los cuales finalmente se establecieron en sitio definitivo 11 clones a saber: FX 25, FX 3864, FX 2261, IAN 873,

IAN 713, IAN 710, PB 86, HARBEL 1, AVROS 308, RRIM 513 y RRIM 600 (Torres, 1984).

Según I. Dussan (com. pers.), el material clonal (3 - 4 clones) entregado en las fincas fue confundido en muchos casos por los productores, por lo que de manera no intencionada se generaron parcelas de tipo policlonal. Estas plantaciones, luego de tres años, generaron semilla sexual obtenida por polinización cruzada natural, que posteriormente fue llevada a viveros para la producción de pie francos requeridos como porta-injertos para la propagación asexual de los clones comerciales más tradicionales: IAN 710, IAN 873 y FX 3864. Algunos de estos viveros se abandonaron y originaron árboles francos. Del mismo modo, y en un nuevo ciclo de siembras en campo definitivo, muchos de los injertos clonales producidos en forma de tocón a raíz desnuda (stump) resultaron inviables, con lo cual el único brote viable correspondió al porta-injerto que más tarde originó el árbol élite franco.

De acuerdo con lo anterior, y en el marco del programa de mejoramiento genético liderado por el Instituto SINCHI en Caquetá, los árboles francos élités se propagaron y establecieron en un banco de germoplasma *ex situ* (genotipos élités de origen franco), como insumo para posteriores estudios de variabilidad genética y fuente de material vegetal para nuevos programas de mejoramiento genético en la región amazónica.

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la variabilidad genética de 99 genotipos élités de *H. brasiliensis* en relación con los clones comerciales IAN 710, IAN 873, FX 3864 y FX 4098, incluidos en la colección clonal del Instituto SINCHI a través del uso de descriptores morfológicos vegetativos de etapa inmadura.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

En las tablas 1 y 2 se describen los 99 genotipos élités de origen franco de caucho natural y 12 clones introducidos al país, respectivamente. En estos últimos se incluyen los potenciales parentales de los genotipos élités, así como los clones testigos utilizados en la caracterización morfológica.

**TABLA 1. LISTADO DE GENOTIPOS ÉLITES (E) DE ORIGEN FRANCO DE CAUCHO NATURAL (H. BRASILIENSIS) PRESENTES EN EL JARDÍN CLONAL DEL INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS SINCHI (LA MONTAÑA, CAQUETÁ) DE ACUERDO CON SU PROCEDENCIA GEOGRÁFICA.**

Élite	Edad	Georeferenciación		Procedencia		Élite	Edad	Georeferenciación		Procedencia	
		W	N	Municipio	Vereda			Municipio	Vereda	W	N
E01	35	75°28'53.7"	01°26'15.6" N	Florencia	La Esperanza	E30	30	75°43'01.9"	01°30'00.4" N	Morelia	El Paraíso
E02	28	75°28'54.9"	01°26'14.3" N	Florencia	La Esperanza	E31	35	75°43'02.3"	01°30'00.7" N	Morelia	El Paraíso
E03	33	75°28'54.5"	01°26'07.4" N	Florencia	La Esperanza	E32	34	75°42'59.9"	01°29'59.7" N	Morelia	El Paraíso
E04	29	75°28'56.1"	01°26'8.3" N	Florencia	La Esperanza	E33	33	75°42'54.6"	01°30'04.0" N	Morelia	El Paraíso
E05	34	75°28'57"	01°26'10.8" N	Florencia	La Esperanza	E34	35	75°42'54.5"	01°30'04.3" N	Morelia	El Paraíso
E06	30	75°28'56.7"	01°26'10.5" N	Florencia	La Esperanza	E35	33	75°42'54.4"	01°30'04.2" N	Morelia	El Paraíso
E07	32	75°28'46.7"	01°26'12.2" N	Florencia	Balcanes	E36	34	75°42'54.4"	01°30'03.1" N	Morelia	El Paraíso
E08	31	75°30'57.4"	01°25'55.4" N	Florencia	Balcanes	E37	34	75°71'47.0"	01°50'15.2" N	Morelia	El Paraíso
E09	34	75°36'11.8"	01°36'29" N	Florencia	Balcanes	E38	30	75°71'46.3"	01°50'16.1" N	Morelia	El Paraíso
E10	30	75°30'56"	01°25'55.9" N	Florencia	Balcanes	E39	32	75°71'45.7"	01°50'17.5" N	Morelia	El Paraíso
E11	32	75°30'55.7"	01°25'55" N	Florencia	Balcanes	E40	31	75°08'52.0"	01°38'52.2" N	El Doncello	Maguaré
E12	31	75°32'5.3"	01°24'15.4" N	Florencia	Germania	E41	35	75°71'45.3"	01°50'20.5" N	Morelia	El Paraíso
E13	34	75°32'4.9"	01°24'13.2" N	Florencia	Germania	E42	28	74°57'23.2"	01°59'27.9" N	San Vicente	12 de Octubre
E14	30	75°32'4.3"	01°24'12.3" N	Florencia	Germania	E43	33	74°57'23.4"	01°59'26.9" N	San Vicente	12 de Octubre
E15	32	75°32'4.2"	01°24'10.9" N	Florencia	Germania	E44	29	74°57'25.1"	01°59'26.3" N	San Vicente	12 de Octubre
E16	35	75°38'51.2"	01°34'40.3" N	Florencia	Santa Rosita	E45	33	74°57'24.9"	01°59'26.6" N	San Vicente	12 de Octubre
E17	33	75°38'53.6"	01°34'42.8" N	Florencia	Santa Rosita	E46	33	75°04'43.9"	01°34'40.0" N	El Doncello	El Rosario
E18	34	75°08'52.3"	01°38'52.5" N	El Doncello	Maguaré	E47	34	75°04'41.5"	01°34'38.8" N	El Doncello	El Rosario
E19	35	75°38'59.6"	01°34'48" N	Florencia	Santa Rosita	E48	20	75°50'26.0"	01°14'26.8" N	Albania	Floridablanca
E20	33	75°38'49"	01°34'40.7" N	Florencia	Santa Rosita	E49	21	75°50'26.1"	01°14'26.7" N	Albania	Floridablanca
E21	34	75°42'40.1"	01°24'12.3" N	Morelia	Rochela Alta	E50	33	75°04'56.7"	01°39'30.8" N	El Doncello	El Carmen
E22	32	75°42'41.2"	01°21'29.5" N	Morelia	Rochela Alta	E51	20	75°50'26.2"	01°14'26.3" N	Albania	Floridablanca
E23	33	75°42'41"	01°21'28.6" N	Morelia	Rochela Alta	E52	22	75°50'26.1"	01°14'26.6" N	Albania	Floridablanca
E24	31	75°42'40.6"	01°21'29.3" N	Morelia	Rochela Alta	E53	34	75°04'56.5"	01°39'30.7" N	El Doncello	El Carmen
E25	35	75°45'24.3"	01°24'12.5" N	Morelia	Sinai	E54	30	75°04'54.8"	01°39'34.6" N	El Doncello	El Carmen
E26	28	75°45'26.8"	01°24'17.6" N	Morelia	Sinai	E55	32	75°04'54.0"	01°33'2.3" N	El Doncello	El Carmen
E27	33	75°08'52.7"	01°38'52.9" N	El Doncello	Maguaré	E56	31	75°04'53.7"	01°39'31.5" N	El Doncello	El Carmen
E28	29	75°45'26.8"	01°24'17.5" N	Morelia	El Paraíso	E57	35	75°07'01.1"	01°37'03.2" N	El Doncello	La Tigra
E29	34	75°45'26.8"	01°24'17.5" N	Morelia	El Paraíso	E58	28	75°07'01.0"	01°37'02.3" N	El Doncello	La Tigra
E59	33	75°07'01.1"	01°37'02.7" N	El Doncello	La Tigra	E80	31	75°12'42.4"	01°39'24.6" N	El Doncello	El Cerindo

Élite	Edad	Georeferenciación	Procedencia		Élite	Edad	Georeferenciación	Procedencia	
			Municipio	Vereda				Municipio	Vereda
E60	29	75°07'01.5" W. 01°37'02.8" N	El Doncello	La Tigresa	E81	35	75°17'24.9" W. 01°31'47.3" N	El Paujil	Moravia
E61	34	75°07'02.1" W. 01°37'03.2" N	El Doncello	La Tigresa	E82	28	75°17'26.0" W. 01°31'47.7" N	El Paujil	Moravia
E62	29	75°07'01.7" W. 01°37'03.1" N	El Doncello	La Tigresa	E83	33	75°17'27.4" W. 01°31'45.4" N	El Paujil	Moravia
E63	30	75°07'02.1" W. 01°37'03.4" N	El Doncello	La Tigresa	E84	23	75°05'02.6" W. 01°14'26.4" N	Albania	Floridablanca
E64	31	75°07'01.9" W. 01°37'03.4" N	El Doncello	La Tigresa	E85	34	75°17'53.1" W. 01°31'22.6" N	El Paujil	Moravia
E65	28	75°07'01.0" W. 01°37'01.8" N	El Doncello	La Tigresa	E86	30	75°17'53.3" W. 01°31'22.8" N	El Paujil	Moravia
E66	29	75°06'59.1" W. 01°37'01.1" N	El Doncello	La Tigresa	E87	32	75°17'58.0" W. 01°31'20.2" N	El Paujil	Moravia
E67	33	75°09'45.7" W. 01°36'16.9" N	El Doncello	Villa Rica	E88	31	75°17'56.2" W. 01°31'19.7" N	El Paujil	Moravia
E68	30	75°32'4.4" W. 01°24'12.4" N	Florencia	Germania	E89	31	75°17'53.9" W. 01°31'26.9" N	El Paujil	Moravia
E69	21	75°50'26.1" W. 01°14'26.4" N	Albania	Floridablanca	E90	28	75°17'54.9" W. 01°31'26.7" N	El Paujil	Moravia
E70	30	75°08'53.0" W. 01°38'51.5" N	El Doncello	Magnaré	E91	29	75°34'17.9" W. 00°57'17.2" N	Solita	El Amparo
E71	32	75°09'45.9" W. 01°36'17.9" N	El Doncello	Villa Rica	E92	30	75°34'17.9" W. 00°57'17.2" N	Solita	El Amparo
E72	31	75°09'45.1" W. 01°36'18.2" N	El Doncello	Villa Rica	E93	31	75°34'17.8" W. 00°57'15.8" N	Solita	El Amparo
E73	34	75°09'42.1" W. 01°36'18.3" N	El Doncello	Villa Rica	E94	30	75°34'21.3" W. 00°57'15.1" N	Solita	El Amparo
E74	30	75°09'41.6" W. 01°36'18.3" N	El Doncello	Villa Rica	E95	32	75°34'21.5" W. 00°57'15.2" N	Solita	El Amparo
E75	28	75°09'41.5" W. 01°36'17.8" N	El Doncello	Villa Rica	E96	31	75°16'54.3" W. 01°22'24.7" N	La Montañita	El Carmen
E76	33	75°07'59.8" W. 01°40'23.4" N	El Doncello	La Libertad	E97	35	75°16'55.1" W. 01°22'24.0" N	La Montañita	El Carmen
E77	34	75°07'56.3" W. 01°40'25.1" N	El Doncello	La Libertad	E98	28	75°16'55.6" W. 01°22'22.9" N	La Montañita	El Carmen
E78	32	75°07'53.4" W. 01°40'26.8" N	El Doncello	La Libertad	E99	33	75°16'55.1" W. 01°22'21.2" N	La Montañita	El Carmen
E79	30	75°32'4.7" W. 01°24'12.5" N	Florencia	Germania					

Nota. En una serie continua, los élites E28 al E39, y el E41, fueron los únicos genotipos procedentes de antiguos viveros de caucho natural (H. brasiliensis). Los genotipos restantes venían de plantaciones con origen policlinal procedentes del primer programa de fomento cauchero liderado por el INCORA desde el año de 1964 en el Departamento del Cauca (Colombia).

**TABLA 2.** LISTADO DE CLONES DE CAUCHO NATURAL (*H. BRASILIENSIS*) POTENCIALES PARENTALES DE LOS 99 GENOTIPOS ÉLITES DE ORIGEN FRANCO Y CLONES DE USO COMERCIAL (IAN 873, IAN 710, FX 3864 Y FX 4098) USADOS COMO TESTIGOS EN LA CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA.

Clon	Progenitores	Especie de Hevea	Origen
1,2IAN 873	PB 86 x F 1717	H. brasiliensis x H. brasiliensis	Brasil
1,2FX 3864	PB 86 x FB 38	H. brasiliensis x H. brasiliensis	Brasil
1,2IAN 710	F 409 x PB 86	H. brasiliensis x H. brasiliensis	Brasil
3FX 4098	PB 86 x FB 110	H. brasiliensis x H. brasiliensis	Brasil
1FX 25	F351 x AVROS 49	H. brasiliensis x H. brasiliensis	Brasil
1FX 2261	F 1619 x AVROS 183	H. brasiliensis x H. brasiliensis	Brasil
1IAN 713	FX 409 x PB 86	H. brasiliensis x H. brasiliensis	Brasil
1PB 86	Clon primario	H. brasiliensis	Malasia
1HARBEL 1	Clon primario	H. brasiliensis	Liberia
1AVROS 308	? x ?	H. brasiliensis x H. brasiliensis	Sumatra
1RRIM 513	(Pil B 16 x Pil A 44) ile	H. brasiliensis x H. brasiliensis	Malasia
1RRIM 600	Tjir 1 x PB 86	H. brasiliensis x H. brasiliensis	Malasia

Fuente: Junqueira et al. (1986); Chevallier (1988); Priyadarshan (2003); Gouvêa et al. (2010)

(FX): Ford cross; (F): Ford (Brasil); (IAN): Instituto Agronômico do Norte; (PB): Prang Besar; (RRIM): Rubber Research Institute of Malaysia; (Tjir): Tjirandji (Indonesia); (FB): Ford Belen (Brasil); (AVROS): Algemene Vereniging Rubberplanters Oostkust Sumatra; (HARBEL): Harbel Estate (África); (Pil): Pilmoor (Malasia); ile: ilegítimo (Clon obtenido de una planta matriz de polinización abierta).

1Clones establecidos en cultivo definitivo en Caquetá por el INCORA en 1964 (Torres, 1984). Potenciales parentales de los genotipos éliticos de origen franco de *H. brasiliensis*

2Clones testigos de uso comercial tradicionales en Caquetá utilizados en la caracterización morfológica

3Clon testigo de uso comercial en Caquetá establecido recientemente en el año 2000, utilizado en la caracterización morfológica

La colección clonal del Instituto SINCHI, en la cual se encuentran establecidos los 99 genotipos éliticos y los cuatro clones testigos de *H. brasiliensis*, está situada en la localidad de Itarca, inspección de Santuario en el municipio de La Montañita, Caquetá (Colombia), entre los 1°32'54" y 1°32'50" de latitud norte y 75°28'47" y 75°28'44" de longitud oeste, en el área de transición entre la cordillera oriental y la planicie amazónica a 450 msnm. Esta zona presenta una precipitación de 3.340 mm, temperatura de 25,2 °C, humedad relativa de 85,7% y brillo solar de 1.452 Horas/Luz/año (IDEAM, 2009).

## DESCRIPTORES MORFOLÓGICOS

Para la caracterización morfológica de los 99 genotipos seleccionados y los cuatro clones comerciales (testigos) se utilizaron 19 descriptores morfológicos propuestos por Mercykutty *et al.* (2002) y la UPOV (Union for the Protection of New Varieties of Plant) (2007). Las variables utilizadas en el análisis fueron: longitud del peciolo (LP), forma del peciolo (FP), orientación del peciolo (OP), color del foliolo (CF), lustre del foliolo (LF), base del foliolo (BF), tamaño del foliolo (TF), ápice del foliolo (AF), forma del foliolo central (FFC), forma de los folio-

los laterales (FFL), grado de separación del foliolo (GSF), tipo de venación (TV), color de la venación (CV), color del látex (CL), arreglo del piso foliar (APF), separación del piso foliar (GPF), yemas axilares (YA), posición de las hojas en las ramas (PHR) y ángulo de las ramas (AR).

Se efectuó la caracterización con las 19 variables categóricas (cualitativas) con calificaciones entre 1 y 7 en cinco individuos de cada uno de los genotipos que presentaron tres lanzamientos foliares maduros (1 año), sin presencia de daños, signos o síntomas de enfermedades y sin deficiencias nutricionales.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se utilizó la moda de cada uno de los descriptores en todos los genotipos en un mínimo de tres individuos para la estimación de la nota morfológica. Se realizó un análisis jerárquico mediante el algoritmo UPGMA (Unweighted Pair-Group Arithmetic Mean) con la distancia de Jaccard, empleando el programa Syntax 2000. Un análisis de componentes principales fue realizado con el programa JMP 7 ®, a través de la opción "Uncentered & unscaled" (SAS, 2007).

## RESULTADOS

Debido a la ausencia de variabilidad entre todos los materiales evaluados, se descartaron cuatro descriptores morfológicos: tipo de venación (TV), yemas axilares (YA), posición de las hojas en las ramas (PHR), y ángulo de las ramas (AR). En los análisis se incluyó un total de 15 descriptores.

El agrupamiento por el método UPGMA y la distancia de Jaccard permitió observar que los 99 genotipos élites de *H. brasiliensis* divergen evidentemente de los clones comerciales tradicionales establecidos en Caquetá (IAN 873, IAN 710 y FX 3864), pero se aproximan desde su variabilidad morfológica al clon FX 4098, introducido recientemente en Caquetá en el año 2000 por el CIRAD desde Guatemala. De acuerdo con lo anterior, el análisis UPGMA permitió observar cuatro grupos mayores de genotipos (A – D) (Figura 1). Un primer gran grupo (A) con un coeficiente de disimilitud superior a 0,4, fue conformado por 11 genotipos élites (E) de *H. brasiliensis* procedentes de El Doncello (E76), Albania (E49 y E52), Florencia (E12, E13 y E20), Morelia (E31, E39 y E41), El Paujil (E83) y Solita (E91). En este grupo se observó una dispersión geográfica importante en los diferentes materiales caracterizados.

Se observó un segundo gran grupo (B), con una disimilitud superior a 0,5, conformado por 42 élites procedentes principalmente de los municipios de El Doncello, Morelia, Solita, La Montañita y San Vicente del Caguán (Figura 1). No se presentaron diferencias entre los élites E3, E4 y E5. Estos materiales, procedentes de la vereda La Esperanza (Florencia) (Tabla 1), podrían tener un origen sexual en un mismo grupo de parentales clonales. Sin embargo, no se encontró similitud con los clones comerciales testigos evaluados (Tabla 2 y Figura 1).

El tercer gran grupo (C), con una disimilitud mayor a 0,6, agrupó 47 élites y al clon comercial FX 4098, el cual presentó la mayor similitud con los genotipos E60, E61 y E80. Los genotipos E53 y E68 no presentaron diferencias, aunque divergieron en su procedencia (Tabla 1).

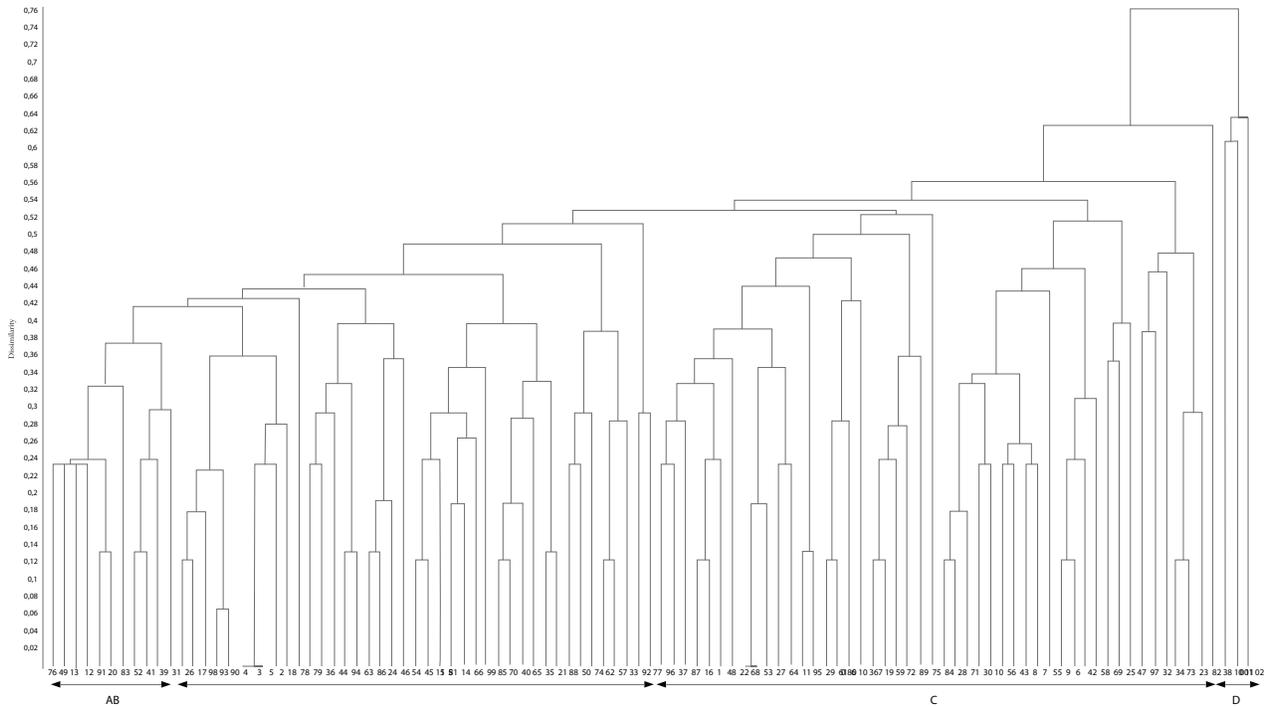
En el cuarto grupo (D), con una disimilitud superior a 0,7, se agruparon específicamente los clones comerciales IAN 710, IAN 873 y FX 3864 (Figura 1). Los materiales correspondientes a la serie IAN se relacionaron más entre sí, en comparación con el clon FX 3864, el cual presentó la menor similitud respecto al resto de los materiales evaluados.

Se determinaron 15 componentes principales, con una varianza acumulada de 94,5% en los dos primeros componentes, con valores de 90,7% y 2,7% para los componentes 1 y 2, respectivamente (Figura 2). Se diferenciaron dos grandes grupos. En el primero se concentraron más del 70% de los genotipos evaluados (asociados al componente 1), en el que se incluyeron los clones testigos IAN 873 y FX 4098. El resto de genotipos élites correspondió al segundo gran grupo, en el cual se ubicaron los clones testigos IAN 710 y FX 3864, asociados al componente 2. Los élites E18 (El Doncello), E28 (Morelia), E44 (San Vicente), E84 (Albania), E65 y E58 (ambos, El Doncello), fueron los materiales con mayor contribución al componente 2. Los élites de Morelia (E34 y E38), El Doncello (E40, E54, y E78) y Solita (E92) presentaron la mayor dispersión dentro del grupo 2. Los caracteres morfológicos que más contribuyeron con la diferenciación fenotípica, en relación con el componente 1, fueron la longitud del peciolo (LP), el tamaño del foliolo (TF), el color de la venación (CV) y el color del látex (CL). En relación con el componente 2, el mayor aporte se debió a los descriptores morfológicos orientación del peciolo (OP), color del foliolo (CF) y separación del piso foliar (SPF).

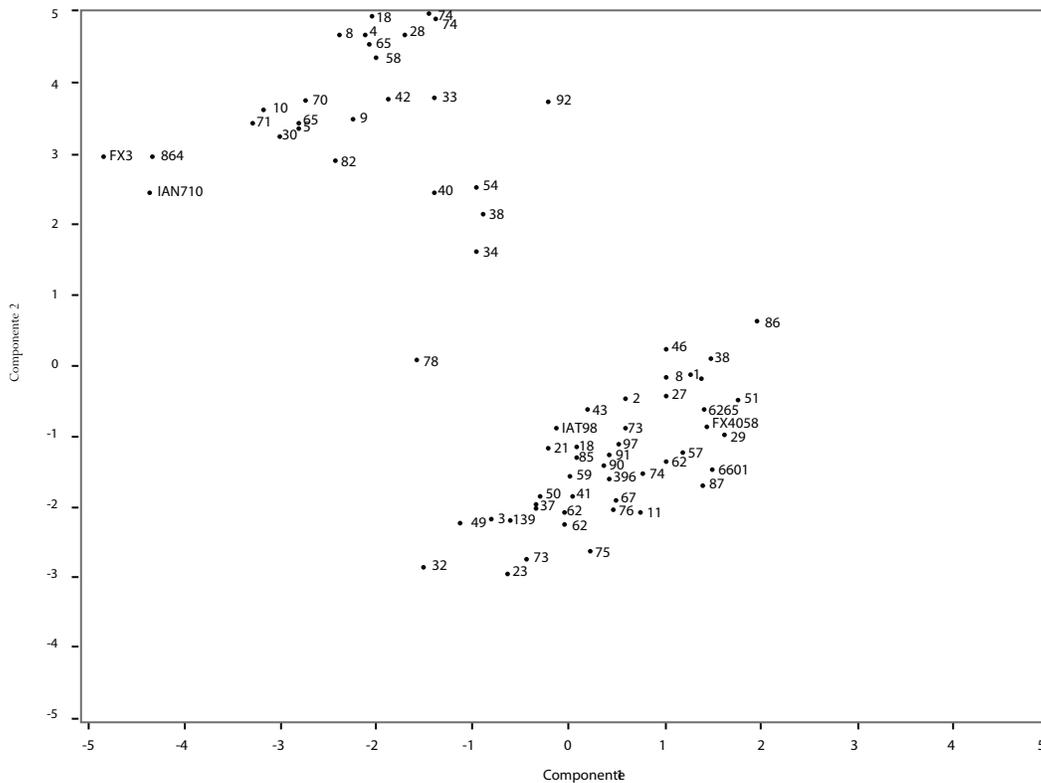
## DISCUSIÓN

Los descriptores morfológicos permiten diferenciar una variedad con heredabilidad y estabilidad frente a los cambios ambientales (Priyadarshan, 2003; Priyadarshan y Gonçalves, 2003), y su uso radica principalmente en la caracterización de clones de una colección (Mercykutty *et al.*, 2002).

En este estudio, la mayor proporción (31,3%) de los genotipos élites procedieron del municipio de El Doncello, seguido de Florencia (21,2%) y Morelia (19,2%) (Tabla 1). Sin embargo, no se observó ningún agrupamiento fenotípico asociado estrictamente



**FIGURA 1.** DENDROGRAMA PRODUCIDO MEDIANTE EL PROCEDIMIENTO UPGMA Y LA DISTANCIA DE JACCARD SOBRE LA MATRIZ DE SIMILARIDAD OBTENIDA CON EL ANÁLISIS DE 15 DESCRIPTORES MORFOLÓGICOS EN 99 GENOTIPOS ÉLITES Y CUATRO CLONES COMERCIALES (CODIFICADOS ASÍ: IAN 873 = 100; IAN 710 = 101; FX 3864 = 102; FX 4098 = 103) DE CAUCHO NATURAL (*H. BRASILIENSIS*).



**FIGURA 2.** DISTRIBUCIÓN DE 99 GENOTIPOS ÉLITES Y CUATRO CLONES COMERCIALES (IAN 873, IAN 710, FX 3864 Y FX 4098) DE CAUCHO NATURAL (*H. BRASILIENSIS*) EN UN PLANO DE DOS EJES CORRESPONDIENTES A LOS DOS PRIMEROS COMPONENTES ( $CP1 = 90.79$  Y  $CP2 = 2.75$ ), OBTENIDOS EN EL ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DE 15 DESCRIPTORES MORFOLÓGICOS.

con la procedencia del genotipo. Más del 70% de los genotipos procedentes de los municipios anteriormente mencionados se distribuyeron en los cuatro grandes grupos generados por el dendrograma de Jaccard (Figura 1). Según Chevallier (1988) y Le Guen *et al.* (2009), el alto índice de variación del caucho natural en su sitio de origen estaría relacionado con el modo de cruzamiento y la manera de dispersión del material genético, los cuales actúan como factores que conllevan a la generación de altos niveles de variación en la población.

Aunque los genotipos élites se originaron de una base genética policlonal desconocida y procedieron de diversas localidades, la variabilidad entre estos permitió separar los 99 genotipos en dos grandes grupos, observándose un agrupamiento superior al 70% de los genotipos élites (que incluyó a los clones testigos IAN 873 y FX 4098), divergente de los clones testigos IAN 710 y FX 3864 (Figura 2). Es decir, que la mayor parte de los genotipos élites podrían tener un origen parental en los clones IAN 873 y FX 4098, y, por tanto, su heredabilidad podría remontarse principalmente al linaje PB 86 (Malasia), F (Ford) (Brasil) y AVROS (AVROS 49, AVROS 183 y AVROS 308) (Sumatra). No hay suficiente evidencia para suponer un origen parental derivado del clon primario HARBEL 1 (Liberia). El agrupamiento observado y el posible parentesco considerado se podrían explicar a partir de una revisión histórica de la dispersión geográfica del acervo genético contenido en los 11 clones potenciales parentales de los 99 genotipos élites (Tabla 2).

Según Torres (1984), las primeras plantaciones establecidas por el INCORA en 1964 se focalizaron en dos localidades principales (Maguaré y La Mono), los cuales en adelante se convirtieron en las principales fuentes de semilla sexual para la producción de pie francos a nivel de vivero, y a partir de los cuales se originaron los árboles franco élites. De acuerdo con esto, es muy probable que el acervo genético propio de estos árboles se haya originado en cruzamientos geográficamente estrechos (Paiva y Kageyama, 1993; Chandrasekhar *et al.*, 2007), en este caso, a partir de parcelas monoclonales principalmente de los clones tradicionales IAN 873, IAN 710 y FX 3864, y luego diseminado por el resto de los municipios reportados en este estudio (Tabla 1).



Zona de estudio departamento de Caquetá

Priyadarshan (2003) explica que ningún factor ambiental individual tiene un efecto significativo sobre la heterogeneidad del material genético; por el contrario, la interacción genotipo-ambiente está influenciada significativamente por un conjunto de factores, entre los que se destacan la temperatura, la velocidad del viento y la evaporación, características que difieren, desde luego, según el sitio de procedencia de los genotipos élites evaluados. Así, por ejemplo, al comparar dos zonas contrastantes como los municipios de Solita y San Vicente del Caguán, y en consideración de un origen parental similar, la divergencia observada en progenies derivadas del mismo acervo genético se podría explicar adicionalmente por la variación en las condiciones climáticas presentes (Costa *et al.*, 2000; Priyadarshan y Gonçalves, 2003; Gonçalves *et al.*, 2008). Esto explicaría parcialmente por qué en el grupo A del análisis UPGMA se encontró presencia de un genotipo (E91) procedente del municipio de Solita, pero ningún genotipo oriundo de San Vicente del Caguán (Figura 1).

Dado que el clon FX 4098 ingresó al país en el año 2000, no hay posibilidad de que algún genotipo élite



Campo clonal a pequeña escala, Caquetá

proceda de este clon; sin embargo, el dendrograma de Jaccard, aunque mostró un claro distanciamiento entre el clon FX 4098 y los tres clones testigos restantes, se ubicó en un mismo grupo junto a los élites E60, E61 y E80, todos procedentes del municipio de El Doncello. Aunque los cuatro clones testigos tienen un parental común, en el clon PB 86 (Tabla 2), la divergencia observada se podría explicar desde el parental FB 110, que podría estar relacionado genealógicamente con los genotipos élites antes mencionados.

Por otro lado, el origen parental de los genotipos observados en el grupo C del dendrograma de Jaccard podría relacionarse con los clones IAN 713 y RRIM 600 mediante la línea parental PB 86, que, a su vez, es compartida por los tres clones testigos del grupo D (Figura 1). En el grupo C, la ausencia de diferencias entre los genotipos E53 y E68, cuya procedencia fue diferente, obedecería estrictamente a patrones de dispersión antrópica (Paiva, 1981). A partir del material vegetal producido en vivero y diseminado posteriormente en los municipios de Florencia y El Doncello, las localidades en donde se concentraron más del 50% de los árboles francos élites.

Las características productivas y fitosanitarias ideales (especialmente la resistencia a *M. ulei*), a partir de las cuales se realizó la selección de los 99 árboles francos élites establecidos en la colección clonal del Instituto SINCHI, podrían relacionarse con la línea parental del clon IAN 873 (F: Ford), lo cual colocaría a los clones FX 25 y FX 2261 como posibles parentales asociados a los genotipos élites que correspondieron al grupo del clon IAN 873, observado en el análisis de componentes principales. En consecuencia, también se podría suponer un flujo genético proveniente de los clones asiáticos de la serie AVROS a través de los clones americanos Ford Cross (FX 25 y FX 2261). Esto explicaría la alta productividad (proveniente de los clones orientales) y la resistencia parcial a *M. ulei* (obtenida de los clones americanos) observada en el 100% de los árboles francos élites, de los cuales se generaron los 99 genotipos élites establecidos en el jardín clonal del Instituto SINCHI.

La tendencia de agrupamiento de los linajes específicos de los clones testigos evaluados en este estudio concuerda con los resultados obtenidos en estudios realizados con parámetros fenotípicos (Omokhafa y

**TABLA 3.** LISTA DE DESCRIPTORES MORFOLÓGICOS UTILIZADOS PARA EVALUAR LA VARIABILIDAD GENÉTICA DE 99 GENOTIPOS ÉLITES DE ORIGEN FRANCO Y CUATRO CLONES COMERCIALES (IAN 873, IAN 710, FX 3864 Y FX 4098) DE CAUCHO NATURAL (H. BRASILIENSIS).

Descriptor	Variación	Nota
Pecíolo (longitud) (LP)	Corto (16 cm)	1
	Medio (16-18 cm)	3
	Largo (> 18 cm)	5
Pecíolo (forma) (FP)	Arqueado	1
	Recto	2
	Cóncavo	3
	Forma de “s”	4
Pecíolo (orientación) (OP)	Hacia arriba	5
	Horizontal	3
	Hacia abajo	1
Foliolo color (CF)	Verde claro	1
	Verde oscuro	3
	Verde amarillento	5
Foliolo (lustre) (LF)	Opaco	1
	Brillante	2
	Semibrillante	3
Foliolo (base) (BF)	Cuneada	1
	Agudo	3
	obtusa	5
Foliolo (tamaño) (TF)	Pequeño < 13 cm	1
	Medio 13 cm- 17 cm	3
	largo > 17 cm	5
Foliolo (ápice) (AF)	Aristado	1
	Acuminado	3
	Cuspidado	5
	apiculado	7
Foliolo central (forma) (FFC)	Elíptica	1
	Oblanceolada	2
	Diamantelíptica	3
Foliolos laterales (forma) (FFL)	Lanceolada	2
	Obovoide	3
	Elíptica	4
	Oblanceolada	5
Foliolo (grado de separación) (GSF)	Sobrepuesto	5
	separado	1
Venación (tipo) (TV)	Prominente	1
	No prominente	3
Venación (color) (CV)	Verde	1
	Verde amarillento	2
	Amarillo brillante	3
Látex (color) (CL)	Blanco	1
	Ligeramente amarillo	2
Piso foliar (arreglo) (APF)	Arco	4
	Globular	2
	Cónica	1
	Truncada	3

Descriptor	Variación	Nota
Piso foliar (Separación) (SPF)	Separado	5
	No bien separado	3
	Difuso	1
Yemas axilares (AY)	hundidas	1
	normal	3
	prominente	5
Ramas (posición de las hojas) (PHR)	Erecta	1
	Horizontal	3
	Peduncular	4
Ramas (ángulo) (AR)	<45°	1
	45-70°	2
	>70°	3

Alika, 2003, 2004; Gouvêa *et al.*, 2010), marcadores RAPD (Bicalho *et al.*, 2008), AFLP (Nurhaimi-Haris *et al.*, 2003) y microsatélites (Gouvêa *et al.*, 2010).

La principal contribución de los caracteres morfológicos asociados al peciolo (longitud, orientación y color) y al foliolo (tamaño) en la variabilidad fenotípica de los diferentes genotipos élites, es que reflejan la adaptabilidad morfológica de las estructuras fotosintéticas presentes en la etapa de crecimiento vegetativo de dichos materiales. Esta variabilidad se complementó con otros caracteres secundarios como el color de la venación foliar o la separación de los pisos foliares. Según Delabarre y Benigno (1994), estos caracteres han sido probados en muchos países asiáticos, africanos y latinoamericanos, y han demostrado ser independientes del ambiente. Sin embargo, caracteres como el color del látex pueden llegar a ser muy subjetivos y su poder discriminatorio cambia evidentemente de acuerdo con las características ambientales (Mesquita *et al.*, 2006) o con el estado nutricional de la planta (Carmo *et al.*, 2002).

Los resultados obtenidos en este estudio pueden ser complementados con un trabajo en la caracterización de la morfología de semilla y fruto (Omokhafa y Alika, 2003, 2004), y en ejemplares adultos a partir de caracteres anatómicos relacionados con la producción de látex (García *et al.*, 2002; Gonçalves *et al.*, 2005). En general, estos caracteres han mostrado buena capacidad de discriminación en estudios de variabilidad de clones de *H. brasiliensis* (Mercykutty *et al.*, 1991, 1996, 1997, 2002).

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de éste estudio se describió un grupo de genotipos élites de *H. brasiliensis* con características morfológicas que divergen ampliamente de los clones menos destacados en la Amazonia colombiana: IAN 710 y FX 3864. El mayor agrupamiento se observó entre el 70% de los genotipos élites y los clones comerciales mejor adaptados a las condiciones de la región: IAN 873 y FX 4098. Esto significa que se cuenta con más de 50 materiales cuya variabilidad genética no sólo difiere de los clones tradicionales de la región, sino que, además, por sus características agronómicas y fitosanitarias sobresalientes, su origen debe remontarse posiblemente a los parentales americanos resistentes al SALB, los clones FX 25 y FX 2261 (linaje F: Ford, F 351 y F 1619, respectivamente) y los parentales asiáticos productivos de la serie AVROS (AVROS 49, AVROS 183 y AVROS 308), principalmente.

Es necesario caracterizar también las poblaciones naturales de *Hevea*, en relación con la cantidad y la forma de distribución de la variabilidad genética, con el fin de rescatar e incorporar este germoplasma dentro del acervo genético de las poblaciones naturalizadas (genotipos élites de origen franco obtenidos por hibridación aleatoria o selectiva de parentales promisorios), con el fin de reducir el grado de endogamia y generar, por tanto, una ventaja adaptativa para los nuevos clones de *Hevea* en la Amazonia colombiana.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al proyecto Evaluación fitosanitaria y de desempeño agronómico de materiales vegetales élite promisorios de *Hevea brasiliensis* (potenciales nuevos clones) presentes en el sistema productivo del departamento del Caquetá, resistentes a *Microcyclus ulei* bajo condiciones controladas y naturales. Contrato N°. 116-2008I4819-3692 CIAT-SINCHI, derivado del convenio N°. 054/08 MADR-CIAT, por el soporte económico a la presente investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bicalho, K. C., De Oliveira, M. L.E., Dos Santos, J.B., Mesquita C. A., Mendonça, G.E. (2008). Similaridade genética entre clones de seringueira (*Hevea brasiliensis*), por meio de marcadores RAPD. *Ciênc. Agropec.* 32 (5), 1510-1515.
- Carmo do, C.A.F.S., M. N. do A., Lima, J.A. de S., Eira da, P.A., Cunha, T. J. F. (2002). Avaliação do estado nutricional de seringueiras implantadas na região da Zona da Mata de Minas Gerais. *Pesq. Agropec. Bras.*, 37 (10), 1437-1444.
- Castellanos, D. O., Fonseca, R. S., Barón, N. M. (2009). Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de caucho natural y su industria en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural/ Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C. 209 p.
- Chandrasekhar, T. R., Marattukalam, J. G., Mercykutty, V. C., Priyadarshan, P. M. (2007). Age of yield stabilization and its implications for optimizing selection and shortening breeding cycle in rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). *Euphytica*, 156, 67-75.
- Chevallier, M. H. (1988). Genetic variability of *Hevea brasiliensis* germplasm using isozyme markers. *J. Nar. Rubb. Res.*, 3 (1), 42-53.
- Compagnon, P. (1998). El caucho Natural, biología, cultivo, producción. Consejo Mexicano del Hule y CIRAD. Ciudad de México, México. 701 p.
- Costa, B. R. da, Resende, V. M., Araujo, A. J., Gonçalves, P. de S., Martins, M. A. (2000). Genotype-environment interaction and the number of test sites for the genetic improvement of rubber trees (*Hevea*) in São Paulo State, Brazil. *Genetics and Molecular Biology*, 23 (1), 179-187.
- Delabarre, M., Benigno, D. (1994). Rubber A pictorial Technical Guide For Smallholders. CIRAD- CP. Montpellier, France. 172 p.
- García, D., Le Guen, V., Mattos, C.R.R., Gonçalves, P. de S., Demange, A. C. (2002). Relationships between yield and some structural traits of the laticiferous system in *Hevea* clones resistant to South American leaf blight. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 2 (2), 307-318.
- Gasparotto, L., Figuredo dos Santos, A., Rezende-Pereira, J. C., Alves-Ferreira, F. (1997). Doenças da seringueira no Brasil. Brasília: Embrapa-SPI: Manaus. 168 p.
- Gonçalves, P. de S. Ortolani, A. A. e Cardoso, M. (1997). Melhoramento genético da seringueira: uma revisão. Documentos IAC 54. Campinas-SP, Brasil. 55p.
- Gonçalves, P. de S., Cardinal, A.B.B., Da Costa, R.B., Bortoletto, N. and Gouvêa, L. R. L. (2005). Genetic variability on selection for the laticiferous system character in *Hevea brasiliensis*. *Genetics and Molecular Biology*, 28 (3), 414-422.
- Gonçalves, P. de S., Moraes, M.L.T., Gouvêa, L. R. L., Aguiar, T. E., Júnior, E. J. S. (2008). Temporal stability for unpredictable annual climatic variability for *Hevea* genotype selection. *Braz. arch. biol. technol.* 51 (1), 11-18.
- Gouvêa, L. R., Rubiano, B. L., Chioratto, A. F. Zuchi, M. I., Goçvalves, S. de P. (2010). Genetic divergence of rubber tree estimated by multivariate techniques and microsatellite markers. *Genetics and Molecular Biology*, 33 (2), 308-318.
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, CO). (2009). Datos meteorológicos del Departamento del Caquetá. Estación Limnométrica de Montañita, Caquetá. Bogotá, DC. 3 p.
- Le Guen, V., Doaré, F., Weber, C., Seguin, M. (2009). Genetic structure of amazonian populations of *Hevea brasiliensis* is shaped by hydrographical network and isolation by distance. *Tree genetics & Genomes*, 5, 673-683.
- Mattos, C. R. R., García, D., Le Guen, V., Guyot, J. (2007). Seleção de clones de seringueira com alta produção e resistentes ao mal-das-folhas. Consultado 07 may. 2010. Disponible en: <http://www.ceplac.gov.br/radar/Artigos/artigo2.htm>
- Mercykutty, V. C. Vraghese, Y. Licy, J. and Panikkar, A. O. N. (1991). Juvenile characters and seed morphology of certain modern *Hevea* clones. *Indian of Natural Rubber Research*, 4 (1), 16-25.
- Mercykutty, V. C. Vraghese, Y. Licy, J. and Saraswathyamma, C. K. (1996). Morphology of certain promising clones of rubber (*Hevea brasiliensis*). p. 224-225. In: Proceedings of the 8th Kerala Science Congress. Kerala, India.
- Mercykutty, V. C. Licy, J. Vraghese, Y. and Saraswathyamma, C. K. (1997). Characterisation of *Hevea* clones at an early phase. p. 56-71. In: Rubber Research of India (RRII). Symposium on Tropical Crops Research and Development. RRII. Kottayam, Indian.
- Mercykutty, V. C. Marattukalam, J. G. Saraswathyamma, C. K. and Meenakumari, T. (2002). Identification of *Hevea* clones a manual. Rubber Research of India (RRII). Kottayam/ Kerala, India. 103 p.
- Mesquita, A.C., Oliveira de, L. E. M., Cairo, P. A. R. Viana, A. A. M. (2006). Sazonalidade da Produção e Características do látex de clones de seringueira em lavras. *Bragantia*, 65 (4), 633-639.

- Nurhaimi, H., Aswidinnoor, H., Toruan, N., Purwantara, A. (2003). Kemiripan genetik klon karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) berdasarkan metode *Amplified Fragment Length Polymorphisms* (AFLP). *Menara Perkebunan*, 71(1), 1-15.
- Omokhafa, K. O., Alika, J. E. (2003). Phenetic relationship of rubber tree clones. *Biological Platarum*, 46 (2), 217- 222.
- Omokhafa, K. O., Alika, J. E. (2004). Clonal variation and correlation of seed characters in *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. *Industrial Crops and Products*, 19, 175-184.
- Paiva, J. R. de. (1981). A coleta de material sexuado e assexuado em seringais nativos do Estado de Mato Grosso. Embrapa-CNPSD. Manaus (Brasil). 26 p.
- Paiva, J. R. de, Kageyama, P. Y. (1993). Novo Enfoque do Melhoramento Genético da Seringueira para a Região Amazônica. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 28, 1391-1398.
- Penot, E.; Jobbé-Duval, B. 1998. Informe de misión en Colombia proyecto Plante. 65 p.
- Priyadarshan P.M., A. P. S. Goncalves. (2003). *Hevea* gene pool. For breeding. *Genetic resources and Crop Evolution*, 50: 101-114.
- Priyadarshan, P.M. (2003). Contributions of weather variables for specific adaptation of rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell.-Arg) clones. *Genetics and Molecular Biology*, 26 (4), 435-440.
- SAS Institute Inc. (2007). JMP version 7. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Sterling, A. C., Rodríguez, O. L., Quintero, L., Correa, J. (2009). Evaluación fitosanitaria y resistencia en campo a *Microcyclus ulei* de *Hevea brasiliensis* en la Amazonia Colombiana. *Revista Colombia Amazónica*, n.2, 80-90.
- Sterling, A. C., Correa, J. (2010). Desempeño de una colección clonal de caucho en periodo de inmadurez en la Amazonia colombiana. *Ingenierías & Amazonía*, 3 (1), 16-27.
- Torres, A.C.H. (1984). Historia de las plantaciones de caucho *Hevea* en Colombia. En: Sepúlveda, O.R (ed). *El Caucho Hevea en Colombia*. Boletín técnico No. 18. Instituto Colombiano de Reforma Agraria INCORA. Florencia, Caquetá (Colombia). 80 p.
- UPOV (Unión for the Protection of New Varietates of Plant) (2007). *Árbol de caucho: Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad TG 254/1*.
- Vinod, K. K. (2003). Breeding for biotic stress in plantation crops. In: *Proceedings of the training programme on "Breeding for biotic stress in crops plants"*, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India. Downloaded from <http://kkvinod.webs.com>. p. 431-440.



*Phyllomedusa tarsius*