

# Variación en la longitud de los elementos axiales de cinco especies arbóreas\*

\*\*Jacqueline PÉREZ,  
\*\*Miguel VALES  
y \*\*Francisco CEJAS

**RESUMEN.** Se estudió la variación de los elementos axiales en las maderas de las especies *Tabebuia pentaphylla*, *Sterculia apetala*, *Maclura tinctoria*, *Hibiscus elatus* y *Calophyllum sp.*, de acuerdo con la distancia desde la médula y su posición respecto a los puntos cardinales. Los menores y mayores valores en la longitud de los elementos axiales aparecieron generalmente hacia la médula y corteza respectivamente. Para la orientación los valores más altos obtenidos en los miembros de los vasos, series del parénquima y las fibras se relacionaron tentativamente con la mayor incidencia solar, y la dirección predominante de los vientos.

## INTRODUCCIÓN

Desde que Sanio (1872) estableciera patrones generales del largo de las traqueidas en *Pinus sylvestris*, han aparecido en la literatura numerosos trabajos de anatomía cuantitativa de la madera, destacándose entre otros los de Bergman (1949) y Thorbjorsen (1961) quienes no pudieron explicar las causas de las diferencias observadas por ellos en algunas especies maderables. Por su parte Hamilton (1961) indicó una relación directa entre el largo de las fibras y la edad en *Quercus falcata*; mientras que Baas (1977) en un estudio realizado en *Leptospermum crassipes* consideró que en la madera juvenil existía una di-

ferencia en la longitud de las fibrotraqueidas y miembros de los vasos, indicativo de un crecimiento intrusivo de las primeras. En la mayoría de las maderas adultas la longitud de los elementos perforados e imperforados es aproximadamente el mismo.

Metcalf y Chalk (1972) señalaron que el largo de los elementos de los vasos raramente es usado para la identificación de las maderas, pero si es importante para

\*Manuscrito aprobado en marzo de 1989.

\*\*Instituto de Ecología y Sistemática, Academia de Ciencias de Cuba.

estudios filogenéticos. Van Vliet (1979) consideró que el papel de los vasos en la conducción del agua es completamente especulativo, cuestión que debe analizarse más ampliamente ya que el largo de estos elementos puede estar en mayor o menor grado afectado por el crecimiento intrusivo. Este crecimiento se ha observado igualmente para las series del parénquima, las fibras y los elementos de los vasos, al

parecer motivado por mayores concentraciones de nutrientes.

Chalk y Chattaway (1934) señalaron que el largo de las células fusiformes cambiales se correspondían aproximadamente con el largo de las series del parénquima.

En este trabajo realizamos el estudio de la variación del largo de los elementos axiales de las maderas de cinco especies, con respecto tanto a la distancia de la médula como a la orientación geográfica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se colectaron rodajas en troncos de: *Tabebuia pentaphylla* (L.) Hemsl.; *Sterculia apetala* (Jacq.) Karst.; *Maclura tinctoria* (L.) D. Don. ex Steud.; *Hibiscus elatus* Sw. y *Calophyllum* sp., que crecían en el arboretum de la antigua Escuela Forestal de La Habana, en los que, previo a la tala, se indicó su orientación con respecto a los puntos cardinales y luego se tomó el material botánico, el que fue determinado y depositado en el herbario de la Academia de Ciencias de Cuba (HAC).

En dichas rodajas se tomaron 10 muestras equidistantes de la médula a la corteza para cada punto cardinal, las que fueron disgregadas por el método de Franklin (1946) para las mediciones del largo de las fibras, de los elementos de los vasos y de las series del parénquima, realizándose 100, 50 y 25 observaciones respectivamente en cada muestra con un microproyector visopan (Reichert) y cuyos resultados se reflejaron en tablas. Para cada una

de las especies se consideró:

m = número de muestra

dist. = distancia a la que fue tomada la muestra (cm)

fibras = longitud de las fibras

vasos = longitud de los miembros de los vasos

parenq. = longitud de las series del parénquima

Con los valores obtenidos se realizaron análisis de varianza de clasificación doble con el objetivo de encontrar si existían diferencias en las muestras, tanto por orientación, como por su posición de la médula a la corteza y, en los casos en que aparecieron, se aplicaron pruebas de Duncan para definir hacia que orientación eran mayores los elementos investigados.

Se realizaron además correlaciones con el fin de estudiar el comportamiento de la longitud de los elementos respecto a la media total y al valor real de las distancias a que fueron tomadas las muestras en cada orientación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Tabebuia pentaphylla*

Para los datos obtenidos en las fibras, miembros de los vasos y series del parénquima (Fig. 1a), aparecieron diferencias significativas entre las muestras; mientras que, para la orientación, éstas sólo se presentaron en las series del parénquima. (Tabla 1).

En la prueba de Duncan para la posición de las muestras aparecieron grupos muy interrelacionados, distinguiéndose las más cercanas a la corteza y la médula por sus valores mayores y menores, respectivamente. Por su parte, para la orientación (Fig. 2) se formaron dos grupos poco solapados; las medias más altas quedaron al sur, y las más bajas al norte.

TABLA 1. Comportamiento de la longitud de los elementos axiales en *Tabebuia pentaphylla*.

m	dist.	fibras	vasos	parenq.
1	0,0	960,42	306,02	332,65
2	1,2	1 082	308,72	370,45
3	2,5	1 132,75	317,62	370,65
4	3,8	1 114,87	324,87	380,72
5	5,1	1 092,07	303,77	397,25
6	6,3	1 146,4	319,55	389,45
7	7,6	1 157,22	314,22	393,25
8	8,5	1 125,72	332,5	401,6
9	10,2	1 183,1	330,57	430,3
10	11,4	1 358,72	349,17	420,25

En la matriz de correlación se obtuvo que entre los valores medios de la longitud de los elementos axiales y la distancia media a que fueron tomadas las muestras existe una correlación positiva, así como también para los elementos en relación con su orientación. Se exceptúan las fibras del norte y los vasos del sur que no muestran correlación.

### *Sterculia apetala*

En los datos hallados (Fig. 1b) el análisis de varianza mostró diferencias significativas, respecto a la posición de las mues-

tras solo para las fibras, con grupos interrelacionados, donde las mayores longitudes se encontraron hacia la corteza y las menores hacia la médula. (Tabla 2).

Para la orientación (Fig. 3), se observaron diferencias significativas para todos los elementos, teniendo las muestras de las fibras y las series de parénquima del norte los menores valores, separados de un gran grupo en el que las muestras del oeste tienen los mayores valores. En los miembros de los vasos se aprecia que cada orientación es un grupo independiente, repitiéndose el hecho de que las medias ma-

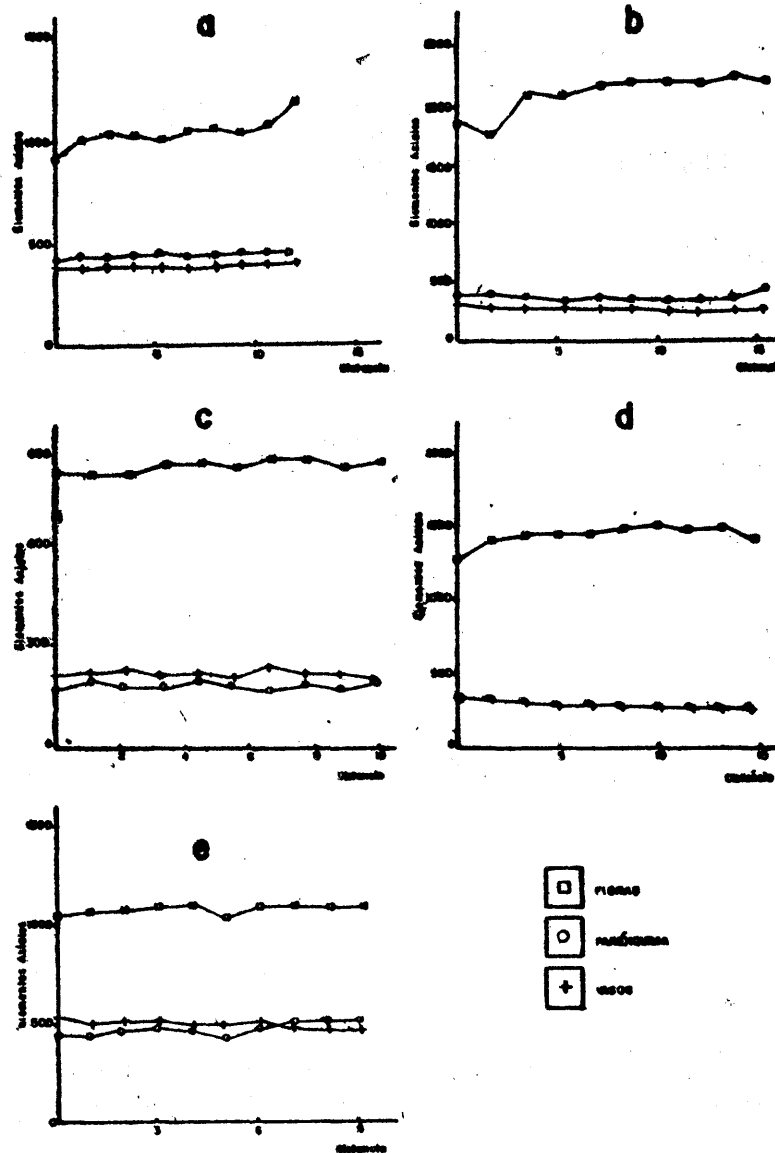


Fig. 1. Variación de la longitud de los elementos axiales de la médula a la corteza en (a) *Tabebuia pentaphylla*, (b) *Sterculia apetala*, (c) *Maclura tinctoria*, (d) *Hibiscus elatus* y (e) *Calophyllum* sp.

yores se encuentran al oeste y las menores al norte.

En la matriz de correlación para la posición de las muestras se observa que la longitud de las fibras está correlacionada con la distancia media a que fueron to-

madadas las mismas, no así los miembros de los vasos, que presentan cierta correlación negativa.

Por otro lado, para la orientación aparece correlación negativa en las series del parénquima y los miembros de los vasos,

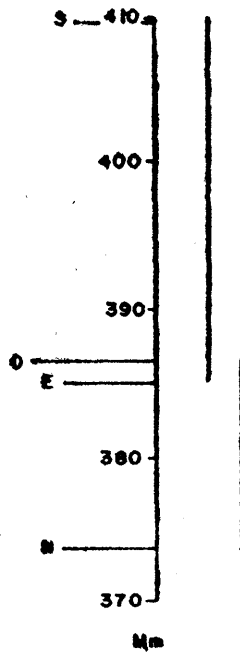


Fig. 2. Prueba de Duncan para la media general por orientación de las series del parénquima en *Tabebuia pentaphylla*.

con las distancias a que fueron tomadas las muestras del norte y del sur, respectivamente, y correlación positiva en los demás excepto los vasos del norte y oeste; no existe para las series del parénquima del este.

*Maciura tinctoria*

Al aplicar el análisis de varianza a los resultados obtenidos (Fig. 1c) solo encontramos diferencias en la orientación para los miembros de los vasos, apareciendo en la prueba de Duncan (Fig. 4) dos grupos, uno formado por las muestras del norte, con los valores más altos, y otro por las del sur, con los menores.

Se halló también una correlación positiva entre la distancia media a que fueron tomadas las muestras y la longitud de las fibras (Tabla 3); correlación que también existe entre estas últimas y las distancias de las muestras del este, así como para las

TABLA 2. Comportamiento de la longitud de los elementos axiales en *Sterculia apetala*.

m	dist.	fibras	vasos	parenq.
1	0,0	1 889,25	342,17	403,17
2	1,72	1 769,9	306,65	444,45
3	3,44	2 171,4	322,62	442,5
4	5,16	2 176,9	332,5	395,75
5	6,88	2 281,95	321,67	449,35
6	8,35	2 319,9	326,25	427,12
7	10,07	2 315,5	310,65	409,05
8	11,54	2 293,5	299,82	409,27
9	13,26	2 353,35	324,32	428,02
10	14,73	2 332,67	306,62	528,75

TABLA 3. Comportamiento de la longitud de los elementos axiales en *Maclura tinctoria*.

m	dist.	fibras	vasos	parenq.
1	0,0	830,42	220,32	177,22
2	1,11	825,47	231,37	206,05
3	2,22	832,6	243,6	192,77
4	3,33	865,8	230	191,47
5	4,44	876,65	236,2	215,05
6	5,55	861,8	226,55	186,97
7	6,66	891,75	258,65	184,07
8	7,77	892,77	239,37	207,82
9	8,88	869,77	243,17	196,62
10	9,99	890,87	217,35	208,2

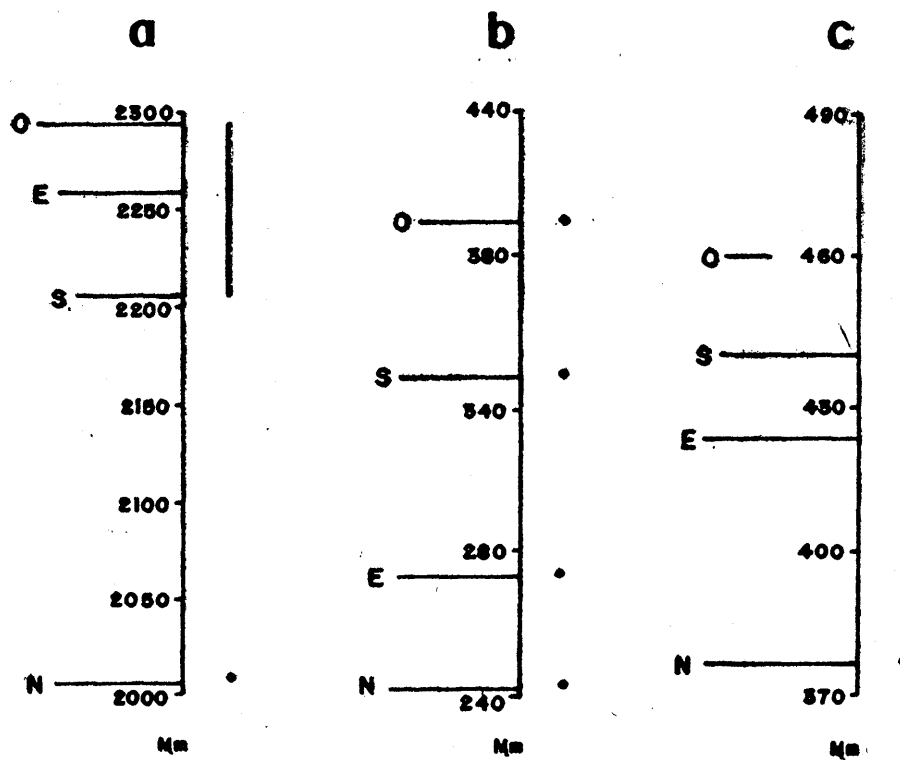


Fig. 3. Prueba de Duncan para la media general por orientación de fibras (a), miembros de los vasos (b) y series del parénquima (c) en *Sterculia apetala*.

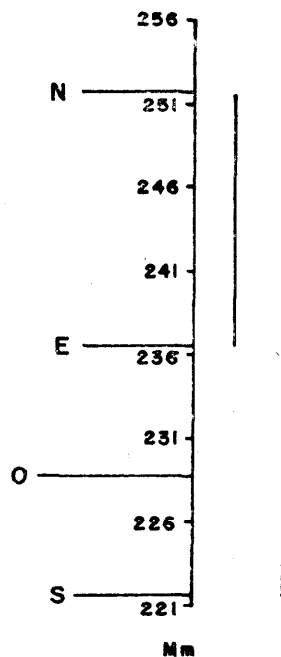


Fig. 4. Prueba de Duncan para la media general por orientación de los miembros de los vasos en *Maclura tinctoria*.

series del parénquima del norte y oeste; siendo esta correlación más ligera para las fibras del sur. Las series del parénquima del este presentan correlación negativa.

#### *Hibiscus elatus*

Para los datos obtenidos (Fig. 1d), el análisis mostró diferencias significativas respecto a la posición de las muestras en todos los elementos; se encontraron diferencias para la orientación en los miembros de los vasos. Al aplicar la prueba de Duncan a los primeros se evidencia que los miembros de los vasos, y las series del parénquima presentan los menores valores hacia la corteza y los mayores hacia la médula, no así las fibras; aunque el valor de la muestra más cercana a la corteza se encuentra entre los de menores valores (Tabla 4).

Respecto a la orientación se formaron dos grupos (Fig. 5) en lo que las muestras del este y del sur presentan las menores y mayores longitudes respectivamente.

TABLA 4. Comportamiento de la longitud de los elementos axiales en *Hibiscus elatus*.

m	dist.	fibras	vasos	parenq.
1	0,0	1 334,75	369,6	376,15
2	1,52	1 505,12	358,62	371,65
3	3,12	1 553,75	360,37	354,05
4	4,68	1 560,35	334,5	334,9
5	6,25	1 596,25	349,95	343,22
6	7,81	1 627,27	342,7	330,97
7	9,37	1 663,65	337,72	334,77
8	10,93	1 627,27	317,97	334,32
9	12,5	1 635,02	317,82	317,2
10	14,06	1 546,05	327,47	326,3

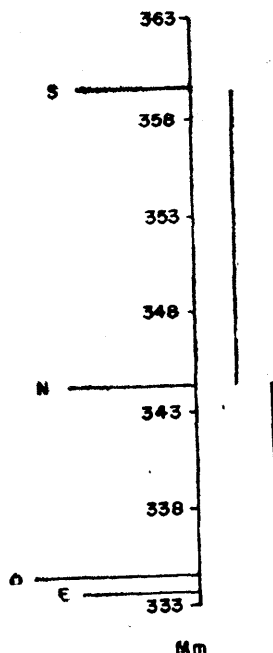


Fig. 5. Prueba de Duncan para la media general por orientación de los miembros de los vasos en *Hibiscus elatus*.

La matriz de correlación aplicada a la posición de las muestras señala una correlación positiva entre la longitud de las fibras y la distancia media a que fueron tomadas las mismas, y una fuerte correlación negativa entre éstas últimas y los valores de los miembros de los vasos y las series del parénquima.

Se encontró además, para las distancias de cada orientación en particular, una correlación positiva con las fibras de las muestras del norte y el este; y negativa para los miembros de los vasos y las series del parénquima de las muestras del norte, sur y oeste, éstas últimas únicamente con cierta correlación con las series del parénquima.

#### *Calophyllum* sp.

Entre los datos obtenidos (Fig. 1e) sólo se observaron diferencias significativas en

cuanto a la orientación para las fibras. La prueba de Duncan presentó dos grupos, en los que los menores y mayores valores se ubican al este y sur respectivamente (Fig. 6).

En la matriz de correlación se encontró correlación positiva entre la longitud de las series del parénquima y la distancia media a que fueron tomadas las muestras.

En la orientación se observó una correlación negativa con los miembros de los vasos de las muestras del este, y positiva con las fibras de las muestras del sur y también con las del norte y del sur de las series del parénquima (Tabla 5).

De los resultados obtenidos hasta ahora, podemos decir que el comportamiento general del largo de los elementos axiales de la médula a la corteza es similar para cada especie, se observa que generalmente los valores menores se presentan en las muestras cercanas a la médula, se mantienen más o menos constantes en las intermedias y aumentan un poco hacia la cor-

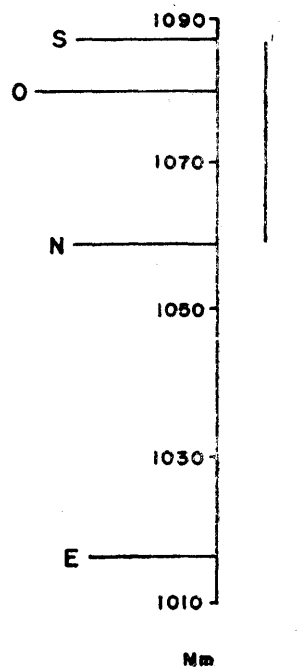


Fig. 6. Prueba de Duncan para la media general por orientación de las fibras en *Calophyllum* sp.



TABLA 5. Comportamiento de la longitud de los elementos axiales de *Calophyllum* sp.

m	dist.	fibras	vasos	parenq.
1	0,0	1 030,15	528,15	422,5
2	0,09	1 035,27	493,02	417,42
3	1,95	1 056,75	508,6	462,82
4	2,92	1 076,7	516,37	477,42
5	3,9	1 087,57	470,4	451,8
6	4,87	999,17	487,85	397,45
7	5,85	1 080,5	512,37	462,62
8	6,82	1 085,82	498,7	487,3
9	7,8	1 080,3	496,42	512,37
10	8,77	1 076,5	479,35	489,02

TABLA 6. Valores medios para cada orientación.

	Norte	Sur	Este	Oeste
Fibras				
<i>T. pentaphylla</i>	1 177,46	1 112,75	1 094,9	1 156,23
<i>S. apetala</i>	2 008,41	2 204,18	2 255,24	2 293,90
<i>M. tinctoria</i>	840,48	856,34	875,31	882,94
<i>H. elatus</i>	1 545,02	1 572,12	1 530,8	1 608,44
<i>C. sp.</i>	1 059,76	1 087,07	1 016,61	1 080,52
Miembros de los vasos				
<i>T. pentaphylla</i>	321,54	323,64	316,42	321,22
<i>S. apetala</i>	242,87	349,99	282,27	402,19
<i>M. tinctoria</i>	251,51	221,69	236,64	228,8
<i>H. elatus</i>	344,47	359,73	333,86	334,64
<i>C. sp.</i>	493,27	495,03	486,65	521,55
Series del parénquima				
<i>T. pentaphylla</i>	373,35	409,73	385,12	386,43
<i>S. apetala</i>	377,61	440,79	423,41	460,33
<i>M. tinctoria</i>	198,43	187,06	198,61	202,41
<i>H. elatus</i>	338,63	355,79	336,06	338,17
<i>C. sp.</i>	440,68	465,47	474,82	451,32

teza. Estos resultados se corresponden a los obtenidos por otros autores como Giraud (1977), Baas (1977) y Esau (1959), para diversas angiospermas.

La única excepción en nuestro trabajo lo constituyen los miembros de los vasos y series del parénquima de *Hibiscus elatus*, cuyos valores mayores y menores se encuentran en las muestras cercanas a la médula y corteza respectivamente (Tabla 6).

Se aprecia que para los miembros de los vasos y series del parénquima, las mayores longitudes aparecen generalmente hacia el sur. Si tenemos en cuenta que en Cuba la mayor radiación solar se recibe en esta orientación, no sería extraño que en las zonas expuestas a la misma se incrementara la producción fotosintética, lo que pudiera repercutir en un mayor desarrollo, en esas partes de la planta, de

los elementos encargados de almacenar las sustancias elaboradas.

La única excepción lo es *Maclura tinctoria*, la cual presenta hacia esta orientación los menores valores.

Para la longitud de las fibras se observa que en las especies estudiadas los mayores valores aparecen en la orientación oeste.

El hecho de que ésta sea la orientación opuesta a la dirección predominante de los vientos en Ciudad de La Habana (Rego, 1978), y de que el lugar de colecta se encuentra en una zona llana, pudiera indicar la existencia de una relación entre ambos fenómenos. La confirmación de esto solo pudiera realizarse con la búsqueda del factor o factores anatómo-fisiológicos que pudieran originarla, pues no encontramos trabajos en que se mencione este fenómeno.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En las especies estudiadas los menores y mayores valores en la longitud de los elementos axiales de la madera, aparecen hacia la médula y corteza respectivamente, con excepción de los miembros de los vasos y series del parénquima de *Hibiscus elatus*.

En la orientación las mayores longitudes de los miembros de los vasos y series del parénquima se presentan generalmente hacia el sur; se exceptúa *Maclura tinctoria*. Esto se relacionó tentativamente con la mayor incidencia de luz solar por este lado de las plantas.

Los mayores valores en la longitud de las fibras suelen presentarse hacia el oeste.

El hecho de que lo anterior ocurra en la zona contraria a la dirección de los vientos predominantes en la zona de colecta, sugiere la posibilidad de que ambos fenómenos estén relacionados, por lo que recomendamos la realización de estudios que permitan definir el factor o factores anatómo-fisiológicos que, de existir, pudieran confirmar este planteamiento.

## REFERENCIAS

- Baas, P. (1977): The peculiar wood structure of *Leptospermum crassipes* Lehm (Myrtaceae). *IAWA Bull.*, (2):25-30.
- Bergman, S. I. (1949): Lengths of hardwoods indigenous to the United States. *Tappi.*, 32: (11):494-498. [citado por Taylor, 1976].
- Chalk, L., y M. M. Chataway (1934): Measuring the length of vessel members. *Tropical Woods*, (40):19-26.
- Chataway, M. M. (1939): Relation between fibre and cambial in Dicotyledoneans woods. *Tropical Woods*, (46):16-19.

- Esau, K. (1959): *Anatomía Vegetal*. 1ra edn., 729 pp.
- Franklin, G. L. (1946): Preparation of thin section of synthetic resin and wood resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature*, 155:51 pp.
- Giraud, B. (1977): Statistical analysis of woods structure variation as related to distance from the pith in *Entandrophragma utile* (Meliaceae). *IAWA Bull.*, (4):71-75.
- Hamilton, J. R. (1961): Variation of wood properties in southern red oak. *Forest Prod. J.*, (11): 267-271.
- Metcalfe, C. R., y L. Chalk (1972): *Anatomy of the Dicotyledons*. 1:724. pp.
- Philipson, W. R., J. M. Ward, y B. G. Butterfield (1971): The vascular cambium, its development and activity. University of Canterbury, Nueva Zelanda, 4:60-73.
- Rego, J. (1978): Mapa de presión atmosférica y vientos. En *Atlas de Cuba*, Inst. Cub. Geodesia y Cartografía, p. 34.
- Sanio, K. (1872): Ueber die Grosse der Holzellen bei der gemeinen Kiefer (*Pinus sylvestris*). *Jahrb. Wiss. Bot.*, 8:401-420. [citado por Philipson et al., 1971].
- Taylor, F. W. (1976): Fiber length within growth rings of certain Angiosperms. *Wood and Fiber*, 8:(2):116-119.
- Thorbjorsen, E. (1961): Variation in density and fiber length in wood of yellow poplar. *Tappi*, 44(3):192-195. [citado por Taylor, 1976].
- Van Vliet, G. J. C. M. (1979): Wood anatomy of the Combretaceae. *Blumea*, (25):223 pp.

*Ciencias Biológicas*, 21-22, 1989

#### VARIATION IN THE LENGTH OF THE AXIAL ELEMENTS IN FIVE HARDWOOD SPECIES

Jacqueline PÉREZ,  
Miguel VALES  
and Francisco CEJAS

**ABSTRACT.** *Variation in the axial elements of the wood of Tabebuia pentaphylla, Sterculia apetala, Maclura tinctoria, Hibiscus elatus y Calophyllum sp., were studied taking into account the distance from the pith and orientation. Lower and higher values of the length of the axial elements were found towards the pith and bark respectively. The higher values for orientation in vessels members, parenchym series and fibers were related with the greater sun incidences and usual wind direction.*