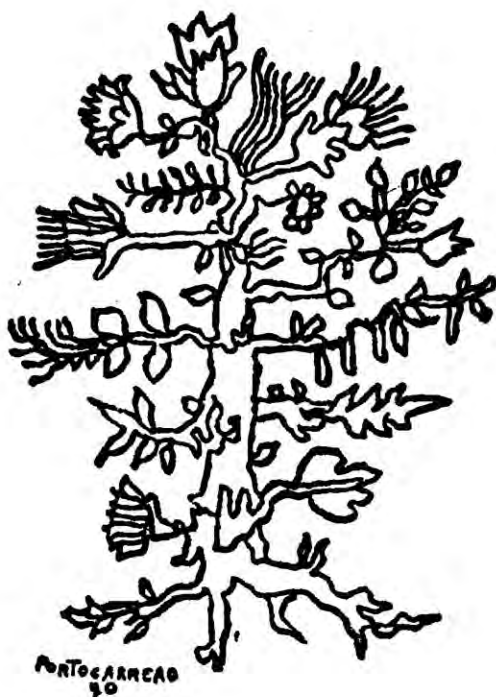


# ACTA BOTANICA CUBANA



No. 12

22 de septiembre de 1982



ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA

# Variabilidad del género *Pinus* (Coniferales: Pinaceae) en Cuba<sup>1</sup>

Antonio LÓPEZ ALMIRALL<sup>2</sup>

**RESUMEN.** Se realiza un análisis biométrico de 15 caracteres morfológicos en conos y agujas de las cuatro especies endémicas de *Pinus*. Se discuten la validez de cada especie y sus posibles interrelaciones, así como las correlaciones entre las características morfológicas y algunos factores ecológicos de las localidades en que se colectaron las muestras.

## INTRODUCCIÓN

### GENERALIDADES

De más de 100 especies que tiene el género *Pinus* L., 1753, más de 30 viven al S del Trópico de Cáncer, la mayoría de las cuales han sido muy poco estudiadas. Entre estas especies son muy interesantes las que viven en el área del Caribe, a saber: *P. caribaea* Morelet, 1851, *P. cubensis* Griseb. emend. Carabia, 1941, *P. occidentalis* Sw., 1788, *P. maestrensis* Bisse, 1975, y *P. tropicalis* Morelet, 1851; en este grupo también se incluye a *P. elliotii* Engelm. var. *densa* Little et Dorman, 1954, que vive en La Florida, al N del Trópico de Cáncer.

Entre los elementos que hacen interesantes estos táxones está el hecho de que entre ellos se encuentran las únicas especies de pinos tropicales cuyas áreas de distribución llegan hasta el nivel del mar al S del Trópico de Cáncer; además, algunas de ellas son capaces de formar bosques monotípicos (Samek, 1967a, b; Morelet, 1970) sobre suelos que no son aptos para la agricultura o la ganadería (Instituto de Suelos, 1973). Otra característica de algunas de estas especies es su alta productividad; así, *P. caribaea* es capaz de alcanzar anualmente, en algunas localidades, incrementos en altura superiores a 1 m (Fors, 1947). Por ello, las especies mencionadas son consideradas como una de las fuentes potenciales ideales para la producción de pulpa en las regiones tropicales del planeta, lo que se puede deducir por la gran cantidad de localidades, fuera de su área, en que han sido plantados estos

<sup>1</sup> Tesis de opción al grado de Candidato a Doctor en Ciencias Naturales, Instituto de Botánica, Academia de Ciencias de Polonia, Cracovia, diciembre de 1976. Manuscrito aprobado en octubre de 1981.

<sup>2</sup> Instituto de Botánica, Academia de Ciencias de Cuba.

pinos, como Nueva Zelanda, África del Sur, Argentina, etc. (Hudson, 1960).

Desde el punto de vista sistemático, los autores consultados (Shaw, 1914; Pilger, 1926; Duffield, 1952; Gaussen, 1955) coinciden en situar todos los táxones de pinos que viven en el área del Caribe en un solo grupo del subgénero *Diploxylon*, excepto *P. tropicalis*, que es ubicado en otro grupo del mismo subgénero. Así, por ejemplo, Shaw (1914) situó a *P. tropicalis* en el grupo *Lariciones*, y las demás especies en el grupo *Australes*.

Uno de los temas más discutidos en relación con los pinos caribeños es el que se refiere a las rutas que siguieron para llegar hasta algunas de las Antillas Mayores, Bahamas, y S de La Florida, aunque últimamente se acepta como buena la hipótesis de Little y Dorman (1954), la cual señala que, partiendo de América Central o de México, los pinos llegaron a Cuba y a La Española a través de alguna o algunas conexiones que en diferentes épocas existieron entre estas islas y el Continente, y se extendieron hacia el N, al ser llevadas las semillas por los fuertes vientos de los huracanes. En cualquier caso, esta migración debió tener lugar después de la segunda mitad del Terciario, teniendo en cuenta que probablemente hasta esa época, de acuerdo con lo establecido por Mirov (1967), no existieron pinos en México.

La hipótesis de Little y Dorman (1954) explicó bastante bien la estrecha relación que existe entre *P. caribaea*, *P. cubensis*, *P. maestrensis*, *P. occidentalis*, y *P. elliotii* var. *densa*, táxones que bien pudieron originarse a partir de uno o varios de los grupos en que Martínez (1948) dividió el grupo *Australes* de Shaw (1914), y a los que Mirov (1967) llamó complejos de especies.

En este trabajo se realizó un estudio taxonómico de los pinos endémicos de Cuba e Isla de la Juventud (antiguamente Isla de Pinos): *P. tropicalis*, *P. caribaea* var. *caribaea*, *P. cubensis*, y *P. maestrensis* (Fig. 1), a través de un análisis de la variabilidad morfológica de sus conos y agujas, con el fin de caracterizarlos y determinar las posibles relaciones entre los táxones.

#### DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES Y CARACTERÍSTICAS DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN QUE VIVEN

##### *Pinus tropicalis*

Esta especie ocupa grandes superficies de terreno en la porción occidental de la Isla de Cuba y N de la Isla de la Juventud (Fig. 2), y es posible encontrarla desde la costa hasta 300 m s. n. m.

Los suelos en que esta especie vive pueden ser amarillos de montaña, muy pobres y muy poco profundos, sobre pizarras y areniscas; también sobre suelos arenosos muy pobres y ácidos (Samek, 1968; Instituto de Suelos, 1973). En estos lugares, *P. tropicalis* forma grandes bosques monotípicos, aunque los ecótopos más fértiles suelen estar ocupados por *P. caribaea* var. *caribaea* (Samek, 1968). El hecho de que esta especie viva en los suelos más pobres es, según Morelet (1970), consecuencia de la poca agresividad que posee, y no existe razón alguna para que ocupe lugares más fértiles; sin embargo, hasta el momento no ha sido posible plantar con éxito *P. tropicalis*, ni siquiera en los lugares en que vive naturalmente (Samek, 1967a; Fors, 1965).

Las precipitaciones en el área ocupada por *P. tropicalis* varían entre 1 300 y 1 800 mm al año, distribuidas en una o dos estaciones lluviosas, la más larga de las cuales puede durar, en algunos casos, hasta 12 meses. El tiempo máximo de duración de la estación seca más larga es de 6 meses. Las localidades con mayores precipitaciones son precisamente las más altas. El promedio anual de temperaturas varía entre 23 y 28°C (A. Borhidi, inédito)<sup>3</sup>.

Según Mirov (1967), bien pueden haber ocurrido cruzamientos entre *P. tropicalis* y *P. caribaea*, pero hasta el momento no se han registrado hallazgos de ejemplares con características de estas dos especies.

### *Pinus caribaea*

En el Archipiélago Cubano habita la variedad *caribaea* y el área que ocupa es algo mayor que la ocupada por *P. tropicalis*, con la que se superpone. Las otras dos variedades viven en América Central (var. *hondurensis* Barret et Golfari, 1962) y en Bahamas (var. *bahamensis* Barret et Golfari, 1962).

*Pinus caribaea* var. *caribaea* vive en los suelos más diversos como: amarillos de montaña y arenosos derivados de pizarras o cuarcitas, sobre suelos con influencia de calizas, y aun sobre rocas calizas casi sin suelo; también vive en latosoles sobre rocas ígneas básicas y ultrabásicas, y en suelos mocarreros con un "hardpan" compuesto fundamentalmente de hierro y arena (Instituto de Suelos, 1973).

En general, esta variedad no forma grandes bosques, excepto en la Altiplanicie de Cajálbana, sino que sus ejemplares se encuentran reunidos en pequeños rodales en medio de bosques latifolios o de *P. tropicalis*.

<sup>3</sup> Trabajo en preparación sobre las regiones bioclimáticas de Cuba.

Samek y Duek (1967) sugirieron la posibilidad de que, al comenzar la colonización, el área de esta variedad se extendiera más al E de sus límites actuales. Berry (1934) reportó el hallazgo de algunos conos de esta especie en depósitos del Pleistoceno muy cercanos al centro geográfico de Cuba, a unos 400 km al E de la Ciudad de La Habana.

En su distribución vertical, *P. caribaea* var. *caribaea* va desde la costa hasta poco más de 400 m s. n. m. Las condiciones climáticas de las localidades en que vive esta variedad son similares a las condiciones en que vive *P. tropicalis*; sin embargo, las posibilidades de adaptación de *P. caribaea* var. *caribaea* son mucho mayores, lo que se demuestra con el éxito obtenido en las plantaciones realizadas en Topes de Collantes, a 800 m s. n. m. (Fors, 1947), y en otras regiones tropicales del planeta (Hiley, 1959; Hudson, 1960; Barret y Golfari, 1962). Según Samek (1973b), *P. caribaea* es más exigente que *P. tropicalis* a la humedad y fertilidad del suelo, y menos exigente a la luz. También supone este autor, teniendo en cuenta la diversidad de ambientes en que vive *P. caribaea* var. *caribaea* y el aislamiento a que se han visto sometidas algunas subpoblaciones donde viven unas pocas decenas de árboles, que es posible esperar una variabilidad grande en esta variedad (Samek, 1967b).

*Pinus caribaea* var. *caribaea* es una variedad poco estudiada, lo que se infiere del hecho de que no existan criterios claros sobre los caracteres que la diferencian de las otras dos variedades. Así, por ejemplo, de acuerdo con las descripciones de Barret y Golfari (1962), la variedad *bahamensis* presenta dos o tres agujas por fascículo, mientras que la variedad *caribaea*, tres o cuatro; por mi parte, en la variedad *caribaea* encontré que el 3,24 % de los fascículos poseía dos agujas; el 95,79 %, tres; el 0,92 %, cuatro; y el 0,05 %, cinco.

#### *Pinus cubensis*

Durante más de 60 años se ha discutido si esta especie existe (León, 1922; Florin, 1933; Hudson, 1960; Mirov, 1967) o no (Shaw, 1914; Dallimore y Jackson, 1954; Gaussen, 1960). A mi entender, en ese sentido, son definitivas las conclusiones de Carabia (1941), quien separó, sin lugar a dudas, *P. cubensis* y *P. occidentalis*.

*Pinus cubensis* es una especie endémica de la región del E de Cuba, y su área puede ser dividida en cuatro subáreas (Smith, 1954). Según Samek (1967a), esta especie no ocupa toda la superficie en cada una de estas subáreas, sino que forma pinares más o menos

grandes, separados por bosques de especies latifolias. Estos pinares son monotípicos.

Es característico de esta especie crecer solamente en suelos latosólicos en diferentes etapas del desarrollo, sobre rocas ígneas básicas o ultrabásicas (Instituto de Suelos, 1973, y Morelet, 1970). Samek (1967b) señaló la existencia de algunos árboles de esta especie en la meseta de Monte Cristo, al S del sistema montañoso Sagua-Baracoa, sobre suelo derivado de rocas calizas.

Esta especie aparece desde el nivel del mar, a unos cientos de metros de la costa, hasta alrededor de 1 000 m s. n. m. Las temperaturas medias en las localidades ocupadas por *P. cubensis* varían entre 22 y 26°C, y las precipitaciones van desde 920 mm anuales, en las localidades costeras, hasta 2 500 mm en las localidades más altas. Algunas localidades se caracterizan por tener dos estaciones secas, la más larga de las cuales puede durar ocho semanas. Las localidades situadas en las partes altas no tienen estación seca.

#### *Pinus maestrensis*

Esta especie fue incluida por Shaw (1914), junto con *P. cubensis*, dentro de *P. occidentalis*. León (1922) identificó *P. maestrensis* como *P. cubensis*; de manera similar, Florin (1933), trabajando con el material colectado por Ekman entre 1915 y 1930, que se encuentra en el Museo Real de Historia Natural de Estocolmo, consideró todas las muestras colectadas en la región del E de Cuba como pertenecientes a una sola especie; o sea, identificó como *P. cubensis* los ejemplares 6379, 3162, y 10137 de Ekman, colectados en la Sierra de Nipe, y los ejemplares 6805 y 1890, colectados en la Sierra Cristal, ambas localidades situadas en las montañas del N de la región oriental; pero también determinó como *P. cubensis* los ejemplares 5058, 1533, y 7026, colectados en la Sierra Maestra, en el área en que, según Bisse (1975), vive solamente *P. maestrensis*. Carabia (1941) identificó a *P. maestrensis* como *P. occidentalis*, aunque señaló que algunos caracteres no coinciden con los que presenta esta última especie en La Española. Samek (1967a) renunció a dar una denominación latina al pino que vive en las montañas del S de la región oriental, y lo llamó "pino de la Sierra Maestra". Liogier (1974) anotó la existencia de *P. occidentalis* en la Sierra Maestra. Bisse (1975) describió este pino bajo el nombre de *P. maestrensis*.

*Pinus maestrensis* es una especie que jamás forma bosques, sino que sus ejemplares se encuentran diseminados en pequeños rodales y

como árboles aislados en medio de bosques compuestos de especies latifolias.

Esta especie aparece a partir de los 250 m s. n. m. y se les puede encontrar hasta una altura de 1 800 m s. n. m., con las variaciones climáticas que esta diferencia en altura implica; así, la temperatura media anual varía entre 15 y 25°C, y las precipitaciones, entre 700 y 2 000 mm anuales (Samek, 1967a).

Por la cantidad de ocasiones que ha sido identificado *P. maestrensis* como *P. cubensis* (León, 1922; Florin, 1933), se puede deducir una gran semejanza entre ambas especies; otro tanto ocurre entre *P. maestrensis* y *P. occidentalis* (Hudson, 1960; Liogier, 1974). Otros autores han señalado una gran similitud entre *P. caribaea* var. *caribaea*, *P. maestrensis* (*P. occidentalis sensu lato*), y *P. occidentalis* (Chalmers, 1958; Karstedt y Mesa, 1972), lo que hace suponer que éstas son especies filogenéticamente muy relacionadas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se recogieron muestras de conos y agujas en toda el área de distribución del género *Pinus* en Cuba, y se trató de colectar en la mayor cantidad de condiciones ambientales en que viven las especies de este género, para lo cual nos basamos en los trabajos de León (1946), Smith (1954), Huguet (1958), Ganchev (1972), Morelet (1970), Instituto de Suelos (1973), Núñez (1972), y Samek (1973a, b).

En cada una de las localidades escogidas se seleccionaron al azar entre 12 y 56 árboles, de cada uno de los cuales se tomaron, también al azar, entre 15 y 56 fascículos desarrollados, y un cono abierto. El cono y uno de los fascículos se midieron según el método utilizado por Staszkievicz (1968) para *P. silvestris* L., 1753.

En el material colectado se determinaron los siguientes índices: A, largo del cono; B, diámetro del cono; C, ancho del umbón; D, largo del umbón; E, espesor del umbón; F, número de escamas por cono; G, relación entre largo y el ancho del cono; H, relación entre el largo y el ancho del umbón; I, relación entre el ancho y el espesor del umbón; J, relación entre el largo del cono y el número de escamas; K, largo del fascículo; L, diámetro del fascículo; M, largo de la vaina; N, relación entre el largo y el diámetro del fascículo; O, relación entre el largo del fascículo y el de la vaina; P, número de agujas por fascículo.

Los datos obtenidos se procesaron según el método gráfico de Jentys-Szaferowa (1959), para lo cual se utilizó la línea-patrón confeccionada con la media aritmética general de cada índice. Se confeccionó un gráfico para cada especie y uno para cada localidad.

Para verificar los resultados se utilizó el método de agrupamiento de los coeficientes de correlación descrito por Sokal y Sneath (1963); con este fin, se confeccionó un dendrograma general para el género y uno para cada taxon.

En *P. cubensis* y *P. maestrensis* se calcularon los coeficientes de correlación entre las medias aritméticas de algunos índices, por localidad, y algunas características de las localidades como la longitud geográfica y la altitud. Aquí se incluyen sólo los resultados más interesantes.

Tabla 1. Características ecológicas de las localidades en que se tomaron las muestras.

Localidades	Coordenadas geográficas			Altura sobre el nivel del mar (m)	Exposición	Lluvias		Temperatura media anual (°C)
	Lat. N ° y / °	Long. W ° y / °	Total (mm)			Periodo seco (semanas)		
1) Las Cañas	22	21	84	12	NW	1684	1	24,9
2) Laguna Catalina	22	05	84	03	Llanura	963	10	25,9
3) Arroyo Colorado	22	46	83	33	N	1307	2	24,9
4) La Güira	22	29	83	28	NW	1871	0	23,9
5) Cajáibana	22	43	83	27	NE			
6) Rancho Mundito	22	45	83	16	NE	1871	0	23,9
7) Los Palacios	22	25	83	14	Llanura	1617	5	24,7
8) El Salón	22	51	82	56	SW			
9) Base Victoria	21	43	82	56	Llanura	1589	22	25,3
10) Cayo Piedra	21	35	82	45	Llanura	1267	26	25,3
11) Pinares de Mayarí	20	29	75	43	NE y SE	2367	0	23,2
12) Cabonico	20	39	75	28	N	920	6	26,2
13) Moa	20	38	74	57	NE	1983	10	26,2
14) Cayo Güín	20	24	74	41	NE	1872	6	25,6
15) Palma Clara	20	12	74	26	NE	2518	0	25,2
16) La Tagua	20	27	75	03	SW	2093	0	22,4
17) La Corea	20	31	75	29	SE	2093	0	21,2
18) La Sofía	20	01	75	35	SE	1874	4	21,2
19) El Jardín	20	02	75	40	N	1874	4	21,2
20) Loma del Gato	20	03	76	07	NE	1662	2	23,5
21) La Alcarraza	20	03	76	14	SE	2134	0	18,7
22) Los Números	20	08	76	39	NE	1514	4	25,2
23) Dimas	22	27	84	03	NE	1628	10	25,5
24) Laguna Catalina	22	05	84	03	Varías	963	16	25,9
25) Guinito	22	28	83	50	Llanura	1684	1	24,9
26) La Cangreja	22	44	83	43	W	1520	4	24,7
27) Llanos de Manacas	22	45	83	40	NW	1307	2	24,9
28) San Andrés	22	31	83	38	NW	1520	4	24,0
29) Herradura	22	22	83	25	Llanura	1617	5	24,7
30) La Demajagua	21	48	82	59	Llanura	1307	24	26,9



Especial atención en este trabajo recibieron el número de agujas por fascículo y el número de escamas por cono, pues estos son índices fáciles de evaluar, y, por ello, pueden resultar de gran utilidad en el reconocimiento de las distintas especies. El número de agujas por fascículo se ha utilizado en la descripción de todas las especies del género *Pinus*.

La posición geográfica de las localidades donde se realizaron las colectas y algunas características ambientales de las mismas aparecen en la Tabla 1. Las muestras de la 1 a la 10 son de *P. caribaea*; de la 11 a la 17, de *P. cubensis*; de la 18 a la 22, de *P. maestrensis*; el resto, de *P. tropicalis*.

## RESULTADOS

### CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LOS PINOS CUBANOS

#### *Generalidades*

En el material colectado se pueden distinguir perfectamente cuatro especies de pinos (Figs. 3 y 4).

En los gráficos de especies, confeccionados según el método de Jentys-Szaferowa (Fig. 3), se observa que *P. caribaea* var. *caribaea* se caracteriza por poseer conos más largos, mayor cantidad de escamas por cono, y mayor número de agujas por fascículo (índices A, F, y P). Esta especie no presenta un número constante de agujas por fascículo; tres agujas es el número más común (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de fascículos con dos, tres, cuatro, y cinco agujas en especies del género *Pinus*, por localidades.

Localidad	Número de agujas			
	Dos	Tres	Cuatro	Cinco
<i>P. caribaea</i>				
Las Cañas	4,71	95,29	0	0
Laguna Catalina	3,65	96,35	0	0
Arroyo Colorado	1,79	98,21	0	0
La Güira	0,38	98,06	1,51	0,04
Cajalbana	1,88	97,97	0,15	0
Rancho Mundoño	1,03	92,55	6,00	0,42
Los Palacios	1,79	97,92	0,29	0
El Salón	0,15	98,71	1,14	0
Base Victoria	1,90	98,00	0,10	0
Cayo Piedra	15,13	84,87	0	0
Media	3,24	95,79	0,92	0,05

(Continúa)

Tabla 2 (Continuación)

Localidad	Número de agujas			
	Dos	Tres	Cuatro	Cinco
<i>P. cubensis</i>				
Pinares de Mayarí	99,81	0,19	0	0
Cabonico	100,00	0	0	0
Moa	100,00	0	0	0
Cayo Güin	100,00	0	0	0
Palma Clara	100,00	0	0	0
La Tagua	100,00	0	0	0
La Corea	99,91	0,09	0	0
Media	99,96	0,04	0	0
<i>P. maestrensis</i>				
La Sofía	67,91	32,09	0	0
El Jardín	91,39	8,61	0	0
Loma del Gato	58,36	41,64	0	0
La Alcarraza	31,91	68,09	0	0
Los Números	16,43	83,37	0,27	0
Media	53,20	46,76	0,05	0
<i>P. tropicalis</i>				
Laguna Catalina	100,00	0	0	0
Dimas	100,00	0	0	0
Guanito	99,90	0,10	0	0
La Cangreja	100,00	0	0	0
Llanos de Manacas	99,92	0,08	0	0
San Andrés	100,00	0	0	0
Herradura	100,00	0	0	0
La Demajagua	100,00	0	0	0
Media	99,98	0,02	0	0

*Pinus cubensis* se caracteriza por tener conos cortos y anchos (índices A y B); de ahí que el valor de la relación entre el largo y el diámetro del cono (índice G) sea tan pequeño (Fig. 3). El número de escamas por cono (índice F) es mucho menor que en *P. caribaea* (Fig. 5), y el número de agujas por fascículo es de dos en la inmensa mayoría de los casos (Tabla 2).

El gráfico confeccionado según el método de Jentys-Szaferowa para *P. maestrensis* resulta similar al confeccionado para *P. cubensis* (Fig. 3). En el dendrograma general (Fig. 4) se puede ver que estas dos especies se encuentran muy relacionadas, tanto que una localidad cuyos ejemplares han sido identificados como *P. maestrensis* (Fig. 4; Tabla 1), de acuerdo con el área señalada por Bisse (1975), está incluida en *P. cubensis*.

*Pinus maestrensis* se caracteriza, fundamentalmente (Fig. 3), por sus conos más cortos y estrechos y umbón más estrecho que la media (índices A-C). En los gráficos de Jentys-Szaferowa no se observan grandes diferencias, en cuanto al número de escamas por cono, entre *P. maestrensis* y *P. cubensis* (Fig. 3, índice F); sin embargo, si nos fijamos en los valores medios de este índice en cada localidad (Fig. 5), se observa que estos valores pueden ser desde similares a *P. cubensis* hasta similares a *P. caribaea*. Algo parecido ocurre con el número de agujas por fascículo (índice P); sin embargo, el número de fascículos de tres agujas encontrados en *P. maestrensis* fue siempre mucho mayor que el encontrado en *P. cubensis* (Tabla 2).

En los gráficos de Jentys-Szaferowa, por especie, se puede ver que los índices correspondientes a los conos (índices A-J) de *P. tropicalis* tienen valores semejantes al patrón (Fig. 3). El número de agujas por fascículo fue casi invariablemente de dos (Tabla 2), y el número de escamas por cono fue muy semejante a *P. cubensis*.

Las características morfológicas encontradas en cada especie, de acuerdo con las particularidades de las localidades donde se realizaron las colectas, fueron:

#### *P. cubensis*

Localidades situadas cerca del nivel del mar. Estas localidades se encuentran situadas en la vertiente N del grupo prográfico Sagua-Baracoa (Fig. 6B), en alturas que van desde 50 hasta 300 m s. n. m., y se caracterizan por las diferencias en las precipitaciones, que varían desde cerca de 1 000 hasta alrededor de 2 000 mm anuales, con dos estaciones

secas, la más larga de las cuales puede durar entre 6 y 10 semanas (Tabla 1). Estas localidades son Moa (13), Cabonico (12), y Cayo Güin (14).

El material colectado se caracteriza por lo pequeño y estrecho de sus conos, así como por lo pequeño de sus umbones (índices A-E). Las relaciones entre el largo y el diámetro del fascículo, y entre el largo del fascículo y el largo de la vaina (índices N y O) son muy grandes, como se puede ver en los gráficos de Jentys-Szaferowa (Fig. 7). Tanto en el dendrograma general, como en el de la especie, estas muestras se agrupan en una rama (Figs. 4 y 8).

Localidades situadas en las montañas. Estas son Pinares de Mayarí (11), en la Meseta de Nipe, y Palma Clara (15), La Tagua (16), y La Corea (17), en el grupo orográfico Sagua-Baracoa (Fig. 6B). La altitud varía entre 300 y 750 m s. n. m. (Tabla 1). La cantidad de lluvia que cae anualmente varía, pero en ningún caso está por debajo de 2 000 mm, sin estación seca. La temperatura media anual va desde 21 hasta 23°C (Tabla 1).

Todos los índices medidos en los conos (índices A-E) son mayores en las localidades situadas en las partes más bajas (Fig. 7). Las relaciones de los fascículos (índices N y O) presentan valores inferiores a la media general, excepto en la localidad de Palma Clara (Fig. 7).

Tanto en el dendrograma general (Fig. 4), como en el confeccionado para la especie (Fig. 8), estas localidades se reúnen en una rama del mismo orden, pero diferente a la ocupada por las localidades situadas en lugares más bajos. En dos de estas localidades fueron hallados los pocos fascículos de tres agujas encontrados en esta especie (Tabla 2).

#### *P. maestrensis*

Localidades situadas en la Sierra de Gran Piedra. Estas son La Sofía (18) y El Jardín (19), a 600 y 700 m s. n. m., respectivamente (Tabla 1), y a 12 km entre sí (Fig. 6B), con un suelo amarillo de montaña, sobre rocas ígneas básicas o ultrabásicas (Instituto de Suelos, 1973). En esta zona las precipitaciones alcanzan 1 874 mm anuales y la temperatura media es de 21°C. La estación seca dura alrededor de cuatro semanas (Tabla 1). Estas localidades están situadas a poco más de 40 km de La Corea, hacia el S, de la que están separadas por una depresión y una meseta de rocas calizas más baja que Gran Piedra.

Los gráficos de Jentys-Szaferowa confeccionados con los índices de las muestras de Gran Piedra se caracterizan por su similitud con

*P. cubensis* procedente de las localidades de las montañas (Fig. 7 y 9). En el dendrograma general la muestra de El Jardín se encuentra dentro de *P. cubensis* (Fig. 4). En el dendrograma de *P. maestrensis* estas dos muestras forman una rama (Fig. 10).

A pesar de la poca distancia que hay entre ambas localidades, de que no existen barreras que limiten el libre intercambio de genes entre ellas, y de que las condiciones ambientales son casi idénticas, es posible observar diferencias notables entre algunos índices de ambas muestras, tales como el diámetro de los conos y el espesor del umbón (índices B y E); sin embargo, la diferencia más notable entre ambas muestras está en el porcentaje de fascículos con tres agujas (Tabla 2).

Localidades situadas en la Sierra del Turquino. Las localidades visitadas en esta subregión están situadas entre las latitudes 20° 08' y 23° 03' N y entre las longitudes 76° 07' y 76° 39' W; estas localidades se denominan Loma del Gato (20), La Alcarraza (21), y Los Números (22) (Fig. 6B; Tabla 1). La altitud varía entre 300 y 1 000 m s. n. m.; los suelos en ellas son diferentes y se hallan situados sobre diferentes rocas. Las precipitaciones varían entre 1 500 y 2 000 mm al año, y la temperatura media anual entre 18,7 y 25,5°C.

Aunque las muestras de estas localidades están reunidas en una rama del dendrograma de la especie, las diferencias globales entre ellas son mayores que las encontradas entre las muestras de Gran Piedra (Fig. 10).

Los conos de Gran Piedra resultaron más gruesos (índice B) que los de la Sierra del Turquino, y mientras los conos de Gran Piedra tienen, como promedio, menos de 110 escamas, los de la Sierra del Turquino tienen más de 110 (Fig. 5).

En el material colectado en la Sierra del Turquino se nota una tendencia de variación E-W que se hace evidente en todos los índices; así, mientras los conos procedentes de Loma del Gato —que es la localidad más oriental— son casi tan gruesos como los de Gran Piedra, los que proceden de Los Números —que es la localidad más occidental— son mucho más finos. Muy significativa es la variación del número de agujas por fascículo, donde el coeficiente de correlación entre este índice y la longitud geográfica es de 0,93, a pesar de que en este cálculo se utilizaron los promedios de las cinco localidades (Fig. 11).

*Pinus caribaea*

Localidades situadas en las Alturas de Pizarras. Se hicieron colectas en Las Cañas (1), Arroyo Colorado (3), y La Güira (4), ubicadas en alturas que van desde los 35 hasta los 106 m s. n. m., con precipitaciones entre 1 300 y 1 800 mm anuales, y un período seco que puede llegar hasta 16 semanas (Tabla 1). El suelo en estas localidades es rojo de montaña, muy erosionado, y se encuentra sobre rocas metamórficas. En Las Cañas y Arroyo Colorado, *P. caribaea* se asocia a *P. tropicalis*.

La Güira marca el límite oriental de los pinares en las Alturas de Pizarras del S; la influencia de la roca caliza debe ser muy grande en este ródal, como consecuencia de los arrastres, ya que el pinar está en el punto de contacto entre las Alturas de Pizarras y la Cordillera de los Órganos. Los ejemplares de *P. tropicalis* desaparecen actualmente a unos 5 km al W de esta localidad.

En los gráficos de Jentys-Szaferowa se distinguen dos formas, una que incluye las localidades en que viven asociados ambos pinos, y la otra que está representada solamente por La Güira. El primer grupo se distingue por poseer copos y umbones pequeños (índices A-D), mientras que en el segundo, el valor de estos índices es grande (Figs. 12 y 13) y ocurre también que los umbones son finos y la relación largo entre diámetro de los fascículos es alta (índices E y N).

Localidades situadas en la Llanura Aluvial del S de Pinar del Río. En esta subregión se hicieron colectas en dos localidades: Laguna Catalina (2), cerca del límite occidental, y Los Palacios (7), cerca del límite oriental (Fig. 6A).

Laguna Catalina se encuentra a 10 m s. n. m., con suelo arenoso sobre sedimentos de cuarzo. Según Núñez (1972), el suelo en esta zona se formó como consecuencia de la acción de las fuerzas erosivas sobre las Alturas de Pizarras (Tabla. 1).

Los Palacios está situada a una altura aproximada de 25 m s. n. m.; el suelo en esta localidad es producto de la erosión sobre la Sierra del Rosario, y en el subsuelo, a diferentes profundidades, aparece un "hardpan" formado por un conglomerado en cuya constitución entran hierro y arena, fundamentalmente. El contenido de hierro en este suelo puede llegar hasta 15 % (Instituto de Suelos, 1973). Las precipitaciones en estas dos localidades alcanzan 900 mm anuales, con una temperatura media anual de 25,8°C (Tabla 2).

La zona en que se encuentra Laguna Catalina estuvo antiguamente cubierta, en su mayor parte, por pinares (Samek, 1967a). La zona donde se encuentra Los Palacios estuvo cubierta por bosques latifolios y los pinares existían en forma de pequeños rodales aislados.

En los gráficos de Jentys-Szaferowa (Figs. 12 y 13) se puede ver que no existe semejanza entre las muestras procedentes de ambas localidades. El gráfico, confeccionado con el material procedente de Laguna Catalina, se asemeja a los confeccionados con las muestras de Las Cañas y Arroyo Colorado, ambas en las Alturas de Pizarras. Los Palacios se caracteriza por los conos largos y gruesos, así como por umbones largos (índices A-C). Los fascículos y las vainas son también largos (índices K y M).

Localidades situadas en la Altiplanicie de Cajalbana. En esta subregión se encuentran los mayores bosques puros de *Pinus caribaea* var. *caribaea*, y es precisamente aquí donde esta variedad alcanza su mayor altitud: 464 m s. n. m., altura máxima de la Altiplanicie (Tabla 1).

El clima de esta localidad, según Samek y Travieso (1968), se caracteriza por las precipitaciones, que varían entre 1 300 y 1 500 mm al año, con una estación seca que se extiende desde noviembre hasta abril. La temperatura media anual varía desde 25°C a nivel del mar, hasta 23°C en la meseta (Samek, 1973a). El suelo en esta localidad es latosol en distintas etapas de formación, con un contenido en hierro de 64 % (Instituto de Suelos, 1973); la roca originaria es serpentina (Núñez, 1972).

Las características morfológicas de los conos y las agujas de los ejemplares colectados en esta localidad son similares al material colectado en Los Palacios, lo que se puede ver tanto en los gráficos de Jentys-Szaferowa (Fig. 13), como en el dendrograma de la especie (Fig. 14). El único factor ambiental entre ambas localidades es el alto contenido en hierro del suelo.

Localidades situadas en la Sierra del Rosario. En esta subregión se colectaron muestras de conos y agujas en Rancho Mundito (6) y en El Salón (8) (Fig. 6A). En la Sierra del Rosario, *P. caribaea* se caracteriza por no formar bosques puros, sino que sus ejemplares se agrupan en pequeños rodales aislados, en medio de bosques latifolios.

Rancho Mundito está situada a una altura aproximada de 200 m s. n. m., con un suelo rojo de montaña sobre pizarras y areniscas, mientras los pinares de El Salón están sólo a 80 m s.n.m., y el suelo es pardo tropical sobre rocas calizas en algunos casos.

En los gráficos de Jentys-Szaferowa (Fig. 13) se nota que la muestra más parecida a la de Rancho Mundito es la procedente de La Güira, situada a unos pocos kilómetros (Fig. 6A) y con condiciones ambientales similares. Resulta interesante que estas dos últimas localidades fueran las únicas en las que se encontraran fascículos de cinco agujas (Tabla 2). En el dendrograma de la especie, estas dos localidades aparecen próximas (Fig. 14).

Los valores obtenidos en la muestra de El Salón fueron intermedios entre Las Cañas y Cajalbana (Fig. 14).

Localidades situadas en la Isla de la Juventud. Fue precisamente en esta región donde Morelet (1855) colectó el material que sirvió de base para la descripción de *P. caribaea*.

Las localidades visitadas en la Isla de la Juventud fueron Base Victoria (9) y Cayo Piedra (10); la primera en el SW de la región, sobre el Peniplano Arcilloso y Arenoso, al S de la Sierra de la Siguanea, a una altura inferior a los 20 m s. n. m., con un suelo pseudohidromórfico, sobre una capa de caolín. Las lluvias en esta localidad sobrepasan los 1 300 mm por año, y la estación seca dura 24 semanas; la temperatura media anual es de alrededor de 26,9°C (Tabla 1).

En este lugar viven asociadas *P. caribaea* y *P. tropicalis*, y, según Samek (1968), la composición florística de los pinares en esta zona es similar a la composición de las Alturas de Pizarras (La Jagua).

La localidad de Cayo Piedra está situada a 5 m s. n. m., en la Llanura Cársica del S. Las precipitaciones alcanzan los 1 200 mm de lluvia anualmente, con una estación seca que llega a durar 26 semanas. La temperatura media es de 25,3°C. En esta zona sólo existe verdadero suelo en las oquedades de las rocas calizas, rocas sobre las cuales descansa directamente la vegetación. El rodal que crece en esta localidad está formado por unas pocas decenas de pinos en medio del bosque latifolio.

Las características de los pinos que crecen en Base Victoria los hacen semejantes a los que viven en Las Cañas, Arroyo Colorado, y Laguna Catalina; sin embargo, el espesor del umbón y el largo del fascículo (índices E y K) son semejantes a los de las muestras colectadas en El Salón (Figs. 12 y 13). En el dendrograma de *P. caribaea*, la muestra de Base Victoria ocupa una posición más cercana a las demás localidades donde también vive *P. tropicalis*, que a la de Cayo Piedra (Fig. 14).



En la muestra de Cayo Piedra se encontró el mayor porcentaje de fascículos con dos agujas (Tabla 2); además, fue la muestra con más bajo número de escamas por cono, con valores semejantes a algunas muestras de *P. maestrensis* (Fig. 5). En el dendrograma de la especie (Fig. 14), esta localidad se encuentra asociada con El Salón.

### *Pinus tropicalis*

Esta especie, al parecer muy antigua, tiene un área de distribución casi continua, pues la única discontinuidad consiste en las decenas de kilómetros que separan a Cuba de la Isla de la Juventud.

En la región occidental de Cuba, *P. tropicalis* vive en las Alturas de Pizarras y en la porción W de la Llanura Aluvial del S de Pinar del Río, hasta los alrededores del pueblo de Herradura. En la Isla de la Juventud ocupa el Peniplano Arcilloso y Arenoso. En toda esta área vive *P. Caribaea*.

Las características de las localidades en que se colectaron las muestras de *P. tropicalis* son similares a las mencionadas para las localidades en las Alturas de Pizarras, Laguna Catalina, y Peniplano Arcilloso y Arenoso de la Isla de la Juventud, en que se colectó *P. caribaea* (Fig. 6A; Tabla 1).

La variabilidad encontrada en esta especie es muy baja, como pronosticara Samek (1967b); sin embargo, es posible distinguir en los gráficos de Jentys-Szaferowa y en el dendrograma de la especie, dos formas diferentes (Figs. 15-17); la primera de estas formas caracteriza las muestras de Dimas y Herradura, situadas en las Alturas de Pizarras del N y en la Llanura Aluvial del S de Pinar del Río, respectivamente, en los extremos E y W del área (Fig. 6A). La segunda forma se distingue en todas las demás localidades.

Los umbones son más gruesos; las vainas, más largas; y la relación entre el largo del fascículo y el largo de la vaina (índices A, M y O), mayores en la primera forma (Figs. 15 y 16).

En la muestra de Herradura llama la atención el gran tamaño de los conos y umbones (índices A-E). En el dendrograma de la especie cada grupo ocupa una rama diferente (Fig. 17).

### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Por los resultados obtenidos, se puede observar claramente, tanto por el método de Jentys-Szaferowa, como por el de Sokal y Sneath, que