

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo se tomaron diferentes muestras de *M. cerifera* L. y *M. punctata* Griseb. de la Xiloteca del Herbario de la Academia de Ciencias de Cuba (HAC). Instituto de Ecología y Sistemática.

Se confeccionaron pequeñas probetas de 1x1x2 cm, las cuales fueron ablandadas por cocción en agua destilada para su seccionamiento. Cortes transversales, longitudinales-tangenciales y longitudinales-radiales de 20 a 30  $\mu$ m de grosor se obtuvieron con la ayuda de un micrótopo de deslizamiento. Los cortes fueron deshidratados, aclarados y montados en portaobjetos con bálsamo de Canadá, según las técnicas usuales para el estudio microscópico en anatomía de maderas.

Nos basamos en el método de maceración de Franklin (1946) para las mediciones del largo de los elementos de las fibras, vasos y parénquima. El material disgregado se obtuvo de pequeñas astillas que fueron calentadas en una mezcla de ácido acético y peróxido de hidrógeno al 30 % en relación 1:1.

En estos materiales se trabajó la anatomía vascular que comprendió el estudio de los siguientes caracteres: elementos de los vasos, fibras, parénquima axial y radios xilemáticos. Para cada uno de estos caracteres se realizaron 50 mediciones con excepción del largo de las fibras y el largo de las series del parénquima axial de los que se realizaron 100 y 20 mediciones respectivamente. Los términos empleados en las clases de las dimensiones y abundancia de los elementos son los aprobados para las descripciones anatómicas (Chattaway 1932 y Committee on Standardization of Cell Size 1937 y 1939). Para el grosor de la pared de las fibras utilizamos los criterios de Pérez Mogollón (1973), basados en la relación lumen/diámetro medio.

Para el análisis de los índices de vulnerabilidad (V) y mesomorfía (M), seguimos los criterios propuestos por Carlquist (1977) quien señaló que índices mayores que 1 y 200 respectivamente, indican especies mesomórficas. La terminología utilizada para los caracteres anatómicos de la madera se ajustó a las recomendaciones del Comité de la IAWA (1964, 1989).

Se utilizó el mapa de Bioclima que se encuentra en el nuevo Atlas Nacional de Cuba según Vilamajó *et al.*, 1989 para la descripción de las características bioclimáticas donde fueron colectadas las muestras de *Myrica punctata* Griseb. y *Myrica cerifera* L.

Para la distribución geográfica de la especie se utilizó la clasificación fitogeográfica Samek (1973).

Los datos obtenidos en las mediciones de los diferentes

caracteres anatómicos fueron procesados de forma automatizada utilizando el paquete estadístico SPSS-PC para Windows (Versión 3.0) para calcular los principales estadígrafos y otros parámetros estadísticos como pruebas de hipótesis o significación, análisis de correlación, etc.

Muestras estudiadas: *Myrica punctata* Griseb., Vales HCAw (525), Camino a la Talí; *Myrica punctata* Griseb., Vales HCAw (508), La Gran Piedra, Altura: 1225 m snm; *Myrica punctata* Griseb., Vales HCAw (215), Estribaciones del Pico Martí, Sierra Maestra, Altura 1000 m snm; *Myrica cerifera* L., Vales HCAw (409), Punta Cocodrilo, Ciénaga de Zapata; *Myrica cerifera* L., Vales HCAw (523), Las Peladas, Sierra del Rosario, Altura: 300-482 m snm; *Myrica cerifera* L., Vales HACw (333), Cuabal entre las Terrazas y Soroa, Pinar del Río.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los especímenes de *Myrica punctata* fueron colectados en zonas de pluvsilvas montanas en el subsector sur oriental de la Isla (Samek, 1973) perteneciente a los distritos montañosos del Turquino y la Gran Piedra respectivamente, donde la humedad del suelo y la ambiental son altas.

Dos de las tres muestras estudiadas de esta especie pertenecen al distrito fitogeográfico de La Gran Piedra (Samek, 1973). La muestra 525 colectada en el Camino a la Talí y la 508 que crece en La Gran Piedra, ambas localidades tienen características geográficas y climáticas similares, pero en el Camino a la Talí los índices de pluviosidad son más altos siendo una de las zonas más húmedas de Cuba, lo que unido al suelo formado por granodiorita hace que retenga una gran cantidad de agua. En La Gran Piedra la muestra presentaba cierta exposición al S y crecía en un pinar montano sobre suelo esquelético natural con porfirita meteorizada.

La otra muestra estudiada de esta especie, la 215, fue colectada en las Estribaciones del Pico Martí en un pinar montano sobre un suelo primado de arenisca con baja retención de agua. Este lugar donde habita la muestra 215 a pesar de tener índices de pluviosidad similares a La Gran Piedra, tiene un clima subhúmedo donde hay períodos secos de uno a tres meses, además de estar sometido a cierta exposición S.

Para la especie de *Myrica cerifera* L. se estudiaron también tres muestras, pero las mismas habitaban en lugares con condiciones ecológicas y geográficas muy diferentes.

El ejemplar 409 se encuentra formando parte de la vegetación que se desarrolla en los canales de la Ciénaga de Zapata y crece sobre turba (suelo ácido).

El otro espécimen, el 523, pertenece a Las Peladas en Sierra del Rosario y fue colectado en una ladera junto a una comunidad arbustiva. Esta planta crecía sobre un suelo fersialítico rojo-amarillento lixiviado que presenta baja retención de agua y bajo contenido de materia orgánica.

Por último, la muestra 333 colectada en un Cuabal entre Las Terrazas y Soroa, Pinar del Río, crecía sobre un afloramiento de serpentinita, donde predomina una sequía edáfica debido a la permeabilidad de este suelo y sequía fisiológica por la alta concentración de iones pesados, no obstante, es necesario señalar que en este lugar las precipitaciones no son escasas.

La tabla I muestra los valores de los principales caracteres observados en las especies de *Myrica punctata* Griseb. y de *Myrica cerifera* L. para las distintas localidades donde fueron colectadas. En los ejemplares investigados no existen diferencias de latitud; por lo que las diferencias cuantitativas observadas deben estar dadas sin lugar a dudas por diferencias ecológicas, relacionadas fundamentalmente en función de la disponibilidad de agua y nutrientes del suelo.

Los especímenes de *Myrica punctata* no presentaron anillos de crecimiento al igual que la muestra 523 de *Myrica cerifera*, perteneciente a Las Peladas; sin embargo, en los ejemplares 409 y 333 de esta última especie sí se pudieron observar los mismos de forma conspicua debido a que por diferentes causas presentan dificultad en la adquisición de agua del suelo. Estos resultados confirman que las zonas de crecimiento tienen una relación directa con las características de la madera en la conducción del agua.

Los anillos de crecimiento o la ausencia de éstos pueden ser una vía de adaptación muy sensitiva como reflejo de las condiciones ecológicas. Chowdhury (1939, 1940, 1941) mostró una innegable relación entre los anillos de crecimiento y la secuencia de eventos climáticos.

En la tabla I se reportan los valores para los caracteres de los vasos (diámetro radial, tangencial, y largo total). Las mediciones del diámetro tangencial en cada una de las muestras estudiadas de *M. punctata*, reflejaron que no hubo diferencias significativas entre las medias, lo que denota estabilidad para este carácter (Figs. 1,3,5). Para el diámetro radial aunque hay valores que sí difieren fundamentalmente entre las muestras pertenecientes a La Gran Piedra y en el Camino a la Talí, éstas se mantienen en un rango y la media de la muestra 215 pertenece estadísticamente a ambas poblaciones.

El largo total de los vasos, fue el carácter más influenciado por las condiciones ecológicas en los ejemplares de esta especie. Los resultados nos permiten apreciar que la

muestra colectada en las Estribaciones del Pico Martí tiene un valor significativamente menor con relación a las otras dos. Esta reducción en el largo de los elementos no parece funcionar como un mecanismo adaptativo para brindar seguridad en la conducción del agua en la planta como en otras especies, porque no es tan evidente y las condiciones ecológicas no son tan drásticas; sino que parece estar más ligado al crecimiento intrusivo si se tiene en cuenta la descripción del sitio donde fue tomado el ejemplar.

Los valores para el carácter número de poros/mm<sup>2</sup> (Tabla II) en esta especie son relativamente bajos en los tres ejemplares colectados (35-51 poros/mm<sup>2</sup>).

Como hemos observado, los ejemplares de *M. punctata* tienen características marcadamente mesomórficas, pues presentan poros con diámetro mediano, diámetro tangencial (28-112  $\mu$ m), diámetro radial (70-138  $\mu$ m) y un promedio bajo de poros/mm<sup>2</sup> lo que unido a la no presencia de anillos de crecimiento corrobora que aunque los lugares donde fueron colectadas las muestras tienen sus propias características geográficas y ligeras diferencias ecológicas, tienen un factor común y es que crecen en pluvisilvas montañas donde hay un buen suministro de agua, por lo que las condiciones ecológicas son estables y no difieren mucho de un lugar a otro.

Para el caso de *Myrica cerifera* al observar los valores de la tabla I y II y los resultados del análisis estadístico, los ejemplares más influenciados resultaron los de la Ciénaga y el Cuabal que muestran la presencia de anillos de crecimiento, una reducción significativa del diámetro tangencial y radial; así como un aumento en el número de poros/mm<sup>2</sup> (146-208 poros/mm<sup>2</sup>) con respecto a la muestra 523 (38 poros/mm<sup>2</sup>) (Figs. 7,9,11), lo que nos indica que a pesar de producirse problemas con la disponibilidad de agua en ambos lugares por causas diferentes, la respuesta adaptativa sí está relacionada con la seguridad en la conducción y el mecanismo fisiológico que utiliza la planta está en concordancia para satisfacer los requerimientos en la realización de procesos metabólicos.

La muestra de Las Peladas no parece afectada para estos caracteres. La alta pluviosidad reportada para la zona pudiera contrarrestar la influencia que ejerce la baja retención de agua en este tipo de suelo.

La especie *Myrica cerifera* también mostró diferencias significativas entre las medias para el carácter largo de los vasos, encontrando una disminución importante de este elemento en la muestra 523 con relación a la 409 y la 333. Esta reducción tan marcada, puede que se deba a las características de juvenilismo que presenta esta planta de porte arbustivo donde predominan células iniciales

cambiales fusiformes de dimensiones más cortas.

Aunque generalmente se asume el criterio de que el incremento en el diámetro de los vasos y el decremento en el largo de los elementos de los vasos puede ser interpretado como una línea de especialización, algunos autores han señalado que estos caracteres también son influenciados por las condiciones ecológicas (Metcalf y Chalk, 1950; Vales, inéditos).

Carlquist (1975a) planteó que la producción de elementos traqueales estrechos parece brindar gran resistencia a las tensiones en las columnas de agua del xilema. Bajo este criterio el aumento del número de vasos/mm<sup>2</sup> permite garantizar los niveles hídricos de la planta, aún cuando cierto número de elementos no sea activo debido al embolismo de aire formado por el estrés hídrico. Aunque sería posible esperar que el número de poros/mm<sup>2</sup> resulte de una forma inversamente proporcional al diámetro de los vasos, esto varía dentro de los límites extremos como fue demostrado por Carlquist y De Buhr (1977).

Por otra parte Carlquist (1975b) señaló que el largo de los elementos de los vasos parece ser un índice sensible de xeromorfismo o mesomorfismo; pese a estar controlado de forma independiente por el largo de las células iniciales fusiformes del cambium, de esta forma se ha planteado que los elementos de los vasos largos representan un sistema conductor para las especies mesófitas, mientras que los cortos lo serían de maderas xerófitas.

Por esta razón, Carlquist (1977) definió los términos de "vulnerabilidad" (V) (diámetro medio de los elementos de los vasos/frecuencia de estos x mm<sup>2</sup>) y "mesomorfía" (M) (vulnerabilidad x largo de los elementos de los vasos) indicando que bajos valores de vulnerabilidad le ofrecen al sistema conductor capacidad de aseguramiento en la cantidad de agua necesaria para el buen desarrollo de todos los procesos en el vegetal mientras que altos valores de mesomorfía son interpretados por él como indicadores de características mesomórficas en esas especies.

Para la especie *M. punctata* los valores del índice numérico de vulnerabilidad, variaron como se observa en la tabla II desde 1,05 en la muestra 215 a 1,99 en la 525; los tres ejemplares alcanzaron índices con valores superiores a uno, reflejando que tienen sistemas conductores adaptados para vivir en condiciones mesomórficas.

El índice de vulnerabilidad del espécimen que fue colectado en Camino a la Talí presentó el mayor valor con respecto a los otros dos ejemplares de la misma especie que mostraron valores muy similares. El mismo comportamiento se observa para el índice de mesomorfía, así como el mayor valor, y menor para el largo de los elemen-

tos y el número de poros /mm<sup>2</sup> respectivamente, lo que indica que la zona donde crecía era la más húmeda de los tres lugares, es decir, que el suministro de agua es mayor que en las Estribaciones del Pico Martí y que en La Gran Piedra, a pesar de que esta última tiene condiciones climáticas y geográficas muy similares.

La muestra 215 tuvo un valor para el índice de mesomorfía superior a 200, pero no tan alto como en los otros dos casos lo que evidencia un comportamiento lógico, pues este lugar a pesar de tener índices de pluviosidad similares a La Gran Piedra como vimos anteriormente hay períodos secos y está sometida a la exposición S por lo que las nubes descargan en la ladera N y hay menores precipitaciones; el suelo donde crece es arenoso con baja retención de agua con relación a los otros dos ejemplares estudiados lo que ha modificado los valores cuantitativos de sus características anatómicas y estructurales a las condiciones existentes, lo cual se hizo manifiesto para el largo de los elementos de los vasos.

Según se muestra en la tabla II, los valores para los índices de vulnerabilidad y mesomorfía de los ejemplares 409 y 333 de *Myrica cerifera* fueron bastante bajos y sólo la muestra 523 tiene condiciones mesomórficas. Estos valores nos permiten reflexionar en cuanto a la disponibilidad del agua donde crecen los ejemplares estudiados. No obstante, estas muestras poseen características mesomórficas en el xilema secundario, lo que puede ser razonable si recordamos que el grupo representa una familia bastante primitiva que habita en ecótopos bien provistos de agua.

Los valores de vulnerabilidad y mesomorfía encontrados para la muestra de Las Peladas (523) reflejan una aparente contradicción con lo planteado por Carlquist (1975), ya que estos valores son relativamente altos y presenta un valor significativamente menor en cuanto al largo de los vasos con respecto a los otros dos ejemplares pertenecientes a la Ciénaga y al Cuabal que tienen características de plantas xeromórficas, pero es necesario señalar, que en el ejemplar 523 de porte arbustivo, el largo de los vasos está correlacionado con la velocidad de crecimiento, por tanto, si el crecimiento se ha retardado producto de la falta de nutrientes, el largo de los elementos se retarda o se hace menor, ya que este carácter está controlado de forma independiente por las células iniciales fusiformes del cambium; y esto podría ser una modificación fenotípica asociada a un crecimiento extremadamente lento. Así la reducción en el largo de los elementos es probablemente una combinación de efectos relacionados.

Baas *et al.* (1984) estudiaron los efectos de las plantas enanas en la estructura de la madera y plantean que el largo de los elementos de los vasos se reduce, aunque existe una estrecha relación entre la velocidad de creci-

miento y la cantidad o la medida del largo en que se reduce.

Parte de las tendencias reportadas en la literatura para pequeñas plantas maderables que habitan en lugares con condiciones extremas (desiertos, habitats secos o altas latitudes) pueden también ser una modificación fenotípica, asociada a un crecimiento extremadamente lento.

Podemos concluir que la muestra de Las Peladas tiene características mesofíticas más reforzadas en su anatomía, en la cual las condiciones ecológicas (disponibilidad de agua) no han afectado el carácter del diámetro y sí, el largo de los elementos de los vasos que mostró variaciones significativas con relación a los otros dos ejemplares, pensamos que esta reducción en el largo de los elementos de los vasos está relacionado con la velocidad de crecimiento que se ha retardado por la falta de nutrientes y no con la seguridad en la conducción del agua.

La muestra 409 que habita en la Ciénaga de Zapata se desarrolla en canales de agua salobre. Las plantas que crecen en lugares de alta salinidad presentan situaciones similares a los manglares, donde como es sabido, las plantas están sujetas a una alta tensión de agua y fuertes presiones negativas ya que el potencial de agua es menor que en el interior de éstas. Para ello la planta desarrolla mecanismos que le permiten adaptarse a esta situación acumulando una gran cantidad de sales en las raíces y establecer un gradiente, aumentando el número de poros/mm<sup>2</sup> y aumentando el estrechamiento de los vasos para que estos funcionen como pequeños capilares. Todo esto asegura la conducción del agua bajo estas condiciones.

La muestra 333 que pertenece al Cuabal mostró los valores más bajos de ambos índices (0,19 y 134) lo que en nuestra opinión concuerda con las características ecológicas de las serpentinas, en la cual se manifiesta el estado de "pseudoxeromorfía" señalado por Vales (1982) como una combinación de caracteres morfológicos xeromórficos con un sistema conductor típico para especies mesomórficas debido a la permeabilidad de este suelo y sequía fisiológica por alta concentración de iones pesados.

Para ninguna de las muestras el largo de los vasos parece ser un índice de xeromorfismo o mesomorfismo. Nuestros resultados a partir del análisis de las hipótesis de Carlquist reflejan, como ha sido señalado por el propio Carlquist (1977), Baas (1976) y Van Vliet (1979) que el papel del largo de los elementos de los vasos en la conducción del agua es completamente especulativo, debiendo analizarse más ampliamente ya que el largo de esos elementos puede estar en mayor o menor grado

afectado por el crecimiento intrusivo de acuerdo a las concentraciones de nutrientes.

Zimmermann (1978, 1983) señaló que el largo de los elementos de los vasos es menos funcional y Baas (1982) también presentó la posibilidad que la disminución del papel funcional en la tendencia del largo de los elementos de los vasos muestra una fuerte dependencia de otras características, las cuales pueden ser fácilmente entendidas en términos de adaptación como consecuencia de condiciones xerófitas y frías.

Los resultados obtenidos en este trabajo para el carácter largo de los vasos coincide con lo planteado por otros autores porque aparentemente no mostró alteraciones en su comportamiento para las muestras 409 y 333 de *Myrica cerifera* que tenían problemas con la disponibilidad de agua, lo que sería bueno comprobarlo con datos de algún ejemplar que pudiera ser colectado en algún lugar húmedo con buen suministro de agua; sin embargo, en la muestra 523 y 215 de *Myrica cerifera* y *Myrica punctata* respectivamente, sí se presentó una reducción de estos elementos debido a la influencia de condiciones ecológicas, lo que pudiera ser entendido en términos de adaptación.

Un acortamiento significativo de los elementos fusiformes en la evolución de las Angiospermas no puede ser puesto en duda, debe haber sido objeto de considerables grados de reversibilidad en grupos individuales de plantas, por lo que es aceptado que el acortamiento de los elementos fusiformes puede estar fuertemente influenciado por condiciones ecológicas.

La tabla I nos indica estabilidad para el carácter grosor de la pared de los vasos en ambas especies y vemos que no se observaron diferencias significativas entre los ejemplares, al igual que sucede con el grosor de la pared de las fibras, lo que nos hace pensar que este carácter no está influenciado por las condiciones abióticas aún para los especímenes que fueron colectados en zonas con problema en el suministro de agua, donde algunos autores relacionan las características de xeromorfía con otras como pudieran ser: engrosamiento de los vasos, número de barras y naturaleza de las punteaduras.

Resulta interesante destacar que las muestras 409 y 333 de *M. cerifera* tienen características de plantas pseudoxerofíticas (*sensu* Vales *et al.*, 1982) por lo que sería posible no observar un engrosamiento marcado de la pared de los vasos. Además las paredes de los vasos para ambas especies son muy finas, pudiendo ser una característica definitoria para esta familia.

El número de barras en las platinas de perforación se mantuvo en un rango constante para las muestras de las dos especies estudiadas. Estos valores se muestran en

la tabla I por lo que podemos concluir que este carácter tampoco mostró modificaciones para ninguna de las dos especies.

Como un rasgo evolutivo de estas dos especies perteneciente a la familia Myricaceae se confirma la tendencia a la formación de vasos con platina de perforación simple. Esta familia es bastante primitiva, y mientras algunas especies están en período de evolución otras ya se han especializado; por lo que podría plantearse que esta tendencia a la formación de placas de perforación simple parece ser indicativa de una mayor especialización.

La estadística descriptiva brindó los valores para el largo de los elementos derivados de las iniciales cambiales en los ejemplares de las especies de *M. punctata* Griseb. y *M. cerifera* L.

En la muestra 215 de *M. punctata* se apreció una reducción significativa de los elementos que derivan de las iniciales cambiales lo cual puede observarse en la tabla I.

Es necesario aclarar que para el largo de las series del parénquima axial, la muestra 525 difiere con un valor más alto respecto a la 508 y la 215, que tienen dimensiones similares para este carácter, lo cual pudiera estar ligado al contenido de agua y nutrientes disponibles en el lugar.

En *M. cerifera*, se observó que para el largo de las fibras hay diferencias altamente significativas entre las medias. Los mayores valores fueron reportados para los ejemplares pertenecientes a la Ciénaga y al Cuabal (1113 mm y 1213 mm) respectivamente y aunque entre ellas hay diferencias, son menos marcadas con relación al ejemplar de Las Peladas (988 mm) que mostró un acortamiento significativo con relación a estos dos ejemplares.

Llegamos a la conclusión, que el largo de las fibras de los ejemplares pertenecientes a la Ciénaga y al Cuabal se ha incrementado dos veces debido al crecimiento intrusivo, lo que resulta lógico porque ambos ejemplares tienen similares dimensiones en las iniciales cambiales; sin embargo, el largo de las fibras es diferente. En nuestro criterio esto se debe a que la Ciénaga es rica en materia orgánica en descomposición, el suelo es rico en nutrientes y produce un crecimiento intrusivo mayor con respecto a la muestra del Cuabal.

Para el largo de los vasos y el parénquima se obtuvieron resultados similares al largo de las fibras, lo que indica que el ejemplar 523 presenta una reducción significativa de los elementos que derivan de las iniciales cambiales.

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

dios posteriores (Süss 1967 y Vales 1985) han demostrado que las series del parénquima y los elementos de los vasos pueden tener alargamiento por crecimiento intrusivo. En algunos casos el largo del parénquima axial es mayor que el largo de los elementos de los vasos, lo que implica que en estas especies ocurre un marcado crecimiento intrusivo de todos los elementos.

Por otra parte, estudios de los efectos del enanismo en la estructura de la madera realizado por Baas *et al.* (1984) indicaron que la reducción del crecimiento axial está asociado a un acortamiento de los elementos, así como que hay un crecimiento proporcional y rápido en el crecimiento intrusivo de las fibras y que las diferencias en ambos (largo de los miembros de los vasos y fibras) pueden ser atribuidas a diferencias en el largo de las iniciales cambiales.

Comparando nuestros resultados con los obtenidos por M.M. Chattaway (1936) podemos plantear que el incremento en el largo de los elementos que derivan de las iniciales cambiales en las muestras estudiadas (exceptuando el ejemplar de Las Peladas) no se produjo por un acortamiento de las iniciales cambiales sino por crecimiento intrusivo relacionado con la cantidad de nutrientes que son transportados a través del agua y en el caso de las fibras es más marcado este crecimiento con respecto a los vasos y el parénquima.

Cuando establecemos una relación entre el largo de las fibras y el del parénquima en el ejemplar de Las Peladas, las fibras muestran un incremento con relación a su largo inicial de 2,7, lo que se le puede atribuir al acortamiento de las iniciales cambiales, y no al crecimiento intrusivo, ya que este ejemplar crece sobre un suelo pobre en nutrientes y aunque se produjera un crecimiento intrusivo, éste no equipara la diferencia.

La altura y el ancho de los radios uniseriados y multiseriados fueron otros de los caracteres estudiados y pudimos observar que no hubo variabilidad para la altura de los radios en la especie *M. punctata*; no así para el ancho, donde sí existen diferencias significativas entre las tres muestras y una tendencia al incremento de los ejemplares 525 al 215 (Figs. 2, 4, 6).

En *M. cerifera* el carácter altura de los radios se vio alterado solamente para el ejemplar 523 donde se encontraron valores mayores para la altura de los radios multiseriados y un acortamiento en el caso de los radios uniseriados. Este comportamiento pudiera estar relacionado con alguna respuesta adaptativa a las condiciones ecológicas del lugar donde habita la planta.

Los valores para el ancho de los radios mostraron que el ejemplar 523 fue el que presentó mayores dimensiones y

después la muestra perteneciente a la Ciénaga (Figs. 8, 10, 12).

En general, la altura de los radios fue un carácter que se mostró estable para las dos especies estudiadas excepto en el caso de Las Peladas, pero el ancho de los radios en algunos ejemplares aumentaron sus dimensiones con respecto a otros.

Baas (1974) y Vales *et al.* (1982) destacaron una estrecha relación entre la altura de los radios xilemáticos y el largo de los elementos de los vasos, sin embargo, nuestros resultados no coinciden con lo planteado por estos autores, ya que aunque aparentemente sí parecía haber una estrecha relación entre ambos caracteres, no mostraron estar correlacionados estadísticamente.

Una tendencia observada en este trabajo para estas dos especies, es el aumento en el ancho de los radios de los especímenes que crecen sobre suelos pobres en nutrientes. Conociendo que las células parenquimáticas su función principal es la de reserva; un aumento en la altura y ancho de los radios resultaría favorable para los ejemplares que viven bajo estas condiciones y podría ser un mecanismo de aseguramiento para su supervivencia, pero hasta el presente ningún autor ha reportado en la literatura tendencia alguna acerca de la influencia que ejercen las condiciones ambientales sobre los radios xilemáticos.

Otros caracteres analizados para los radios xilemáticos fueron el ancho de los radios multiseriados y el número de radios/mm. Estos valores pueden ser vistos en la tabla I, los cuales demuestran que no hay variabilidad en ninguno de los ejemplares de las dos especies estudiadas por nosotros.

En los ejemplares de *M. cerifera* y *M. punctata* colectados en Las Peladas y Estribaciones del Pico Martí respectivamente, se apreció una reducción de los elementos que derivan de las iniciales cambiales, lo que pudiera estar originado por la baja concentración de nutrientes en estas zonas. Este planteamiento se sustenta en que los mayores índices en cuanto al ancho de los radios xilemáticos, aparecieron en los ejemplares mencionados; asimismo, aunque sólo en Las Peladas se notó un aumento en la altura de dichos elementos.

Por último, en la matriz no se observó correlación entre ninguno de los caracteres que parecían estar vinculados con algún sentido biológico, y en los que se observaron correspondencia fueron de forma casuística.

#### BIBLIOGRAFÍA

Baas P. 1973. The wood anatomical range in *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic

significance. *Blumea*, 21: 193-258.

Baas P. Some functional and adaptative aspects of vessel members morphology. En: Baas P, Bolton AJ & Catling DM.(eds.). Wood structure in biological and technological research . Leiden Botanical Series No. 3. Leiden Univ. Press.1976: 157-181.

Baas P. Systematic, phylogenetic, and ecological wood anatomy-history and perspectives. En: Baas P. (ed.). New perspectives in wood anatomy. Nijhoff/Junk, The Hague-Boston,etc. 1982. 23-58.

Baas *et al.* 1984. Some effects of dwarf growth on wood structure. *IAWA, Bulletin n.s.* , Vol. 5 (1) : 45-63.

Carlquist S. 1966. Wood anatomy of Compositae: a summary, with comments on factor controlling wood evolution. *Aliso*, 6 (2): 25-44.

\_\_\_\_\_. 1975 a. Ecological strategies of xilem evolution University of California Press: Berkeley, Los Angeles, London, 259 pp.

\_\_\_\_\_. 1975 b. Wood anatomy of Onagraceae; with notes on alternative modes of photosynthate movement in dicotyledon wood. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 62 (2): 386-424.

\_\_\_\_\_. 1977. Ecological factors in wood evolution: a floristic approach. *Amer. J. Bot.* 64: 887-896.

Carlquist S & De Buhr L. 1977. Wood anatomy of Penaeaceae (Myrtales): comparative phylogenetic, and ecological implications. *Bot. J. Linnean Soc.* 75: 211-227.

Chalk L & Chattaway MM. 1934. Measuring the length of vessels members. *Trop. Woods.* 40: 19-26.

Chattaway MM. 1932. Proposed standard for numerical values used in describing woods. *Trop. Woods* 29: 20-28.

\_\_\_\_\_. 1936. Relation between fibre and cambial initial length in dicotyledoneus wood. *Trop. Woods.* No. 46 pp. 16-19.

Chowdhury KA. 1939. The formation of growth rings in Indian trees. *Indian Forest Rec.*, n.s., Util. 2: 1-39.

\_\_\_\_\_. 1940. *Ibid*, Part II. *Indian Forest Rec.*, n.s., Util. 2: 41-57.

\_\_\_\_\_. (1941): *Ibid.*, Part II. A study of the effect of locality . *Indian For. Rec.*, n.s., Util. 2: 59-75.

Committe on standarization of cell size IAWA (1937) stan-

standard terms for lengths of vessel members and wood fibers. Trop. Woods 51: 21.

Committee on standardization of cell size IAWA. 1939. Standard terms of size for vessel diameter and ray width. Trop. Woods 59: 51-52.

Den Outer RW & Van Veenendaal WLH. Variation in wood anatomy of species with a distribution covering both rain forest and savanna areas of the Ivory Coast, West-Africa. En: Baas P, Bolton AJ & Catling DM. (eds.). Wood Structure in biological and technological research. Leiden Bot. Ser. 3. Leiden University Press, The Hague. 1976: 182-195.

Franklin GL. 1946. Preparation of thin section of synthetic resin composites, and a new macerating method for wood. Nature. 151-155.

IAWA Committee 1964. Multilingual glossary of terms used in wood anatomy. Committee on Nomenclature, Konkordia. Witerthur. I.A.W.A. 186 pp.

IAWA Committee. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. Eds. Wheeler EA.

Kanehira R. 1921a. Anatomical characters and identification of Formosan woods, with critical remarks from the climatic point of view. Govt. of Formosa, Taihoku. 317 pp.

Metcalf CR & Chalk L. 1950. Anatomy of the Dicotyledons. Vol. I. Oxford, Clarendon Press.

Novruzova ZA. 1968. The water conducting system of trees and shrubs in relation to ecology. Izd. AN-Azerb.SSR, Baku, 230 pp.

Peréz Mogollón A. 1973. Estructura anatómica de 37 maderas de la Guyana Venezolana y clave para su identificación. Acta Bot. Venez. 8: 9-109.

Samek V. 1973. Regiones fitogeográficas de Cuba. Acad. Cienc. Cuba, ser. forest. 15: 1-63.

Süss H. 1967. Über die Längenänderung der Parenchymstränge, Holzfasern und Gefäßglieder mit Verlauf einer Zuwachsperiode. Holz-, Roh- und Werkstoff 25: 369-377.

Vales MA. 1982. Die Mikro- und Ultrastruktur einiger endemischer Rubiaceen-Arten aus Kuba. Tesis para opción al título Candidato a Dr. en Ciencias Biológicas. Universidad de Humboldt, Berlín, RDA. 90 páginas.

\_\_\_\_\_. 1982a. Caracterización ecoanatómica del xilema de especies lignificadas de las estaciones de Sierra del Rosario y Yaguaramas, Cuba. Ciencias Biológicas: 48-53.

\_\_\_\_\_, Borhidi A y Del Risco E. 1982b. Anatomía de la madera de Myricaceae en Cuba: Consideraciones ecológicas. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 28: 241-253.

\_\_\_\_\_. 1983a. Verzierte einfache Gefäßdurchbrechungen im Holz einiger endemischer Rubiaceen-Arten aus Kuba. Feddes Repert. 94: 493-495.

\_\_\_\_\_. 1983b. Verzierte Gefäß- und Holzfaser-Hoftüpfel im Holz einiger endemischer Rubiaceen-Arten aus Kuba. Feddes Repert. 94: 497-500.

\_\_\_\_\_ y Süss H. 1985. Die Holzanatomie der in Kuba endemischen Rubiaceae *Phyllomelia coronata* Griseb. und *Ceratopyxis verbenace* (Griseb.) Hook. Feddes Repert. 96: 227-233 + plates 12, 13.

Van den Oever L, Baas P and Zandee M. 1981. Comparative wood anatomy of *Symplocos* and latitude and altitude of provenance. IAWA Bulletin n.s, Vol. 2 (1).

Van der Graaff NA, Baas P. 1974. Wood anatomical variation in relation to latitude and altitude. Blumea 22: 101-121.

Van Vliet GJCM. 1979. Wood anatomy of Combretaceae. Blumea 25: 141-223.

Versteegh C. 1968. An anatomical study of some woody plants of the mountain flora in the tropics (Indonesia). Acta Bot. Neerl. 17: 151-159.

Vilamajó D. 1989. Bioclima. En Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Instituto de Geografía, Academia de Ciencias de Cuba, La Habana: 3.

Webber IE. 1936. The woods of sclerophyllous and desert shrubs of California. Amer. J. Bot. 23: 181-188.

Zimmermann MH. Structural requirements for optimal water conduction in tree stems. En: Tomlinson PB & Zimmermann MW (eds.). Tropical trees as living systems. Cambridge. Cambridge Univ. Press. 1978: 517-532.

Zimmermann MH. 1983. Xilem structure and ascent of sap. Springer, Berlin.

**Recibido:** 4 de diciembre de 1998.

**Direcc. de los autores:** Instituto de Ecología y Sistemática (IES). Carretera de Varona km 3½, Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba.

**TABLA I**

Valores de los principales caracteres observados en las especies de *Myrica punctata* Griseb. y *Myrica cerifera* L. para las distintas localidades donde fueron colectadas.

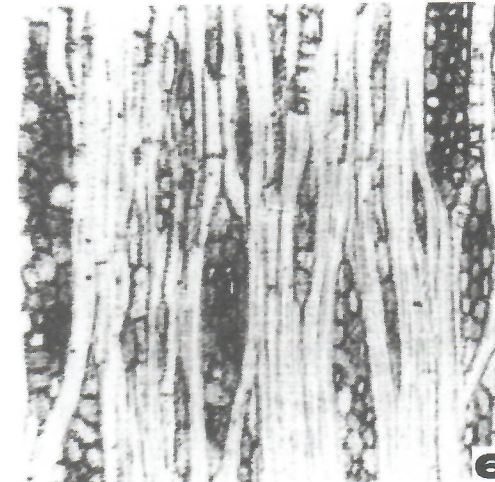
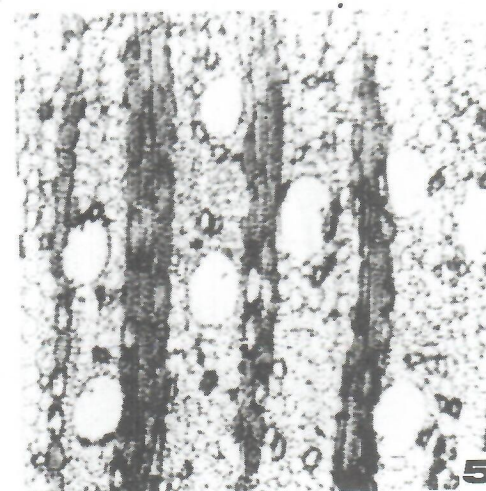
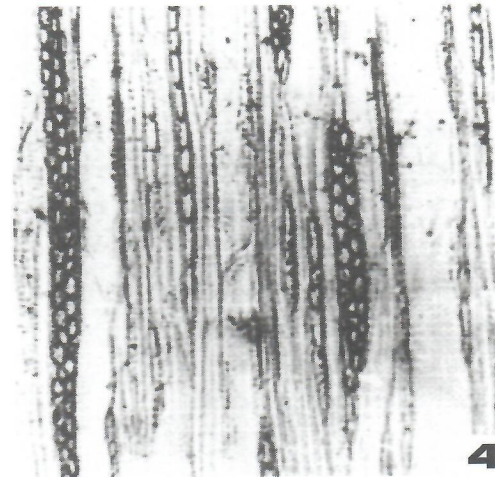
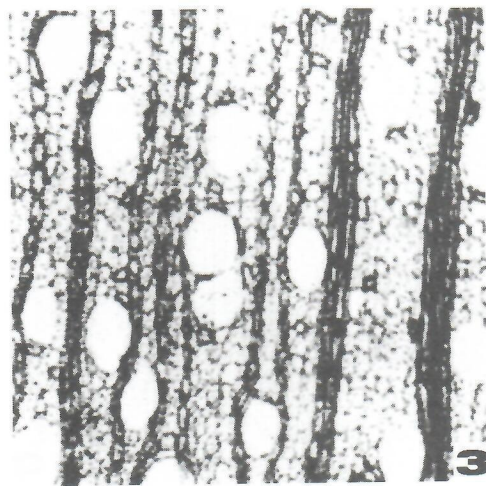
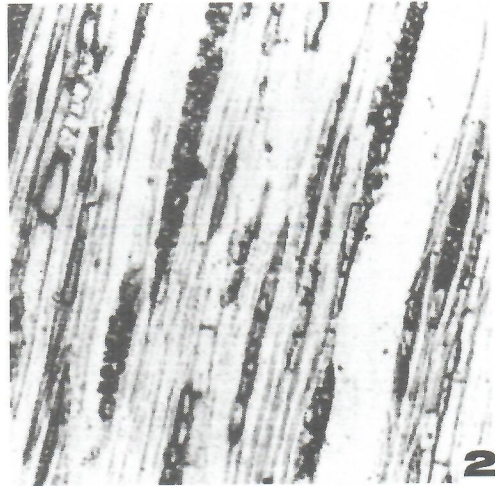
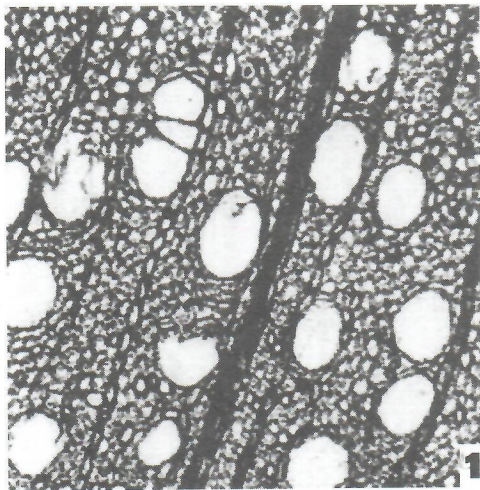
Caracteres anatómicos	Elemento de los vasos							Fibras		Parénquima axial		Radios xilemáticos						
	Especies	Dt. (µm)	Dr. (µm)	Lt (µ m)	G.Pared (µm)	# BP	%V.E	% V.S	G. Pared (µm)	Lt (µm)	Lt (µm)	L.células (µm)	HRM (µm)	HRU (µm)	ARM (µm)	ARM en # de células	ARU (µm)	# de radios x mm
<i>M. punctata</i> (525)	58	<b>71</b>	755	2,2	6-19	28	72	5,1	1391	<b>703</b>	<b>114</b>	417	281	24	2-3	11	7	3
<i>M. punctata</i> (508)	54	80	<b>822</b>	1,7	6-15	49	51	4,5	1427	571	98	472	268	<b>37</b>	3-4	<b>13</b>	7	4
<i>M. punctata</i> (215)	54	77	691	2,0	8-15	93	7	4,3	<b>1173</b>	566	91	415	286	<b>48</b>	3-4	<b>17</b>	8	4
<i>M. cerifera</i> (409)	41	58	759	1,1	5-8	67	33	4,1	<b>1114</b>	614	<b>99</b>	426	385	<b>30</b>	2	13	6	3
<i>M. cerifera</i> (523)	<b>56</b>	<b>81</b>	<b>511</b>	1,8	9-18	65	35	5,1	988	<b>360</b>	88	<b>600</b>	<b>265</b>	<b>41</b>	3-4	<b>15</b>	9	4
<i>M. cerifera</i> (333)	41	56	705	1,5	7-14	77	23	5	<b>1213</b>	627	88	469	351	25	2	13	10	5

Dt: diámetro tangencial, Dr: diámetro radial, Lt: largo total, G. Pared: grosor de la pared, #BP: número de barras por placa de perforación, % V.E: vasos con platina de perforación escaleriforme, % V.S.: porcentaje de vasos con platina de perforación simple, L. células: largo de las células, HRM: altura de los radios multiseriados, HRU: altura de los radios uniseriados, ARM: ancho de los radios multiseriados, ARM en # de células: ancho de los radios multiseriados en número de células, ARU: ancho de los radios uniseriados, #de radios por mm: número de radios por milímetro, # de células de las alas en los multís. : número de células de las alas en los multiseriados.

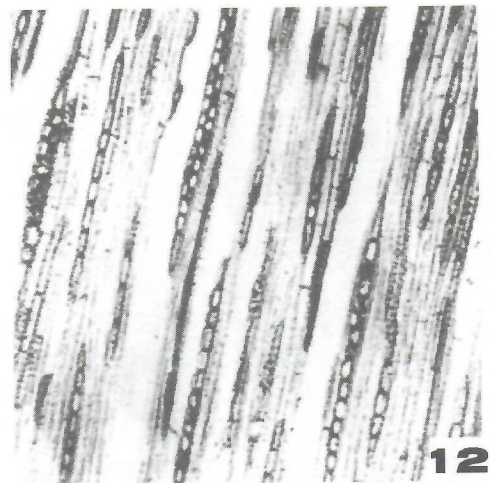
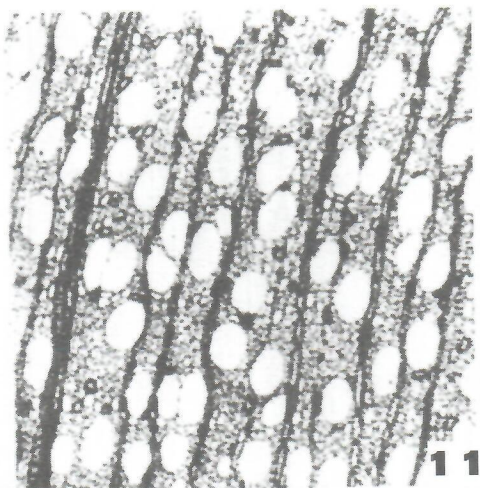
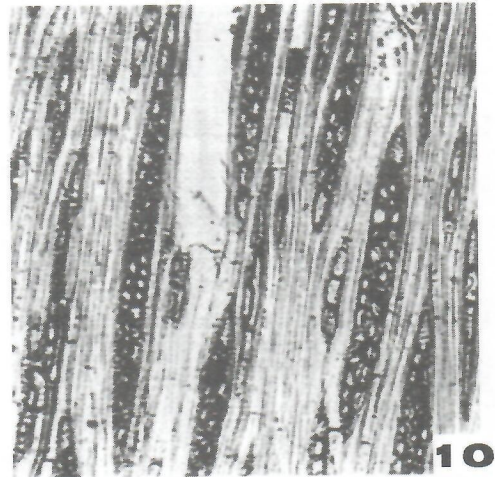
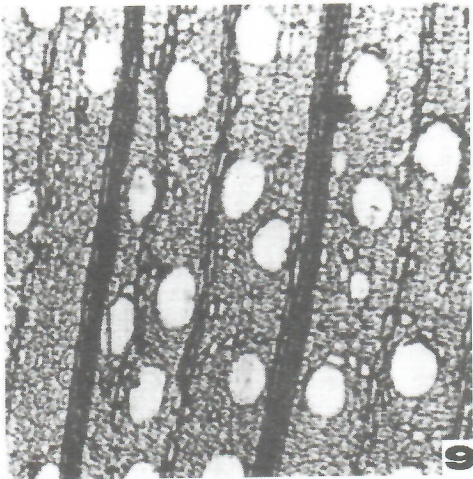
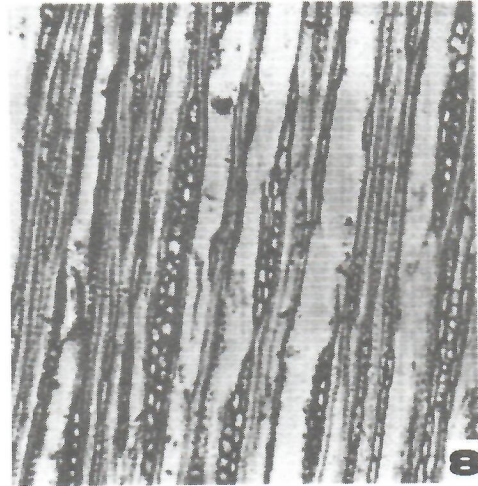
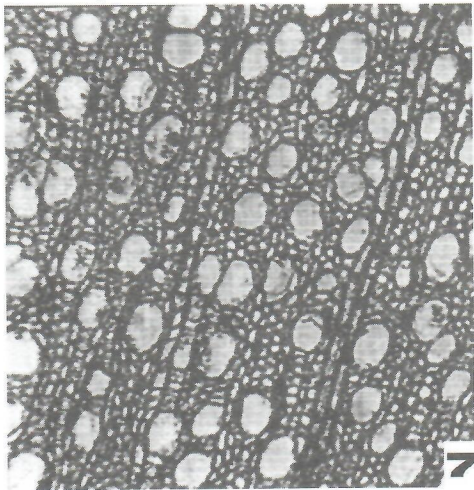
**TABLA II**  
 Valores de los índices numéricos de **vulnerabilidad (V)** y **mesomorfía (M)**.

Especies	Poros/ mm <sup>2</sup>	Vulnerabilidad (V)	Mesomorfía (M)	Promedio Pluviosidad (mm)
<i>M. punctata</i> (525)	35	1,99	1502,4	1600-3200
<i>M. punctata</i> (508)	51	1,07	859,21	1500-2000
<i>M. punctata</i> (215)	50	1,05	725	1100-2400
<i>M. cerifera</i> (409)	146	0,28	216,83	900-1900
<i>M. cerifera</i> (523)	38	1,5	761,93	hasta-2300
<i>M. cerifera</i> (333)	208	0,19	134	1600-2000

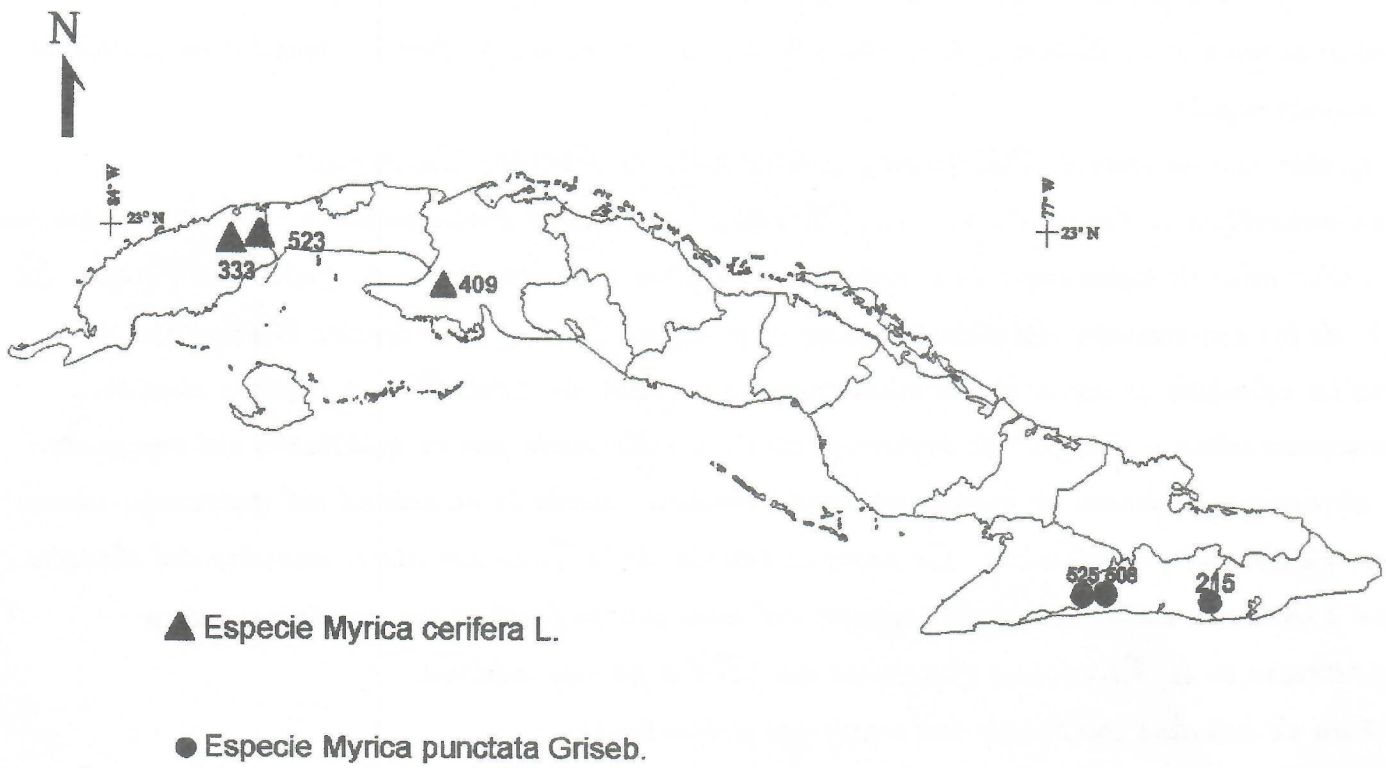
**Vulnerabilidad:** diámetro medio de los elementos de los vasos/ frecuencia de estos por mm<sup>2</sup>. (Diámetro tangencial/ Número de poros por mm<sup>2</sup>). **Mesomorfía:** vulnerabilidad x largo de los elementos de los vasos.



**Fig.1-6.** *Myrica punctata* Griseb. Figs. 1(525), 3: (508), 5: (215). Sección transversal. Línea de escala 100  $\mu$ m x 130. Fig. 2(525), 4(508), 6(215). Sección tangencial. Línea de escala: 100  $\mu$ m x 130.



**Figs.7-12.** *Myrica cerifera* L. Figs. 7(409), 9(523), 11(333). Sección transversal. Línea de escala: 100  $\mu$ m x 100. Figs. 8(409), 10(523), 12(333). Sección longitudinal tangencial. Línea de escala: 100  $\mu$ m x 100.



Mapa 1. Distribución de las especies estudiadas *Myrica punctata* Griseb. y *Myrica cerifera* L.