

ALGUNOS ASPECTOS DEL COMPORTAMIENTO GENETICO DE LAS SWIETENIAS

Por: J. R. Marquetti
M. A. Gainza
J. L. León Acosta
R. Monteagudo

RESUMEN

El género *Swietenia* Jacq. se compone de tres especies, aceptadas universalmente en los medios científicos: *Swietenia mahagoni* Jacq., *Swietenia macrophylla* King. y *Swietenia humilis* Zucc. Además existen otros cinco taxones, que según algunos autores merecen la categoría de especies, mientras que otros opinan que sólo son variedades de las tres especies citadas. El género *Swietenia* existe solamente en América; su área geográfica se extiende desde alrededor del paralelo 26' de latitud norte, en el sur de la Florida, hasta los 18° de latitud sur, en Bolivia.

Observaciones realizadas en Puerto Rico, Isla de Santa Cruz y Martinica, indican que existe una forma intermedia entre *S. mahagoni* y *S. macrophylla*, cuando estas especies crecen en proximidad. También en Cuba se ha venido observando, desde hace varios años, que cuando estas dos especies se encuentran próximas, un elevado porcentaje de la descendencia presenta características intermedias.

Investigaciones realizadas han demostrado que la forma intermedia es un híbrido F₁, producto del cruzamiento entre *S. mahagoni* y *S. macrophylla*; el cual manifiesta marcada heterosis y, en algunos casos, se observan en él fenómenos epistáticos.

Algunos ensayos de progenie, realizados en Cuba, muestran en la generación F₂ una segregación, según las Leyes de Mendel. En la segregación aparecen nítidamente la *S. mahagoni*, el híbrido F₁ y la *S. macrophylla* a proximadamente, en la relación 1:2:1.

SUMMARY

The genus *Swietenia* Jacq. consists of three species, universally accepted in the scientific field: *Swietenia mahagoni* Jacq., *Swietenia macrophylla* King, and *Swietenia humilis* Zucc. In addition, there are five taxons, which in the opinion of some authors deserve the rank of species, while others consider that they are only varieties of the three species above mentioned. The genus *Swietenia* exists only in America; its geographical area ranges from approximately parallel 26° latitude North, in the South of Florida, to 18° latitude South, in Bolivia.

Observations made in Puerto Rico, Saint-Cross Island and Martinique, show that there is an intermediate form between *S. mahagoni* and *S. macrophylla*, when these species grow in the same neighbourhood. In Cuba, it has also been observed since several years, that when these two species are close to each other a high percentage of the offsprings present intermediate characteristics.

The investigations carried out have shown that the intermediate form is a F1 hybrid, product of the cross between *S. mahagoni* and *S. macrophylla*; which proves a marked heterosis and, in some cases, epistatic phenomena are observed on it.

Some progeny tests carried out in Cuba show a segregation in the F2 generation according to Mendel's Laws; appearing clearly *S. mahagoni*, the F1 hybrid and *S. macrophylla* approximately in the rate 1:2:1.

R E S U M E

Le genre *Swietenia* Jacq. est composé de trois espèces, acceptées universellement dans les milieux scientifiques: *Swietenia mahagoni* Jacq., *Swietenia macrophylla* King, et *Swietenia humilis* Zucc. En plus, il y a cinq autres taxons que selon quelques auteurs méritent la catégorie d'espèces, tandis que pour d'autres elles sont seulement des variétés des trois espèces mentionnées. Le genre *Swietenia* existe seulement en Amérique; son aire géographique s'étend depuis environ le parallèle 26° de latitude Nord, au Sud de la Floride, jusqu'aux 18° de latitude Sud, en Bolivie.

Les observations réalisées à Porto Rico, à l'île de la Sainte-Croix et à la Martinique, indiquent qu'il y a une forme intermédiaire entre la *S. mahagoni* et la *S. macrophylla*, quand ces espèces vivent en commun. En plus, à Cuba on a été observé, depuis plusieurs années, que quand ces deux espèces sont voisines, un haut pourcentage des descendants présentent des caractéristiques intermédiaires.

Les investigations réalisées ont démontré que la forme intermédiaire est un hybride F1, produit du croisement entre *S. niahagoni* et *S. macrophylla*, qui montre une hétéroose marquée et, dans certains cas, on y observe des phénomènes épistatiques.

Quelques tests de descendance, réalisés à Cuba, montrent une ségrégation dans la génération F2 selon les "Lois de Mendel" et font apparaître des caractères de *S. mahagoni*, de l'hybride F1 et de *S. macrophylla*, dans la proportion d'environ 1:2:1.

INTRODUCCION

Los silvicultores cubanos se han preocupado siempre por las dificultades que ofrece la *Swietenia mahagoni* Jacq. (caoba antillana) para lograr que desarrolle bien en las plantaciones. El crecimiento de esta especie es lento, los árboles son de fuste corto y se ramifican demasiado. La *Swietenia macrophylla* King. (caoba de Honduras) es de más rápido crecimiento y los árboles no ramifican tanto. Ambas especies son susceptibles a los ataques del taladrador de las Meliáceas (*Hypsipyla grandella* Zeller).

Al ponerse en marcha, después del triunfo de la Revolución, amplios planes de reforestación, se empezó a observar la presencia de una forma intermedia entre la *Swietenia mahagoni* y la *Swietenia macrophylla*. Las semillas que producían estas plantas de forma intermedia, eran producidas por árboles de *Swietenia macrophylla*.

En 1966 la Sección de Investigaciones y Experiencias Forestales de la Dirección General Forestal del INRA (Instituto Nacional de la Reforma Agraria,) estableció en la Estación Experimental Forestal de Artemisa una parcela, de aproximadamente 0,25 há, con posturas que presentaban, desde la etapa de vivero, las características de la forma intermedia. Este fenómeno se continuó observando en diferentes lugares de la Isla y se plantaron arbolitos que presentaban las características intermedias entre *S. mahagoni* y *S. macrophylla* en distintos sitios del País.

Se sospechaba que la forma intermedia era un híbrido F1 que se producía al ser fecundadas algunas flores de *S. macrophylla* con polen de *S. mahagoni*, pero esta hipótesis no pudo ser confirmada hasta los años 1972 y 1973, cuando se comenzó a obtener alguna semilla producida por los árboles de la forma intermedia. Estas semillas produjeron plantas de tres tipos, conforme a la ley de Segregación de Mendel: unas con todas las características de *S. mahagoni* otras con las características de *S. macrophylla* y otras con las de la forma intermedia, en este caso híbridos "F2".

Los trabajos y estudios de campo (viveros, plantaciones, mediciones, etc.) se realizaron durante el desarrollo del curso de extensión forestal —organizado por la Dirección de Capacitación y Divulgación del INDAF que se impartió a los obreros calificados, graduados en el Instituto Tecnológico Forestal "Invasión de Occidente". En este curso, preparado para elevar la capacitación técnica de los graduados, se aplicó el principio de acompañar las clases teóricas con prácticas docentes en el campo. También prestaron muy valiosa cooperación los técnicos del INDAF (Instituto Nacional de Desarrollo y Aprovechamiento Forestal) de las provincias de la Habana y Las Villas.

GENERALIDADES SOBRE LAS SWIETENIAS

El género *Swietenia*. Sus especies

El género *Swietenia* fue establecido por Jacquin en 1760, con la especie *Swietenia mahagoni*. Pertenece a la familia Meliaceae, subfamilia Swietenicidae. Es un género americano. cuyas especies habitan en las zonas intertropicales de América.

Este género consta de tres especies, reconocidas de manera taxonómica satisfactoria y de aceptación universal en los medios científicos. Ellas son: *Swietenia mahagoni* Jacq., *Swietenia macrophylla* King. y *Swietenia humilis* Zucc. Existen otros cinco taxones con características morfológicas menos definidas, que, según botánicos calificados, pueden asimilarse a las tres especies anteriormente citadas (Bernardi, 1957). Estos taxones son: *Swietenia candollei* Pittier, de Venezuela; *Swietenia tessmanii* Harms. de Perú; *Swietenia Km-kovi* Gleason & Panshin, de Brasil; *Swietenia belizencix* Lundell, de Honduras; Británica; *Swietenia aubrevilliana* Stehle, de Antillas Francesas. Varios autores, entre otros Stanley (1936), citado por Bruce Lamb (1966), no reconocen estos taxones con categoría de especies, sino como formas de las tres especies reconocidas, principalmente de *Swietenia macrophylla*.

Descripción botánica del género *Swietenia*

Los árboles son de tamaño mediano hasta grandes. Se han reportado árboles de *S. mahagoni* de gran tamaño, que han medido 20-25 m de altura y unos 2 m de diámetro. Actualmente existe un ejemplar en Pico Chiw, San Andrés de Caiguanabo, provincia de Pinar del Río, que mide más de 25 m de altura, con 13 m de fuste limpio y 1,6 m de diámetro. Los árboles de *S. macrophylla* crecen aún más. Irmag (1949) informa que, en Bolivia, se han localizado árboles de esta especie que han medido 60 m de altura y 3,5 m de diámetro; y que en las selvas bolivianas son frecuentes los ejemplares de 30-35 m de altura, con fustes limpios de 12-20 m y diámetros de 0,8 a 1,6 m.

Las hojas del género *Swietenia* son paripinnadas, excepcionalmente

imparipinnadas, foliólos opuestos como regla general, aunque a veces son subopuestos o alternos, inequiláteros, glabros.

Las flores son hermafroditas, en panículas axilares; cáliz pequeño, de 5 lóbulos imbricados; pétalos 6, a veces 4, libres; tubo estaminal en forma de urna, con 10 dientes; anteras 10, insertas por debajo de los senos del tubo estaminal, o incluidos; disco en forma de copa poco profunda, con margen festonado; ovario 5-locular, a veces 4-locular, sentado sobre el disco; Óvulos numerosos en cada lóculo, biseriados.

El fruto es una cápsula grande, leñosa; 5-locular, a veces 4-locular; con dehiscencia septicida, a partir de la base; valvas con dos capas, separándose de un eje persistente con 5 costillas, a veces 4. Semillas 10-14 en cada cavidad, aladas; con la parte seminal situada hacia la base de la cápsula.

Distribución geográfica de las especies del género

La *Swietenia mahagoni* Jacq. habita, naturalmente, en Cuba, Jamaica, Santo Domingo (Haití y República Dominicana), las Bahamas y el extremo sur de la Florida.

La *Swietenia macrophylla* King. es la especie del género *Swietenia* con más extensa área de distribución geográfica. Habita desde los 23° de latitud norte, cerca de Tampico, en México, hasta los 18° de latitud sur, en la cabecera del río Paraguay, en Bolivia. Es una de las más valiosas especies de las selvas de México, América Central, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia.

El área de distribución de *Swietenia humilis* Zucc. comprende una faja estrecha, próxima a la costa de México y América Central, desde Sinaloa en México, hasta Guanacaste, en Costa Rica. En Guatemala, el área de dispersión de esta especie se extiende hasta la vertiente del Atlántico, en las cabeceras del río Motagua.

Características de la madera de las *Swietenias*

Existen diferencias en la apariencia, textura, densidad, y propiedades técnicas de la madera de *S. macrophylla* y *S. mahagoni*, según el medio en que se desarrollen. Los árboles que crecen en suelos rocosos, secos y bien drenados, producen madera dura y compacta; mientras que los que se desarrollan en suelos húmedos y fértiles, producen maderas relativamente más blandas.

En Cuba, la madera de *S. mahagoni* producida por árboles que crecen en áreas de rocas calizas, es más compacta y pesada que la que producen los árboles que se desarrollan en suelos húmedos y ricos en materia orgánica. Los árboles que han crecido en suelos calizos secantes, producen, comúnmente, madera con bellos jaspeados, conocidas en Cuba con los nombres de "Caoba ojo de perdiz", "Caoba de clavo", "Caoba de caracolillo", etc., que son muy apreciadas para la fabricación de muebles finos.

En cuanto a la densidad de la madera de *S. mahagoni* y de *S. macrophylla*, Norman y Sallenave (1958) informan que la madera de *S. macrophylla* tiene una densidad promedio de 0.542 y la de *S. mahagoni* de 0.747. Fors (1965) dice que la densidad es variable, con promedios de 500-600/kg/m³ para la *S. macrophylla* y **850/kg/m³** para la *S. mahagoni*. Noltee (1925), citado por Bruce Lamb (1966), informa que en Java, donde ambas especies han sido introducidas, la madera de las mismas muestra sólo pequeñas diferencias en sus características, cuando los árboles se desarrollan en los mismos suelos.

ASPECTOS GENETICOS DE LAS SWIETENIAS

Influencia del aislamiento en la evolución de los taxones

El aislamiento geográfico de las razas alopátridas, por medio de la selección natural, contribuye a que persistan aquellas mejor dotadas, que no solamente mantendrán su diferenciación como poblaciones, sino que acumularán diferencias genéticas, hasta convertirse en especies (Sinnott, Dunn y Dobzhansky, 1966).

De acuerdo con estudios geobotánicos y florísticos que se han llevado a cabo y en virtud de la teoría de las migraciones continentales de Wegener, existe la hipótesis de que la *S. macrophylla*, debido a su amplia distribución, es la más antigua de las especies del género, de la cual se han originado las otras dos (Corral, 1939; Bruce Lamb, 1966).

Las especies estrechamente relacionadas, como las del género *Swietenia*, que se han desarrollado como tales debido a su aislamiento geográfico, son completamente fértiles cuando se cruzan o polinizan.

Estructura floral y polinización

Las flores de las especies del género *Swietenia* son perfectas, pequeñas, de color variable desde blanco hasta carmelitoso; con 8-10 estambres insertos en un angosto tubo estaminífero y el ovario dividido, generalmente, en 5 lóbulos, aunque a veces en 4 lóbulos.

A pesar de que las flores son perfectas, sólo un pequeño porcentaje de ellas logra ser fecundado. En una panícula que, como es sabido, esta compuesta por muchas flores, generalmente es fecundada una sola flor, la cual se desarrolla hasta convertirse en un fruto. Algunos árboles que producen miles de flores, sólo logran muy pocos frutos. Se desconoce la magnitud de la autopolinización y de la polinización cruzada; es necesario realizar estudios citológicos y fenológicos, para determinar la causa que produce la pobre fecundación de las flores de las especies del género *Swietenia*.

Hermafroditismo y autopolinización

El hecho de que una flor sea hermafrodita, no supone que, necesari-

riamente, la polinización sea directa; al contrario, en la Naturaleza falla la autogamia en un gran número de casos y se observan, en cambio, numerosos y complejos dispositivos, tanto de carácter anatómico como ecológico o funcional, que impiden la autogamia (Gola, Negri y Capelletti, 1969). Por otra parte, existen especies de la misma familia (Meliaceae) que se comportan como unisexuales, con anteridios que no producen polen, en las flores femeninas (Gomes e Sousa, 1966; citado por Betancourt, Marquetti y Garcia, 1972).

Polinización dirigida

Se desconoce si, en alguna parte, se han realizado con éxito trabajos de polinización dirigida con las especies *S. mahagoni* y *S. macrophylla*. Según Rao (1959), citado por Bruce Lam (1966), los intentos de efectuar la polinización muestran resultados desalentadores, debido a las pérdidas de las flores al tratar de emasculiar los estambres.

Forma intermedia entre *S. Mahagoni* y *S. macrophylla*

El ingeniero Julián Acuña Galé (comunicación personal) nos ha manifestado que en el arboretum de Bogor, Indonesia, donde las especies *S. mahagoni* y *S. macrophylla* han sido introducidas, se ha reportado la presencia de una forma intermedia en la progenie de árboles de esta especie que crecen en vecindad. Los técnicos forestales de aquel país opinan que esta forma intermedia es un híbrido natural producido entre las dos especies progenitoras.

Bruce Lamb (1966, p. 133) informa que en Puerto Rico se han llevado a cabo pruebas de progenie con semillas de árboles de *S. macrophylla* y *S. mahagoni*, plantados en proximidad, produciéndose una gran cantidad de plantas de forma intermedia; mientras que las semillas procedentes de poblaciones aisladas de *S. macrophylla* y de *S. mahagoni*, produjeron plantas semejantes en todo a sus progenitores.

También en Cuba se ha venido observando, desde hace varios años, que la semilla de árboles de *S. macrophylla*, que crecen en proximidad a otros de *S. mahagoni* y cuya floración se ha producido en la misma época, ha dado origen a una gran cantidad de plantas de una forma intermedia entre ambas especies. Estas plantas son identificables, desde la etapa de viveros, por su morfología y rapidez de crecimiento. Durante dos años seguidos (1972 y 1973) se han tomado semillas de los mismos árboles de *S. macrophylla*, para repetir la prueba, y se produjo siempre un alto porcentaje de plantas de la forma intermedia.

Desde el año 1966, la Sección de Investigaciones Forestales del INDAF plantó en la Estación Experimental Forestal de Artemisa, una parcela de aproximadamente **0,25 há**, con posturas de la forma **intermedia**, a fin de estudiar su comportamiento y determinar si se

trataba o no de un híbrido entre las especies *S. mahagoni* y *S. macrophylla*.

En una plantación de *S. macrophylla*, establecida en Boca Ciega -lugar próximo a la playa de Guanabo, en la provincia de la Habana— con posturas producidas por semillas de origen desconocido, se realizó un conteo, el año 1973, observando detenidamente las características morfológicas de todos y cada uno de los árboles, y se comprobó que más del 60% de la población es de forma intermedia. Los árboles de la referida forma intermedia, son identificables por su morfología; principalmente por el desarrollo del fuste, el tamaño de las hojas, la densidad de la copa y la coloración de la corteza.

Pruebas de pro genie realizadas con la forma intermedia

Según Bruce Lamb (1966), las pruebas de pro genie realizadas en Puerto Rico con semillas de la forma intermedia, supuestamente híbrida, produjeron una segregación de los tres tipos -*Swietenia mahagoni*, *Swietenia macrophylla* y forma intermedia— indicando híbridos de la generación F2. Observaciones más recientes, realizadas en Puerto Rico, Martinica y Santa Cruz, demuestran que es muy común la qcurrencia de una forma intermedia entre las dos especies de *Swietenia*, cuando los árboles padres crecen en proximidad. El considerable número de observaciones efectuadas, ha demostrado la existencia de híbridos entre *S. macrophylla* y *S. mahagoni* (Bruce Lamb, 1966).

En Cuba hemos sembrado, durante dos años consecutivos (1972, 1973), semillas producidas por árboles de la forma intermedia; y se han obtenido plantas semejantes al progenitor femenino, plantas semejantes al progenitor masculino y plantas de la forma intermedia, lo cual indica híbridos de la generación F2. Esta segregación obtenida, prueba la Ley de Segregación de Mendel, la cual establece que: "los genes alelos del cigote, no se mezclan ni contaminan unos con otros, sino que segregan y pasan a gametos distintos". De hecho, el más importante de los principios mendelianos supone un proceso de segregación por el cual, en la formación de los gametos, cada uno se separa claramente de su alelo, entrando un miembro de cada pareja en un gameto distinto, por lo cual los gametos son genéticamente "Puros". Esta separación se comprueba realmente entre los dos miembros de una pareja de cromosomas en las divisiones meióticas, lo que tiene por consecuencia el paso de un miembro de cada pareja a diferentes células hijas (gametos). Tanto los genes como los cromosomas experimentan, por tanto, segregación y los gametos son puros, respecto a ambos, conteniendo sólo un miembro de cada pareja (Sinnott et al., 1966, p. 80).

Como es sabido, el porcentaje de la generación F2 depende de si las plantas F1 se polinizan entre sí —polinización cruzada— o si se autopolinizan. Conteos preliminares realizados en Cuba en plantas

F1 autofecundadas, arrojaron que la progenie es de. aproximadamente, la relación 1:2:1; aunque es necesario repetir los ensayos con un mayor número de plantas. Es probable que en la segregación de las plantas F1, que se encuentran en poblaciones mezcladas con *S. mahagoni* o con *S. macrophylla*, aparezcan distintas formas de los híbridos.

Comportamiento genético de los híbridos **F1**

Superdominancia. Los híbridos que se producen entre *S. macrophylla* y *S. mahagoni* son superdominantes, ya que tienen más vigor y mejor capacidad de adaptación al medio que cualesquiera de las especies progenitoras. Hemos observado que en la sabana serpentina de Santa Clara, provincia de Las Villas, en un medio edáfico extremadamente pobre, una planta híbrida de 15 años mide 30 cm de diámetro; el progenitor de más rápido crecimiento sería, con la misma edad, un brinzal de 12 - 14 cm de diámetro. En Bayamo, provincia de Oriente, otra planta híbrida, de 13 años de edad, tiene un diámetro de 40 cm; mientras que las plantas no híbridas, obtenidas de semilla? del mismo árbol y de la misma edad, promedian 25 cm de diámetro. El mismo fenómeno se ha observado en árboles existentes en otros lugares de la Isla.

Epístasis. En algunos híbridos se ha observado el tipo de dominancia epistática, ya que algunos caracteres son enmascarados; lo cual ocurre, según Lasley (1973), cuando la expresión de un carácter genético no se manifiesta, debido a la acción de dos genes diferentes que no son alelos. La epístasis más notable encontrada en algunas plantas híbridas, se manifiesta en el tamaño y forma de las hojas.

Defectos producidos por la acción de genes recesivos. A veces nacen algunas plantas de la forma híbrida, con el embrión retorcido, en forma de espiral o de "cuello de ganso". Estas plantas, cuyo porcentaje es generalmente muy bajo, crecen raquíticas y se quiebran con mucha facilidad. Probablemente, ese defecto se debe a la acción de genes recesivos.

Forma de la copa de los híbridos. La ramificación y forma de la copa de los híbridos, parece estar fuertemente influenciada por los genes provenientes de *S. mahagoni*, ya que, generalmente, son de copa muy abierta y fuste de 4 - 5 m de longitud; mientras que la *S. macrophylla* tiene, por lo general, fustes de 6 - 8 m de largo.

Forma de la corteza de los híbridos. El color de la corteza, es otro rasgo que distingue al híbrido de las especies progenitoras. La corteza del híbrido es de color carmelita, más claro que el de la *S. macrophylla*. Su grosor es intermedio entre la de los dos progenitores.

Forma de las hojas de los híbridos. El tamaño de las hojas del híbrido es, generalmente, intermedio entre el de las de ambos progenitores; aunque en algunas plantas híbridas se manifiesta el carácter dominante de *S. mahagoni*, en cuanto al tamaño de la hoja. A veces es difícil determinar, observando solamente el tamaño de las hojas, si se está en presencia de un árbol híbrido o de uno de *S. mahagoni*:

Características de la madera: En Cuba no se han realizado los estudios correspondientes para conocer las características de la madera de los árboles híbridos. Bruce Lamb (1966, p. 129) informa que Englerth y Kuchahka, de los laboratorios de productos forestales de Madison, Estados Unidos, dan cuenta sobre la alta calidad de la madera de un aparente híbrido entre *Swietenia macrophylla* y *Swietenia mahagoni*.

Forma de los frutos y de las semillas del híbrido. Por lo general, los frutos y las semillas del híbrido son de forma y tamaño intermedia entre las dos especies progenitoras; aunque suelen presentarse algunas variaciones entre los frutos y las semillas de distintas plantas híbridas, lo cual debe estar relacionado con las variaciones existentes dentro de las mismas especies progenitoras.

Algunas hipótesis sobre los híbridos

Williams (1965, p. 351), citando a Ford, 1953; Dobzhansky, 1951; Cain y Sheppard, 1954; Lerner, 1954; Allison, 1955; Jain y Allard, 1960; dice que: "No se ha podido observar experimentalmente la evidencia directa acerca de la existencia de una selección en favor del heterocigoto, pero el considerable número de testimonios indirectos que se posee acerca de las frecuencias génicas en poblaciones, apoya el punto de vista de que la selección puede ser relativamente común, al favorecer los alelos superdominantes o las combinaciones alélicas".

Sinnott, Dunn y Dobzhansky (1966) dicen que: "La hipótesis de Sutton y Boveri de que el comportamiento de los cromosomas en la meiosis constituye el mecanismo del cual dependen la segregación y la transmisión independiente de los genes, si se admite que los genes están localizados en los cromosomas, ha sido ampliamente comprobada por las investigaciones ulteriores".

En la Naturaleza existen muchas especies proteróginas, con inflorescencia multiflora y antesis escalonada, en las que la maduración del verticilo carpelar precede a la del verticilo estaminal, lo que supondría la incapacidad de la flor para autofecundarse; de ahí la posibilidad de la fecundación cruzada entre dichas especies. Las especies *S. macrophylla* y *S. mahagoni* son de inflorescencia multiflora (panículas) y es posible que, en algunos árboles, se manifieste la antesis escalonada; especialmente en áreas muy perturbadas por la acción humana.

Agentes de la polinización natural

Cuando las pequeñas corolas están recién abiertas, se ha observado que las flores de *S. macrophylla* y de *S. mahagoni* son visitadas por numerosos insectos, incluyendo a las abejas. El polen en estado fresco es pesado y pegajoso y se adhiere a los distintos órganos de los insectos, quienes lo transportan de una flor a otra, efectuando la polinización.

Otro agente de polinización es el viento, sobre todo cuando los estambres se secan y el polen ha perdido su viscosidad; principalmente en los meses de marzo y abril, época en la que se producen fuertes ventarrones. En esos meses es cuando tiene lugar la mayor eclosión de flores de las Swietenias.

Importancia de la prueba de progenie para detectar los híbridos

En el Instituto de Genética Forestal de Placerville, en California, es tal la importancia que se concede a la prueba de progenie, que, aunque los árboles hayan sido polinizados artificialmente con todas las precauciones debidas, no certifican la autenticidad de un híbrido hasta no haber detectado los caracteres del progenitor masculino (Wright, 1964, p. 176).

INFORMES BIOMETRICO SOBRE LA CAOBA HIBRIDA

Plantaciones analizadas

Las plantaciones que fueron analizadas biométricamente, se encuentran ubicadas en las fincas Guajaibón y La Nina, ambas en la provincia de la Habana. La plantación de Guajaibón tiene 12 años de edad y la de La Nina 8 años.

La plantación de Guajaibón está situada, en su mayor parte, en una ladera donde los suelos son poco profundos y de escasa fertilidad; aproximadamente el 25 por ciento de los árboles están en un valle de suelos aluviales, enriquecidos con la materia orgánica suministrada por los arrastres de las aguas de un arroyuelo que atraviesa la finca.

La plantación de La Nina está ubicada en suelos llanos, profundos y fértiles, clasificados morfológicamente como pertenecientes a la familia Matanzas, serie Matanzas; genéticamente aparecen clasificados como Latosol Tropical.

Distribución de las muestras

Como quiera que estas plantaciones, -las de Guajaibón y las de La Nina— se hicieron con posturas producidas por semilla tomada de árboles de Swietenia macrophylla, de las cuales resultaron híbridos cierto porcentaje que se encuentran distribuidas en toda la población, sin que existiera al plantarlas la más leve sospecha de la existencia de tales híbridos, resulta evidente que las muestras están distribuidas al azar.

Técnica empleada

Se midieron los diámetros de los árboles de la caoba híbrida en

la sección normal, a **1,3 m** del suelo (d.a.p.), se les pintó una franja alrededor del fuste y se le puso un número a cada árbol. Seguidamente se midieron los diámetros de todos los árboles de *S. macrophylla* que se encontraban a su alrededor. Para medir la longitud de los fustes, se usó una vara graduada en metros y decímetros. El número de árboles de *S. macrophylla* que fueron medidos alrededor de cada árbol híbrido, oscila entre 4 y 8, dentro de un radio de **12 m**.

Número de plantas medidas, diámetro y volumen

En la finca Guajaibón se midieron 50 árboles híbridos, los **que** representan un **30** por ciento, aproximadamente, de la población híbrida; y 277 árboles de *S. macrophylla*, medidos alrededor de los híbridos en un radio de **12 m**, que representan un **10** por ciento, aproximadamente, de la población de esta especie. En La Nina fueron medidos **14** árboles híbridos, los cuales constituyen aproximadamente el **35** por ciento de la población híbrida; y **70** árboles de *S. macrophylla*, los cuales se midieron alrededor de los híbridos, dentro de un radio de **12m**.

En Guajaibón, el promedio de los diámetros de la caoba híbrida es de 20,47 cm, mientras que el de *S. macrophylla* es de sólo **13,22 cm** (Tab. 1, Fig. 1). En La Nina, el promedio de los diámetros de los árboles híbridos, es de **17,32 cm** y el de la *S. macrophylla* de **11,45 cm** (Tab. 2, Fig. 1).

En Guajaibón, el promedio de los volúmenes de los árboles híbridos, es de **0,189 m³**; el de *S. macrophylla* es de sólo **0,080 m³** (Tab. 3, Fig. 2). En La Nina, el volumen promedio de los híbridos es de **0,109 m³**; el volumen promedio de los árboles de *S. macrophylla*, es de solamente **0,050 m³** (Tab. 4, Fig. 3).

Análisis efectuado

Se aplicó la prueba de "t" (Student) para muestras pareadas, a los promedios de los diámetros y volúmenes de ambas poblaciones: la de Guajaibón y la de La Nina. Como se puede apreciar en la tabla 5, los resultados obtenidos son altamente significativos, a un nivel de probabilidad de **0,1** por ciento para los parámetros medidos, con un Límite de confianza del 95 por ciento (Tab. 5).

Resultados

El análisis estadístico (prueba de "t" para muestras pareadas) da

valores altamente significativos, a un nivel de probabilidad de **0,1** por ciento, para diámetro y volumen en las dos poblaciones estudiadas; lo que indica que la probabilidad de que las diferencias entre los dos tipos de caoba se deba al azar, es menor de **0,001**. Ello confirma la hipótesis de que ambas caobas son genéticamente diferentes (Tab. 5, Fig. 2 y 3).

La relación de diámetro y volumen, para el híbrido y la *Swietenia macrophylla* es de **1,6:1** y de **2,4:1**, en Guajaibón; y de **1,5:1** y de **2,2:1**, en La Nina (Tab. 5). La caoba híbrida da una diferencia mayor que la *S. macrophylla*, en diámetro y volumen, de **36** por ciento y **58** por ciento, en Guajaibón; y de **34** por ciento y **54** por ciento, en La Nina (Tab. 5).

CONCLUSIONES

Resumiendo, podemos llegar a la conclusión, de acuerdo con los datos obtenidos genéticamente y los resultados del análisis biométrico, que existe una elevada probabilidad de que el heterocigoto es superior a la *Swietenia macrophylla*.

BIBLIOGRAFIA

- BERNARDI, A. L., F. BASCOPE y H. LAMPRECHT
1957. "*Swietenia macrophylla* King." Bol. No. 1 IFLAIC, Venezuela, 18 pp.
- BETANCOURT, A., J. R. MARQUETTI y J. R. GARCIA
1972. "*Khaya nyasica* Stapf. y *Khaya senegalensis* Juss. Comportamiento en Cuba de ambas especies". Rev. Baracoa, año 2, No. 2, pp. 32 - 52.
- BOLIVAR, 1.
1962. "Tratado de Biometría y Genética." Edit. Labor, Barcelona, 283 pp.
- BOULENAS, C. P.
1959. "Prontuario de la madera." Edit. Gustavo Gili, Barcelona, 328 pp.
- BRUCE LAMB, F.
1960. "An approach to Mahogany tree improvement." Rev. The Caribbean Forester, vol. 21, No. —
- BRUCE LAMB, F.
1966. "Mahogany of tropical América." The University of Michigan, USA, 220 pp.
- COCHRAN, W. G.
1971. "Técnicas de Muestreo." 2da. ed., Cía. Edit. Continental S. A., México, 488 pp.